

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 441 376**

51 Int. Cl.:

H04L 12/46 (2006.01)

H04L 12/40 (2006.01)

H04L 12/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.03.2011** **E 11160642 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2013** **EP 2506502**

54 Título: **Sistema de automatización redundante**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.02.2014

73 Titular/es:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 Munich, DE

72 Inventor/es:

BERNHARD, RENE y
VOGT, ANDREAS, DR.

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 441 376 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de automatización redundante

La presente invención hace referencia a un método para la operación redundante de un sistema de automatización, a un ordenador de puerta de enlace de un sistema de automatización, y a un sistema de automatización.

5 Un sistema de automatización comprende convencionalmente uno o una pluralidad de ordenadores de usuario, al menos, dos ordenadores de puerta de enlace, y una pluralidad de controladores lógicos programables (PLC). Los ordenadores de usuario y los ordenadores de puerta de enlace, se encuentran conectados con un primer sistema de bus de una primera clase. En cambio, los ordenadores de puerta de enlace, así como los controladores lógicos programables, se encuentran conectados con un segundo sistema de bus de una segunda clase. Los sistemas de bus de la primera y la segunda clase, utilizan convencionalmente diferentes protocolos. El o los ordenadores de usuario pueden controlar y/o monitorizar los controladores lógicos programables, a través de los ordenadores de puerta de enlace.

10 Los sistemas de automatización de la clase descrita anteriormente, presentan una complejidad elevada debido a la pluralidad de controladores lógicos programables y/o a los ordenadores de usuario que presentan. Por ejemplo, un sistema de automatización de esta clase se puede utilizar para el control de una instalación industrial. Además, presenta una importancia decisiva el hecho de que se garantiza el control y/o la monitorización de los controladores lógicos programables, también ante un fallo de los componentes individuales. Por este motivo, los sistemas de automatización se diseñan de manera redundante.

15 Por ejemplo, ante el fallo de un ordenador de puerta de enlace, se debe garantizar además el control y/o la monitorización de los controladores lógicos programables, mediante los ordenadores de usuario. Además, se puede activar un ordenador de puerta de enlace redundante, en el caso de un error del ordenador de puerta de enlace original. La activación del ordenador de puerta de enlace redundante se realiza frecuentemente de manera manual. Como consecuencia de dicha activación, en el periodo de tiempo entre el fallo del ordenador de puerta de enlace original, y la activación del ordenador de puerta de enlace redundante, no se puede realizar un control y/o una monitorización de los controladores lógicos programables. Por otra parte, la conmutación al ordenador de puerta de enlace redundante se asocia en general con trabajos de configuración adicionales.

20 La declaración de patente US 2005/0065669 revela un sistema de control para aeronaves, en donde una pluralidad de ordenadores de usuario se encuentran conectados de manera redundante con diferentes controladores lógicos programables, a través de dos puertas de enlace.

25 El objeto de la presente invención consiste en mejorar la disponibilidad de un sistema de automatización en el caso de un fallo de un ordenador de puerta de enlace. En particular, se crea una redundancia que se puede realizar de manera automática sin intervenciones administrativas de un administrador del sistema de automatización.

30 Dichos objetos se solucionan mediante un método de acuerdo con las características de la reivindicación 1, un ordenador de puerta de enlace de acuerdo con las características de la reivindicación 11, y un sistema de automatización de acuerdo con las características de la reivindicación 13. Los acondicionamientos ventajosos se indican en las reivindicaciones relacionadas.

35 La presente invención recomienda un método para la operación redundante de un sistema de automatización que comprende uno o una pluralidad de ordenadores de usuario, al menos, dos ordenadores de puerta de enlace, y una pluralidad de controladores lógicos programables (PLC). El respectivo número de ordenadores de usuario, de ordenadores de puerta de enlace y de controladores lógicos programables, se puede seleccionar en principio de manera aleatoria. Convencionalmente, los ordenadores de usuario, los ordenadores de puerta de enlace y los controladores lógicos programables, presentan respectivamente un identificador inequívoco para el sistema de automatización. Como identificador se utiliza convencionalmente la dirección de red de los respectivos componentes de comunicaciones de las unidades mencionadas.

40 Los ordenadores de usuario y los ordenadores de puerta de enlace se encuentran conectados con un primer sistema de bus de una primera clase, y los ordenadores de puerta de enlace, así como los controladores lógicos programables se encuentran conectados con un segundo sistema de bus de una segunda clase. El primer y el segundo sistema de bus se realizan convencionalmente con diferentes tecnologías, y utilizan en general diferentes protocolos de comunicaciones. Esencialmente, también resulta concebible que el primer y el segundo sistema de bus se conformen con la misma tecnología, utilizando el mismo protocolo o diferentes protocolos de comunicaciones. Preferentemente, el primer sistema de bus está diseñado para realizar comunicaciones basadas en el protocolo TCP/IP, particularmente de acuerdo con el estándar OPC. En cambio, el segundo sistema de bus es preferentemente un bus de instalación propio, particularmente un bus de campo, como por ejemplo, un profibus. Un primer sistema de bus basado en el protocolo TCP/IP, permite utilizar componentes de ordenador convencionales

como ordenadores de usuario y ordenadores de puerta de enlace, debido a su estandarización. Por el contrario, el segundo sistema de bus propio se orienta a los controladores lógicos programables utilizados en el sistema de automatización, y a los protocolos utilizados por los controladores mencionados.

5 De una manera conocida, los ordenadores de usuario pueden controlar y/o monitorizar los controladores lógicos programables, a través de los ordenadores de puerta de enlace, en donde mediante los ordenadores de puerta de enlace se puede realizar una transformación del protocolo entre el protocolo del primer sistema de bus y el protocolo del segundo sistema de bus. Después de que cada ordenador de puerta de enlace pueda ser contactado por más de un ordenador de usuario para una comunicación con los controladores lógicos programables, los ordenadores de puerta de enlace proporcionan una función de servidor. Por el contrario, los ordenadores de usuario presentan la
10 función de un cliente.

Para la conformación de un enlace de comunicaciones entre uno de los ordenadores de usuario y uno o una pluralidad de controladores lógicos programables, el ordenador de usuario contacta un ordenador de puerta de enlace virtual con un identificador virtual para todos los ordenadores de puerta de enlace del sistema de automatización, el cual establece un enlace de comunicaciones físico con uno de los ordenadores de puerta de enlace seleccionado. El ordenador de puerta de enlace virtual se puede proporcionar, por ejemplo, mediante un mecanismo denominado "equilibrio de carga de red" (NLB). Mediante dicho mecanismo se garantiza una distribución de carga uniforme entre los ordenadores de puerta de enlace que conforman el ordenador virtual. El mecanismo de NLB está conformado respectivamente por componentes de soporte lógico que comunican entre sí, en los ordenadores de puerta de enlace del sistema de automatización, en donde los componentes de soporte lógico se comunican entre sí para proporcionar la funcionalidad. En particular, en relación con la respectiva carga de los ordenadores de puerta de enlace, se establece cuál de los ordenadores de puerta de enlace es el ordenador de puerta de enlace seleccionado. Desde el punto de vista del ordenador de usuario, se puede acceder a todos los ordenadores de puerta de enlace con el mismo identificador, preferentemente una dirección de red. Independientemente del número real de ordenadores de puerta de enlace del sistema de automatización, esto
15 significa que desde el punto de vista del ordenador de usuario, sólo existe un único ordenador de puerta de enlace. De esta manera, se obtienen ventajas en la configuración simplificada del ordenador de usuario, así como la posibilidad de proporcionar una redundancia automatizada, en relación con los ordenadores de puerta de enlace.

En una siguiente etapa, en el ordenador de puerta de enlace activo seleccionado, se generan y se almacenan parámetros de configuración para el enlace de comunicaciones. Dichos parámetros de configuración se requieren para el control y/o la monitorización de los controladores lógicos programables mediante el ordenador de usuario, y se almacenan una única vez en el ordenador de puerta de enlace seleccionado.
30

Finalmente, los parámetros de configuración para el enlace de comunicaciones se intercambian entre el ordenador de puerta de enlace activo y los ordenadores de puerta de enlace restantes, con el fin de proporcionar la redundancia del ordenador de puerta de enlace seleccionado. De esta manera, se puede garantizar la disponibilidad de los parámetros de configuración necesarios para un control y/o para una monitorización, previamente en todos los ordenadores de puerta de enlace restantes del sistema de automatización, de manera que en el caso de un fallo del ordenador de puerta de enlace seleccionado, se pueda realizar una conmutación rápida del enlace de comunicaciones a otro ordenador de puerta de enlace.
35

El método presenta la ventaja que consiste en que desde el punto de vista del ordenador de usuario, sólo existe un único ordenador de puerta de enlace, de manera que no resulta necesaria una configuración especial del ordenador de usuario para la redundancia. Dado que los parámetros de configuración se intercambian entre los ordenadores de puerta de enlace, es decir, que se ejecuta una correspondencia de datos (matching), el ordenador de usuario no debe aplicar nuevamente los parámetros mencionados después del fallo del ordenador de puerta de enlace seleccionado. Desde el punto de vista del ordenador de usuario, el fallo del ordenador de puerta de enlace seleccionado representa una interrupción de línea del ordenador de puerta de enlace seleccionado, hacia el primer sistema. Durante el tiempo de funcionamiento, desde el punto de vista del ordenador de puerta de enlace, después de la "interrupción de enlace" mencionada, los datos de configuración aún se encuentran presentes en los ordenadores de puerta de enlace restantes, aunque el ordenador de puerta de enlace seleccionado ya no se encuentre a disposición. De esta manera, en el resultado se proporciona una redundancia transparente de la funcionalidad de la puerta de enlace.
40
45
50

La presente invención desarrolla además un ordenador de puerta de enlace para una operación redundante de un sistema de automatización de la clase mencionada anteriormente, que está diseñado para conformar un enlace de comunicaciones entre el ordenador de usuario y uno o una pluralidad de controladores lógicos programables, para procesar un mensaje del ordenador de usuario direccionado a un ordenador de puerta de enlace virtual con un identificador virtual para todos los ordenadores de puerta de enlace del sistema de automatización, en donde el ordenador de puerta de enlace establece un enlace de comunicaciones físico con un ordenador de puerta de enlace seleccionado. Además, el ordenador mencionado está diseñado para generar y almacenar parámetros de configuración para el enlace de comunicaciones. Finalmente, el ordenador de puerta de enlace conforme a la
55

presente invención está diseñado para intercambiar los parámetros de configuración para el enlace de comunicaciones con los ordenadores de puerta de enlace restantes del sistema de automatización.

Un sistema de automatización conforme a la presente invención comprende, al menos, dos ordenadores de puerta de enlace de la clase descrita anteriormente.

5 En un acondicionamiento preferido, un intercambio de los datos de configuración comprende también modificaciones en los datos de configuración. De esta manera, conforme a la presente invención, el intercambio de los datos de configuración se realiza de manera dinámica. Una modificación de los datos de configuración puede ser, por ejemplo, en relación con el contenido. Sin embargo, del mismo modo la eliminación de un dato de configuración o de todos los datos de configuración en el ordenador de puerta de enlace seleccionado, también puede conducir a una
10 eliminación de dicho dato o de los datos de configuración en los ordenadores de puerta de enlace restantes.

En otro acondicionamiento conveniente, en el caso de un fallo del ordenador de puerta de enlace seleccionado, se genera un nuevo enlace de comunicaciones físico entre el ordenador de usuario y otro ordenador de puerta de enlace considerado el nuevo ordenador de puerta de enlace seleccionado. Por una parte, un fallo del ordenador seleccionado puede consistir en la falta de disponibilidad real de dicho ordenador de puerta de enlace seleccionado.
15 Por un fallo se entiende también una interrupción de línea desde el ordenador de puerta de enlace seleccionado, hacia el sistema de bus o bien, hacia el ordenador de usuario. Un fallo puede comprender la falta de funcionamiento de componentes del soporte físico y/o del soporte lógico.

Convenientemente, la conformación del nuevo enlace de comunicaciones físico, se realiza de manera automática, en donde para el nuevo enlace de comunicaciones se utilizan los parámetros de configuración del enlace de comunicaciones que presenta el fallo, almacenados en el nuevo ordenador de puerta de enlace seleccionado. De esta manera, no resulta necesaria una nueva aplicación de los datos de configuración a través de los ordenadores de usuario, después del fallo del ordenador de puerta de enlace seleccionado.
20

En otro acondicionamiento ventajoso, después de la conmutación desde el ordenador de puerta de enlace seleccionado, que presenta el fallo, al nuevo ordenador de puerta de enlace seleccionado, el nuevo ordenador de puerta de enlace seleccionado detecta la conmutación mediante un mensaje del ordenador de usuario direccionado al ordenador de puerta de enlace virtual y que activa el enlace de comunicaciones, en donde el mensaje es recibido por el ordenador de usuario como consecuencia del enlace de comunicaciones antiguo interrumpido. Después de un periodo de monitorización predeterminado que depende de su configuración, el ordenador de usuario detecta que el ordenador de puerta de enlace (antiguo) ya no se encuentra a disposición, es decir, que se existe una interrupción del enlace. Debido a la interrupción mencionada, el ordenador de usuario establece un nuevo enlace de comunicaciones que se conforma mediante los mecanismos del ordenador de puerta de enlace virtual, automáticamente con uno de los ordenadores de puerta de enlace restantes. El ordenador de puerta de enlace que proporciona el enlace de comunicaciones, es el nuevo ordenador de puerta de enlace seleccionado. Mediante el mensaje transmitido por el ordenador de usuario al ordenador de puerta de enlace virtual, el nuevo ordenador de
25 puerta de enlace seleccionado detecta la necesidad de establecer el enlace de comunicaciones con los controladores lógicos programables, y para dicha finalidad puede recurrir a los datos de configuración intercambiados de manera dinámica.
30

En una variante alternativa, no resulta necesaria la recepción explícita de un mensaje del ordenador de usuario, que activa el enlace de comunicaciones. En este caso, el fallo del ordenador de puerta de enlace seleccionado (antiguo) se monitoriza mediante la correspondencia de datos de enlace del enlace de comunicaciones, a través del ordenador de puerta de enlace restante. Ante la detección del fallo del ordenador de puerta de enlace seleccionado, otro ordenador de puerta de enlace considerado el nuevo ordenador de puerta de enlace seleccionado, establece automáticamente el nuevo enlace de comunicaciones con el ordenador de usuario. El mecanismo mencionado se conoce como "tolerancia a fallos".
35

45 Para garantizar la redundancia transparente de la funcionalidad de una puerta de enlace, se prevé además que todos los ordenadores de puerta de enlace se configuren de la misma manera, y proporcionen y administren el mismo espacio de direccionamiento.

En otro acondicionamiento, los parámetros de configuración comprenden objetos de contexto, particularmente para el control y/o la monitorización de los controladores lógicos programables, y certificados opcionales. Los objetos de contexto en el sentido de la presente invención son, por ejemplo, datos de las denominadas "sesiones", así como datos de las denominadas "suscripciones". Las sesiones representan enlaces en uno de los ordenadores de puerta de enlace con los controladores lógicos programables. Las suscripciones contienen información sobre la manera de agrupar y/o representan los datos en el ordenador de usuario, por ejemplo, en relación con funciones determinadas del sistema de automatización. Las suscripciones pueden comprender también información sobre la entrada de registros de servicios. Además, como objetos de contexto se pueden considerar los denominados "ítems de monitoreo". En particular, en este caso se realiza un intercambio dinámico de sesiones activadas. Por el contrario, se
50
55

puede prever que las suscripciones se intercambien independientemente de su estado, de manera dinámica entre los ordenadores de puerta de enlace.

5 Se prefiere además cuando no se utilizan los parámetros de configuración almacenados en los ordenadores de puerta de enlace no seleccionados, en tanto que el ordenador de puerta de enlace seleccionado opere conforme al uso previsto. De esta manera, independientemente del número de ordenadores de puerta de enlace provistos en el sistema de automatización para lograr la redundancia, se establecen relaciones de comunicaciones inequívocas en el enlace de comunicaciones.

10 Además resulta ventajoso cuando además de los datos de configuración, se realiza un intercambio dinámico optativo de información en relación con los controladores lógicos programables conectados con el ordenador de puerta de enlace virtual. También dicho acondicionamiento contribuye para garantizar una conmutación transparente, casi instantánea en un caso de redundancia.

A continuación, se explica en detalle la presente invención de acuerdo con un ejemplo de ejecución representado en el dibujo. La única figura muestra un sistema de automatización conforme a la presente invención.

15 El sistema de automatización 1 comprende un ordenador de usuario 100, un primer ordenador de puerta de enlace 201, un segundo ordenador de puerta de enlace 202, así como cinco controladores lógicos programables (PLC) 10, 11, 12, 13, 14. El número de ordenadores de usuario, de ordenadores de puerta de enlace y de controladores lógicos programables, representado en el ejemplo de ejecución, se ha seleccionado de manera aleatoria. Esencialmente, el sistema de automatización conforme a la presente invención, puede comprender una pluralidad de
20 ordenadores de usuario 100, un número mayor de ordenadores de puerta de enlace 201, 202, y un número menor o mayor de controladores lógicos programables 10, 11, 12, 13, 14.

25 El ordenador de usuario 100, así como el primer y el segundo ordenador de puerta de enlace 201, 202, se encuentran conectados con un primer sistema de bus 20. El primer sistema de bus 20 es de una primera clase, y se basa preferentemente en un protocolo de comunicaciones de acuerdo con TCP/IP. Por consiguiente, el primer sistema de bus puede estar conformado en base a Ethernet. Preferentemente, una comunicación se realiza en el estándar OPC utilizado para los sistemas de automatización. De esta manera, el ordenador de usuario y los ordenadores de puerta de enlace se pueden proporcionar como PCs convencionales.

30 El primer y el segundo ordenador de puerta de enlace 201, 202, así como los controladores lógicos programables 10, 11, 12, 13, 14 se encuentran conectados con un segundo sistema de bus 30, el cual corresponde a una segunda clase. El segundo sistema de bus 30 es, por ejemplo, un bus de instalación propio, particularmente un bus de campo. El protocolo utilizado en el sistema mencionado, se orienta al protocolo utilizado por los controladores lógicos programables. Por ejemplo, el segundo sistema de bus puede ser un profibus. Como protocolo se puede utilizar, por ejemplo, el protocolo S7 desarrollado por la empresa Siemens, cuando los controladores lógicos programables 10, 11, 12, 13, 14 se encuentran preparados para realizar las comunicaciones correspondientes.

35 Los controladores lógicos programables 10, 11, 12, 13, 14 permiten el control y/o la monitorización de los componentes técnicos del sistema de automatización. Por ejemplo, mediante los controladores lógicos programables se pueden monitorizar o bien, controlar, las presiones, temperaturas, frecuencias de giro, velocidades, etc. Los datos de medición proporcionados por los controladores lógicos programables individuales 10, 11, 12, 13, 14, se pueden visualizar en un soporte lógico del cliente 101 del ordenador de usuario 100, junto con los parámetros de control para la monitorización por parte de un usuario. Para la visualización mencionada, se requiere de la provisión de un
40 enlace de comunicaciones entre el ordenador de usuario 100 o bien, su soporte lógico de cliente 101, y los controladores lógicos programables 10, 11, 12, 13, 14. Dicho enlace de comunicaciones se establece a través de uno de los ordenadores de puerta de enlace 201, 202, en donde el ordenador de puerta de enlace que proporciona el enlace de comunicaciones, representa un ordenador de puerta de enlace activo o bien, seleccionado.

45 En el primer y el segundo ordenador de puerta de enlace, que están configurados de igual manera y que proporcionan el mismo espacio de direccionamiento, se realiza, por otra parte, un cambio de protocolo desde el protocolo del primer bus de datos 20 al protocolo del segundo bus de datos 30, y de manera inversa, mediante un soporte lógico de servidor 301 del primer ordenador de puerta de enlace 201 o bien, mediante un soporte lógico de servidor 401 del segundo ordenador de puerta de enlace 202. Para dicho fin, un respectivo soporte lógico de servidor 301, 401 comprende componentes de soporte lógico 310, 410 que se asocian al protocolo del primer sistema de bus 20, y componentes de soporte lógico 320, 420 que se asocian al protocolo del segundo sistema de
50 bus 30 y a la funcionalidad de los controladores lógicos programables 10, 11, 12, 13, 14.

55 Para poder garantizar comunicaciones entre los componentes del sistema de automatización 1, el ordenador de usuario 100, el primer y el segundo ordenador de puerta de enlace 201, 202 y los controladores lógicos programables 10, 11, 12, 13, 14, presentan respectivamente un identificador inequívoco en forma de una dirección de red. Al ordenador de usuario 100 se asocia, a modo de ejemplo, la dirección de red 192.168.0.100, al primer

ordenador de puerta de enlace se asocia la dirección de red 192.168.0.201, y al segundo ordenador de puerta de enlace se asocia la dirección de red 192,198.0.202. Los controladores lógicos programables 10, 11, 12, 13, 14 pueden presentar direcciones IP u otras direcciones. Por ejemplo, al controlador lógico programable 10 se asocia la dirección de red 192.168.1.10, al controlador lógico programable 11 se asocia la dirección de red 192.168.1.11, al controlador lógico programable 12 la dirección de red 192.168.1.12, al controlador lógico programable 13 la dirección de red 192.168.1.13, y al controlador lógico programable 14 se asocia la dirección de red 192.168.1.14.

Los ordenadores de puerta de enlace 201, 202 disponen de un mecanismo para el denominado “equilibrio de carga de red” (NLB). Dicho mecanismo se proporciona a través de un componente de soporte lógico presente en cada ordenador de puerta de enlace, el cual garantiza una distribución de carga uniforme entre los ordenadores de puerta de enlace en relación con las comunicaciones que resultan de ellos (flecha LVR). Para el fin mencionado, independientemente del número de ordenadores de puerta de enlace 201, 202, el ordenador de usuario 100 simula un único ordenador virtual 200 con una dirección de red 192.168.0.200 en común para todos los ordenadores de puerta de enlace. NLB es un mecanismo que contienen, por ejemplo, los sistemas operativos de servidor de la empresa Microsoft®, que proporciona una dirección IP virtual para un cliente, detrás del cual se reúnen hasta 32 servidores físicos (en este caso: ordenadores de puerta de enlace). En la conformación de un nuevo enlace de comunicaciones por parte del ordenador de usuario 100, para realizar comunicaciones con los controladores lógicos programables, los enlaces se distribuyen de manera uniforme en los servidores disponibles o bien, los ordenadores de puerta de enlace 201, 202. De esta manera, se garantiza una distribución de la carga. El mecanismo se utiliza simultáneamente para obtener una redundancia transparente para el ordenador de usuario 100, dado que el ordenador de usuario puede acceder a todos los ordenadores de puerta de enlace 201, 202 a través de una dirección IP (la dirección del ordenador de puerta de enlace virtual 200). Un efecto positivo consiste en que para la provisión de la redundancia en relación con los ordenadores físicamente diferentes 201, 202, no se requiere de una configuración especial del ordenador de usuario 100.

La conformación de un enlace de comunicaciones desde el ordenador de usuario 100 hacia los controladores lógicos programables 10, 11, 12, 13, 14, se realiza siempre, como se ha explicado anteriormente, a través del ordenador virtual 200 que decide qué ordenador de puerta de enlace 201, 202 proporcionará el enlace de comunicaciones activo. En primer lugar, para la descripción se parte del hecho de que el primer ordenador de puerta de enlace 201 representa el ordenador de puerta de enlace seleccionado.

En este caso, en primer lugar, en el ordenador de puerta de enlace activo seleccionado 201, se generan y se almacenan parámetros de configuración para el enlace de comunicaciones. Este proceso se realiza mediante el soporte lógico del servidor 301 que para dicho fin comprende una base de datos de configuración 311, una memoria de retención temporal 312, un servidor SDK (kit de desarrollo de software) 313 que comprende un objeto de contexto 314 sobre sesiones, y un objeto de contexto 315 sobre suscripciones. Por otra parte, en la sección 320 asociada al segundo sistema de bus 30, se encuentran incluidos un denominado administrador de nodos 321, un denominado administrador de IO 322, una conexión de protocolo 323, así como una base de datos de configuración 324. Con los símbolos de referencia 302, 303 se indican unidades de gestión de redundancia que se encuentran asociadas a los componentes de soporte lógico 310 y a los componentes de soporte lógico 320. Dicha asociación realizada de manera lógica en el ejemplo de ejecución, en la práctica no se debe realizar en forma de dos unidades de gestión de redundancia separadas. Resulta suficiente cuando se proporciona una única unidad de gestión de redundancia por soporte lógico de servidor.

De manera correspondiente, el segundo ordenador de puerta de enlace 202 dispone de un soporte lógico de servidor 401 conformado de manera idéntica, en donde los mismos componentes o bien, las mismas funciones se identifican con un símbolo de referencia encabezado por “4” en lugar de “3”.

Los parámetros de configuración comprenden particularmente objetos de contexto para el control y/o la monitorización de los controladores lógicos programables, así como certificados opcionales. Los objetos de contexto contienen datos de sesiones y datos de suscripciones o bien, ítems de monitoreo. Los datos de sesiones se generan o bien, se administran en el objeto de contexto 314, y los datos de suscripciones, en el objeto de contexto 315. Se puede realizar un almacenamiento en la base de datos de configuración 311. Para la provisión de la redundancia, los parámetros de configuración se intercambian de manera dinámica, es decir, en intervalos regulares, entre los ordenadores de puerta de enlace 201, 202. El intercambio se puede realizar, por ejemplo, después de cada modificación. De la misma manera, se puede realizar un intercambio de datos de los parámetros de configuración, periódicamente en el tiempo.

En el caso que falle el ordenador de puerta de enlace 201, el ordenador de usuario 100 detecta, después de un periodo de monitorización configurado, la interrupción del enlace con los controladores lógicos programables 10, 11, 12, 13, 14. Como consecuencia, mediante el ordenador de usuario 100 se genera un nuevo enlace de comunicaciones, que se conforma mediante el ordenador de puerta de enlace virtual 200, automáticamente a través del ordenador de puerta de enlace redundante 202. Dado que debido al intercambio de los parámetros de configuración, se conocen sesiones y suscripciones, el ordenador de usuario 100 recibe datos (de los controladores lógicos programables) directamente después del establecimiento del nuevo enlace de comunicaciones, sin que para

ello se requiera la aplicación de nuevas suscripciones. En el caso del procedimiento mencionado, durante la conmutación desde el ordenador de puerta de enlace 201 al ordenador de puerta de enlace redundante 202, no se garantiza ninguna actualización de datos. Sin embargo, dado que desde el punto de vista del ordenador de usuario existe un error en el enlace, la interrupción se suspende durante un periodo de tiempo reducido. El tiempo de reacción de la monitorización hasta la detección del fallo del ordenador de puerta de enlace seleccionado, anteriormente activo, asciende, por ejemplo, a los diez segundos. De los diez segundos, cinco segundos se requieren hasta la detección del fallo, y los cinco segundos restantes se requieren para la nueva distribución de la carga.

Ante una conmutación de redundancia desde el ordenador de puerta de enlace 201 al ordenador de puerta de enlace 202, el último ordenador detecta la conmutación mediante el hecho de que el ordenador de usuario 100 activa una función de reestablecimiento del enlace de comunicaciones, debido a la interrupción de línea que se presenta en el ordenador de usuario. Con la recepción del mensaje correspondiente, el ordenador de puerta de enlace 202 reconoce su responsabilidad en relación con todos los datos de configuración (objetos que se han generado en el contexto de una sesión (suscripciones e ítems de monitoreo)). De esta manera, el ordenador extrae los datos de configuración correspondientes de su base de datos de configuración 411, 424, y activa los datos mencionados para los controladores lógicos programables 10, 11, 12, 13, 14. Dado que se ejecuta una correspondencia de datos de configuración (sesiones y suscripciones), después del fallo del ordenador de puerta de enlace 201, el ordenador de usuario 100 no necesita una nueva aplicación de los datos mencionados. Como se ha explicado, el ordenador de usuario 100 interpreta el fallo del ordenador de puerta de enlace, como una interrupción de una línea. Desde el punto de vista del ordenador de usuario, los datos de configuración aún se encuentran presentes después de la interrupción del enlace durante el tiempo de funcionamiento, aún cuando el ordenador de puerta de enlace 201 original seleccionado ya no se encuentre a disposición.

En una variante alternativa, durante el funcionamiento del sistema de automatización 1 se intercambian datos en relación con el enlace de comunicaciones, entre los ordenadores de puerta de enlace redundantes 201, 202. De esta manera, se puede garantizar una aceptación libre de interrupciones de un enlace de comunicaciones, desde el ordenador de puerta de enlace 201 al ordenador de puerta de enlace 202. Este procedimiento se representa esquemáticamente mediante la flecha FV, que representa una seguridad contra fallos de un enlace de un ordenador de puerta de enlace con el primer sistema de bus. El mecanismo mencionado se denomina también "tolerancia a fallos". La aceptación sin interrupciones del enlace de comunicaciones, se puede garantizar mediante el sistema operativo que proporciona también el mecanismo NLB.

Además de los parámetros de configuración que comprenden sesiones y suscripciones (comp. flecha SE/SU), también se puede intercambiar información en relación con un canal de comunicaciones seguro, como por ejemplo, claves y certificados, entre los ordenadores de puerta de enlace 201, 202 (comp. flecha SC).

Con los símbolos de referencia SE/SU se indica el intercambio de los datos de configuración entre los ordenadores de puerta de enlace 201, 202. Los módulos de redundancia 302, 402 se ocupan de que los objetos generados por el ordenador de usuario 100, en el ordenador de puerta de enlace seleccionado 201, se compensen entre los diferentes ordenadores de puerta de enlace. Además, también se puede ejecutar una correspondencia de los certificados del ordenador de usuario 100 previamente mencionados. En el caso que el ordenador de usuario 100 aplique un objeto de contexto 314, 315 (sesión, suscripción o ítem de monitoreo) en el ordenador de puerta de enlace 201, dicho objeto de contexto se refleja en el ordenador de puerta de enlace restante 202. Sin embargo, las suscripciones y los ítems de monitoreo reflejados en el ordenador de puerta de enlace 202 previsto para la redundancia, no se encuentran activos para los controladores lógicos programables. La reflexión se realiza particularmente para los denominados ítems de monitoreo de datos y eventos.

Sólo se ejecutan correspondencias de sesiones activadas. Se ejecutan correspondencias de las suscripciones independientemente a su estado. Para poder considerar modificaciones dinámicas, se proporcionan también modificaciones en sesiones, suscripciones o ítems de monitoreo. En el caso que se borren, por ejemplo, sesiones o suscripciones, también se borran los objetos correspondientes reflejados o bien, que han sido correspondidos, en los ordenadores de puerta de enlace restantes 202. Por una sesión se entiende un enlace de comunicaciones a través de un ordenador de puerta de enlace seleccionado, en este caso 201. Por una suscripción se entiende la forma de preparación o bien, de procesamiento de datos. Las suscripciones comprenden también entradas de registro para determinados servicios.

No se requiere ejecutar una correspondencia de alarmas activas, dado que cada ordenador de puerta de enlace presenta una reproducción actual de alarmas. Por una alarma se entiende un mensaje del controlador lógico programable. Por otra parte, se prevé también ejecutar una correspondencia de los controladores lógicos programables 10, 11, 12, 13, 14 registrados en los ordenadores de puerta de enlace.

Resulta ventajoso ejecutar una correspondencia de certificados rechazados del ordenador de usuario 100. La aceptación de certificados del ordenador de usuario, se realiza de manera manual en todos los ordenadores de puerta de enlace 201, 202.

5 Con PK se prevé una comprobación de los datos de configuración del administrador de nodos 321, 421 a través de las unidades de gestión de redundancia 303, 403. Debido al hecho de que todos los ordenadores de puerta de enlace 201, 202 del sistema de automatización 1, deben presentar una configuración idéntica, no puede presentarse una discrepancia. En el caso que se presente una discrepancia en las configuraciones de los administradores de nodos 321, 421, se requiere de una intervención manual de un usuario del sistema de automatización. Mediante las configuraciones mencionadas, se puede crear correctamente la topología del sistema de automatización en los datos de configuración.

10 La topología descrita, así como las funcionalidades para la provisión de la redundancia, permiten también una distribución de la carga hacia los controladores lógicos programables. Esto se indica mediante la flecha LVS. De esta manera, se puede realizar una distribución de la carga de acuerdo con las cantidades de datos que se presentan efectivamente, en comparación con la distribución de carga del mecanismo NLB, que realiza estrictamente una distribución uniforme de ordenadores de usuario en los ordenadores de puerta de enlace existentes. La distribución de carga se realiza entre las capas de comunicaciones en los diferentes ordenadores de puerta de enlace.

15 En la figura se proporcionan además, con los símbolos de referencia RC, mecanismos para métodos "S7 Redconnect". Estos métodos se utilizan para el incremento adicional de la disponibilidad del enlace hacia los controladores lógicos programables. Dicho incremento se puede aplicar de manera optativa.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para la operación redundante de un sistema de automatización (1) que comprende uno o una pluralidad de ordenadores de usuario (100), al menos, dos ordenadores de puerta de enlace (201, 202), y una pluralidad de controladores lógicos programables (10, 11, 12, 13, 14), en donde los ordenadores de usuario (100) y los ordenadores de puerta de enlace (201, 202) se encuentran conectados con un primer sistema de bus (20) de una primera clase, y los ordenadores de puerta de enlace (201, 202), así como los controladores lógicos programables (10, 11, 12, 13, 14) se encuentran conectados con un segundo sistema de bus (30) de una segunda clase, con lo cual los controladores lógicos programables (10, 11, 12, 13, 14) pueden ser controlados y/o monitorizados por los ordenadores de usuario (100) a través de uno de los ordenadores de puerta de enlace (201, 202), **caracterizado**
- 10 **porque**
- para la conformación de un enlace de comunicaciones entre uno de los ordenadores de usuario (100) y uno o una pluralidad de controladores lógicos programables (10, 11, 12, 13, 14), el ordenador de usuario (100) contacta un ordenador de puerta de enlace virtual (200) con un identificador virtual para todos los ordenadores de puerta de enlace (201, 202) del sistema de automatización (1), el cual establece un enlace de comunicaciones físico con uno
 - 15 de los ordenadores de puerta de enlace seleccionado (201, 202);
 - en el ordenador de puerta de enlace (201, 202) activo seleccionado, se generan y se almacenan parámetros de configuración para el enlace de comunicaciones;
 - los parámetros de configuración para el enlace de comunicaciones se intercambian entre el ordenador de puerta de enlace activo (201, 202) y los ordenadores de puerta de enlace restantes (201, 202).
- 20 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que un intercambio de los datos de configuración comprende modificaciones en los datos de configuración.
3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que en el caso de un fallo del ordenador de puerta de enlace (201, 202) seleccionado, se genera un nuevo enlace de comunicaciones físico entre el ordenador de usuario (100) y otro ordenador de puerta de enlace (201, 202) considerado el nuevo ordenador de puerta de enlace (201, 202)
- 25 seleccionado.
4. Método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la conformación del nuevo enlace de comunicaciones físico, se realiza de manera automática, en donde para el nuevo enlace de comunicaciones se utilizan los parámetros de configuración del enlace de comunicaciones que presenta el fallo, almacenados en el nuevo ordenador de puerta de enlace (201, 202) seleccionado.
- 30 5. Método de acuerdo con la reivindicación 3 ó 4, en el que después de la conmutación desde el ordenador de puerta de enlace (201, 202) seleccionado, que presenta el fallo, al nuevo ordenador de puerta de enlace seleccionado (201, 202), el nuevo ordenador de puerta de enlace seleccionado (201, 202) detecta la conmutación mediante un mensaje del ordenador de usuario (100) direccionado al ordenador de puerta de enlace virtual (200) y que activa el enlace de comunicaciones, que es recibido por el ordenador de usuario (100) como consecuencia del
- 35 enlace de comunicaciones antiguo interrumpido.
6. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 4, en el que el fallo del ordenador de puerta de enlace seleccionado (201, 202) se monitoriza mediante la correspondencia de los datos de enlace con el enlace de comunicaciones, mediante el ordenador de puerta de enlace restante (201, 202), en donde ante la detección del fallo del ordenador de puerta de enlace seleccionado (201, 202), otro ordenador de puerta de enlace (201, 202) considerado el nuevo ordenador de puerta de enlace seleccionado (201, 202), establece automáticamente el nuevo
- 40 enlace de comunicaciones con el ordenador de usuario (100).
7. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que todos los ordenadores de puerta de enlace (201, 202) se configuran de la misma manera, y proporcionan y administran el mismo espacio de direccionamiento.
- 45 8. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que los parámetros de configuración comprenden objetos de contexto, particularmente para el control y/o la monitorización de los controladores lógicos programables (10, 11, 12, 13, 14), y certificados opcionales.
9. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que no se utilizan los parámetros de configuración almacenados en los ordenadores de puerta de enlace no seleccionados (201, 202), en tanto que el
- 50 ordenador de puerta de enlace seleccionado (201, 202) opere conforme al uso previsto.

10. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que además de los datos de configuración, se realiza un intercambio dinámico optativo de información en relación con los controladores lógicos programables (10, 11, 12, 13, 14) conectados con el ordenador de puerta de enlace virtual (201, 202).

5 11. Ordenador de puerta de enlace (201, 202) para la operación redundante de un sistema de automatización (1) que comprende uno o una pluralidad de ordenadores de usuario (100), al menos, dos ordenadores de puerta de enlace (201, 202), y una pluralidad de controladores lógicos programables (10, 11, 12, 13, 14), en donde los ordenadores de usuario (100) y los ordenadores de puerta de enlace (201, 202) se encuentran conectados con un primer sistema de bus (20) de una primera clase, y los ordenadores de puerta de enlace (201, 202), así como los controladores lógicos programables (10, 11, 12, 13, 14) se encuentran conectados con un segundo sistema de bus (30) de una segunda clase, con lo cual los controladores lógicos programables (10, 11, 12, 13, 14) pueden ser controlados y/o monitorizados por los ordenadores de usuario (100) a través de uno de los ordenadores de puerta de enlace (201, 202), **caracterizado porque** el ordenador de puerta de enlace (201, 202) está diseñado:

15 - para conformar un enlace de comunicaciones entre el ordenador de usuario (100) y uno o una pluralidad de controladores lógicos programables (10, 11, 12, 13, 14), para procesar un mensaje del ordenador de usuario (100) direccionado a un ordenador de puerta de enlace virtual (200) con un identificador virtual para todos los ordenadores de puerta de enlace (201, 202) del sistema de automatización (1), en donde el ordenador de puerta de enlace (201, 202) establece un enlace de comunicaciones físico con un ordenador de puerta de enlace seleccionado (201, 202);

- para generar y almacenar parámetros de configuración para el enlace de comunicaciones;

20 - para intercambiar los parámetros de configuración para el enlace de comunicaciones, con los ordenadores de puerta de enlace restantes (201, 202).

25 12. Sistema de automatización (1) que comprende uno o una pluralidad de ordenadores de usuario (100), al menos, dos ordenadores de puerta de enlace (201, 202), y una pluralidad de controladores lógicos programables (10, 11, 12, 13, 14), en donde los ordenadores de usuario (100) y los ordenadores de puerta de enlace (201, 202) se encuentran conectados con un primer sistema de bus (20) de una primera clase, y los ordenadores de puerta de enlace (201, 202), así como los controladores lógicos programables (10, 11, 12, 13, 14) se encuentran conectados con un segundo sistema de bus (30) de una segunda clase, con lo cual los controladores lógicos programables (10, 11, 12, 13, 14) pueden ser controlados y monitorizados por los ordenadores de usuario (100) a través de uno de los ordenadores de puerta de enlace (201, 202), **caracterizado porque** los ordenadores de puerta de enlace (201, 202) están diseñados de acuerdo con la reivindicación 11.

30 13. Sistema de automatización de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** el primer sistema de bus (20) está diseñado para realizar comunicaciones basadas en el protocolo TCP/IP, particularmente de acuerdo con el estándar OPC.

14. Sistema de automatización de acuerdo con la reivindicación 12 ó 13, **caracterizado porque** el segundo sistema de bus (30) es un bus de instalación propio, particularmente un bus de campo.

35

