

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 626 286**

51 Int. Cl.:

H04L 12/24 (2006.01)

G05B 19/418 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.01.2012** **E 12000512 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.03.2017** **EP 2490372**

54 Título: **Red en tiempo real planificada de manera topológica independiente de puerto**

30 Prioridad:

17.02.2011 DE 102011011587

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

24.07.2017

73 Titular/es:

**PHOENIX CONTACT GMBH & CO. KG (100.0%)
Flachmarktstrasse 8
32825 Blomberg, DE**

72 Inventor/es:

**LESSMANN, GUNNAR y
SCHRIEGEL, SEBASTIAN**

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 626 286 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).

RED EN TIEMPO REAL PLANIFICADA DE MANERA TOPOLÓGICA INDEPENDIENTE DE PUERTO**DESCRIPCIÓN****5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a una red en tiempo real planificada de manera topológica independiente de puerto (IRTnet - red en tiempo real isócrona), que puede emplearse en particular en las redes industriales como PROFINET-IRT (red de campo de proceso en tiempo real isócrona), e igualmente en otras, preferiblemente redes de comunicación basadas en Ethernet o redes de transmisión de datos en particular en el campo de la técnica de automatización (de procesos) (denominada Ethernet industrial).

Antecedentes de la invención

15 Las redes de comunicación y de transmisión de datos que pueden usarse en tiempo real o limitadas en tiempo real y en particular sincronizadas por temporizador o isócronas requieren para su instalación una especificación completa de la topología de red. Profinet IRT, SERCOS III, VARAN o EtherCAT representan ejemplos de redes isócronas, es decir redes que garantizan entre al menos dos de sus abonados una comunicación o transmisión de datos basada en tiempo real o limitada en tiempo real y una comunicación o transmisión de datos síncrona o sincronizada por temporizador y con ello una comunicación o transmisión de datos determinística y dado el caso equidistante.

Dado que el cableado de red en el entorno industrial tiene lugar en la mayoría de los casos de máquina a máquina, estas redes Ethernet industrial se implementan en la mayoría de los casos en una topología de línea o anillo.

25 Para conseguir propiedades de comunicación determinísticas con tecnología Ethernet, el acceso al medio de comunicación está sujeto a normas adicionales. En este caso, existen diferentes enfoques. Algunos estándares reservan el medio completamente para telegramas en tiempo real, otros reservan periodos para telegramas en tiempo real. Para una planificación temporal del acceso al medio de este tipo, e igualmente con el fin de la adjudicación de dirección topológica, se requiere el conocimiento de la topología de red exacta.

30 El funcionamiento de una red Ethernet en tiempo real (RTE) planificada de manera topológica requiere así una planificación exacta de antemano de con qué aparato de la red RTE planificada de manera topológica está conectado qué aparato adyacente al primer aparato en qué interfaz Ethernet predeterminada (denominada "puerto") del primer aparato. Además, la longitud de conducción de la conexión entre dos aparatos está a menudo predeterminada.

40 La planificación exacta de antemano se refiere a al menos la configuración lógica de la red, en particular en relación con la secuencia de los datos que van a transmitirse, y dado el caso también la configuración física, en particular en relación con las trayectorias de transmisión de datos para la optimización de la transmisión de datos dependiendo de la topología de la red.

45 Una comunicación o transmisión de datos sincronizada por temporizador o isócrona por medio de redes Ethernet en tiempo real planificadas de manera topológica es necesaria en particular para el control de movimientos en la técnica de accionamiento (*Motion Control*), es decir por ejemplo para un control de motor o en operaciones de posicionamiento.

50 En el contexto de esta solicitud, las redes de comunicación o de transmisión de datos, es decir sistemas de conexión de este tipo, que permiten un intercambio de datos entre los abonados conectados mediante o a través de los mismos y por consiguiente una comunicación, también se designan de manera simplificada solo como redes. En el caso de los abonados mencionados se trata en particular de ordenadores, controladores lógico programables u otras máquinas o aparatos en particular del campo de la técnica de automatización (de procesos) como sensores o actuadores, que se comunican entre sí a través de la red o intercambian datos entre sí y en particular también procesan datos.

55 El programa de control está ensamblado preferiblemente de manera modular y comprende preferiblemente para cada tipo de aparatos y cada forma de realización de la instalación o lista de aparatos segmentos de programa correspondientes para su control, pudiendo comprender un respectivo segmento de programa uno o varios módulos de funcionamiento. Durante la ejecución del programa de control por la unidad de control se ejecutan entonces los segmentos de programa, que son necesarios para el control de los aparatos o abonados que se encuentran realmente en la instalación y por consiguiente conectados a la red y conectados con la unidad de control.

60 Con la configuración de IO se designa la definición del ensamblaje de los datos de proceso o de IO en un telegrama de datos en particular en relación con su estructura, cantidad y secuencia.

65 Para la configuración física cuenta la definición de una topología de la red, es decir de los abonados de red y de las conexiones entre los mismos o sus interfaces de red.

Además, basándose en al menos alguna información de este tipo que resulta de la configuración lógica y física para una red RTE, mediante un algoritmo de planificación de RTE se calculan adicionalmente todavía parámetros de comunicación de RTE para la red, que definen en particular instantes de envío y recepción, es decir instantes en los que debe transmitirse un telegrama de datos de un primer abonado de red a otro.

Para la planificación o el proyecto de la configuración lógica y física de una red que puede usarse en tiempo real e isócrona en el contexto de la planificación e instalación de la red para conseguir su puesta en servicio, aproximadamente tras una reestructuración o modificación de una instalación de automatización (de procesos), se conoce por ejemplo para una red PROFINET IRT que una persona que conoce muy bien el proyecto de tales redes o instalaciones emplee para ello un denominado sistema de ingeniería. Tal sistema de ingeniería está formado por regla general por una herramienta de ingeniería ejecutada en una unidad de procesamiento de datos, en cuyo contexto también puede ejecutarse un algoritmo de planificación de RTE para calcular parámetros de comunicación de RTE para la red RTE. Para finalizar esta etapa de planificación, se calculan los parámetros de comunicación de RTE mediante el algoritmo de planificación de RTE. A continuación, desde el sistema de ingeniería, que está conectado al menos temporalmente para este fin con la red, se transmite en particular la siguiente información a la unidad de control: un programa de control o maniobra, una lista de aparatos, una asociación de IO, una configuración de IO, una topología teórica como especificación para la instalación de la red con sus abonados y las conexiones así como los otros parámetros de comunicación de RTE. En general, tales sistemas de ingeniería se conocen y están disponibles para un gran número de tipos de redes, en particular redes basadas en Ethernet.

A partir de esta información presente en la unidad de control, en particular acerca de la topología teórica y los parámetros de comunicación de RTE, a cada abonado de la red se transmiten las partes relevantes para el mismo. Los abonados de la red comprueban entonces de manera autónoma si sus abonados adyacentes directos coinciden con los abonados e interfaces de red planeados según la topología teórica. Una vez que se ha reconocido una coincidencia correspondiente a cada abonado, puede activarse la topología teórica como topología real y ponerse en marcha la red con sus abonados o la instalación con sus aparatos. Sin embargo, si un abonado reconoce durante la verificación de sus adyacentes desviaciones del estado real con respecto a la topología teórica, envía en el estado de la técnica conocido una alarma de diagnóstico a la unidad de control, que impide una puesta en servicio de la red hasta que se haya corregido la causa.

En la figura 1 se reproduce esquemáticamente esta solución conocida, representándose la configuración física mediante la topología teórica y la configuración lógica mediante la asociación de IO, representándose esta última por medio de las flechas entre la lista de aparatos y el programa de control.

Una desventaja de esta solución representada esquemáticamente en la figura 1 según el estado de la técnica es que, concretamente, el programa de control está configurado de tal manera que los aparatos individuales, es decir las partes de instalación o máquina y funciones de máquina, se representan mediante módulos de programa correspondientes, de modo que pueden controlarse varias variantes de una instalación o máquina mediante el programa de control, que sin embargo con cada cambio de la topología real o del estado real de la red, por ejemplo mediante la modificación de la instalación, eliminación y/o añadidura de aparatos, deben adaptarse en particular de manera correspondiente a la topología teórica por medio del sistema de ingeniería y deben transmitirse junto con los parámetros de comunicación de RTE recién calculados basándose en la misma de nuevo a la unidad de control, desde donde en particular los abonados en cuestión así como sus abonados adyacentes obtienen las partes correspondientes de la información nueva, en particular de la topología teórica y parámetros de RTE, antes de que la red o la instalación en el estado modificado pueda ponerse en marcha de nuevo.

Según una solución conocida adicional para el proyecto o la planificación de una red que puede usarse en tiempo real e isócrona, está previsto disponer en la unidad de control del mismo modo varias configuraciones alternativas y en particular las respectivas topologías teóricas y dado el caso los parámetros de RTE respectivos de manera correspondiente a las variantes posibles de una instalación o máquina, que entonces, sin que fuese necesario para ello otra vez un sistema de ingeniería, tienen que seleccionarse ya solo de manera correspondiente a la respectiva topología real o al respectivo estado real de la red de una determinada variante de la instalación por ejemplo a través de una interfaz hombre-máquina asociada a la unidad de control, en particular una unidad de visualización y manejo sencilla conectada con la unidad de control.

Sin embargo, un problema de esta solución es que es ya no es factible, en máquinas de múltiples variantes, como por ejemplo en el caso de una construcción de máquina modular, donde el número de variantes de máquina es casi ilimitado, disponer ya para cada variante posible la configuración requerida inclusive de la topología teórica y los parámetros de comunicación de RTE en la unidad de control.

Una solución conocida adicional según la solicitud de patente alemana DE 102006042949.4 se basa en la topología real de la red y prescinde en cierto modo de la especificación de una topología teórica. A este respecto, un denominado servidor de topología en una red de comunicaciones con abonados principales adicionales está programado de tal manera que comprueba si se produce un acontecimiento interno de la red, y en el caso de que se produzca el acontecimiento interno de la red determina de manera automática la topología real actual, mediante las

relaciones de comunicación asociadas a los abonados principales, determina de manera automática datos de comunicación que dependen de la topología y comunica de manera automática a cada abonado principal la parte relevante para el mismo de los datos de comunicación dependientes de la topología.

5 Esta solución ofrece concretamente con respecto al modo de procedimiento descrito anteriormente una mayor flexibilidad. A este respecto, es desventajoso sin embargo el riesgo de seguridad, que resulta de prescindir de una topología teórica independiente de la topología real o del estado real de la red. Sin la posibilidad de una comparación teórica-real no pueden reconocerse de manera fiable fallos, como por ejemplo cableados erróneos o la falta de al menos un aparato que se prevería de manera correspondiente a una determinada variante de la máquina o instalación. Por lo demás, según esta solución está previsto concretamente que un personal operativo pueda poner en marcha desde fuera la operación de configuración automática, sin embargo no está prevista ninguna otra posibilidad para influir en la configuración.

15 El documento EP 1 624 614 A1 describe una planificación automática de configuraciones de red, subdividiéndose la red en redes parciales. No se describen topologías que se desvían de la planificación o físicas que se van a modificar.

20 El documento US 2005/0243739 A1 muestra un algoritmo de reconocimiento de topología de red. En el caso de una topología física modificada, tal como ya se explica anteriormente, el experto tiene que editar y configurar de nuevo un sistema de ingeniería.

25 El documento DE 102 28 823 A1 muestra un procedimiento para hacer funcionar un sistema de comunicaciones cíclico isócrono. El documento publicado posteriormente WO 2012/052130 A2, que forma el estado de la técnica según el artículo 54(3) del CPE, muestra finalmente un procedimiento y un dispositivo para la configuración de abonados de red en el contexto de la planificación e instalación de una transmisión de datos entre los abonados de red.

30 Por consiguiente, se conocen concretamente soluciones que permiten al menos en parte una adaptación dinámica de la configuración física a topologías de red modificadas, sin embargo no se conoce ninguna adaptación dinámica de la configuración lógica a modificaciones en relación con las asociaciones de IO y/o las configuraciones de IO. Más bien, ya están predefinidas asociaciones de IO y/o configuraciones de IO siempre de manera fija por medio de un sistema de ingeniería y en el caso de una adaptación requieren por regla general de nuevo la ayuda del sistema de ingeniería. Esto no es práctico cuando por ejemplo tiene que sustituirse un aparato de una instalación o máquina por ejemplo debido a un defecto y el nuevo aparato ofrece concretamente las mismas funciones que el viejo aparato, sin embargo, requiere por ejemplo otro modo de conexión de proceso o de datos de IO y/o otro ensamblaje de los datos de proceso o de IO en un telegrama de datos, dado que es de otro tipo y/o es de un fabricante distinto al del viejo aparato.

40 El manejo de un sistema de ingeniería se controla por regla general solo por personal correspondientemente especializado y por consiguiente puede sobrecargar el funcionamiento de una instalación.

Es habitual crear esta planificación por medio de herramientas basadas en software, que permiten por ejemplo una representación gráfica y edición de la topología de red. La figura 4 muestra para ello una topología de ejemplo.

45 La interconexión que va a definirse completamente de antemano de la topología da como resultado limitaciones. Un sistema PROFINET garantiza por ejemplo que un sistema de RTE solo arranca cuando todos los aparatos adyacentes instalados también corresponden a los aparatos adyacentes planificados de antemano, a este respecto tienen que coincidir no solo los nombres de los aparatos sino también las interfaces Ethernet dispuestas con la planificación. Esto da como resultado que fallos en la fase de instalación o tras un cambio de aparatos pueden conducir a que no pueda arrancar una máquina y/o una instalación entera. Este estado puede corregirse solo mediante el diagnóstico de la diferencia entre la configuración teórica y real así como de la corrección de la instalación. De este modo, esto se verifica en el procedimiento anterior al recibir de manera comunicada cada aparato también los aparatos adyacentes planificados con la respectiva información de puerto. A este respecto, se averiguan las diferencias entre la configuración real y la configuración teórica planificada de antemano, se produce un diagnóstico que conduce habitualmente a la detención del programa de usuario y con ello posiblemente a la parada de toda la instalación.

60 La planificación exacta de la topología teórica a través de un sistema de ingeniería requiere que un usuario establezca de manera precisa cómo deben instalarse los aparatos y sus interfaces Ethernet. Estas consideraciones y también la instalación son poco comunes en el caso de un Ethernet común mediante el enfoque "Plug&Play", que se permite mediante un direccionamiento de puerto dinámico.

65 En resumen, esto quiere decir que la instalación de la red PROFINET con la planificación tiene que coincidir de manera exacta. A este respecto, el instalador tiene que cumplir exactamente las especificaciones también en relación con las interfaces que van a elegirse.

Esto no es siempre sencillo en la práctica, dado que en la instalación posiblemente tiene que desviarse de la planificación debido a las circunstancias locales. Estas desviaciones conducen a un gasto aumentado en la adaptación de la planificación, dado que de este modo tiene que retocarse la disposición de interfaces y la red debe configurarse de nuevo.

5 También en el caso de una sustitución de uno de los aparatos, por ejemplo debido a trabajos de mantenimiento o un defecto, siempre se da el caso de que una elección errónea de la interfaz de red conduce a una búsqueda errónea molesta. En particular, puede ser que aparezca un fallo en el caso de un cambio de aparato, porque la interfaz de red no puede asociarse a la interfaz anterior mal construida. El empleo de PROFINET IRT en pruebas de práctica ha mostrado que el cambio de puertos es una causa de fallo muy habitual.

Descripción general de la invención

15 Por tanto, la invención ha planteado el objetivo de proporcionar un procedimiento que pueda solucionar al menos uno de los problemas mencionados.

Por tanto, un objetivo en el que se basa la presente invención consiste en poder poner en marcha la planificación e implementación de una instalación así como la sustitución de un aparato a pesar de la especificación relevante para la seguridad de la topología teórica y la comparación teórica-real permitida de este modo también con conexiones cambiadas o de otra manera conectadas de manera incorrecta entre los abonados de red.

20 A este respecto, durante la creación de la estructura teórica de la topología de red no tiene que definirse un determinado puerto y en particular no tienen que usarse exactamente, en el caso de la construcción de la estructura de red física de las conexiones Ethernet, los puertos planificados de los respectivos abonados de red. Más bien, es objetivo de la invención permitir el funcionamiento de la red o de toda la instalación también en el caso del uso de interfaces no según las especificaciones.

25 La planificación anterior en el sistema de ingeniería puede arreglarse así también sin una especificación detallada de las interfaces de red de los abonados de red. De este modo, se simplifica la planificación y se garantiza a pesar de todo el funcionamiento seguro de la red.

30 En particular, esta posibilidad deberá ser adecuada para redes con una transmisión de datos limitada en tiempo real y síncrono o isócrona entre los abonados.

35 En particular, mediante la invención se hace totalmente superfluo el empleo de un sistema de ingeniería para el mantenimiento del funcionamiento.

40 En particular, deberá ser posible además una comparación teórica-real en particular en relación con la topología de red.

En particular, deberá evitarse sin embargo la preparación y puesta a disposición de un gran número de topologías teóricas, de modo que por ejemplo un cambio de una interfaz de red no representa una nueva topología teórica y con ello representa una posible fuente de fallo.

45 En particular, deberá ser posible una configuración lógica y/o configuración física de la comunicación y de la red.

En particular, esta posibilidad deberá ser adecuada para instalaciones o máquinas de múltiples variantes.

50 La formulación de objetivos se consigue mediante el objeto de la reivindicación independiente 1. Formas de realización preferidas se reproducen en las reivindicaciones dependientes.

55 Según la invención, cada aparato compara los aparatos adyacentes (teóricos) planificados y sus puertos Ethernet (teóricos) con los aparatos adyacentes (reales) instalados y los puertos Ethernet (reales). Si coincide la proximidad (teórica) predeterminada con la proximidad (real) física, la información de puerto se aplica a partir de la configuración teórica planificada en los puertos físicos.

60 Mediante una especificación teórica, es decir una planificación de antemano, al menos de la proximidad de al menos dos abonados de red puede garantizarse una planificación de comunicación. Mediante la planificación de comunicación, que puede fijarse de antemano, se fija la ruta de una transmisión a través de la red mediante los aparatos. Ya no es necesaria una planificación de comunicación mediante los puertos Ethernet de los aparatos, lo que permite una colocación más flexible de los cables de red con la garantía constante de una seguridad mínima.

65 La conexión de red se libera cuando la verificación de la configuración real física de la conexión de puerto mediante la configuración teórica de la topología de red da como resultado una coincidencia de la proximidad. La red RTE arranca tras la realización de la comparación teórica/real, liberándose las conexiones de red. La aplicación de los parámetros de comunicación fijados por medio de la planificación de comunicación en el al menos un puerto de un

apareto se determina mediante la verificación de la configuración. Es decir, los parámetros de comunicación no se aplican en la al menos una interfaz de red del al menos un aparato hasta que la verificación de la configuración real física de la conexión de puerto mediante la configuración teórica de la topología de red dé como resultado una coincidencia de la proximidad. Esto activa, según la elección de los parámetros de comunicación, el puerto o y/o la conexión.

Esta mejora puede ponerse en práctica mediante implementación en los propios aparatos. Si se usa, ni tiene que ampliarse el estándar PROFINET ni tienen que cambiarse los sistemas de ingeniería. En este sentido, en el caso de redes que están planificadas según el estado de la técnica anterior ya puede simplificarse claramente y mejorarse el manejo durante la instalación o durante el mantenimiento y cambio de aparatos, sin que la respectiva red tenga que estructurarse completamente de nuevo.

En el caso de la planificación de la topología teórica puede prescindirse para una red nueva o también una existente además de una información de puerto concreta. Solo se planifica de antemano qué aparatos se conectan con qué aparatos adyacentes. En la conexión entre los aparatos pueden indicarse todavía atributos como longitud de cable o número de las conexiones (en el ejemplo entre "C" y "D"). Esto permite una simplificación del proceso de ingeniería para el usuario e igualmente para el fabricante de las propias herramientas de ingeniería.

En respuesta a al menos una información relevante para la configuración indicada por un personal operativo el dispositivo genera un conjunto de datos de configuración requeridos para configurar al menos el al menos un abonado adicional y comunica al menos un subconjunto de este conjunto generado de datos de configuración a través de la red al al menos un abonado adicional.

Para la programación del dispositivo es necesario esencialmente solo una vez un sistema de ingeniería o un sistema comparable. A continuación, puede configurarse un abonado, que está conectado con la red y a través de la misma con el dispositivo, sin ayuda reiterada de un sistema de ingeniería en relación con el intercambio de datos a través de la red según un estado teórico, estando integrado el personal operativo en la operación de configuración debido a la indicación requerida de al menos una información relevante para la configuración. Además, es ventajoso que el personal operativo no tenga que estar formado para el manejo con un sistema de ingeniería por regla general muy complejo para poder configurar un abonado de red en relación con el intercambio de datos a través de la red.

De manera conveniente, la al menos una información relevante para la configuración puede indicarse por el personal operativo por medio de una interfaz hombre-máquina asociada preferiblemente al dispositivo, en particular por medio de una unidad operativa, conectada con el dispositivo, con medios de introducción y emisión.

Preferiblemente, el dispositivo está programado para configurar al menos el al menos un abonado adicional en relación con aspectos lógicos y/o físicos del intercambio de datos a través de la red.

Los aspectos lógicos son por ejemplo, como ya se menciona al principio, los datos de IO que van a enviarse o recibidos, la asociación de IO y la configuración de IO. Los aspectos físicos se refieren en particular, tal como se menciona igualmente, a la topología de la red.

Por consiguiente, el dispositivo así como el procedimiento puede ajustarse o aplicarse de manera ventajosa por un lado para la configuración de abonados en redes como PROFINET IRT, que requieren una configuración física.

Tal como se expone de manera todavía más precisa en conexión con la descripción de las figuras, es ventajosa en particular la configuración lógica permitida mediante la presente invención sin ayuda de un sistema de ingeniería, cuando debe sustituirse por ejemplo un aparato de una instalación o máquina y el nuevo aparato ofrece concretamente las mismas funciones que el viejo aparato, sin embargo requiere por ejemplo otro modo de conexión de proceso o de datos de IO y/u otro ensamblaje de los datos de proceso o de IO en un telegrama de datos, dado que es de otro tipo y/o es de un fabricante distinto al del viejo aparato. De este modo, puede hacerse referencia en particular también a la configuración de la interfaz de red.

En este momento, se menciona que el dispositivo y el procedimiento pueden estar configurados igualmente de tal manera que tiene lugar solo la configuración lógica o solo la configuración física por medio del dispositivo, mientras que la en cada caso otra configuración, siempre que lo requiera la red presente en cada caso, tiene lugar además por medio de un sistema de ingeniería.

De manera especialmente preferible, el conjunto de los datos de configuración generados y requeridos para configurar al menos el al menos un abonado adicional en relación con aspectos físicos comprende una topología teórica para la red.

A este respecto, la topología teórica se genera por el dispositivo en relación con el conjunto indicado por el usuario a partir de información relevante para la configuración por ejemplo para la variante presente en cada caso de una instalación o máquina estructurada de manera modular. Por consiguiente, por un lado no es necesario disponer varias topologías teóricas para varias variantes posibles, de las cuales deberían seleccionarse entonces las que se

5 adecúan en cada caso. Sin embargo, por otro lado está prevista además una topología teórica verdadera como especificación teórica, que permite una comparación teórica-real verdadera, y con ello en particular el reconocimiento de fallos como por ejemplo cableados erróneos o la falta de al menos un aparato que se prevería de manera correspondiente a una determinada variante de la máquina o instalación, y por consiguiente garantiza la seguridad.

10 Según el tipo o especificación de la red y de su abonado adicional, el dispositivo comprende de manera conveniente medios para el intercambio de datos, que están configurados para un intercambio de datos cíclico, limitado en tiempo real y/o sincronizado por temporizador a través de la red. A este respecto, el dispositivo, que comprende preferiblemente medios para el intercambio de datos limitado en tiempo real, está programado de manera especialmente preferible para configurar al menos el al menos un abonado adicional en relación con un intercambio de datos limitado en tiempo real a través de la red. Alternativa o adicionalmente, el dispositivo, que comprende preferiblemente medios para el intercambio de datos sincronizado por temporizador, está programado de manera especialmente preferible para configurar al menos el al menos un abonado adicional en relación con un intercambio de datos sincronizado por temporizador a través de la red.

15 Preferiblemente, el dispositivo comprende medios para el intercambio de datos para un intercambio de datos a través de la red, que están configurados según la especificación PROFINET IRT.

20 De manera especialmente preferible, el conjunto de los datos de configuración generados y requeridos para configurar al menos el al menos un abonado adicional comprende un conjunto de parámetros específicos de RTE calculados por el dispositivo. Por consiguiente, el dispositivo está configurado de manera ventajosa también para calcular los parámetros de comunicación de RTE requeridos para la configuración de por ejemplo una red PROFINET IRT, de modo que ni tienen que disponerse varios conjuntos de parámetros de RTE para varias variantes posibles de una instalación o máquina estructurada de manera modular, de los cuales deberían seleccionarse los que se adecúan en cada caso, ni tiene que recurrirse en cada caso a un sistema de ingeniería para el cálculo de nuevo de estos parámetros.

30 Según una variante de realización especialmente preferible, el dispositivo selecciona una cantidad de información relevante para la configuración de la red y/o del al menos un abonado adicional, genera basándose en la misma el conjunto de datos de configuración requeridos para configurar al menos el al menos un abonado de red adicional y comunica en respuesta a al menos una información relevante para la configuración indicada por el personal operativo, en particular una liberación del conjunto generado de datos de configuración, a través de la red al menos un subconjunto de este conjunto generado de datos de configuración al al menos un abonado adicional.

35 Según una variante de realización preferida, el dispositivo verifica el conjunto de los datos de configuración generados y requeridos para configurar al menos el al menos un abonado adicional en primer lugar en cuanto a la plausibilidad en sí mismo, antes de que comunique al menos un subconjunto de este conjunto generado de datos de configuración al al menos un abonado adicional a través de la red.

40 Según una variante de realización especialmente preferible, el dispositivo verifica el conjunto de los datos de configuración generados y requeridos para configurar al menos el al menos un abonado adicional en primer lugar en cuanto a la plausibilidad en relación con el estado real de la red y al menos del al menos un abonado adicional, antes de que comunique al menos un subconjunto de este conjunto generado de datos de configuración al al menos un abonado adicional a través de la red.

45 Preferiblemente, el dispositivo está programado para configurarse en sí mismo por medio de al menos un subconjunto del conjunto generado de datos de configuración en relación con el intercambio de datos a través de la red.

50 Según una variante de realización especialmente preferible, el dispositivo está programado de tal manera para controlar tras la configuración el al menos un abonado adicional, siendo el dispositivo en particular un controlador lógico programable. Por consiguiente, según la invención está previsto preferiblemente que un controlador lógico programable esté programado de tal manera que no solo puede controlar abonados de una red, que son en particular aparatos de una instalación o máquina, sino que, antes de la fase de funcionamiento, puede configurar también estos en relación con el intercambio de datos a través de la red, y entonces ejecuta para ello además del código de programa de un programa de control también código de programa de un programa de configuración.

60 Además, la presente invención prevé según otra de las reivindicaciones independientes un sistema de procesamiento y transmisión de datos, que comprende un dispositivo según una de las formas de realización descritas anteriormente así como al menos un abonado adicional, que están conectados entre sí a través de una red y pueden intercambiar datos entre sí.

65 Además, la presente invención prevé según otra de las reivindicaciones independientes un soporte de datos con un código de programa almacenado en el mismo, estando configurado el código de programa de tal manera que un dispositivo está configurado según una de las formas de realización descritas anteriormente cuando está

programado con el código de programa.

A continuación, se explica en más detalle la invención mediante ejemplos de realización y con referencia a las figuras, estando dotados los mismos elementos y elementos similares parcialmente de los mismos números de referencia y pudiendo combinarse entre sí las características de los diferentes ejemplos de realización.

Breve descripción de las figuras

A partir de los dibujos de adjuntos muestran

la figura 1 una representación esquemática de una solución conocida por el estado de la técnica para la configuración de abonados de una red;

la figura 2a una representación esquemática de una variante de realización según la invención para la configuración de abonados de una red;

la figura 2b y 2c una representación esquemática de un ejemplo para la configuración de aparatos de una segunda variante de instalación ampliada (figura 2c) partiendo de una primera variante básica de la instalación (figura 2b) aplicando la variante de realización de la invención según la figura 2a;

la figura 3a una representación esquemática de una variante de realización según la invención adicional para la configuración de abonados de una red;

la figura 3b y 3c una representación esquemática de un ejemplo para la configuración de aparatos de una instalación aplicando la variante de realización de la invención según la figura 3a, después de que se haya reemplazado un aparato de un primer tipo (figura 3b) por un aparato de un segundo tipo (figura 3c);

la figura 4 una representación esquemática de una red topológica de anillo

Descripción detallada de la invención

La figura 1 muestra una representación esquemática de una solución conocida por el estado de la técnica para la configuración de abonados de una red, tal como ya se describió esencialmente al principio.

Para la configuración lógica y física de los aparatos A, B, C, D y E así como del controlador S, que pertenecen a una determinada variante de una instalación industrial no mostrada en más detalle en la figura 1 y son al mismo tiempo abonados de una red, a través de la cual están conectados según una topología 300 real y deben poder transmitir o intercambiar datos entre sí, según la solución ya conocida por el estado de la técnica, reproducida en la figura 1, es necesario siempre un sistema 100 de ingeniería, que está formado por regla general por una herramienta de ingeniería ejecutada en una unidad de procesamiento de datos, por regla general un PC o una estación de trabajo.

La topología 300 real se configura de tal manera que en primer lugar el controlador S está conectado a través de su interfaz 1 de red con la interfaz 1 de red del aparato A. El aparato A posee además de la interfaz 1 de red dos interfaces de red adicionales, a continuación también designadas como puertos, estando conectado a través del puerto 2 con el puerto 1 del aparato B y a través del puerto 3 con el puerto 1 del aparato C. El aparato B está conectado a través de su puerto 2 adicional con el puerto 1 del aparato D y el aparato C tiene una conexión a través de su puerto 3 adicional con el puerto 1 del aparato E. Además, existe todavía una conexión entre el puerto 3 del aparato D y el puerto 4 del aparato E.

En el contexto de la planificación o proyecto de una instalación con al menos un controlador S y varios aparatos A a E, que se comunican por intercambio de datos como abonados de una red, el sistema 100 de ingeniería se emplea para varios objetivos secundarios. En general, tales sistemas de ingeniería se conocen y están disponibles para un gran número de diferentes tipos de redes.

Por un lado sirve para el diseño de un programa 10 de control o de controlador con el que puede programarse una unidad de control como el controlador S para controlar aparatos como los aparatos A a E, que son en particular sensores o actuadores, durante el funcionamiento de la instalación. El programa 10 de controlador comprende para ello códigos de programa correspondientes para al menos cada uno de los aparatos A a E. Por otro lado, por medio del sistema 100 de ingeniería se crea una lista 20 de abonados o aparatos, que contiene en particular conjuntos de datos para el controlador S y los aparatos A a E, comprendiendo cada uno de los conjuntos de datos de aparatos un conjunto de información, que describe en detalle el respectivo aparato. Debe mencionarse que también si la lista de aparatos en la figura 1 está representada de manera jerárquica, de tal manera que los aparatos A a E del controlador S están subordinados, esto al menos no debe entenderse como topología.

Involucrando la lista 20 de aparatos así como el programa 10 de controlador tiene lugar por medio del sistema 100 de ingeniería además la configuración lógica y física de los abonados S y A a E de red en relación con un

intercambio de datos a través de la red, que está realizada en este caso como PROFINET IRT, de modo que la comunicación entre los abonados de red tiene lugar o deberá de tener lugar de manera cíclica, limitada en tiempo real y sincronizada por temporizador.

5 A este respecto, la configuración lógica comprende por ejemplo la asociación 30 de IO, que se representa en la figura 1 por medio de las flechas entre los conjuntos de datos de aparatos contenidos en la lista 20 de aparatos y el programa 10 de controlador. En la asociación de IO, que también se designa como correlación, se asocian variables de proceso individuales o direcciones 11 del programa 10 de controlador a los objetos de datos de proceso o de IO
10 definidos en los respectivos conjuntos de datos de aparatos de la lista 20 de aparatos al menos de los aparatos A a E. Igualmente, a la configuración lógica pertenece por regla general la configuración de IO no representada en la figura 1, que se refiere a la definición de la combinación de los datos de proceso o de IO de los abonados individuales en un telegrama de datos en particular en relación con su estructura, cantidad y secuencia.

15 La configuración física se representa en la figura 1 mediante la topología 40 teórica, por medio de la cual se proyectan las conexiones de comunicación entre los abonados de red, es decir de los aparatos A a E así como del controlador S. Para ello, se recurre a la información y designaciones contenidas en los conjuntos de datos de aparatos de la lista 20 de aparatos en relación con los aparatos A a E individuales y el controlador S y en particular sus interfaces de red.

20 Básicamente, debe mencionarse todavía una vez que la planificación de la configuración lógica puede tener lugar en esencia independientemente de la configuración física, en particular independientemente de la topología. Además, la planificación de la configuración física, es decir en particular de la topología teórica, puede tener lugar en esencia independientemente de la configuración lógica, una vez que esté disponible al menos una lista de aparatos que contenga al menos las designaciones de los abonados individuales y de sus puertos individuales.

25 Además, el sistema 100 de ingeniería comprende según la figura 1 también un algoritmo 170 de planificación de RTE para calcular parámetros de comunicación de RTE para la red basada en PROFINET IRT, que definen por ejemplo instantes de envío y recepción, es decir instantes, en los que debe transmitirse un telegrama de datos de un abonado a otro, en particular basándose en información acerca de la topología 40 teórica y de la lista 20 de
30 abonados o aparatos así como de la configuración de IO.

A continuación de la planificación de la configuración lógica y física por medio del sistema 100 de ingeniería, todos los datos de configuración se transmiten finalmente de la lista 20 de aparatos y del programa 10 de controlador al controlador S (designado en la figura como descarga), con el que está conectado al menos temporalmente el
35 sistema 100 de ingeniería.

A partir de estos datos de configuración presentes ahora en la unidad S de control, se transmiten entonces a cada abonado adicional de la red, es decir a los aparatos A a E, las partes relevantes para el mismo (designado en la figura como descarga). Los abonados de la red comprueban entonces de manera automática si sus abonados
40 adyacentes directos coinciden con los abonados e interfaces de red planeados según la topología teórica.

Una vez que se ha reconocido una coincidencia correspondiente a cada abonado, puede activarse y ponerse en marcha la instalación proyectada con sus aparatos o la red con sus abonados. Sin embargo, si un abonado reconociese durante la comprobación de sus adyacentes desviaciones del estado real con respecto al teórico, envía
45 una alarma de diagnóstico al controlador S, que impide acto seguido una puesta en servicio de la instalación y de la red hasta que se haya corregido el fallo causal.

De esta manera, tiene que actuarse según la solución conocida por el estado de la técnica, representada en la figura 1, tan pronto como surjan cambios, por ejemplo debido a una remodelación del diseño de la instalación según otra variante, en relación con los abonados de la topología real, tanto si se añade al menos un abonado o se elimina uno o se conectan los abonados entre sí de otra manera.

La inutilidad de esta solución conocida es clara y ya se expuso al principio.

55 Para una mejor trazabilidad, en la siguiente descripción de variantes de realización según la invención mediante las figuras 2a, 2b y 2c así como 3a, 3b y 3c se mantienen los números de referencia implementados en el contexto de la descripción anterior de una solución ya conocida según la figura 1, siempre que se trate de características comparables.

60 La figura 2a muestra una representación esquemática de una variante de realización según la invención para la configuración de abonados de una red.

En el caso de los abonados de red que van a configurarse, se trata de los aparatos A, B, C, D y E así como el controlador S, que pertenecen a una determinada variante de una instalación industrial no mostrada en más detalle
65 en la figura 2a y están conectados a través de una red según una topología 300 real, a través de la cual deben poder transmitir o intercambiar datos entre sí. La topología 300 real se configura de tal manera que en primer lugar el

controlador S está conectado a través de su interfaz 1 de red con la interfaz 1 de red del aparato A. El aparato A posee además de la interfaz 1 de red dos interfaces de red adicionales, a continuación también designadas como puertos, estando conectado a través del puerto 2 con el puerto 1 del aparato B y a través del puerto 3 con el puerto 1 del aparato C. El aparato B está conectado a través de su puerto 2 adicional con el puerto 1 del aparato D y el aparato C tiene a través de su puerto 3 adicional una conexión con el puerto 1 del aparato E. Además, existe todavía una conexión entre el puerto 3 del aparato D y el puerto 4 del aparato E. Tanto el controlador S como los aparatos A a E pueden poseer además de las interfaces de red o puertos mostrados en la figura 2a en cada caso todavía otros adicionales, que sin embargo no se muestran en la figura, dado que según la topología 300 real no presentan ninguna conexión de red.

En el contexto de la planificación o proyecto de una instalación con de manera conveniente al menos un controlador y varios aparatos, que se comunican por intercambio de datos como abonados de una red, se emplea también un sistema 100 de ingeniería para varios objetivos secundarios. A partir de la siguiente descripción detallada de una variante de realización se vuelven claras sin embargo las diferencias con respecto al estado de la técnica, como se expone en particular mediante la figura 1, y las ventajas resultantes de la misma.

Por un lado, el sistema 100 de ingeniería sirve para el diseño de un programa 10 de control o de controlador, con el que puede programarse una unidad de control como el controlador S para controlar aparatos como los aparatos A a E, que son en particular sensores o actuadores, durante el funcionamiento de la instalación. El programa 10 de controlador comprende para ello códigos de programa correspondientes para al menos cada uno de los aparatos A a E, en particular e igualmente ya para aparatos adicionales, que podrían emplearse en otras variantes de la instalación como la instalación según la figura 2a. Por otro lado, por medio del sistema 100 de ingeniería se crea una lista 20 de abonados o aparatos, que contiene en particular conjuntos de datos para el controlador S y los aparatos A a E, preferiblemente e igualmente ya para aparatos adicionales, que podrían emplearse en otras variantes de la instalación, comprendiendo cada uno de los conjuntos de datos de aparatos un conjunto de información, que describe en detalle el respectivo aparato, en particular un nombre de aparato definido u otra designación, que permite una identificación definida del respectivo aparato, información con respecto a la naturaleza, tipo y fabricante de los aparatos, una descripción de funcionamiento, una definición de los datos de proceso del aparato, una designación definida de cada interfaz de red del aparato y el respectivo tipo de interfaz de red, por ejemplo en relación con el medio de transmisión requerido (por ejemplo cobre o fibra óptica). En este ejemplo, la lista de aparatos tampoco reproduce todavía ninguna topología.

Involucrando la lista 20 de aparatos así como el programa 10 de controlador tiene lugar por medio del sistema 100 de ingeniería además la configuración lógica en particular de los abonados S y A a E de red en relación con un intercambio de datos a través de la red, que está realizada en este caso a su vez como PROFINET IRT, de modo que la comunicación entre los abonados de red tiene lugar o deberá de tener lugar de manera cíclica, limitada en tiempo real y sincronizada por temporizador. A este respecto, la configuración lógica comprende por ejemplo de nuevo la asociación 30 de IO, que se representa en la figura 2a por medio de las flechas entre los conjuntos de datos de aparatos contenidos en la lista 20 de aparatos y el programa 10 de controlador, y la configuración de IO no representada en la figura 2a.

En cambio, la configuración física en la variante de realización representada en la figura 2a ya no tiene lugar por medio del sistema 100 de ingeniería. En su lugar, está previsto diseñar o crear un programa de configuración preferiblemente por medio del sistema 100 de ingeniería, que comprende código de programa, con el que puede programarse un dispositivo 200 para configurar abonados de red como los aparatos A a E en relación con el intercambio de datos a través de la red y generar para ello en respuesta a al menos una información relevante para la configuración indicada por un personal operativo un conjunto de datos de configuración requeridos y transmitir al menos un subconjunto de los datos de configuración generados a través de la red a un abonado que va a configurarse, comprendiendo el conjunto de datos de configuración generado por el dispositivo 200, para la configuración en relación con aspectos físicos, de manera conveniente una topología teórica.

Tal como se reconoce a partir de la figura 2a, en el caso del dispositivo 200 en este ejemplo se trata de un controlador, de modo que en este caso el dispositivo 200 es al mismo tiempo también el controlador S. Por este motivo, el programa 10 de controlador creado por medio del sistema 100 de ingeniería comprende además de un conjunto de código de programa para el control de aparatos con correspondientes variables de proceso y/o direcciones 11 también un segmento 13 de programa adicional que contiene código de programa, preferiblemente integrando al menos un módulo de funcionamiento, para la configuración física de aparatos o abonados de red. Módulos de funcionamiento de este tipo o similares u otros mecanismos pueden estar integrados también en un programa de configuración autónomo, en particular entonces cuando el dispositivo 200 está realizado de manera independiente del controlador S, lo que puede estar previsto igualmente según la invención de manera específica según la aplicación.

Los módulos de funcionamiento para añadir y conectar abonados mediante su respectiva designación de aparatos y puertos definida para la generación de una topología teórica se asemejan por ejemplo a lo siguiente:

```
FB_AddDevice(IN: DeviceID)
```

FB_AddConnecton(IN: DeviceID, PortID, PartnerDeviceID, PartnerPortID) return ErrorCode

Por tanto, según la invención en esta variante de realización puede tener lugar ya la transmisión de los datos de configuración finalmente de la lista 20 de aparatos y del programa 10 de controlador junto con el segmento 13 de programa al dispositivo 200, que en este caso es al mismo tiempo también el controlador S (designado en la figura como descarga), estando conectado el sistema 100 de ingeniería al menos temporalmente con el dispositivo 200.

Por consiguiente, según la invención está previsto preferiblemente que un controlador lógico programable esté programado de tal manera que no solo puede controlar abonados de una red, que son en particular aparatos de una instalación o máquina, sino que, antes de la fase de funcionamiento, puede configurar también estos en relación con el intercambio de datos a través de la red, y entonces ejecuta para ello además del código de programa de un programa de control también código de programa de un programa de configuración.

Durante la realización del programa de controlador se ejecuta preferiblemente en primer lugar la sección 13 de programa y por consiguiente el código de programa para la configuración de los abonados de red. A través de una unidad de manejo, que no se representa en la figura, el personal operativo tiene ahora la posibilidad de indicar de manera sencilla información relevante para la configuración y con vistas a la topología de red deseada en particular qué aparato está conectado con otro a través de qué puerto. A este respecto, el personal operativo puede recurrir a la información de los conjuntos de datos de la lista 20 de aparatos y por consiguiente preferiblemente ya solo necesita seleccionar los correspondientes aparatos e interfaces de red.

En respuesta a esta información, el dispositivo 200 o el controlador S genera adicionalmente a los datos de configuración, que se comunicaron al mismo en relación con aspectos lógicos del intercambio de datos entre los abonados de red ya por el sistema 100 de ingeniería, datos de configuración adicionales en relación con los aspectos físicos del intercambio de datos entre los abonados de red y en particular una topología 40 teórica. Para ello, se recurre de manera conveniente a la información de los conjuntos de datos de la lista 20 de aparatos en relación con los aparatos A a E individuales y del controlador S y en particular de sus interfaces de red.

Para el tiempo de funcionamiento se ve por ejemplo un segmento de programa para el vínculo del abonado S y A a E para la generación de la topología 40 teórica, utilizándose a menudo de manera correspondiente los módulos de funcionamiento mencionados anteriormente, tal como sigue:

```
/* Añadir los abonados S y A a E a la topología teórica */
```

```
FB_AddDevice("S");
FB_AddDevice("A");
FB_AddDevice("B");
FB_AddDevice("C");
FB_AddDevice("D");
FB_AddDevice("E");
```

```
/* Conectar abonado S con abonado A */
```

```
ErrorCode = FB_AddConnection("S", "1", "A", "1");
If ErrorCode != OK /* Reacción en caso de fallo */;
```

```
/* Conectar abonado A con abonado B */
```

```
ErrorCode = FB_AddConnection("A", "2", "B", "1");
If ErrorCode != OK /* Reacción en caso de fallo */;
```

```
/* Conectar abonado A con abonado C */
```

```
ErrorCode = FB_AddConnection("A", "3", "C", "1");
If ErrorCode != OK /* Reacción en caso de fallo */;
```

```
/* Conectar abonado B con abonado D */
```

```
ErrorCode = FB_AddConnection("B", "2", "D", "1");
If ErrorCode != OK /* Reacción en caso de fallo */;
```

```
/* Conectar abonado C con abonado E */
```

```
ErrorCode = FB_AddConnection("C", "3", "E", "1");
If ErrorCode != OK /* Reacción en caso de fallo */;
```

```
/* Conectar abonado D con abonado E */
```

```
ErrorCode = FB_AddConnection("D", "3", "E", "4");
If ErrorCode != OK /* Reacción en caso de fallo */;
```

En caso de fallo, estaría disponible una correspondiente información de diagnóstico, que puede emitirse por ejemplo a través de una interfaz hombre-máquina como una unidad de manejo (no mostrada) conectada con el dispositivo

200.

De manera conveniente, el dispositivo 200 está programado con un código 14 de programa adicional de tal manera para verificar la topología 40 teórica generada en cuanto a la plausibilidad en sí mismo. A este respecto, en particular, se verifica si están disponibles los puertos que van a conectarse de los aparatos al menos según la descripción de los aparatos que puede deducirse a partir de la lista 20 de aparatos y son del mismo tipo de interfaz, y en caso contrario si la topología está igualmente libre de contradicciones. Para el caso de fallo estaría disponible una correspondiente información de diagnóstico, que puede emitirse por ejemplo a través de una interfaz hombre-máquina. Un código 14 de programa de este tipo podría asemejarse por ejemplo a lo siguiente:

```

10 /* Comprobación de la topología teórica */
   ErrorCode = ValidateTopology();
   If ErrorCode != OK /* Reacción en caso de fallo */;

```

Preferiblemente, el dispositivo 200 está programado con otro código 15 de programa adicional de tal manera para verificar la topología teórica generada en relación con la topología 300 real presente, en particular en el sentido de si están disponibles generalmente los aparatos que van a conectarse según la topología 40 teórica en la topología 300 real y si la naturaleza de los aparatos y el tipo de los aparatos coincide según teoría y realidad. Preferiblemente, se comprueba además si las designaciones de aparatos definidas, tal como están previstas según la lista 20 de aparatos y la topología 40 teórica, coinciden con las de los aparatos A a E en la topología 300 real. Para el caso de fallo estaría disponible una correspondiente información de diagnóstico, que puede emitirse por ejemplo a través de una interfaz hombre-máquina.

Dado que la red según la topología 300 real está realizada como PROFINET IRT, el dispositivo 200 está programado de manera conveniente con otro código 17 de programa adicional de tal manera que ofrece la funcionalidad de un algoritmo de planificación de RTE para calcular parámetros de comunicación de RTE, en particular con respecto a los tamaños que van a reservarse de manera correspondiente de los intervalos de tiempo para la transmisión de datos, basándose en la lista 20 de aparatos y en la configuración de IO no representada en la figura 2a así como en la topología 40 teórica generada.

Un ejemplo de código 17 de programa de este tipo podría asemejarse a lo siguiente:

```

35 /* Comenzar algoritmo de planificación de RTE */
   CalculateCommunicationParameters();

```

El código 14, 15 y 17 de programa se representa en la figura 2a como programa de configuración autónomo en cada caso, alternativamente podrían ser igualmente por ejemplo tres segmentos de programa de un único programa de configuración o igualmente del programa 10 de control, esto depende también en particular de si se trata en el caso del dispositivo 200 de un controlador o de un dispositivo independiente del controlador.

Finalmente, se transmiten entonces los datos de configuración planificados y generados o calculados por el dispositivo 200 o el controlador S a los abonados adicionales de la red según la topología 300 real, es decir a los aparatos A a E (designados en la figura como descarga), obteniendo cada abonado el subconjunto de datos de configuración relevante para el mismo. Esto se efectúa por ejemplo debido al siguiente código de programa:

```

45 /* Poner en marcha la red y cargar la configuración (proyecto) generada(o) en los aparatos */
   Activate Configuration();

```

Los abonados comprueban entonces de manera autónoma tras la obtención de los datos de configuración si sus abonados adyacentes directos según la topología 300 real coinciden con los abonados e interfaces de red planificados según la topología teórica.

Alternativa o adicionalmente, el personal operativo tiene la posibilidad según la invención, en el caso de la inclusión de la al menos una información relevante para la configuración, de liberar por el dispositivo 200 automáticamente una topología de red determinada al menos parcialmente y preferiblemente llamada visualización en línea de la instalación a la unidad de manejo como topología teórica. El dispositivo 200 está programado en este caso de manera correspondiente para la generación de una topología teórica basándose en las informaciones de conexión seleccionadas de la red y los abonados conectados según la topología real, comprendiendo la información de conexión seleccionada preferiblemente designaciones definidas de los aparatos y de sus interfaces.

Dado que un personal operativo está integrado según la invención en el proceso de configuración de tal manera que debe indicar al menos una información relevante para la configuración, de tal manera que indique con vistas a la topología de red deseada de manera sencilla a través de una unidad de manejo qué aparato está conectado con otro a través de qué puerto, o que libere una topología de red determinada automáticamente por el dispositivo 200 como topología teórica, antes de que se active y se transmita el conjunto generado por el dispositivo 200 de datos de configuración al abonado de red, se garantiza además la seguridad de que ofrece una comparación teórica-real

verdadera, sin que sin embargo fuese necesario con cada cambio en una instalación el empleo de nuevo de un sistema de ingeniería, pudiendo generarse básicamente topologías teóricas a voluntad por el dispositivo 200.

5 Las figuras 2b y 2c muestran un ejemplo para la configuración de los aparatos de una segunda variante de instalación ampliada (figura 2c) partiendo de una primera variante básica de la instalación (figura 2b) aplicando la variante de realización de la invención según la figura 2a.

10 Una instalación comprende según su variante básica, tal como se muestra en la figura 2b, además de un controlador 200 todavía los aparatos A, B y C, que están conectados entre sí y por consiguiente son abonados de una red de comunicación común. Los números pequeños al lado de los abonados representan la designación definida de sus respectivas interfaces de red.

15 Además de esta variante básica, existen variantes adicionales, según las cuales la instalación puede comprender por ejemplo aparatos adicionales como componentes suplementarios opcionales, que deben integrarse igualmente como abonados en la red, con ello es posible para cada controlador un intercambio de datos al menos con el controlador 200. De este modo, existe por ejemplo una variante en la que la instalación todavía comprende un aparato para el suministro de material, que puede enlazarse potencialmente en diferentes puntos en la red.

20 Durante la construcción de la instalación, los aparatos individuales se montan en el lugar de manera correspondiente al pedido de los clientes y las condiciones. A este respecto, en el ejemplo, tal como muestra la figura 2c, se añade también el aparato para suministro de material (aparato X) y se conecta a través de su puerto 1 con el puerto 3 del aparato B. Esto se reconoce en la línea continua entre los aparatos X y B, mientras que mediante las líneas discontinuas entre el aparato X y los aparatos A ó C se indican las otras posibilidades de conexión.

25 El controlador (PLC) 200 según la figura 2b y 2c está programado según la variante de realización descrita anteriormente y representada en la figura 2a para por un lado poder controlar los aparatos de todas las variantes posibles de la instalación, para por otro lado poder generar igualmente los datos de configuración, que son necesarios para la configuración de los respectivos aparatos en relación con aspectos físicos del intercambio de datos entre los aparatos y el controlador.

30 Por consiguiente, ya se encuentra en el controlador 200, sin que esto se represente explícitamente en las figuras 2b y 2c, además del código de programa correspondiente también una lista de aparatos y los datos de configuración requeridos para la configuración de los aparatos en relación con aspectos lógicos del intercambio de datos y en particular la asociación de IO y configuración de IO, como ya se describe anteriormente en conexión con la figura 2a.

35 Para poder configurar los aparatos de la variante de instalación representada en la figura 2c también en relación con aspectos físicos del intercambio de datos, el controlador 200 requiere todavía la introducción al menos de una información relevante para la configuración por el personal operativo. En relación con esto último, puede utilizarse el terminal 400 de visualización conectado con el controlador 200 como unidad de manejo, para indicar que ahora, adicionalmente a la variante básica, el aparato X está conectado a través de su puerto 1 con el puerto 3 del aparato B. A este respecto, el personal operativo puede recurrir a la información de los conjuntos de datos de la lista de aparatos y por consiguiente preferiblemente ya solo necesita seleccionar los correspondientes aparatos e interfaces de red.

45 El segmento de programa correspondiente para el procesamiento posterior de la información relevante para la configuración indicada por el personal operativo y la generación de una topología teórica correspondiente podría asemejarse para el tiempo de funcionamiento por ejemplo a lo siguiente:

```

50 FB_AddDevice("PLC");
   FB_AddDevice("A");
   FB_AddDevice("B");
   FB_AddDevice("C");
   FB_AddDevice("X");
   FB_AddConnection("PLC", "1", "A", "2");
55 FB_AddConnection("A", "1", "B", "2");
   FB_AddConnection("B", "1", "C", "2");
   FB_AddConnection("B", "3", "X", "1");

```

60 Por lo demás, tiene lugar una comprobación de plausibilidad de la topología teórica generada en el controlador 200. Además, tiene lugar una comprobación de la topología teórica con respecto a la topología real presente. Para el caso de fallo, estaría disponible en cada caso una información de diagnóstico correspondiente, que puede emitirse por ejemplo a través del terminal 400 de visualización conectado con el controlador 200.

65 Además, se calculan los parámetros de comunicación de RTE necesarios, por ejemplo instantes de envío y recepción de telegramas de datos.

Finalmente, los datos de configuración planificados y generados o calculados por el controlador 200 se transmiten a los abonados adicionales de la red, es decir a los aparatos A, B, C y X, obteniendo cada abonado el subconjunto de datos de configuración relevante para el mismo.

5 A continuación, puede activarse el funcionamiento de la instalación en la variante ampliada según la figura 2c.

La figura 3a es una representación esquemática de una variante de realización según la invención adicional para la configuración de abonados de una red, que son en particular aparatos de una instalación de automatización industrial.

10 En el caso de los abonados de red que van a configurarse, se trata de los aparatos A, B, C, D y E así como el controlador S, que pertenecen a una determinada variante de una instalación industrial no mostrada en más detalle en la figura 3a y están conectados a través de una red según una topología 300 real, que está realizada en este caso a su vez como PROFINET IRT, de modo que la comunicación entre los abonados de red tiene lugar o deberá de tener lugar de manera cíclica, limitada en tiempo real y sincronizada por temporizador. Los números pequeños al lado de los abonados representan la designación definida de sus respectivas interfaces de red.

15 En el contexto de la planificación o proyecto de una instalación con de manera conveniente al menos un controlador y varios aparatos, que se comunican por intercambio de datos como abonados de una red, se emplea según esta variante de realización un sistema 100 de ingeniería esencialmente ya solo para diseñar o crear un programa 10 de control o de controlador, con el que puede programarse una unidad de control como el controlador S para controlar aparatos como los aparatos A a E durante el funcionamiento de la instalación. El programa 10 de controlador comprende para ello códigos de programa correspondientes para al menos cada uno de los aparatos A a E, en particular e igualmente ya para aparatos o tipos de aparatos o naturalezas de aparatos adicionales, que podrían emplearse en otras variantes de la instalación como la variante según la figura 3a.

20 A partir de la siguiente descripción detallada de esta variante de realización según la invención se vuelven claras las diferencias con respecto a la variante de realización descrita anteriormente mediante las figuras 2a a 2c y las ventajas adicionales resultantes de la misma.

30 Según esta variante de realización según la invención adicional, adicionalmente a la configuración física, tampoco tiene lugar ya la configuración lógica por medio del sistema 100 de ingeniería. Más bien, está previsto en su lugar, diseñar o crear un programa de configuración preferiblemente por medio del sistema 100 de ingeniería, que comprende código de programa, con el que puede programarse un dispositivo 200 para configurar abonados de red como los aparatos A a E, en relación con aspectos tanto lógicos como físicos del intercambio de datos a través de la red y generar para ello en respuesta a al menos una información relevante para la configuración indicada por un personal operativo un conjunto de datos de configuración requeridos y transmitir al menos un subconjunto de los datos de configuración generados a través de la red a un abonado que va a configurarse. A este respecto, el dispositivo 200 puede generar tanto una lista 20 de aparatos como datos de configuración correspondientes con respecto a la configuración en relación con aspectos lógicos, que definen en particular las asociaciones de IO y configuración de IO.

45 Tal como se reconoce a partir de la figura 3a, en el caso del dispositivo 200 también en este ejemplo se trata de un controlador, de modo que en este caso el dispositivo 200 es al mismo tiempo también el controlador S. Por este motivo, el programa 10 de controlador creado por medio del sistema 100 de ingeniería comprende además de un conjunto de código de programa para el control de los aparatos con correspondientes variables de proceso y/o direcciones 11 también un segmento 13 de programa adicional que contiene código de programa preferiblemente integrando al menos un módulo de funcionamiento para la configuración física de aparatos o abonados de red, así como otro segmento 12 de programa adicional que contiene código de programa preferiblemente integrando al menos un módulo de funcionamiento para la configuración lógica de aparatos o abonados de red. Módulos de funcionamiento de este tipo o similares u otros mecanismos pueden estar integrados igualmente en un programa de configuración autónomo, en particular entonces cuando el dispositivo 200 está realizado de manera independiente del controlador S, lo que puede estar previsto igualmente según la invención de manera específica según la aplicación.

50 Por tanto, según la invención, en esta variante de realización ya puede tener lugar (designada en la figura como descarga) la transmisión del programa 10 de controlador junto con los segmentos 12 y 13 de programa al dispositivo 200, que en este caso es al mismo tiempo también el controlador S, estando conectado el sistema 100 de ingeniería al menos temporalmente con el dispositivo 200.

60 Tal como es evidente partir de la figura 3a, en el dispositivo 200 existe un catálogo 50 de aparatos (central de depósito) con entradas para tipos de aparatos, que están divididos preferiblemente según naturalezas de aparatos como *Switch*, IO o controlador, ya estando disponibles para cada tipo de aparatos un conjunto de datos de descripción adicionales como por ejemplo del nombre del fabricante. Un catálogo 50 de aparatos de este tipo puede crearse preferiblemente del mismo modo por medio de un sistema 100 de ingeniería y entonces transmitirse al dispositivo 200.

Un módulo de funcionamiento para añadir un conjunto de datos para un determinado aparato a la lista de aparatos, utilizando los datos de descripción, que están depositados con respecto al tipo de aparatos de este aparato en el catálogo de aparatos, podría asemejarse por ejemplo a lo siguiente:

5 `FB_CreateLogDevice(IN: DeviceID, DeviceNature, DeviceType, VendorID) return ErrorCode`

Un módulo de funcionamiento para crear una asociación de IO entre una variable 11 del programa 10 de controlador y una dirección de datos de proceso de un aparato, que está contenido en la lista 20 de aparatos, podría asemejarse por ejemplo a lo siguiente:

10 `FB_CreateIOConnection(IN: VariableName, DeviceID, Adress)`

15 Durante la realización del programa de controlador se ejecuta preferiblemente en primer lugar el segmento 12 de programa y por consiguiente el código de programa para la configuración lógica de los abonados de red.

20 A través de una unidad de manejo, que no se representa en la figura, un personal operativo tiene ahora la posibilidad de indicar de manera sencilla información relevante para la configuración y con vistas a la topología de red deseada en particular qué aparatos figuran en la misma, con lo que puede generarse una lista 20 de aparatos con conjuntos de datos de aparatos correspondientes. A este respecto, el personal operativo puede recurrir a la información de las entradas en el catálogo 50 de aparatos y por consiguiente preferiblemente ya solo necesita seleccionar los tipos de aparatos correspondientes e indicar nombres de aparatos definidos.

25 En respuesta a esta información, el dispositivo 200 o el controlador S genera la correspondiente lista 20 de aparatos. Para ello, se recurre de manera conveniente a la información contenida en el catálogo 50 de aparatos en relación con los tipos de aparatos y datos adicionales de los aparatos A a E individuales y del controlador S y en particular de sus interfaces de red.

30 Una sección de programa para la generación de la lista 20 de aparatos utilizando el catálogo 50 de aparatos para añadir un conjunto de datos para el aparato "A" del tipo de aparatos "Switch", del tipo de aparatos "Tipo 1" y del fabricante "H1" así como de un conjunto de datos para el aparato "B" del tipo de aparatos "IO", del tipo de aparatos "Tipos 11" y del fabricante "H2" se representaría para el tiempo de funcionamiento por ejemplo tal como sigue, utilizándose a menudo de manera correspondiente los módulos de funcionamiento mencionados anteriormente:

35 `/* Añadir aparatos a la lista de aparatos */`
`FB_CreateLogDevice("A", "Switch", "Tipo 1", "H1");`
`FB_CreateLogDevice("B", "IO", "Tipo 11", "H2");`

40 De manera correspondientemente similar, el código de programa para la misma se asemejaría al de los aparatos C a E adicionales de la topología 300 real.

A través de la unidad de manejo no representada en la figura, el personal operativo tiene además la posibilidad de indicar información relevante para la configuración en relación con la asociación de IO.

45 Una sección de programa para la generación de vínculos correspondientes entre una variable 11 del programa 10 de controlador y una dirección de datos de proceso de un aparato, que está contenido ahora en la lista 20 de aparatos, podría representarse para el tiempo de funcionamiento por ejemplo tal como sigue, utilizándose a menudo de manera correspondiente los módulos de funcionamiento mencionados anteriormente:

50 `/* Asociación de IO */`
`FB_CreateIOConnection("Variable1", "A", "Dirección 10.4");`
`FB_CreateIOConnection("Variable2", "B", "Dirección 6.4");`

55 De manera correspondientemente similar, el código de programa para la misma se asemejaría al de los aparatos C a E adicionales de la topología 300 real.

60 Una sección de programa para la generación de datos de configuración adicionales, en particular en relación con la configuración de IO, puede estar prevista igualmente en respuesta a indicaciones correspondientes del personal operativo por ejemplo con respecto a parámetros como tiempos de actualización o tiempos límite para aparatos individuales.

65 También es posible, en el caso de que no esté disponible ninguna entrada adecuada para un aparato en el catálogo 50 de aparatos, que se indiquen todos los datos o parámetros requeridos por el personal operativo por medio de la unidad de manejo, pudiendo depositarse estos para un uso posterior también en el catálogo 50 de aparatos, o que pueda cargarse alternativamente también un catálogo 50 de aparatos ampliado en el dispositivo 200.

Además puede concebirse que se seleccionen indicaciones con respecto a un aparato, siempre que no puedan deducirse del catálogo 50 de aparatos, del respectivo aparato mediante el dispositivo 200, cuando el aparato ya está conectado con el dispositivo 200.

5 Preferiblemente, a continuación de la configuración de los elementos o aspectos lógicos puede tener lugar la configuración en relación con los aspectos físicos, ejecutándose para ello la sección 13 de programa y por consiguiente el código de programa para la configuración física de los abonados de red.

10 Durante la generación de los datos de configuración físicos, que tiene lugar esencialmente como ya se describe anteriormente para la primera variante de realización, puede recurrirse a la lista 20 de aparatos presente ahora.

15 Tal como es evidente además a partir de la figura 3a, el dispositivo 200 está programado de manera conveniente también con un código 14 de programa adicional para la comprobación de plausibilidad de la topología 40 teórica generada, con un código 15 de programa para comprobar la topología 40 teórica en relación con la topología 300 real presente así como con un código 17 de programa para el cálculo de parámetros de comunicación de RTE, haciéndose referencia en relación con esto igualmente a las explicaciones anteriores para la primera variante de realización.

20 Finalmente, también según la variante de realización tal como se muestra en la figura 3a, los datos de configuración planificados y generados o calculados por el dispositivo 200 o del controlador S se transmiten (designado en la figura como descarga) a los abonados adicionales de la red según la topología 300 real, es decir a los aparatos A a E, obteniendo cada abonado el subconjunto de datos de configuración relevante para el mismo.

25 Preferiblemente, el dispositivo 200 está programado con un código de programa adicional, que no se representa en la figura, de tal manera que ofrece la funcionalidad de adjudicar nombres de aparatos y/u otras identificaciones de aparatos, tal como están previstos según la topología 40 teórica y la lista 20 de aparatos, a los aparatos A a E de la topología 300 real (los denominados bautizos de aparatos), con lo que se garantiza en el funcionamiento posterior de la instalación y de la red una identificación definida de los aparatos, determinándose por el dispositivo 200 o el controlador S los aparatos "que van a bautizarse" de la topología real en primer lugar mediante los aparatos adyacentes conectados con los mismos en cada caso y dado el caso mediante la respectiva naturaleza de aparatos y/o el tipo de aparatos. Para el caso de fallo, es decir, por ejemplo cuando un aparato no puede determinarse en la topología real, proporciona una información de diagnóstico correspondiente, a la que puede responderse entonces de manera correspondiente.

35 Las figuras 3b y 3c muestran un ejemplo para la configuración de los aparatos de una instalación aplicando la variante de realización de la invención según la figura 3a, después de que se haya sustituido un aparato de un primer tipo (figura 3b) por un aparato de un segundo tipo (figura 3c).

40 Una máquina o instalación puede comprender un gran número de aparatos que están conectados entre sí. El ejemplo parte del funcionamiento de una central eólica, en la que además de un controlador 200 (PLC) y los aparatos A y B también se usa todavía un convertidor de frecuencia de tipo 1, que se representa en la figura 3b como aparato X1, estando conectados entre sí los aparatos A, B, X1 y el controlador 200 y siendo por consiguiente abonados de una red de comunicación común. Los números pequeños al lado de los abonados representan la designación definida de su respectiva interfaz de red.

45 Si se avería un componente, no puede sustituirse entonces siempre por un componente idéntico. Dado que máquinas e instalaciones están en servicio a menudo durante décadas, en el momento de la creación de la instalación todavía no se sabe qué componentes de sustitución se emplearán una vez. De este modo, tras una avería del convertidor de frecuencia de tipo 1 este deberá sustituirse por un convertidor de frecuencia de tipo 2, como se ve en la figura 3c, que en concreto cumple básicamente la misma función, sin embargo tiene otra identificación, en particular otro nombre de aparato, tipo de aparato y fabricante de aparato así como posee otra secuencia de datos de proceso. Sin embargo, la configuración e integración de este componente de sustitución en otro tipo es posible según la invención de manera sencilla y segura.

55 El controlador (PLC) 200 según la figura 3b y 3c está programado según la variante de realización descrita anteriormente y representada en la figura 3a para por un lado poder controlar los aparatos de todas las variantes posibles de la instalación, para por otro lado poder generar igualmente los datos de configuración, que son necesarios para la configuración de los respectivos aparatos en relación con aspectos tanto lógicos como físicos del intercambio de datos entre los aparatos y el controlador.

60 Por consiguiente, ya se encuentra en el controlador 200, sin que esto se represente explícitamente en las figuras 3b y 3c, además del código de programa correspondiente también un catálogo de aparatos, como ya se describe anteriormente en conexión con la figura 3a.

65 Para poder configurar los aparatos de la instalación representados en la figura 3c y en particular el aparato X2 en relación con aspectos lógicos del intercambio de datos, el controlador 200 requiere la introducción de información

relevante para la configuración por el personal operativo. En relación con esto último, puede utilizarse el terminal 400 de visualización conectado con el controlador 200 como unidad de manejo, para indicar que ahora el aparato X2 se encuentra en la instalación, pudiendo recurrir el personal operativo a los datos de descripción contenidos en el catálogo de aparatos para el tipo de aparato del aparato X2 y por consiguiente preferiblemente ya solo necesita indicar los nombres de aparatos definidos, con lo que puede incorporarse en primer lugar un conjunto de datos de aparatos generado por el controlador 200 en respuesta a esta información para el aparato X2 en la lista de aparatos.

El segmento de programa correspondiente para generar y añadir un conjunto de datos de aparatos para el aparato "X2", del tipo de aparatos "convertidor de frecuencia", del tipo de aparatos "Tipo 2" y del fabricante "HS 23" con un tiempo de actualización de "1 ms" podría asemejarse para el tiempo de funcionamiento por ejemplo a lo siguiente:

```
FB_CreateLogDevice("X2", "convertidor de frecuencia", "Tipo 2", "HS 23", "1 ms");
```

El personal operativo puede utilizar además el terminal 400 de visualización conectado con el controlador 200 para indicar información en relación con la asociación de IO, dado que el aparato X2 presenta otro modo de conexión de los datos de proceso o de IO.

Una sección de programa para la generación de vínculos correspondientes entre una variable "régimen teórico" del programa 10 de controlador y una dirección de datos de proceso del aparato X2, que ahora está contenido en la lista de aparatos, podría representarse para el tiempo de funcionamiento por ejemplo tal como sigue:

```
FB_CreateIOConnection("régimen teórico", "X2", "Dirección 8.2");
```

Para poder configurar los aparatos de la instalación representados en la figura 3c también en relación con aspectos físicos del intercambio de datos, debe indicarse al controlador 200 todavía que ahora, en lugar del aparato X1, el aparato X2 está conectado con su puerto 2 con el puerto 1 del aparato B. Para ello, pueden usarse por un lado el terminal 400 de visualización y por otro lado la información de los conjuntos de datos de la lista de aparatos, de modo que el personal operativo preferiblemente ya solo necesita seleccionar los correspondientes aparatos e interfaces de red.

El segmento de programa correspondiente para el procesamiento posterior de la información relevante para la configuración indicada por el personal operativo y la generación de una topología teórica correspondiente podría asemejarse para el tiempo de funcionamiento por ejemplo a lo siguiente:

```
FB_AddDevice("PLC");
FB_AddDevice("A");
FB_AddDevice("B");
FB_AddDevice("X2");
FB_AddConnection("PLC", "1", "A", "2");
FB_AddConnection("A", "1", "B", "2");
FB_AddConnection("B", "1", "X2", "2");
```

Por lo demás, tiene lugar una comprobación de plausibilidad de la topología teórica generada en el controlador 200. Además, tiene lugar una comprobación de la topología teórica con respecto a la topología real presente. Para el caso de fallo, estaría disponible en cada caso una información de diagnóstico correspondiente, que puede emitirse por ejemplo a través del terminal 400 de visualización conectado con el controlador 200.

Además, los parámetros de comunicación de RTE necesarios, por ejemplo instantes de envío y recepción de telegramas de datos, se calculan por el controlador 200.

Finalmente, los datos de configuración planificados y generados o calculados por el controlador 200 se transmiten a los abonados adicionales de la red, es decir a los aparatos A, B y X2, obteniendo cada abonado el subconjunto de datos de configuración relevante para el mismo.

A continuación puede activarse el funcionamiento de la instalación con los aparatos según la figura 3c.

La figura 4 muestra finalmente la construcción topológica de una estructura de red según la invención. A este respecto, los abonados A a J de red están dispuestos según la especificación teórica del sistema de ingeniería, por ejemplo en la figura 4 los abonados A a I de red se encuentran en una estructura topológica de anillo. Las longitudes de las conducciones L1 a L11 están preferiblemente predeterminadas y se almacenan a efectos de la sincronización temporal en los abonados de red adyacentes en cada caso. Entre dos abonados de red puede encontrarse una conducción de red, como se muestra por ejemplo entre los abonados B y C de red a través de L2, igualmente pueden conectarse varias conducciones de conexión de red, como se muestra en la figura 4 entre los abonados C y D de red a través de las conducciones L3 y L4.

Según la invención, los abonados de red, por ejemplo los A a J en la figura 4, están dotados de un equipamiento,

que permite que cada aparato en sí compare los aparatos adyacentes (teóricos) planificados, predeterminados por el sistema de ingeniería así como las interfaces de red (teóricas) predeterminadas posiblemente del mismo modo allí con los aparatos adyacentes (reales) disponibles y usados y las interfaces de red (reales) correspondientes. El equipamiento compara ahora los aparatos adyacentes (teóricos) disponibles con los aparatos adyacentes (teóricos) predeterminados en el sistema de ingeniería. Mediante el equipamiento según la invención se permite ahora un arranque o funcionamiento de la red también cuando los aparatos adyacentes (reales) instalados no están conectados a las interfaces de red (teóricas) posiblemente predeterminadas de los abonados de red. Sin embargo, se impide un funcionamiento de la red cuando los aparatos adyacentes (teóricos) no son idénticos a los aparatos adyacentes (reales) instalados.

Para el uso y/o la instalación del equipamiento según la invención en una red convencional, que está construido por ejemplo según el estándar PROFInet-IRT, ni tiene que ampliarse a este respecto el estándar PROFInet ni tienen que modificarse los sistemas de ingeniería. Con ello, se simplifica el manejo durante la instalación o durante el mantenimiento y cambio de aparatos mediante el equipamiento según la invención.

En el caso de la planificación de una topología teórica de redes que van a estructurarse de nuevo, puede prescindirse además ya en el sistema de ingeniería de una disposición teórica exacta de las interfaces de red. Solo se registra qué aparatos se conectan con aparatos adyacentes correspondientes, por ejemplo se predefinen en la disposición a modo de ejemplo según la figura 4 los aparatos E y H como aparatos adyacentes con respecto al aparato G. Preferiblemente, se predeterminan igualmente las longitudes de conducción de las conducciones L8 y L9 de conexión, únicamente no se fija la conexión por medio de las interfaces 1 ó 2 de red del abonado G de red. El abonado E de red no entorpecerá entonces el funcionamiento de la red cuando se conecta a la interfaz 1, aunque podría estar previsto para la interfaz 2. Como en el caso de los abonados C y D de red puede proporcionarse también un número de conexiones de conducción entre los abonados de red, aunque es igual que si la conducción L4 está conectada por ejemplo al abonado C de red a través de una de las interfaces 1 a 4 con el aparato D. Igualmente, es concebible que la conducción L3 esté conectada desde la interfaz 2 ó 3 del abonado D de red con una de las interfaces 1 a 4 de red del abonado C de red. Con ello, la libertad según la invención de la elección de interfaz simplifica claramente el manejo durante la instalación o durante el mantenimiento y cambio de aparatos con respecto a la conexión convencional según el estándar PROFInet-IRT.

Para el experto es evidente que las formas de realización descritas anteriormente deben entenderse a modo de ejemplo, y la invención no está limitada a las mismas, sino que puede variarse de múltiples maneras, sin abandonar la invención. Además, es evidente que las características, independientemente de si se dan a conocer en la descripción, las reivindicaciones, las figuras o en otra parte, también definen individualmente componentes esenciales de la invención, aún cuando se describan comúnmente junto con otras características.

REIVINDICACIONES

1. Red en tiempo real planificada de manera topológica independiente de puerto con una configuración (40) teórica de la topología de red para el uso en redes industriales para la transmisión de datos de tiempo crítico en instalaciones de automatización (de procesos) con al menos un primer abonado (J) de red y un abonado (B, C, D, E, F, G, H, I) de red adicional con en cada caso al menos una interfaz (1, 2, 3, 4) de red para la conexión del primer abonado de red y el abonado de red adicional con la red industrial, de modo que el primer abonado de red y el abonado de red adicional son abonados de la red en tiempo real común, caracterizada porque para el primer abonado de red y el abonado de red adicional está definida con la configuración teórica de la topología de red solo una especificación teórica de la proximidad al menos del primer abonado de red y del abonado de red adicional, el primer abonado de red y el abonado de red adicional realizan de manera automática una verificación de los aparatos adyacentes teóricos planificados con los aparatos adyacentes reales instalados mediante la configuración teórica de la topología de red y en el caso de una coincidencia de la proximidad determina la aplicación de los parámetros de comunicación en la al menos una interfaz de red del primer abonado de red o del abonado de red adicional y porque la verificación mediante el primer abonado de red y el abonado de red adicional libera en el caso de una coincidencia de la proximidad la conexión de red entre abonados de red adyacentes.
2. Red en tiempo real planificada de manera topológica independiente de puerto según la reivindicación 1, con medios para configurar al menos el primer abonado (J) de red en relación con el intercambio de datos a través de la red según un estado teórico, conectándose el primer abonado de red a través de la red con un dispositivo (200), que esté programado de tal manera que genera en respuesta a al menos una información relevante para la configuración indicada por un personal operativo un conjunto de datos de configuración requeridos para configurar al menos el primer abonado de red y comunica al menos un subconjunto de este conjunto generado de datos de configuración al primer abonado de red a través de la red.
3. Red en tiempo real planificada de manera topológica independiente de puerto según la reivindicación 2, comprendiendo el dispositivo (200) Medios para el procesamiento de datos y para ejecutar código de programa así como medios para el intercambio de datos con el abonado (B, C, D, E, F, G, H, I) de red adicional, con el que está conectado el dispositivo a través de la red, estando programado el dispositivo para configurar al menos el abonado de red adicional en relación con el intercambio de datos a través de la red según un estado teórico y generando el dispositivo en respuesta a al menos una información relevante para la configuración indicada por un personal operativo un conjunto de datos de configuración requeridos para configurar al menos el abonado de red adicional y comunicando al menos un subconjunto de este conjunto generado de datos de configuración al abonado de red adicional a través de la red.
4. Red en tiempo real planificada de manera topológica independiente de puerto según la reivindicación 3, pudiendo indicarse por el personal operativo la al menos una información relevante para la configuración por medio de una interfaz (400) hombre-máquina asociada al dispositivo (200), en particular por medio de una unidad operativa, conectada con el dispositivo, con medios de introducción y emisión.
5. Red en tiempo real planificada de manera topológica independiente de puerto según una de las reivindicaciones 3 ó 4, estando programado el dispositivo (200) para configurar al menos el abonado (B, C, D, E, F, G, H, I) de red adicional en relación con aspectos lógicos y/o físicos del intercambio de datos a través de la red.
6. Red en tiempo real planificada de manera topológica independiente de puerto según la reivindicación 5, comprendiendo el conjunto de los datos de configuración generados y requeridos para configurar al menos el abonado (B, C, D, E, F, G, H, I) de red adicional en relación con aspectos físicos la configuración (40) teórica de la topología de red para la red.
7. Red en tiempo real planificada de manera topológica independiente de puerto según una de las reivindicaciones 3 a 6, estando configurados los medios para el intercambio de datos para un intercambio de datos cíclico a través de la red.
8. Red en tiempo real planificada de manera topológica independiente de puerto según una de las reivindicaciones 3 a 7, estando configurados los medios para el intercambio de datos para un intercambio de datos limitado en tiempo real a través de la red y estando programado el dispositivo en particular para configurar al menos el abonado (B, C, D, E, F, G, H, I) de red adicional en relación con un intercambio de datos limitado en tiempo real a través de la red.

- 5 9. Red en tiempo real planificada de manera topológica independiente de puerto según una de las reivindicaciones 3 a 8, estando configurados los medios para el intercambio de datos para un intercambio de datos sincronizado por temporizador a través de la red y estando programado el dispositivo (200) para configurar al menos el abonado (B, C, D, E, F, G, H, I) de red adicional en relación con un intercambio de datos sincronizado por temporizador a través de la red.
- 10 10. Red en tiempo real planificada de manera topológica independiente de puerto según una de las reivindicaciones 3 a 9, estando configurados los medios para el intercambio de datos para un intercambio de datos a través de la red según la especificación Profinet IRT.
- 15 11. Red en tiempo real planificada de manera topológica independiente de puerto según la reivindicación anterior, comprendiendo el conjunto de los datos de configuración generados y requeridos para configurar al menos el abonado de red adicional un conjunto de parámetros específicos de RTE calculados por el dispositivo (200).
- 20 12. Red en tiempo real planificada de manera topológica independiente de puerto según la reivindicación anterior, seleccionando el dispositivo (200) una cantidad de información relevante para la configuración de la red y/o del abonado (B, C, D, E, F, G, H, I) de red adicional, generando basándose en la misma el conjunto de datos de configuración requeridos para configurar al menos el abonado de red adicional y comunicando en respuesta a al menos una información relevante para la configuración indicada por el personal operativo al menos un subconjunto de este conjunto generado de datos de configuración al abonado de red adicional a través de la red.
- 25 13. Red en tiempo real planificada de manera topológica independiente de puerto según una de las reivindicaciones 11 ó 12, verificando el dispositivo (200) el conjunto de los datos de configuración generados y requeridos para configurar al menos el abonado (B, C, D, E, F, G, H, I) adicional en primer lugar en cuanto a la plausibilidad en sí mismo, antes de que comunique al menos un subconjunto de este conjunto generado de datos de configuración al abonado de red adicional a través de la red.
- 30 14. Red en tiempo real planificada de manera topológica independiente de puerto según una de las reivindicaciones 11 a 13, verificando el dispositivo (200) el conjunto de los datos de configuración generados y requeridos para configurar al menos el abonado (B, C, D, E, F, G, H, I) adicional en primer lugar en cuanto a la plausibilidad en relación con el estado real de la red y al menos del abonado de red adicional, antes de que comunique al menos un subconjunto de este conjunto generado de datos de configuración al abonado de red adicional a través de la red.
- 35 15. Red en tiempo real planificada de manera topológica independiente de puerto según una de las reivindicaciones 11 a 14, estando programado el dispositivo (200) para configurar en sí mismo por medio de al menos un subconjunto del conjunto generado de datos de configuración en relación con el intercambio de datos a través de la red.
- 40 16. Red en tiempo real planificada de manera topológica independiente de puerto según una de las reivindicaciones 11 a 15, estando programado el dispositivo (200) para controlar tras la configuración el abonado (B, C, D, E, F, G, H, I) de red adicional, y
- 45 siendo el dispositivo en particular un controlador lógico programable.
- 50 17. Soporte de datos con un código de programa almacenado en el mismo para la programación de un dispositivo (200), que genera en respuesta a al menos una información relevante para la configuración indicada por un personal operativo un conjunto de datos de configuración requeridos para configurar al menos el primer abonado de red y comunica al menos un subconjunto de este conjunto generado de datos de configuración al primer abonado de red a través de la red,
- 55 comprendiendo el código de programa
- 60 - para al menos un primer abonado (J) de red y un abonado (B, C, D, E, F, G, H, I) de red adicional una lista (20, 50) de abonados o aparatos con en cada caso un conjunto de datos de aparatos para el respectivo abonado de red, comprendiendo el conjunto de datos de aparatos un conjunto de información, que describe el respectivo abonado de red,
- módulos de funcionamiento para añadir y conectar el primer abonado de red y el abonado de red adicional y
- 65 - código de programa de un programa de configuración para la configuración del primer abonado de red y del abonado de red adicional,

5 de tal manera que el primer abonado de red y el abonado de red adicional realizan de manera automática una verificación de los aparatos adyacentes teóricos planificados con los aparatos adyacentes reales instalados mediante una configuración teórica de la topología de red y en el caso de una coincidencia de la proximidad determina la aplicación de parámetros de comunicación en al menos una interfaz de red del primer abonado de red o del abonado de red adicional y

10 que la verificación mediante el primer abonado de red y el abonado de red adicional libera en el caso de una coincidencia de la proximidad la conexión de red entre abonados de red adyacentes.

Estado de la técnica

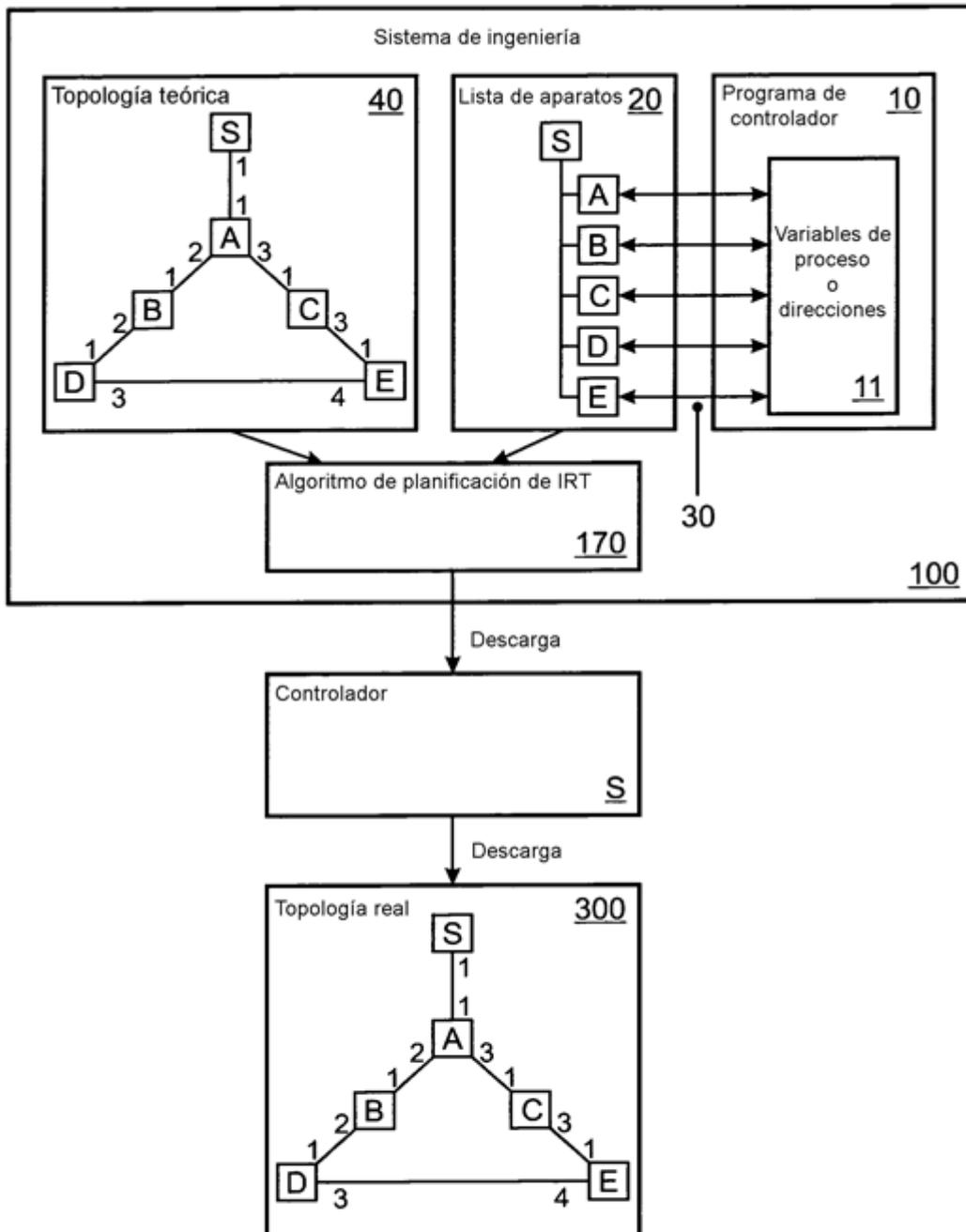


Fig. 1

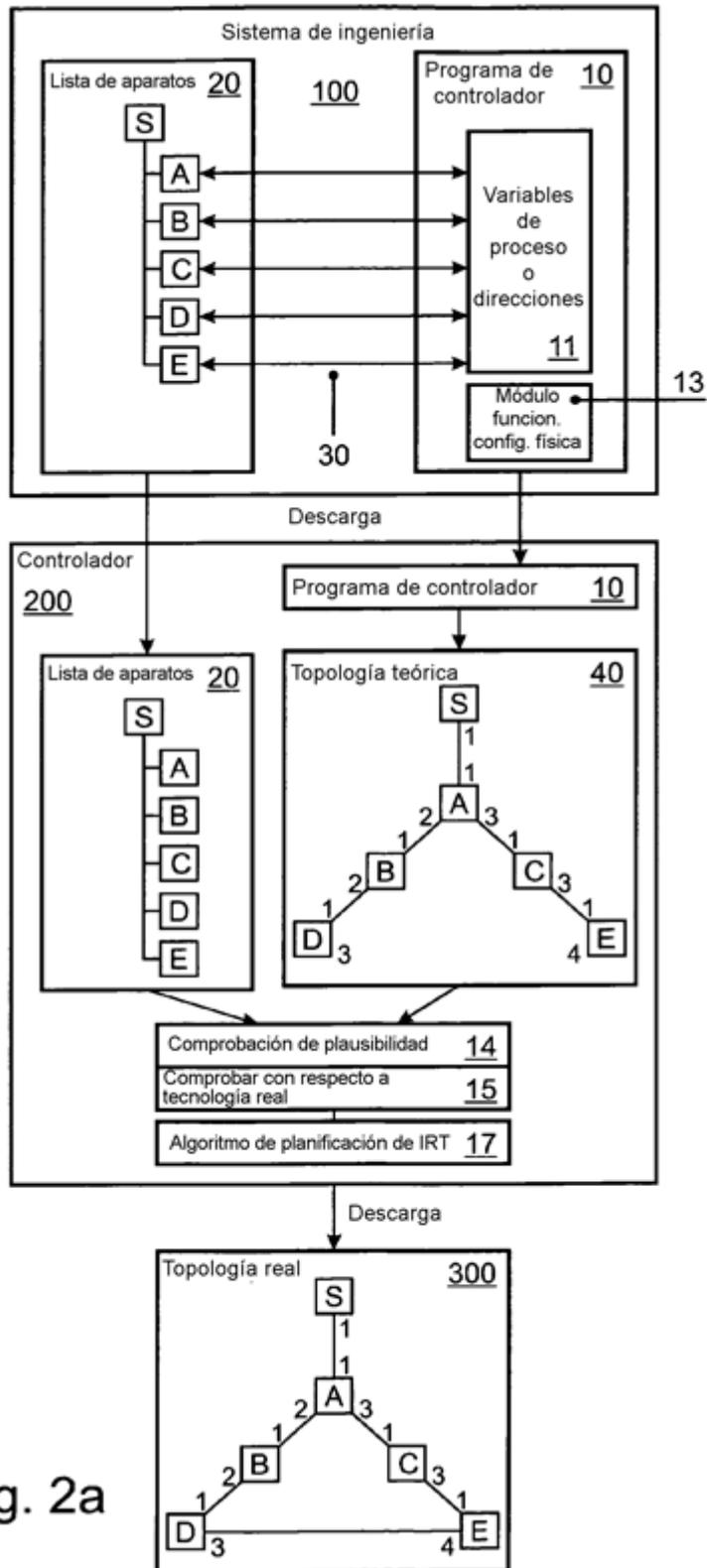


Fig. 2a

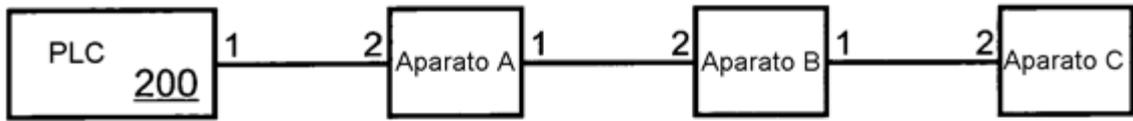


Fig. 2b

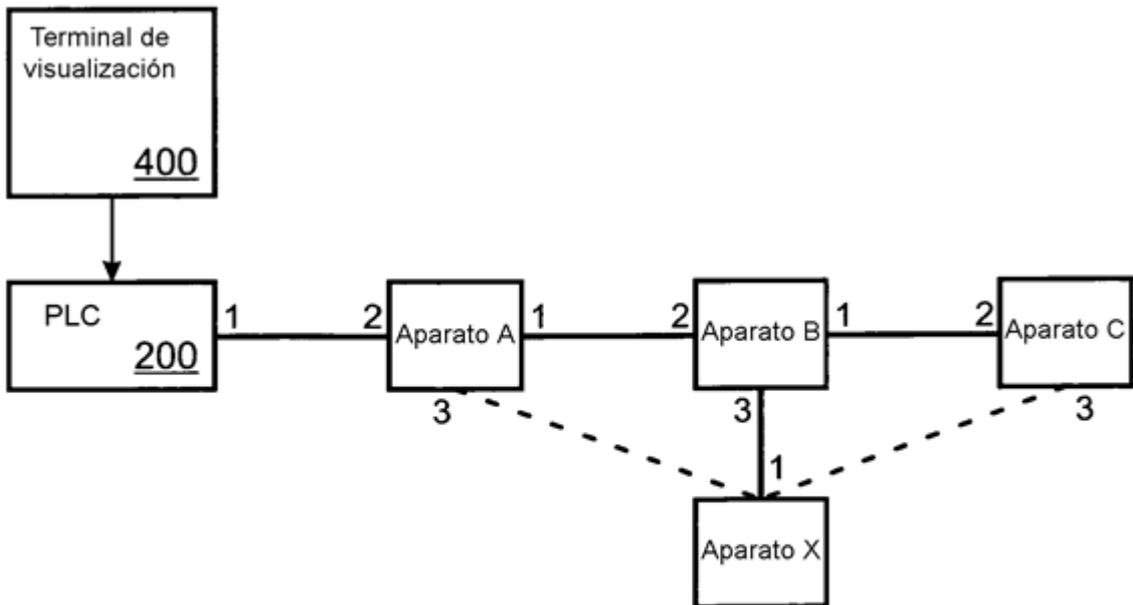


Fig. 2c

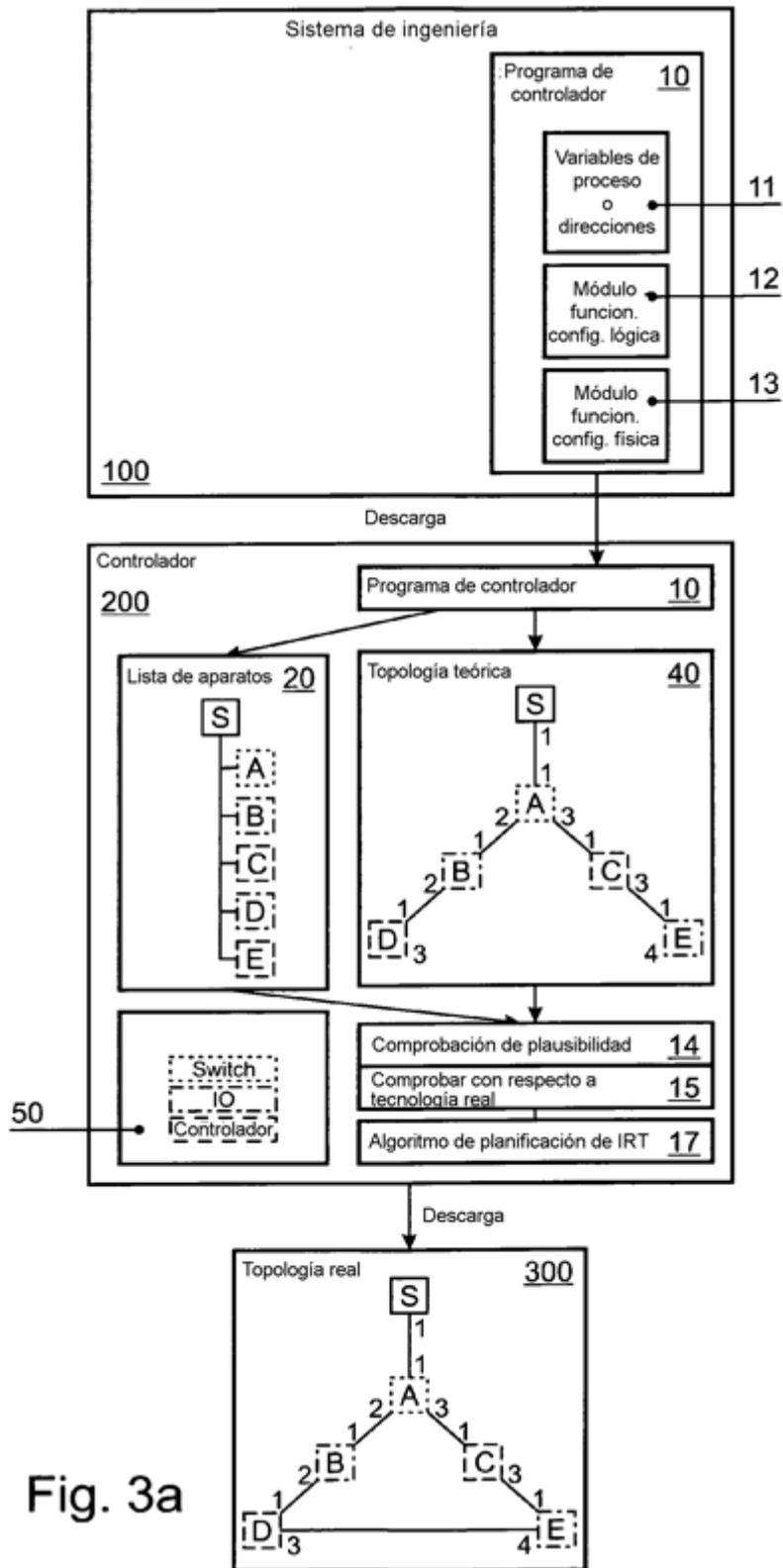


Fig. 3a

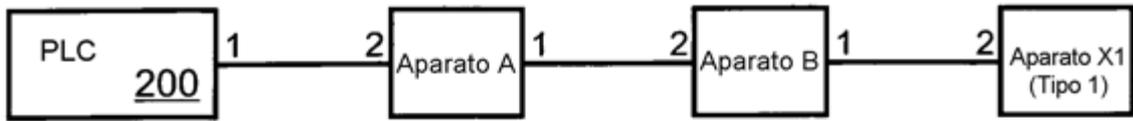


Fig. 3b

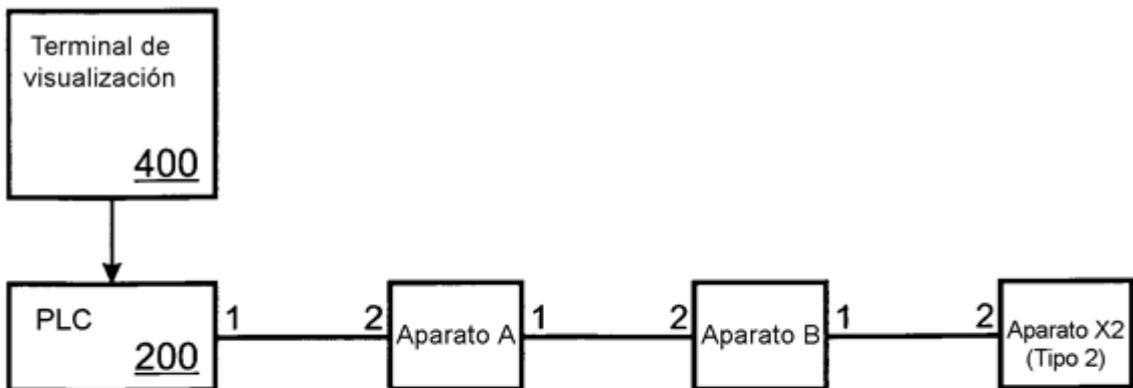


Fig. 3c

Fig. 4

