

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 980 428**

51 Int. Cl.:

G05B 19/418 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2019** **E 19305111 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2024** **EP 3690576**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para controlar una conexión redundante en una red plana**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.10.2024

73 Titular/es:

SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
(100.0%)
35 Rue Joseph Monier
92500 Rueil Malmaison, FR

72 Inventor/es:

ADRAGNA, JEAN-JACQUES;
BARBIER, KÉVIN;
BRÜCK, ANTOINE;
EROJIRAO, ABHIJITH;
GARCIA MARTIN, FRANCISCO y
BUCHET, YANNICK

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 980 428 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo y procedimiento para controlar una conexión redundante en una red plana

La presente invención se refiere a un procedimiento para controlar una conexión redundante en una red plana y a una arquitectura de sistema que permite un control de este tipo.

5 **Antecedentes**

Los sistemas de automatización industrial están provistos para realizar, controlar y supervisar procesos industriales. Estos sistemas de automatización se construyen a partir de múltiples dispositivos, tales como Controladores Lógicos Programables (PLC), Controladores de Automatización Programables (PAC), dispositivos de entrada/salida (dispositivos E/S), dispositivos de campo (por ejemplo, sensores y actuadores), interconectados por medio de una red OT de tecnología operativa, es decir, una red de dispositivos industriales, que utiliza protocolos industriales tales como Modbus, ODVA EtherNet/IP, Profinet, etc. Tales sistemas de automatización también suelen estar conectados comúnmente a una red informática IT de Tecnología de Información empresarial, es decir, una red de sala de control, que utiliza protocolos informáticos comunes sobre TCP/IP y Ethernet IEEE 802.3 para el intercambio de datos y señales, por ejemplo, con sistemas ERP u otros sistemas de gestión de datos. Estos sistemas de automatización industrial y sistemas empresariales suelen estar unidos y supervisados desde una sala de control.

Haciendo referencia a la figura 1, se muestra un primer ejemplo de una configuración 100 en la que una red de sala de control 110 está conectada con una red de dispositivos industriales 120. La red de sala de control 110 incluye un sistema informático principal 111 y un conmutador de Capa 2 112. La red de dispositivos incluye dos dispositivos de campo 123, 124, un PLC primario 121, un PLC secundario 122 y un conmutador de Capa 2 125. Los PLC 121, 122 y los dispositivos de campo 123, 124 están conectados en una topología de bucles de conexión en cadena, indicados en las figuras por puertos cuadrados y enlaces de cables. El PLC secundario 122 se proporciona por razones de redundancia en caso de que el PLC primario 121 falle y tiene como objetivo facilitar una alta disponibilidad del sistema de control. Además de las conexiones para el intercambio de datos dentro de la red, los dos PLC 121, 122 están conectados por medio de un enlace dedicado 128 para gestionar la conmutación por error.

La red de dispositivos 120 utiliza uno de los protocolos industriales conocidos, como Modbus, mientras que la red de control 110 utiliza un protocolo IT común sobre IEEE 802.3 Ethernet. Para la conexión entre el conmutador 112 de la red de control 110 y el conmutador 125 de la red de dispositivos se utiliza el protocolo Ethernet. El conmutador 125 proporciona entonces la comunicación dentro de la red de dispositivos 120. Como ambos PLC forman parte de la misma cadena, el conmutador 125 detecta los bucles para evitar una denominada tormenta de emisión en la que los mensajes de comunicación se reenvían continuamente como indica la X negra en un puerto del dispositivo de campo 123.

En general, un conmutador opera en la Capa 2 del modelo OSI y está equipado con múltiples puertos para proporcionar conexiones entre varios dispositivos dentro de una Red de Área Local LAN. Se pueden utilizar varios protocolos para transmitir mensajes a través del IEEE 802.3, comúnmente conocido como Ethernet. En consecuencia, los puertos del conmutador pueden denominarse puertos Ethernet.

La configuración de la figura 1, que utiliza únicamente conmutadores para interconectarse, se conoce comúnmente como arquitectura de red plana, que tiene la ventaja de proporcionar transparencia y facilidad de gestión del control. No hay estructura jerárquica ni medios para enrutar el tráfico. Un inconveniente de la configuración 100 de la figura 1 es que sólo hay una conexión entre las redes y que no se puede añadir ninguna otra conexión para mejorar la redundancia sin aumentar la complejidad para hacer frente a la necesidad de enrutamiento.

Haciendo referencia a la figura 2, se muestra un segundo ejemplo de una configuración 200 en el que la red de control 210 está conectada con la red de dispositivos 220. De nuevo, la red de control 210 incluye el sistema informático principal 211 y un conmutador 212. La red de dispositivos incluye dos dispositivos de campo 223, 224, un PLC primario 221 y un PLC secundario 222. Los PLC 221, 222 y los dispositivos de campo 223, 224 están conectados en una topología de bucle en cadena. Una vez más, con el fin de facilitar una alta disponibilidad del sistema de control, el PLC secundario 222 se proporciona por razones de redundancia en caso de que el PLC primario 221 falle. Además, los dos PLC 121, 122 están conectados por medio de un enlace dedicado 228 para gestionar la conmutación por error.

No hay ningún conmutador en la red de dispositivos, y el PLC primario 221 y el PLC secundario 222 están conectados por separado al conmutador de la sala de control 212, lo que aumenta el nivel de redundancia y reduce la cantidad de equipos necesarios. En esta configuración, la detección de bucle debe proporcionarse en el conmutador 212 para evitar una tormenta de emisión amplia. Por lo tanto, esto requiere que el conmutador 212 proporcione detección de bucle, como por ejemplo mediante un Protocolo de Árbol de Expansión STP. Un Protocolo de Árbol de Expansión tiene como objetivo crear una topología lógica libre de bucles para las redes Ethernet desactivando los enlaces que no forman parte del árbol. Sin embargo, esto introduce una complejidad y unos costes no deseados.

55 **Sumario de la invención**

Un objeto de la invención es proporcionar conexiones redundantes entre una red de dispositivos y una red de control en una arquitectura de red plana.

De acuerdo con la invención, este objeto se consigue proporcionando un sistema para controlar una conexión redundante en una arquitectura de red plana de acuerdo con la reivindicación 1, así como un procedimiento para controlar una conexión redundante en una arquitectura de red plana de acuerdo con la reivindicación 10.

Otros objetos, aspectos, efectos y detalles de realizaciones particulares de la invención se describen en la descripción detallada que sigue de un número de realizaciones ejemplares, con referencia a los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

A modo de ejemplo únicamente, las realizaciones de la presente divulgación se describirán con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

la figura 1 ilustra esquemáticamente un ejemplo del estado de la técnica de una configuración de red plana;

la figura 2 ilustra esquemáticamente otro ejemplo del estado de la técnica de una configuración de red plana;

la figura 3 ilustra un ejemplo de configuración de red plana de acuerdo con la invención; y

la figura 4 ilustra un ejemplo de un procedimiento de acuerdo con la invención;

Descripción detallada

Haciendo referencia a la figura 3, se muestra un ejemplo de una configuración IT-OT 300 de acuerdo con la invención. La configuración IT-OT 300 incluye una red de control 310 y una red de dispositivos 320. La red de control 310 incluye un sistema informático principal 311 y un conmutador de Capa 2 312. La red de dispositivos incluye dos dispositivos de campo 323, 324, un PLC primario 321 y un conmutador primario 326, y un PLC secundario 322 y un conmutador secundario 327. En este ejemplo los conmutadores se muestran como dispositivos separados, en otros ejemplos pueden estar integrados respectivamente dentro de los PLC primario y secundario 321, 322. El PLC primario 321 y el conmutador 326, el PLC secundario 322 y el conmutador 327, y los dispositivos de campo 323, 324 están conectados en una topología de bucle de conexión en cadena. Además de las conexiones para la red de control, los PLC también se conectan por medio de una conexión dedicada 328, tal como una conexión redundante punto a punto basada en fibra óptica, un bus de plano posterior, un enlace Ethernet propietario o un bus de campo.

El PLC secundario 322 se proporciona por razones de redundancia en caso de que el PLC primario 321 falle y tiene como objetivo facilitar una alta disponibilidad del sistema de control. Esto se conoce como un sistema de alta disponibilidad con una configuración de espera en caliente, lo que significa que ambos PLC 321, 322 están energizados, pero sólo uno ejecuta realmente los programas aplicables. En caso de que el PLC primario 321 falle, se iniciará un proceso de conmutación por error para que el PLC secundario 322 asuma la ejecución del programa aplicable. La detección de fallos puede incluir el uso de, por ejemplo, una señal de latido u otros medios conocidos para supervisar el funcionamiento. Además, durante el funcionamiento normal, los datos activos del PLC primario 321 suelen intercambiarse con el PLC secundario 322 para garantizar que pueda asumir la ejecución de los programas aplicables de inmediato en caso de fallo. En el ejemplo de la figura 3, el sistema de alta disponibilidad se considera espera en caliente, ya que un PLC redundante ya está operativo y dispone de datos válidos actuales. En otros ejemplos, la configuración puede ser de espera en caliente o en frío cuando, por ejemplo, los datos del PLC redundante deben actualizarse por primera vez o cuando el PLC redundante debe ponerse en marcha por primera vez en caso de conmutación por error.

La red de control 310 y la red de dispositivos 320 están conectadas por medio de dos conexiones separadas, es decir, enlaces entre el conmutador de Capa 2 312 y los conmutadores 326, 327; un enlace primario entre el conmutador 312 y el conmutador primario 326 y un enlace secundario entre el conmutador 312 y el conmutador secundario 327. Esto aumenta el nivel de redundancia y reduce la cantidad de equipos complejos, inteligentes y caros que se necesitan.

La red de dispositivos 320 utiliza uno de los protocolos industriales conocidos, como Modbus, mientras que la red de control 310 utiliza un protocolo informático común sobre IEEE 802.3 Ethernet. Puesto que se utilizan meros conmutadores 326, 327 que operan en la capa 2 de enlace de datos de acuerdo con el modelo OSI en lugar de una pasarela más inteligente que opera en la capa 3 de red de acuerdo con el modelo OSI, y debido a la topología de bucle en cadena, existe el riesgo de que se produzca una tormenta de emisión.

Por lo tanto, el PLC secundario 322 está dispuesto para habilitar y deshabilitar lógicamente el puerto 327a del conmutador secundario 327 que está conectado al conmutador 312 de la red de control 310. Preferiblemente, el PLC secundario 322 también está dispuesto para habilitar y deshabilitar lógicamente el puerto 326a del conmutador primario 326. Esto último se aplica sobre todo a las configuraciones con conmutadores externos a los PLC. Por lo tanto, el PLC secundario 322 controla el funcionamiento del puerto Ethernet del conmutador secundario 327a. Y preferiblemente también el puerto Ethernet 326a del conmutador primario. La habilitación o deshabilitación lógica de un puerto puede establecerse, por ejemplo, controlando la base de datos MAC del conmutador correspondiente u otros registros relevantes.

Se hace notar que el enlace primario y el secundario entre los conmutadores 326, 327 y el conmutador de capa 2 312 pueden estar ambos enlazados, mientras que para sólo uno de los conmutadores 326, 327, se habilita una conexión lógica.

5 De esta manera, haciendo referencia a la figura 4, en caso de que se detecte un fallo del PLC 321 primario 401, se inicia un proceso de conmutación por error 402 y el puerto Ethernet del conmutador secundario se habilita 403 y el puerto Ethernet del conmutador primario se deshabilita 404. El procedimiento puede incluir además informar 405 a la red de control de que ha concluido un proceso de fallo.

10 Más en general, si el fallo es de naturaleza lógica o de software, como por ejemplo debido a un cálculo defectuoso o a un comando de usuario, un PLC averiado puede entrar en un estado de retroceso o de seguridad definido por un usuario. En otros ejemplos podría ocurrir que un PLC averiado se reiniciara solo. Además, también puede reiniciar el conmutador primario. A partir de entonces, puede funcionar como PLC secundario en espera en caliente. O puede iniciar un proceso para volver a ser el PLC principal. Si el fallo es de hardware, es necesario enviar una alerta para que un operario pueda proceder a la sustitución del dispositivo defectuoso.

15 Como se comprenderá, una vez que el proceso de conmutación por error ha finalizado y el PLC secundario en espera ha asumido la función y las tareas, el PLC secundario operará como el PLC primario. Y una vez que se ha solucionado el fallo del PLC anteriormente primario, el PLC anteriormente primario puede empezar a funcionar como el PLC secundario.

20 Aparte del fallo del propio PLC primario 321, también puede fallar el conmutador primario 326 o el enlace primario con el conmutador 312. Con el fin de monitorizar esto, los PLCs primario y secundario 321, 322 pueden utilizar, por ejemplo, el Protocolo Simple de Gestión de Red SNMP para monitorizar los conmutadores 326, 327 y sus enlaces al conmutador 312. Por consiguiente, el PLC primario puede detectar un fallo en la conexión primaria, ya sea de conmutación o de enlace, y decidir iniciar el proceso de conmutación por error. Por lo tanto, puede ocurrir que el PLC primario 321 o el PLC secundario 322 o ambos PLC 321, 322 decidan iniciar el proceso de conmutación por error. Más en general, esto depende del estado de cada PLC, en el que operan como iguales uno del otro.

25 En general, un concentrador o conmutador puede aprender la red en la que está operando almacenando cada dirección MAC de origen como se ha mencionada en una trama entrante recibida en un puerto particular; creando de esta manera una base de datos MAC que asocia puertos y direcciones MAC. Si la dirección MAC de destino aún no se conoce en la base de datos, una trama entrante inunda todos los demás puertos del conmutador, excluyendo el puerto en el que se recibió la trama entrante. Como normalmente sólo responderá un dispositivo y mencionará su dirección MAC de origen, se puede almacenar una nueva asociación de puerto y dirección MAC. En caso de que exista un bucle físico, una trama entrante se enviará a través de uno o más puertos, pero también volverá a entrar debido al bucle. Cuando la trama se reenvía de nuevo, repetidamente, la trama estará ciclando el bucle, reduciendo la capacidad hasta que finalmente el conmutador empieza a dejar caer marcos y se vuelve poco fiable.

35 Como en el ejemplo de la figura 2, podría aplicarse un Protocolo de Árbol de Expansión o un protocolo de detección de bucles. Sin embargo, volvería a introducir riesgos similares de aislamiento de segmentos de red y ciberseguridad. Además, estos Protocolos de Árbol de Expansión pueden funcionar con demasiada lentitud en infraestructuras grandes y complejas.

40 En consecuencia, configurar al menos el PLC secundario, o tanto el PLC primario como el secundario, para poder habilitar y deshabilitar lógicamente puertos de conmutación respectivos permite prevenir la tormenta de emisión. Y elimina la necesidad de medidas adicionales, en forma de protocolos, gestión y/o dispositivos más inteligentes y costosos. De este modo, se puede utilizar un conmutador sencillo y gestionado que funcione en la Capa 2 de enlace de datos de acuerdo con el modelo OSI para habilitar un enlace secundario para mejorar la redundancia.

45 Las configuraciones de red plana IT-OT y los procedimientos divulgados aumentan la redundancia para la ocurrencia de un único fallo, lo que significa que sólo uno de los enlaces entre IT, la red de control 310, y OT, la red de dispositivos 320, falla. Aunque no es muy probable que se produzca un fallo doble, es decir, que ambos enlaces fallen simultáneamente, esto puede solucionarse ampliando el número de enlaces entre las redes de TI y OT.

Dependiendo de la disposición, es decir, de la configuración y del equipo utilizado, el PLC secundario 322 puede utilizar varias maneras diferentes de configurar el puerto de conmutación 327a, como se explicará a continuación.

1. Utilización de un protocolo de control de acceso a la red basado en puertos, tal como IEEE 802.1X:

50 El control de acceso a la red basado en puertos se utiliza para permitir sólo cierto tráfico en un puerto en particular, básicamente sólo el tráfico relacionado con un protocolo de autenticación, el resto del tráfico es bloqueado. Para IEEE 802.1X por ejemplo, esto requiere un solicitante que quiere conectar, en el ejemplo de la figura 3, el conmutador 312, un autenticador que actúa como guardia, en figura 3 el conmutador secundario 327, y un servidor de autenticación, PLC secundario 327 en la figura3, que valida las credenciales del solicitante, que es el conmutador 312. Si se inicia el proceso de conmutación por error, el puerto 327a del conmutador secundario 327 al que está vinculado el conmutador 312 se habilitará mediante la validación de las credenciales del conmutador 312.

2. Utilización de un protocolo propietario para configurar un conmutador de forma remota.

5 Algunos fabricantes de dispositivos de red proporcionan protocolos propietarios para configurar remotamente los equipos de red. Por ejemplo, un protocolo propietario de este tipo puede utilizar tramas Ethernet para transmitir nuevas configuraciones. En ese caso, el equipo está provisto de hardware dedicado para procesar los comandos remotos incluidos en las tramas Ethernet transmitidas; en respuesta a lo cual se adaptan los ajustes del dispositivo de red.

3. Utilización de PLC con conmutador integrado

10 En caso de que un conmutador esté integrado con un PLC, el PLC puede leer y escribir directamente en los registros IC del circuito integrado del conmutador. En consecuencia, en la conmutación por error, el PLC secundario puede cambiar la configuración lógica del puerto de conmutación secundario habilitándolo en el registro. Como en una configuración de este tipo, el fallo del PLC primario también afecta al conmutador primario, puede que no sea necesario desactivar el conmutador primario.

En los ejemplos anteriores descritos en relación con la figura 3, los controladores lógicos programables PLC actuaron como dispositivos de control. En otros ejemplos, pueden utilizarse otros dispositivos de control adecuados, tales como controladores de automatización programables (PAC) o controladores integrados.

15 Aunque en los ejemplos anteriores descritos en relación con la figura 3, los dispositivos de control 321, 322 pueden ser funcionalmente idénticos, se puede entender que se pueden desplegar diferentes tipos de dispositivos de control dentro de la misma red de dispositivos. Por ejemplo, el dispositivo de control secundario que tiene un conmutador integrado con un dispositivo de control primario configurado para utilizar tramas Ethernet o control de acceso a la red basado en puertos para habilitar y deshabilitar el puerto del conmutador primario. Por lo tanto, independientemente del tipo concreto de dispositivo de control y conmutador, se mantiene una arquitectura de red plana con una conexión redundante entre la red de dispositivos y la red de la sala de control.

20 Como se ha descrito más arriba, el conmutador primario y el secundario pueden estar integrados en el dispositivo de control primario y secundario respectivamente. En otras realizaciones, el conmutador primario y el secundario pueden integrarse juntos en un dispositivo de control, ya sea el dispositivo de control primario o el secundario. Cuando se utiliza un dispositivo de control de este tipo en la red de dispositivos, el dispositivo de control puede configurarse para habilitar y deshabilitar puertos tanto del conmutador primario como del conmutador secundario.

25 Aunque la presente invención se ha descrito más arriba con referencia a realizaciones específicas, no pretende limitarse a la forma específica expuesta en la presente memoria descriptiva. Más bien, la invención está limitada únicamente por las reivindicaciones que se acompañan y, otras realizaciones que las específicas anteriores son igualmente posibles dentro del ámbito de estas reivindicaciones que se acompañan.

30

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para controlar una conexión redundante en una arquitectura de red plana, que comprende:
 - al menos dos dispositivos de campo (323, 324);
 - un dispositivo de control primario (321) conectado a un conmutador primario (326) por un primer puerto del conmutador primario;
 - un dispositivo de control secundario (322) conectado a un conmutador secundario (327) por un primer puerto del conmutador secundario;
 - en el que el dispositivo de control primario (321) y el conmutador (326), el dispositivo de control secundario (322) y el conmutador (327), y los al menos dos dispositivos de campo (323, 324) están conectados en una topología de bucle en cadena;
 - en el que un puerto Ethernet (326a) del conmutador primario (326) y un puerto Ethernet (327a) del conmutador secundario (327) están conectados respectivamente a al menos dos puertos Ethernet diferentes de un conmutador de sala de control (312), estando conectado el conmutador primario al conmutador de sala de control por medio de un primer puerto del conmutador de sala de control y un segundo puerto del conmutador primario, y estando conectado el conmutador secundario al conmutador de sala de control por medio de un segundo puerto del conmutador de sala de control y un segundo puerto del conmutador secundario; y
 - en el que el dispositivo de control secundario (322) está configurado para:
 - funcionar en modo de espera para el dispositivo de control primario (321);
 - detectar (401) el fallo del dispositivo de control primario (321);
 - iniciar la conmutación por error (402);
 - habilitar (403) el puerto Ethernet (327a) del conmutador secundario (327).
2. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el dispositivo de control primario (321) está configurado para habilitar y deshabilitar un puerto Ethernet (326a) del conmutador primario (326).
3. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de control secundario y/o primario (322, 321) está configurado para habilitar y deshabilitar el puerto Ethernet (327a, 326a) mediante el protocolo de control de acceso a la red basado en puertos.
4. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de control secundario y/o primario (322, 321) está configurado para habilitar y deshabilitar el puerto Ethernet (327a, 326a) mediante un protocolo propietario para la configuración remota de equipos de red.
5. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el protocolo propietario para la configuración remota de equipos de red comprende tramas Ethernet para transmitir comandos y/o ajustes de configuración.
6. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el conmutador secundario (327) está integrado en el dispositivo de control secundario (322); y/o en el que el conmutador primario (326) está integrado en el dispositivo de control primario (321).
7. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los conmutadores primario y secundario (326, 327) están integrados en el dispositivo de control secundario o primario (322, 321).
8. Un sistema de acuerdo con las reivindicaciones 6 ó 7, en el que el dispositivo de control secundario y/o primario (322, 321) está configurado para escribir un registro IC del conmutador integrado, comprendiendo el registro IC ajustes de configuración del conmutador.
9. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que tanto el dispositivo de control primario (321) como el dispositivo de control secundario (322) están energizados y sólo el dispositivo de control primario (321) ejecuta los programas aplicables, y durante el funcionamiento normal se intercambian datos activos del dispositivo de control primario (321) con el dispositivo de control secundario (322).
10. Un procedimiento para controlar una conexión redundante en una arquitectura de red plana que comprende al menos dos dispositivos de campo (323, 324); un dispositivo de control primario (321) conectado a un conmutador primario (326) por un primer puerto del conmutador primario, un dispositivo de control secundario (322) conectado a un conmutador secundario (327) por un primer puerto del conmutador secundario, en el que el dispositivo de control primario (321) y el conmutador (326), el dispositivo de control secundario (322) y el conmutador (327), y los al menos dos dispositivos de campo (323, 324) están conectados en una topología de bucle en cadena, en la

que un puerto Ethernet (326a) del conmutador primario (326) y un puerto Ethernet (327a) del conmutador secundario (327) están conectados respectivamente a al menos dos puertos Ethernet diferentes de un conmutador de sala de control (312), estando conectado el conmutador primario al conmutador de sala de control por medio de un primer puerto del conmutador de sala de control y un segundo puerto del conmutador primario, y estando conectado el conmutador secundario al conmutador de sala de control por medio de un segundo puerto del conmutador de sala de control y un segundo puerto del conmutador secundario, comprendiendo el procedimiento los siguientes pasos en el dispositivo de control secundario (322):

funcionar en modo de espera para el dispositivo de control primario (321);

detectar (401) el fallo del dispositivo de control primario (321);

iniciar la conmutación por error (402);

habilitar (403) el puerto Ethernet (327a) del conmutador secundario (327).

11. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende, además, que el dispositivo de control secundario está configurado para: deshabilitar un puerto Ethernet (326a) de un conmutador primario (326).

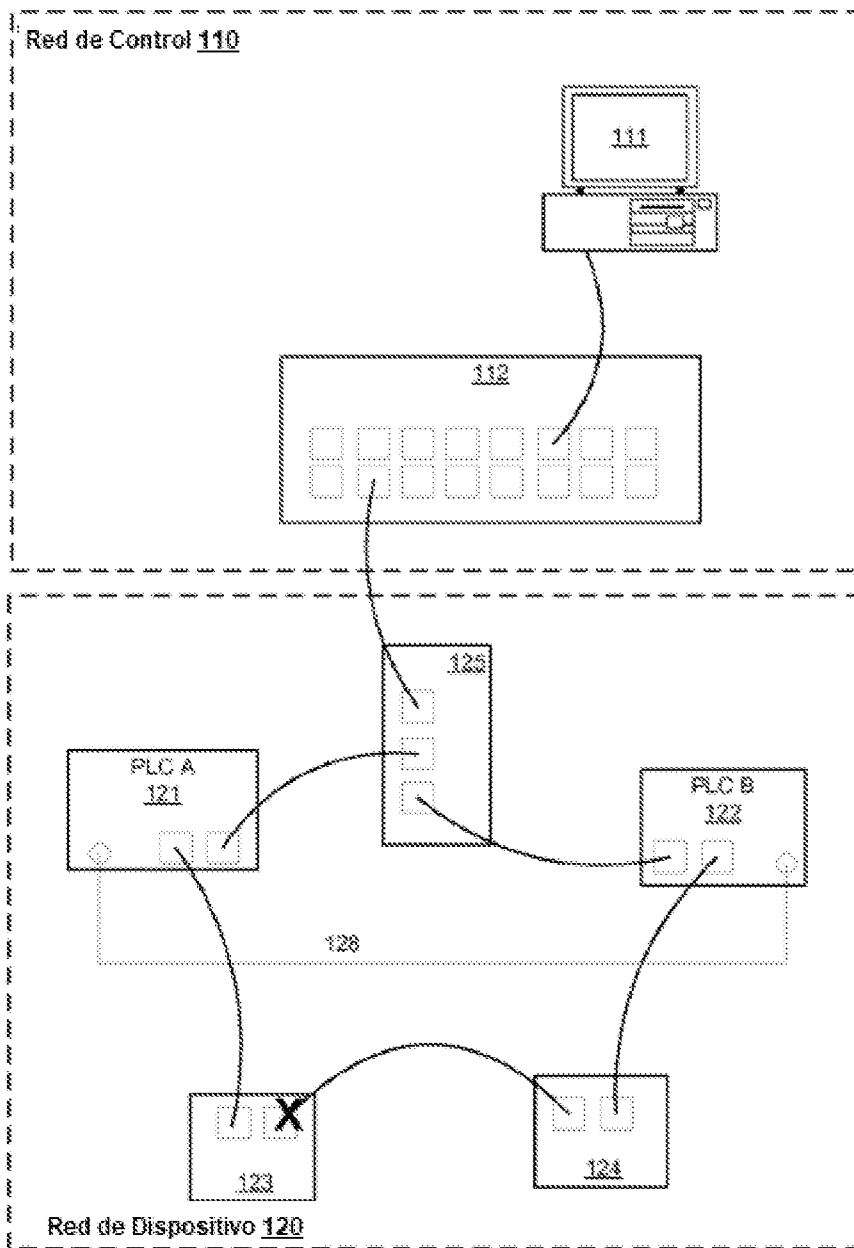


FIG. 1

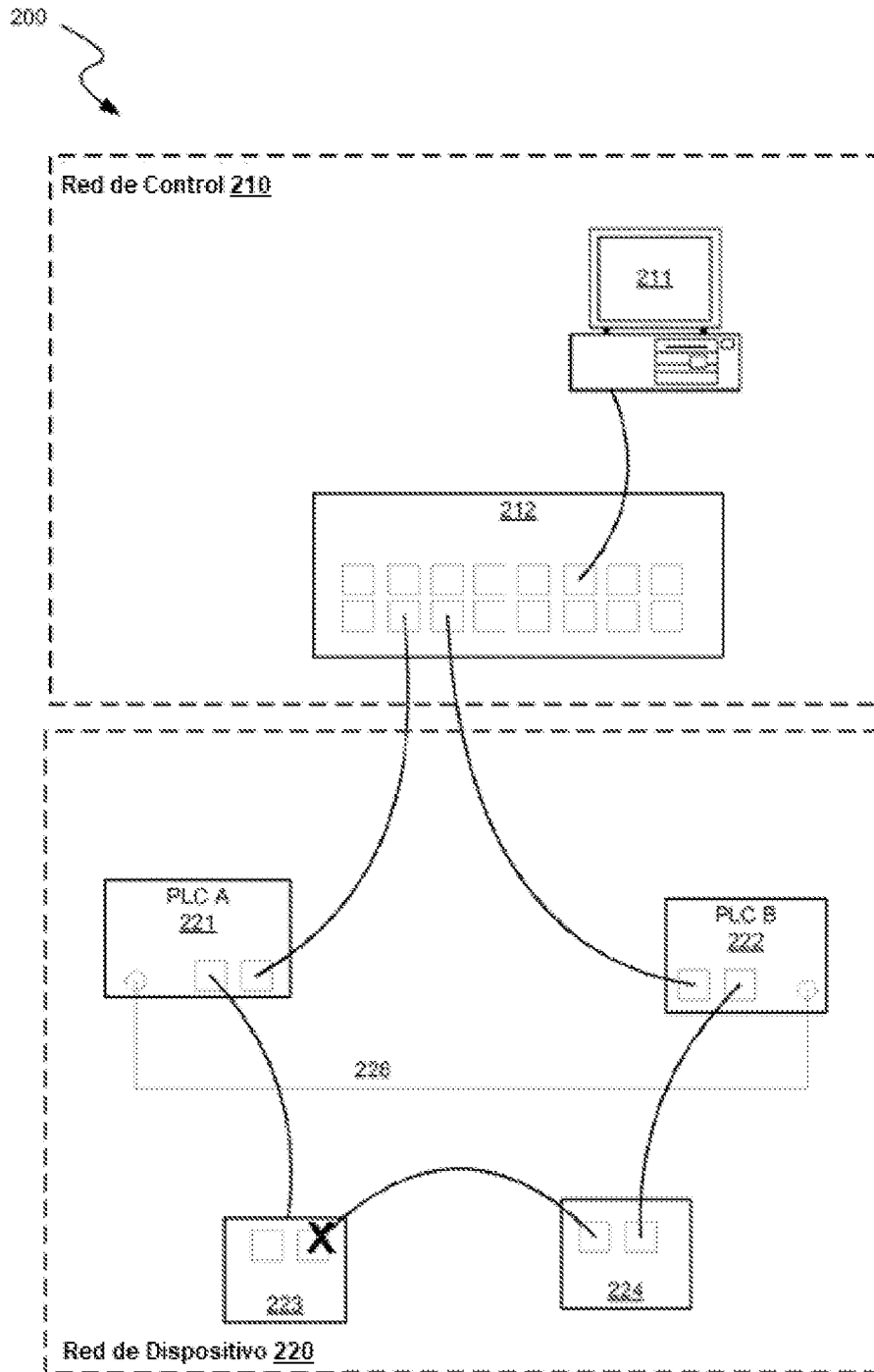


FIG. 2

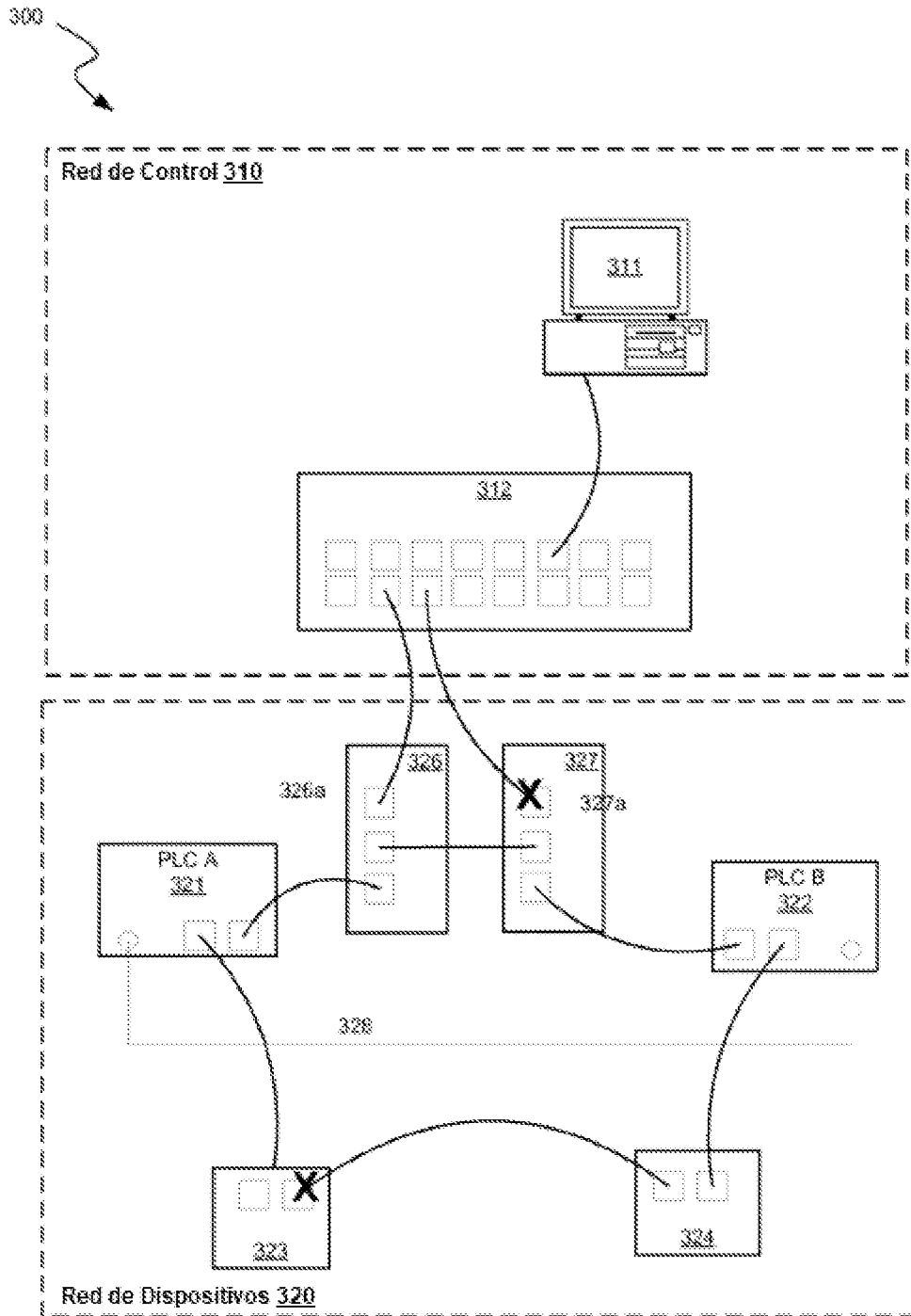


FIG. 3

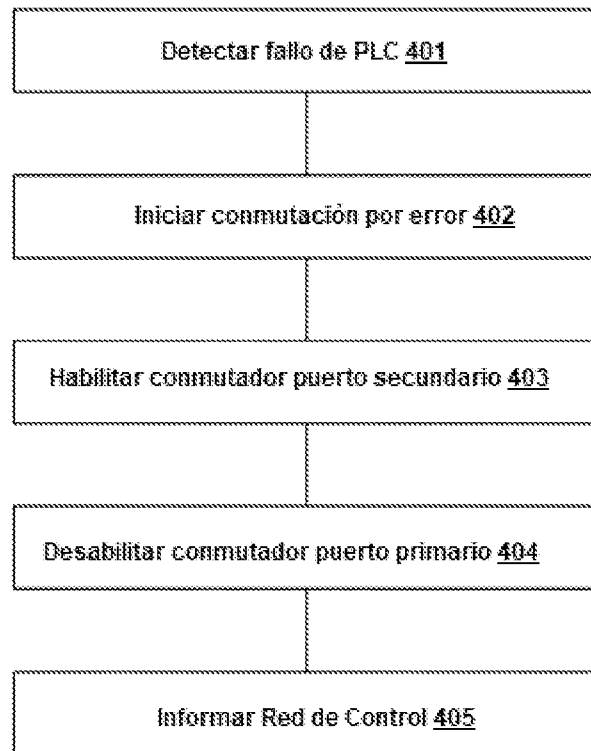


FIG. 4