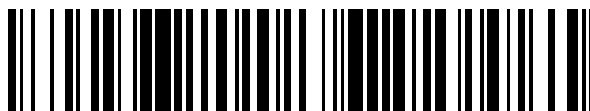


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 525 755**

51 Int. Cl.:

H04L 12/40

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.02.2012** **E 12157499 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.10.2014** **EP 2634973**

54 Título: **Aparato de comunicación para una red de comunicación industrial que puede hacerse funcionar de forma redundante y procedimiento para el funcionamiento de un aparato de comunicación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.12.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

ANGST, HERMANN y
LOHMEYER, JOACHIM

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 525 755 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

Aparato de comunicación para una red de comunicación industrial que puede hacerse funcionar de forma redundante y procedimiento para el funcionamiento de un aparato de comunicación.

5 En los sistemas de automatización industriales distribuidos es necesario asegurar, en el caso de una detección, valoración y transmisión de datos de medición y dirección, que se dispone en tiempo real de unos datos completos e inalterados, en especial en el caso de procesos productivos industriales con un tiempo crítico. Deben evitarse modificaciones intencionadas, no intencionadas o provocadas por un fallo técnico, ya que esto puede conducir, dentro de un sistema de automatización industrial, a estados de sistema inconsistentes y averías del sistema con unos tiempos de parada perjudiciales económicamente.

10 Además de esto, las interrupciones de enlaces de comunicación entre unidades computacionales de un sistema de automatización industrial pueden conducir a una repetición indeseada o innecesaria de una transmisión de una solicitud de servicio. Esto causa una ocupación adicional de enlaces de comunicación del sistema de automatización industrial, lo que puede conducir a perturbaciones o fallos adicionales del sistema. Se produce regularmente una problemática especial en los sistemas de automatización industriales, a causa de un tráfico de información con
15 relativamente muchos mensajes, aunque relativamente cortos, con lo que aumentan los problemas anteriores.

Para poder compensar averías en los enlaces o los aparatos de comunicación se han desarrollado unos protocolos de comunicación, como el High-availability Seamless Redundancy o el Parallel Redundancy Protocol, para redes de comunicación industriales de alta disponibilidad que pueden funcionar de forma redundante. El High-availability Seamless Redundancy (HSR) o el Parallel Redundancy Protocol (PRP) se definen en el estándar IEC 62439-3 y
20 hacen posible una transmisión redundante sin intermitencias de paquetes de datos, con unos tiempos de recuperación extraordinariamente reducidos. De forma correspondiente al High-availability Seamless Redundancy y al Parallel Redundancy Protocol, cada paquete de datos es duplicado por un aparato de comunicación emisor y se envía a un receptor por dos vías diferentes. Mediante un aparato de comunicación en el lado del receptor se filtran unos paquetes de datos redundantes, que representan duplicados, hacia fuera de una corriente de datos recibida.

25 En el documento DE 10 2008 017 192 A1 se describe un procedimiento para estructurar una red, que comprende un primer abonado de red con una serie de puertos. Estos puertos están conectados a unos puertos de otros abonados de red de la red. En un primer paso de procedimiento los puertos asociados al primer abonado de red se conectan en un primer modo de funcionamiento. En el primer modo de funcionamiento pueden recibirse y enviarse a través de los puertos telegramas de prueba. De forma correspondiente a otro paso de procedimiento se envían telegramas
30 de prueba a través de los puertos asociados al primer abonado de red. Aparte de esto se conectan los puertos asociados al primer abonado de red en un segundo modo de funcionamiento, en el caso de que el primer abonado de red no reciba de nuevo ningún telegrama de prueba de los telegramas de prueba enviados. En el segundo modo de funcionamiento se reenvían, a través de los puertos remanentes, los telegramas que se reciben a través de un puerto asociado al primer abonado de red. De este modo puede evitarse una formación de bucles de red a la hora
35 de integrar en la red o ampliar unas redes complejas.

Del documento EP 2 282 452 A1 se conoce un procedimiento para transmitir datos dentro de una red de comunicación anular, en el que la transmisión de datos se realiza de forma correspondiente al High-availability Seamless Redundancy y la red de comunicación comprende al menos un nodo maestro, un nodo fuente y un nodo de destino. Cada nodo presenta una primera y una segunda interfaz de comunicación, con un respectivo primer y
40 segundo nodo adyacente. Aparte de esto cada nodo recibe unos marcos de datos a través de la primera interfaz de comunicación y reenvía los marcos de datos recibidos, ya sea modificados o sin modificar, a través de la segunda interfaz de comunicación sin un retardo adicional. El nodo maestro envía un primer y un segundo marco de datos redundante, o un paquete de datos vacío, a su primer o segundo nodo adyacente. Al recibir los dos marcos de datos redundantes, el nodo fuente llena con datos de procesamiento el marco de datos respectivo en una región reservada
45 predeterminada. A continuación se reenvía cada marco de datos llenado, de forma inmediata e individual, al primer o segundo nodo adyacente del nodo fuente. El nodo de destino extrae finalmente los datos de procesamiento del primer marco de datos llenado recibido, de entre una pareja de marcos de datos redundantes.

En el documento EP 2 343 857 A1 se describe un nodo de red para una red de comunicación, que comprende una primera red parcial y una segunda red parcial conectada a la primera red parcial. Mientras que en la primera red
50 parcial se realiza una transmisión de datos de forma correspondiente a un protocolo Spanning Tree, para la transmisión de datos en la segunda red parcial se utiliza un segundo protocolo, que se diferencia del protocolo utilizado en la primera red parcial. El nodo de red descrito en el documento EP 2 343 857 A1 se diseña como un elemento para la segunda red parcial y para la comunicación dentro de la segunda red parcial. Además de esto, el nodo de red se diseña, mediante una funcionalidad Spanning Tree, como un nodo principal Spanning Tree para el
55 control y la dirección de la segunda red parcial. Por medio de esto, la segunda red parcial puede tratarse como nodo de red virtual, mediante el protocolo Spanning Tree utilizado en la primera red parcial.

Del documento EP 2 413 538 A1 se conoce un procedimiento para obtener una comunicación redundante en un sistema de comunicación, que comprende varias redes de comunicación. Las redes de comunicación están conectadas entre sí a través de al menos un nodo de acoplamiento. Se impide una retro-transmisión de datos que procedan de una primera red de comunicación, desde una segunda red de comunicación de vuelta a la primera red de comunicación, sobre la base de una información definida antes de la transmisión de datos.

En el documento US 7 209 453 B1 se conoce un procedimiento para tratar fallos de enlace de dirección dentro de un conmutador con un sistema de bus Backplane, en el que se reasignan selectivamente interconexiones entre enlaces Backplane y conexiones Backplane, en función de fallos de enlace detectados.

La presente invención se ha impuesto la tarea de indicar un aparato de comunicación eficiente y económico para una red de comunicación industrial, que puede hacerse funcionar de forma redundante, y un procedimiento para el funcionamiento de un aparato de comunicación de este tipo.

Esta tarea es resuelta conforme a la invención mediante un aparato de comunicación con las particularidades indicadas en la reivindicación 1 y mediante un procedimiento con las particularidades indicadas en la reivindicación 11. En las reivindicaciones subordinadas se indican unos perfeccionamientos ventajosos de la presente invención.

El aparato de comunicación conforme a la invención para una red de comunicación industrial que puede hacerse funcionar de forma redundante comprende al menos una primera y una segunda unidad de emisión y recepción, que en cada caso presentan una interfaz para un enlace de red de la red de comunicación industrial. Con ello ambas unidades de emisión y recepción presentan una dirección de red idéntica y un identificador de aparato idéntico. En el caso del identificador de aparato puede tratarse por ejemplo de una dirección MAC. Con la primera y segunda unidad de emisión y recepción está enlazada una unidad de tratamiento de señales. La unidad de tratamiento de señales presenta una unidad de multiplexado para el reenvío en paralelo de paquetes de datos a enviar a ambas unidades de envío y una unidad de tratamiento de redundancia, para el tratamiento de los paquetes de datos recibidos por ambas unidades de recepción. La unidad de tratamiento de redundancia comprende además una unidad de filtrado, que está diseñada para detectar de los paquetes de datos redundantes recibidos. A través de un elemento de acoplamiento está enlazado con la unidad de tratamiento de señales un nodo de red ligado de forma sencilla. El elemento de acoplamiento es de forma preferida un bus de alta velocidad, a través del cual pueden estar enlazados con la unidad de tratamiento de señales por ejemplo otros nodos de red ligados de forma sencilla. Puede realizarse una transmisión de datos dentro de la red de comunicación industrial, por ejemplo de forma correspondiente al High-availability Seamless Redundancy o al Parallel Redundancy Protocol.

Aparte de esto la unidad de tratamiento de señales está enlazada con el elemento de acoplamiento, conforme a la invención, a través de una primera y una segunda interfaz. Con ello la primera interfaz está prevista exclusivamente para una transmisión de paquetes de datos recibidos mediante la primera unidad de recepción, mientras que la segunda interfaz está prevista exclusivamente para una transmisión de paquetes de datos recibidos mediante la segunda unidad de recepción. Asimismo la unidad de tratamiento de redundancia comprende una unidad de caracterización, que está diseñada para añadir un indicador de redundancia a un paquete de datos redundante recibido. Con ello la unidad de tratamiento de redundancia está diseñada para un reenvío sin almacenamiento intermedio al elemento de acoplamiento de paquetes de datos, recibidos mediante ambas unidades de recepción. De forma correspondiente a una configuración preferida de la presente invención, el indicador de redundancia está formado por una fecha inválida añadida.

Además de esto, al elemento de acoplamiento está asociada conforme a la invención una unidad de detección, que está diseñada para una valoración de indicadores de redundancia en los paquetes de datos recibidos y para rechazar paquetes de datos con indicadores de redundancia. De este modo mediante la unidad de tratamiento de redundancia se realiza solamente una caracterización de paquetes de datos redundantes, mientras que un rechazo se lleva a cabo en el lado del elemento de acoplamiento.

Con el aparato de comunicación conforme a la invención puede prescindirse de una regulación completa, hasta ahora habitual, de los paquetes de datos recibidos mediante la unidad de tratamiento de señales o de tratamiento de redundancia, incluyendo la gestión de paquetes de datos almacenados de forma intermedia. Esto hace posible una materialización sencilla y económica de la unidad de tratamiento de señales con una reducida potencia absorbida. De forma correspondiente a un perfeccionamiento especialmente preferido de la presente invención la unidad de tratamiento de señales, que comprende la unidad de multiplexado y la unidad de tratamiento de redundancia, se ha materializado mediante un Field Programmable Gate Array. Con ello el elemento de acoplamiento es de forma preferida un conmutador Backplane con un controlador asociado. Asimismo el conmutador Backplane puede estar enlazado, a través de al menos una conexión Interlink, con el al menos un nodo de red ligado de forma sencilla.

El Field Programmable Gate Array (FPGA) puede usarse adicionalmente para archivar una tabla (proxy node table) con indicaciones para todos los nodos de red ligados de forma sencilla, enlazados con el elemento de acoplamiento. Esto hace posible una gestión sencilla de los nodos de red ligados de forma sencilla, enlazados con el elemento de acoplamiento. Por ello el aparato de comunicación puede usarse como base, para materializar de forma sencilla

aparatos como HSR/PRP-Proxy o HSR/PRP-RedBox. Es en especial posible con la presente invención, respectivamente sus configuraciones, permutar funcionalidades HSR/PRP en un grupo constructivo separado del elemento de acoplamiento o del conmutador Backplane, que esté formado por la unidad de tratamiento de señales o el FPGA. Por medio de esto pueden materializarse de forma eficiente unas soluciones de preconexión que, en caso necesario, complementen un grupo constructivo de conmutación por ejemplo como aparato de preconexión HSR/PRP. Aparte de esto también pueden integrarse funcionalidades HSR/PRP en un módulo de medios de un conmutador Ethernet modular para transmisión de datos en tiempo real.

De forma correspondiente a un perfeccionamiento preferido del aparato de comunicación conforme a la invención, unos paquetes de datos mutuamente redundantes están caracterizados por un número secuencial uniforme. Aparte de esto a la unidad de tratamiento de datos está asociada una unidad de memoria, que está diseñada para archivar números secuenciales de paquetes de datos ya recibidos sin fallos. Con ello la unidad de tratamiento de redundancia está diseñada para una comprobación de un número secuencial ya archivado, al recibirse un nuevo paquete de datos.

De forma preferida al elemento de acoplamiento está asociada una unidad de conteo, que está diseñada para la detección de paquetes de datos recibidos sin fallos y con fallos. Asimismo la unidad de conteo está enlazada con una unidad de valoración. La unidad de valoración está diseñada por ejemplo para la señalización de un estado de red redundante sin fallos, en el caso de una diferencia situada por debajo de un nivel umbral prefijable entre paquetes de datos recibidos sin fallos y con fallos. Además de esto, la unidad de valoración puede estar diseñada para la señalización de un estado de red con pérdida de redundancia, en el caso de un número creciente de paquetes de datos recibidos sin fallos y un número al mismo tiempo fundamentalmente estancado de paquetes de datos recibidos con fallos. De forma correspondiente a otra configuración de la presente invención, la unidad de valoración puede estar también diseñada para la señalización de una avería de red, en el caso de un número estancado de paquetes de datos recibidos sin fallos y con fallos. En total esto hace posible un diagnóstico sencillo del estado de red mediante un aparato de comunicación, como HSR/PRP-Proxy o HSR/PRP-RedBox.

De forma correspondiente al procedimiento conforme a la invención para hacer funcionar un aparato de comunicación en una red de comunicación industrial redundante, el aparato de comunicación comprende al menos una primera y una segunda unidad de emisión y recepción, que en cada caso presentan una interfaz para un enlace de red de la red de comunicación industrial. Con ello ambas unidades de emisión y recepción presentan una dirección de red idéntica y un identificador de aparato idéntico. Con la primera y la segunda unidad de emisión y recepción está enlazada una unidad de tratamiento de señales, que reenvía los paquetes de datos a enviar en paralelo a ambas unidades de emisión y detecta los paquetes de datos redundantes recibidos por las unidades de recepción. A través de un elemento de acoplamiento está enlazado con la unidad de tratamiento de señales un nodo de red ligado de forma sencilla. Dentro de la red de comunicación industrial pueden transmitirse paquetes de datos, por ejemplo de forma correspondiente al High-availability Seamless Redundancy o de forma correspondiente al Parallel Redundancy Protocol.

La unidad de tratamiento de señales está enlazada con el elemento de acoplamiento, conforme a la invención, a través de una primera y una segunda interfaz. Con ello se transmiten a través de la primera interfaz los paquetes de datos recibidos mediante la primera unidad de recepción, mientras a través de la segunda interfaz se transmiten los de paquetes de datos recibidos mediante la segunda unidad de recepción. Aparte de esto la unidad de tratamiento de señales añade a un paquete de datos redundante recibido un indicador de redundancia y reenvía, sin almacenamiento intermedio, al elemento de acoplamiento los paquetes de datos recibidos mediante ambas unidades de recepción. De forma correspondiente a una configuración preferida de procedimiento conforme a la invención, el indicador de redundancia está formado por la adición de una fecha inválida. Con el procedimiento conforme a la invención puede prescindirse de una regulación completa, hasta ahora habitual, de los paquetes de datos recibidos mediante la unidad de tratamiento de señales. Esto es también válido para la gestión de paquetes de datos almacenados de forma intermedia. Conforme a la invención, una unidad de detección asociada al elemento de acoplamiento valora indicadores de redundancia en los paquetes de datos recibidos y rechaza paquetes de datos con indicadores de redundancia. De este modo mediante la unidad de tratamiento de señales se realiza solamente una caracterización de paquetes de datos redundantes, mientras que en el lado del elemento de acoplamiento se rechazan paquetes de datos redundantes.

De forma correspondiente a una configuración preferida del procedimiento conforme a la invención, unos paquetes de datos mutuamente redundantes están caracterizados por un número secuencial uniforme. Aparte de esto se almacenan de forma preferida en una unidad de memoria, asociada a la unidad de tratamiento de datos, números secuenciales de paquetes de datos ya recibidos sin fallos. De este modo la unidad de tratamiento de señales puede comprobar de forma sencilla, al recibirse un nuevo paquete de datos, si su número secuencial coincide con un número secuencial ya archivado.

De forma ventajosa una unidad de conteo, asociada al elemento de acoplamiento, detecta paquetes de datos recibidos sin fallos y con fallos. Una unidad de valoración puede señalar de este modo un estado de red redundante sin fallos, en el caso de una diferencia situada por debajo de un nivel umbral prefijable entre paquetes de

datos recibidos sin fallos y con fallos. Los paquetes de datos recibidos con fallos se establecen de forma preferida mediante una comprobación de redundancia cíclica. De forma correspondiente a otra configuración del procedimiento conforme a la invención, la unidad de valoración señala un estado de red con pérdida de redundancia, en el caso de un número creciente de paquetes de datos recibidos sin fallos y un número al mismo tiempo fundamentalmente estancado de paquetes de datos recibidos con fallos. Además de esto, la unidad de valoración puede señalar una avería de red, por ejemplo en el caso de un número estancado de paquetes de datos recibidos sin fallos y con fallos. En total esto hace posible un diagnóstico sencillo del estado de red mediante un aparato de comunicación, como HSR/PRP-Proxy o HSR/PRP-RedBox.

A continuación se explica con más detalle la presente invención con un ejemplo de ejecución, con base en el dibujo. Aquí muestran

la figura 1 un aparato de comunicación para una red de comunicación industrial que puede hacerse funcionar de forma redundante,

la figura 2 una representación esquemática de una corriente de paquetes de datos, tratada mediante un aparato de comunicación habitual,

la figura 3 una representación esquemática de una corriente de paquetes de datos, tratada mediante el aparato de comunicación conforme a la figura 1,

la figura 4 el aparato de comunicación conforme a la figura 1 en una red de comunicación con transmisión de datos, de forma correspondiente al Parallel Redundancy Protocol (PRP),

la figura 5 el aparato de comunicación conforme a la figura 1 en una red de comunicación con transmisión de datos, de forma correspondiente al High-availability Seamless Redundancy (HSR).

El aparato de comunicación representado en la figura 1 para una red de comunicación industrial 2 que puede hacerse funcionar de forma redundante comprende una primera 11 y una segunda unidad de emisión y recepción 12, que en cada caso presentan una interfaz para un enlace de red de la red de comunicación industrial 2, que en el presente ejemplo de ejecución comprende dos redes parciales 21. Adicional o alternativamente a esto, la red de comunicación 2 puede comprender unos nodos de red enlazados entre sí en una estructura anular, que dentro de la estructura anular están ligados de forma redundante a la red de comunicación 2. Dentro del aparato de comunicación representado en la figura 1 pueden transmitirse paquetes de datos de forma correspondiente al High-availability Seamless Redundancy o de forma correspondiente al Parallel Redundancy Protocol.

Las dos unidades de emisión y recepción 11, 12 presentan una dirección de red idéntica y una dirección MAC idéntica. Con la primera y segunda unidad de emisión y recepción 11, 12 está enlazada una unidad de tratamiento de señales 13 materializada mediante un Field Programmable Gate Array (FPGA), que presenta un unidad de multiplexado 131 para el reenvío en paralelo de paquetes de datos a enviar a ambas unidades de envío 11, 12 y una unidad de tratamiento de redundancia 132, para el tratamiento de los paquetes de datos 40, 41 recibidos por ambas unidades de recepción 11, 12. La unidad de tratamiento de redundancia 132 comprende una unidad de filtrado 133, que está diseñada para detectar los paquetes de datos redundantes recibidos. A través de un elemento de acoplamiento 14 materializado mediante un conmutador Backplane están enlazados con la unidad de tratamiento de señales 13 varios nodos de red 31-33 ligado de forma sencilla. El elemento de acoplamiento 14 que presenta un controlador 141 asociado está enlazado, a través de en cada caso una conexión Interlink, con un nodo de red 31-33 ligado de forma sencilla. A través del elemento de acoplamiento 14 se reenvía un paquete de datos 4 resultante, una vez tratado mediante la unidad de tratamiento de redundancia 132, a un nodo de red de destino 31 ligado de forma sencilla. Además de esto la unidad de tratamiento de señales 13 presenta una unidad de memoria 136, en la que está archivada una tabla (proxy node table) con indicaciones para todos los nodos de red 31-33 ligados de forma sencilla, enlazados con el elemento de acoplamiento 14.

La unidad de tratamiento de señales 13 materializada mediante un Field Programmable Gate Array está enlazada con el elemento de acoplamiento 14 a través de una primera y una segunda interfaz 15, 16. Con ello la primera interfaz está prevista exclusivamente para una transmisión de paquetes de datos 40 recibidos mediante la primera unidad de recepción 11, mientras que la segunda interfaz 16 está prevista exclusivamente para una transmisión de paquetes de datos recibidos mediante la segunda unidad de recepción 12.

La unidad de tratamiento de redundancia 132 asociada a la unidad de tratamiento de datos 13 comprende una unidad de caracterización 134, que está diseñada para añadir un indicador de redundancia a un paquete de datos 40, 41 redundante recibido. El indicador de redundancia está formado por la adición de una fecha inválida. Aparte de esto, la unidad de tratamiento de señales reenvía sin almacenamiento intermedio al elemento de acoplamiento 14 de paquetes de datos 40, 41, recibidos mediante ambas unidades de recepción 11, 12. Los paquetes de datos 40, 41 recibidos mediante las dos unidades de recepción 11, 12 se diferencian de los paquetes de datos 400, 401,

reenviados al elemento de acoplamiento 14 a través de la primera y la segunda interfaz 15, 16, solamente en un duplicado, y precisamente por una fecha inválida añadida.

En el caso de la corriente de paquetes de datos representada esquemáticamente en la figura 2, que es tratada mediante un aparato de comunicación habitual, se realiza un rechazo de un paquete de datos redundante ya mediante la unidad de tratamiento de señales 13. De forma correspondiente al aparato de comunicación habitual representado en la figura 2, la unidad de tratamiento de señales 13 está ligada al elemento de acoplamiento 14 solamente a través de una interfaz 15. En la primera y la segunda unidad de emisión y recepción 11, 12 se recibe una primera 71 o segunda corriente de datos 72 entrante, que son mutuamente redundantes y comprenden en cada caso varios paquetes de datos consecutivos. Cada paquete de datos se presenta en el presente ejemplo, de este modo, una vez como original y como duplicado. Los paquetes de datos mutuamente redundantes están caracterizados con ello mediante un número secuencial uniforme.

Si por ejemplo dentro de la primera corriente de datos 71 un segundo paquete de datos 40 como original está afectado por un fallo de transmisión, con base en el número secuencial 401 asociado a este paquete de datos 40 en la unidad de tratamiento de señales 13 se establece un paquete de datos 41 correspondiente en la segunda corriente de datos 72 como duplicado. Con ello al paquete de datos 41 correspondiente presenta un número secuencial 411 idéntico al de paquete de datos 40 afectado por el fallo de transmisión. En una corriente de datos 73 saliente dirigida desde la unidad de tratamiento de señales 13 al elemento de acoplamiento 14, el paquete de datos 40 afectado por el fallo de transmisión como original es sustituido por su correspondiente paquete de datos 41 como duplicado. Por lo demás se reenvían originales sin fallos de transmisión de los respectivos paquetes de datos al elemento de acoplamiento 14, mientras que sus duplicados son rechazados por la unidad de tratamiento de señales 13. Para un modo de proceder de esta clase es necesario regular por completo los paquetes de datos de las dos corrientes de datos entrantes 71, 72 en la unidad de tratamiento de señales 13 de un aparato de comunicación habitual.

Al contrario que esto, en el caso de la corriente de paquetes de datos representada esquemáticamente en la figura 3, que es tratada mediante el aparato de comunicación conforme a la figura 1, no se realiza un rechazo de un paquete de datos redundante hasta llegar al elemento de acoplamiento 14. A diferencia del aparato de comunicación habitual representado en la figura 2, la unidad de tratamiento de señales 13 conforme a la figura 3 está ligada al elemento de acoplamiento 14 a través de una primera 15 y una segunda interfaz 16. También de forma correspondiente a la figura 3 se recibe en la primera y segunda unidad de emisión y recepción 11, 12 una primera 71 o segunda corriente de datos entrante 72, que son mutuamente redundantes y comprenden en cada caso varios paquetes de datos mutuamente redundantes. Como anteriormente, los paquetes de datos mutuamente redundantes están caracterizados mediante un número secuencial uniforme.

Si en el ejemplo representado en la figura 3, dentro de la primera corriente de datos 71 un segundo paquete de datos 40 como original está afectado por un fallo de transmisión, se establece en la unidad de tratamiento de señales 13 también un paquete de datos 41 correspondiente en la segunda corriente de datos 72 como duplicado con idéntico número secuencial 411, con base en el número secuencial 401 asociado a este paquete de datos 40.

A diferencia del ejemplo conforme a la figura 2, sin embargo, ambas corrientes de datos entrantes 71, 72 se reenvían fundamentalmente sin variación como corrientes de datos salientes 73, 74 al elemento de acoplamiento 14. Solamente el segundo paquete de datos 40 de la primera corriente de datos entrante 71, afectado por un fallo de transmisión, sufre una variación mediante la unidad de tratamiento de señales 14 en forma de una fecha inválida añadida. Mediante esta fecha inválida añadida el segundo paquete de datos 400 de la primera corriente de datos saliente 73 se diferencia del segundo paquete de datos 40 de la primera corriente de datos entrante 71. El segundo paquete de datos 41 de la segunda corriente de datos entrante 72 y el segundo paquete de datos 410 de la segunda corriente de datos saliente 74 son por el contrario idénticos.

De forma correspondiente al ejemplo representado en la figura 3, el paquete de datos 400 como original afectado por el fallo de transmisión no es sustituido por su paquete de datos 410 correspondiente como duplicado hasta en el elemento de acoplamiento 14. Para un modo de proceder de esta clase no se requiere de este modo una regulación completa de paquetes de datos de las dos corrientes de datos entrantes 71, 72 en la unidad de tratamiento de señales 13.

Por ejemplo es suficiente con que en una unidad de memoria 135 asociada a la unidad de tratamiento de señales 13, conforme a la figura 1, se archiven solamente números secuenciales de paquetes de datos ya recibidos sin fallos. Para caracterizar paquetes de datos redundantes recibidos, la unidad de tratamiento de señales 13 comprueba a la recepción un nuevo paquete de datos, que su número secuencial coincida simplemente con un número secuencial ya archivado. Los indicadores de redundancia en los paquetes de datos recibidos, como una fecha inválida, se valoran de forma preferida mediante una unidad de detección 142 representada en la figura 1, que está asociada al controlador 141 del elemento de acoplamiento 14 y rechaza paquetes de datos con indicadores de redundancia. Esto puede realizarse por ejemplo sobre la base de una comprobación de redundancia cíclica (cyclic redundancy check).

De forma correspondiente a la figura 1, al controlador 141 del elemento de acoplamiento 14 está asociada además una unidad de conteo 143, que detecta paquetes de datos recibidos sin fallos y con fallos. Una unidad de valoración 144 asociada al controlador 141 del elemento de acoplamiento 14 señala un estado de red redundante sin fallos, en el caso de una diferencia situada por debajo de un valor umbral prefijable entre paquetes de datos recibidos sin fallos y con fallos. Los paquetes de datos recibidos con fallos se establecen de forma preferida mediante una comprobación de redundancia cíclica.

En el caso de un número creciente de paquetes de datos recibidos sin fallos y un número al mismo tiempo fundamentalmente estancado de paquetes de datos recibidos con fallos, la unidad de valoración 144 señala un estado de red con pérdida de redundancia. La unidad de valoración 144 señala una avería de red en el caso de un número estancado de paquetes de datos recibidos sin fallos y con fallos.

Sobre la base del aparato de comunicación 1 representado en la figura 1, de forma correspondiente a las figuras 4 y 5 puede materializarse una RedBox para redes de comunicación PRP o HSR 2, en las que se transmiten paquetes de datos de forma correspondiente al High-availability Seamless Redundancy o de forma correspondiente al Parallel Redundancy Protocol. De forma correspondiente a la figura 4, la RedBox 1 con sus unidades de emisión y recepción 11, 12 está ligado en cada caso a una red parcial 21, 22 de una red de comunicación PRP 2, que comprende varios nodos de red PRP 51-53 doblemente ligados. Aparte de esto la RedBox 1 está enlazada con varios nodos de red 31-33 ligados de forma sencilla.

La red de comunicación HSR 2 representada en la figura 5 comprende varios nodos de red HSR 61-65, unidos entre sí en una estructura anular a través de unos enlaces de red 211-216. Para esto puede contar por ejemplo un nodo de red HSR 62, que está asociado a un sistema SCADA (supervisory control and data acquisition) de un sistema industrial de automatización de fabricación o procesamiento. En la estructura anular de la red de comunicación HSR 2 puede estar ligada además, de forma correspondiente a la figura 5, también una RedBox 1 sobre la base del aparato de comunicación 1 representado en la figura 1. En este caso la RedBox 1 está ligada con sus unidades de emisión y recepción 11, 12 en cada caso a un enlace de red 215, 16 de la red de comunicación HSR 2. Análogamente a la figura 4, la RedBox 1 está enlazada adicionalmente a varios nodos de red 31-33 ligados de forma sencilla.

Las particularidades de los ejemplos de ejecución descritos anteriormente pueden estar materializados tanto individualmente como en la combinación mutua descrita.

REIVINDICACIONES

1. Aparato de comunicación para una red de comunicación industrial que puede hacerse funcionar de forma redundante con al menos una primera (11) y una segunda unidad de emisión y recepción (12), que en cada caso presentan una interfaz para un enlace de red de la red de comunicación industrial (2), en donde ambas unidades de emisión y recepción presentan una dirección de red idéntica y un identificador de aparato idéntico,
5
 - con una unidad de tratamiento de señales (13) enlazada con la primera y segunda unidad de emisión y recepción, que presenta un unidad de multiplexado (131) para el reenvío en paralelo de paquetes de datos a enviar a ambas unidades de envío y una unidad de tratamiento de redundancia (132), para el tratamiento de los paquetes de datos recibidos por ambas unidades de recepción, en donde la unidad de tratamiento de redundancia comprende una
10 unidad de filtrado (133), que está diseñada para detectar los paquetes de datos redundantes recibidos,
 - con un nodo de red ligado de forma sencilla. (31-33), enlazado con la unidad de tratamiento de señales a través de un elemento de acoplamiento (14),

caracterizado porque
 - la unidad de tratamiento de señales está enlazada con el elemento de acoplamiento a través de una primera (15) y una segunda interfaz (16), en donde la primera interfaz está prevista para una transmisión de paquetes de datos recibidos mediante la primera unidad de recepción, y en donde la segunda interfaz está prevista para una transmisión de paquetes de datos recibidos mediante la segunda unidad de recepción,

 - la unidad de tratamiento de redundancia comprende una unidad de caracterización (134), que está diseñada para añadir un indicador de redundancia a un paquete de datos redundante recibido, en donde la unidad de tratamiento de redundancia está diseñada para un reenvío sin almacenamiento intermedio al elemento de acoplamiento de paquetes de datos, recibidos mediante ambas unidades de recepción,

 - al elemento de acoplamiento está asociada una unidad de detección (142), que está diseñada para una valoración de indicadores de redundancia en los paquetes de datos recibidos y para rechazar paquetes de datos con indicadores de redundancia.
- 25 2. Aparato de comunicación según la reivindicación 1, en el que unos paquetes de datos mutuamente redundantes están caracterizados por un número secuencial uniforme, y en el que a la unidad de tratamiento de datos está asociada una unidad de memoria (135), que está diseñada para archivar números secuenciales de paquetes de datos ya recibidos sin fallos, y en el que la unidad de tratamiento de redundancia está diseñada para una comprobación de un número secuencial ya archivado, al recibirse un nuevo paquete de datos.
- 30 3. Aparato de comunicación según una de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que al elemento de acoplamiento está asociada una unidad de conteo (143), que está diseñada para la detección de paquetes de datos recibidos sin fallos y con fallos, y en el que la unidad de conteo está enlazada con una unidad de valoración (144), que está diseñada para la señalización de un estado de red redundante sin fallos, en el caso de una diferencia situada por debajo de un nivel umbral prefijable entre paquetes de datos recibidos sin fallos y con fallos.
- 35 4. Aparato de comunicación según la reivindicación 3, en el que la unidad de valoración está diseñada para la señalización de un estado de red con pérdida de redundancia, en el caso de un número creciente de paquetes de datos recibidos sin fallos y un número al mismo tiempo fundamentalmente estancado de paquetes de datos recibidos con fallos.
- 40 5. Aparato de comunicación según una de las reivindicaciones 3 ó 4, en el que la unidad de valoración está diseñada para la señalización de una avería de red, en el caso de un número estancado de paquetes de datos recibidos sin fallos y con fallos.
6. Aparato de comunicación según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el indicador de redundancia está formado por una fecha inválida añadida.
- 45 7. Aparato de comunicación según la reivindicación 6, en el que un paquete de datos afectado por un fallo de transmisión sufre una modificación mediante la unidad de tratamiento de señales en forma de una fecha inválida añadida.
8. Aparato de comunicación según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el elemento de acoplamiento es de forma preferida un bus de alta velocidad, y en el que a través del bus de alta velocidad están enlazados con la unidad de tratamiento de señales otros nodos de red ligados de forma sencilla.

9. Aparato de comunicación según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la unidad de tratamiento de señales está materializada mediante un Field Programmable Gate Array, y en donde el elemento de acoplamiento es un conmutador Backplane con un controlador (141) asociado, y en el que el conmutador Backplane está enlazado, a través de al menos una conexión Interlink, con el al menos un nodo de red ligado de forma sencilla.
- 5 10. Aparato de comunicación según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que se realiza una transmisión de datos de forma correspondiente al High-availability Seamless Redundancy y/o de forma correspondiente al Parallel Redundancy Protocol.
11. Procedimiento para hacer funcionar un aparato de comunicación en una red de comunicación industrial redundante, en el que
- 10 - el aparato de comunicación (1) comprende al menos una primera (11) y una segunda unidad de emisión y recepción (12), que en cada caso presentan una interfaz para un enlace de red de la red de comunicación industrial (2), en donde ambas unidades de emisión y recepción presentan una dirección de red idéntica y un identificador de aparato idéntico,
- 15 - con la primera y la segunda unidad de emisión y recepción está enlazada una unidad de tratamiento de señales (13), que reenvía los paquetes de datos a enviar en paralelo a ambas unidades de emisión y detecta los paquetes de datos redundantes recibidos por las unidades de recepción,
- a través de un elemento de acoplamiento (14) está enlazado con la unidad de tratamiento de señales un nodo de red (31-33) ligado de forma sencilla,
- caracterizado porque
- 20 - la unidad de tratamiento de señales está enlazada con el elemento de acoplamiento a través de una primera (15) y una segunda interfaz (16), en donde a través de la primera interfaz se transmiten paquetes de datos recibidos mediante la primera unidad de recepción, y en donde a través de la segunda interfaz se transmiten paquetes de datos recibidos mediante la segunda unidad de recepción,
- 25 - la unidad de tratamiento de señales añade a un paquete de datos redundante recibido un indicador de redundancia, y reenvía sin almacenamiento intermedio al elemento de acoplamiento de paquetes de datos recibidos mediante ambas unidades de recepción,
- una unidad de detección (142) asociada al elemento de acoplamiento valora indicadores de redundancia en los paquetes de datos recibidos y rechaza paquetes de datos con indicadores de redundancia.
- 30 12. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que unos paquetes de datos mutuamente redundantes están caracterizados por un número secuencial uniforme, y en el que en una unidad de memoria asociada a la unidad de tratamiento de señales se archivan números secuenciales de paquetes de datos ya recibidos sin fallos, y en el que la unidad de tratamiento de señales comprueba que su número secuencial coincide con un número secuencial ya archivado, al recibirse un nuevo paquete de datos.
- 35 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 ó 12, en el que una unidad de conteo (143) asociada al elemento de acoplamiento detecta paquetes de datos recibidos sin fallos y con fallos, y en el que una unidad de valoración (144), en el caso de una diferencia situada por debajo de un nivel umbral prefijable entre paquetes de datos recibidos sin fallos y con fallos, señala un estado de red redundante sin fallos, y en el que se establecen paquetes de datos recibidos con fallos mediante una comprobación de redundancia cíclica.
- 40 14. Procedimiento según la reivindicación 13, en el que la unidad de valoración señala un estado de red con pérdida de redundancia, en el caso de un número creciente de paquetes de datos recibidos sin fallos y un número al mismo tiempo fundamentalmente estancado de paquetes de datos recibidos con fallos.
15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 13 ó 14, en el que la unidad de valoración señala una avería de red, en el caso de un número estancado de paquetes de datos recibidos sin fallos y con fallos.
- 45 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 15, en el que el indicador de redundancia está formado por la adición de una fecha inválida a un marco de datos.
17. Procedimiento según la reivindicación 16, en el que un paquete de datos afectado por un fallo de transmisión sufre una modificación mediante la unidad de tratamiento de señales en forma de una fecha inválida añadida.

18. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 17, en el que se transmiten paquetes de datos de forma correspondiente al High-availability Seamless Redundancy y/o de forma correspondiente al Parallel Redundancy Protocol.

FIG 1

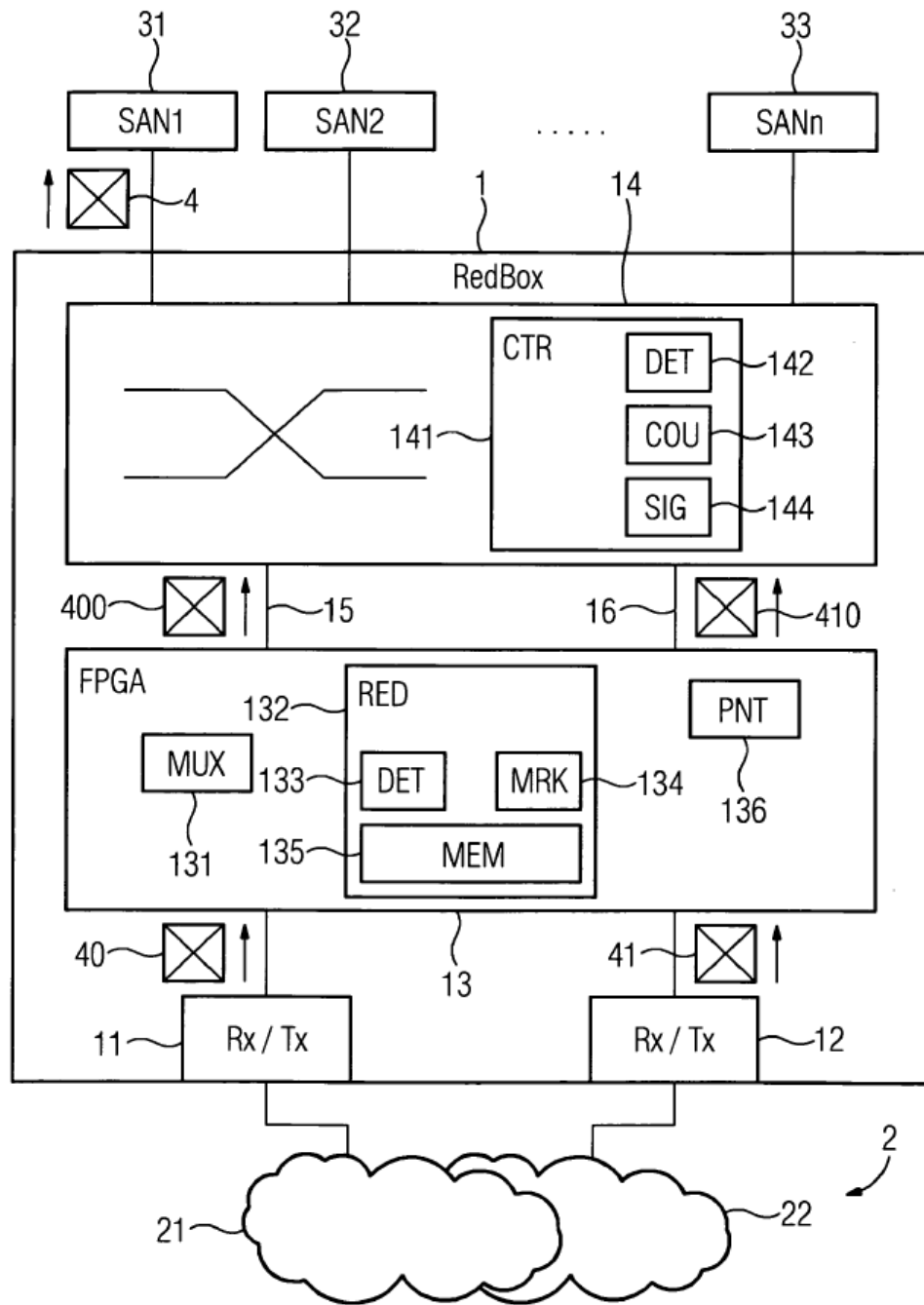


FIG 2
(Estado de la técnica)

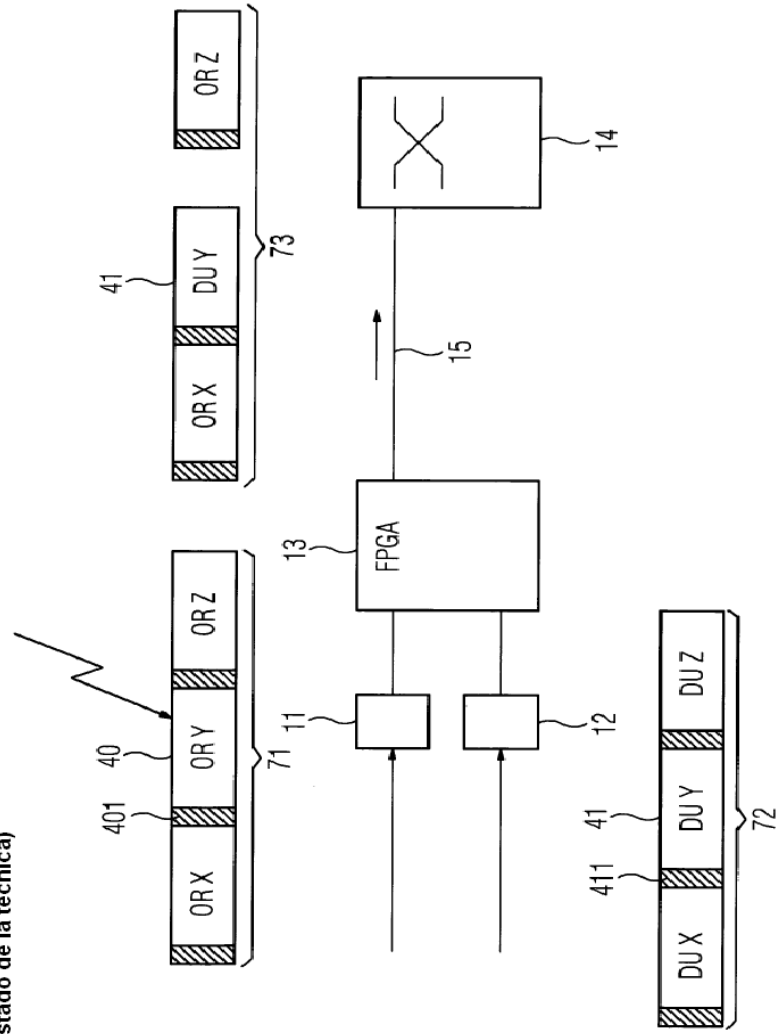


FIG 3

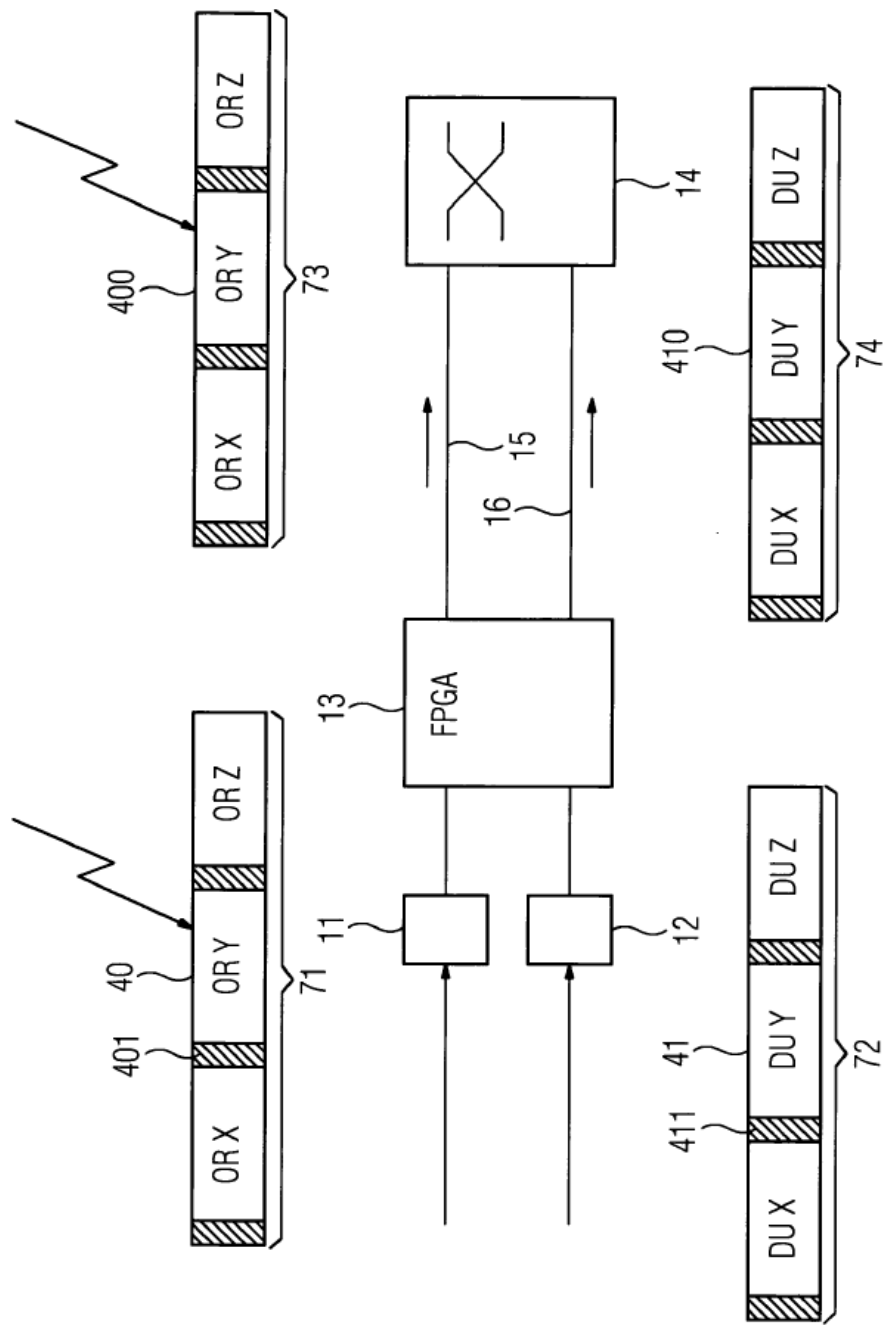


FIG 4

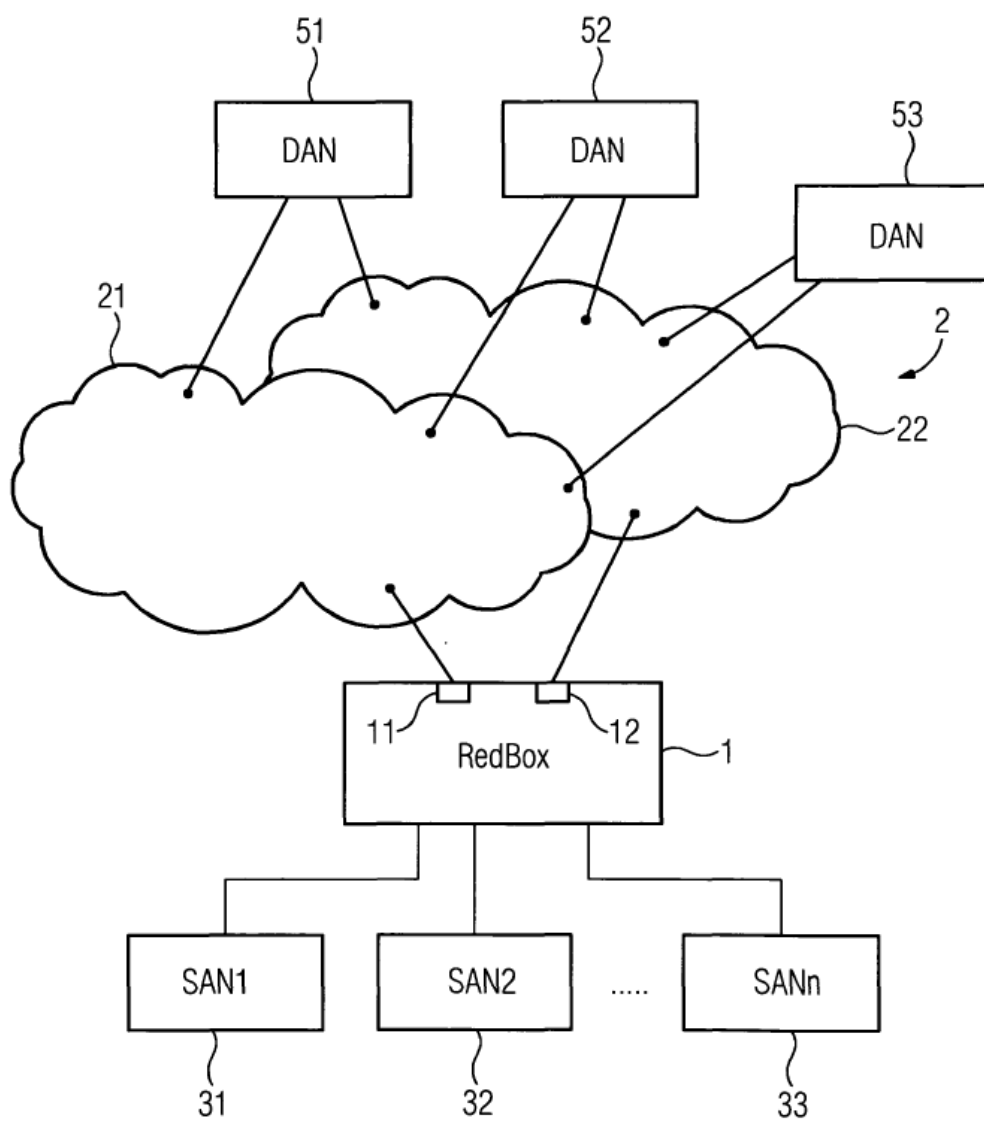


FIG 5

