



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 359 650**

(51) Int. Cl.:
H04L 12/42 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **07724521 .5**

(96) Fecha de presentación : **24.04.2007**

(97) Número de publicación de la solicitud: **2014025**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **14.01.2009**

(54) Título: **Unidad de interfaz y sistema de comunicaciones con una estructura maestro-esclavo.**

(30) Prioridad: **24.04.2006 DE 10 2006 018 884**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.05.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.05.2011

(73) Titular/es: **BECKHOFF AUTOMATION GmbH**
Eiserstrasse 5
33415 Verl, DE

(72) Inventor/es: **Beckhoff, Hans y**
Janssen, Dirk

(74) Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 359 650 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

Unidad de interfaz y sistema de comunicaciones con una estructura maestro-esclavo

La invención se refiere a una unidad de interfaz para un sistema de comunicaciones con una estructura maestro-esclavo, en la que la unidad de interfaz comunica entre sí una pluralidad de unidades esclavas a través de una estructura de doble anillo que trabaja en sentidos opuestos, así como un sistema de comunicaciones de este tipo con una estructura maestro-esclavo.

En la técnica de fabricación y automatización se emplean cada vez más los sistemas de bus seriales en los que los equipos de una periferia de máquina dispuestos de forma descentralizada, tales como módulos E/S, transformadores de medida, accionamientos, válvulas y terminales de usuario se comunican a través de un potente sistema de comunicaciones en tiempo real con sistemas de automatización, ingeniería o visualización. Para ello todos los usuarios están unidos entre sí en red a través de un bus serial, preferentemente un bus de campo, efectuándose el intercambio de datos a través del bus basándose por lo general en el principio de maestro-esclavo.

Los usuarios activos del sistema de bus, por lo general los equipos de control, están en posesión de una autorización de acceso al bus y son los que determinan la transferencia de datos en el bus. Los usuarios activos del bus se designan como las unidades maestras en el sistema de bus serial. En cambio los usuarios pasivos del bus son por lo general equipos periféricos de máquina. Éstos no tienen ninguna autorización de acceso, es decir que solamente pueden acusar recibo a las señales de información recibidas, o transmitir señales de información a una unidad maestra a demanda de ésta. Los usuarios pasivos del bus se designan como unidades esclavas en el sistema de bus serial.

Los sistemas de bus de campo con una estructura maestro-esclavo se realizan por lo general con una topología en anillo, con el fin de evitar un cableado complejo, estando conectados todos los usuarios del bus a una vía de transmisión en forma de anillo. Una señal de información generada por la unidad maestra es inyectada por la unidad maestra en la vía de transmisión en forma de anillo y atraviesa sucesivamente las unidades esclavas conectadas en serie a la vía de transmisión en forma de anillo, para volver a ser recibidas por la unidad maestra para su evaluación. Los sistemas maestro-esclavo también pueden estar diseñados como sistema multi-maestro.

Las señales de información son organizadas por lo general por la unidad maestra como paquetes de datos que se componen de datos de control y datos útiles, empleándose preferentemente el estándar Ethernet, que permite paquetes de datos con una longitud de hasta 1500 bytes con una velocidad de transmisión elevada de 100 Mbit/s. Durante el paso del telegrama Ethernet inyectado por la unidad maestra por la vía de transmisión de forma anular, cada una de las unidades esclavas conectadas a la vía de transmisión de forma anular separa del telegrama Ethernet los datos útiles destinados a ella.

Los sistemas de comunicaciones maestro-esclavo con estructura anular están dispuestos por lo general de tal modo que la unidad maestra comprende una unidad de transmisión como punto de acoplamiento de datos así como una unidad de recepción como punto de desacoplamiento de datos. Las distintas unidades esclavas están entonces conectadas a la vía de transmisión formando una cadena, estando cada usuario conectado a dos vecinos, y el primero y el último usuario de la cadena, con la unidad maestra. La transmisión de los paquetes de datos tiene lugar partiendo de la unidad maestra a través de su unidad de transmisión en un sentido hacia la primera unidad esclava que está conectada, y desde allí a la siguiente hasta alcanzar la última unidad esclava de la cadena, volviendo entonces a la unidad de recepción de la unidad maestra. Para la recepción de los paquetes de datos que circulan, cada unidad esclava presenta un interfaz desde el usuario anterior con una unidad de recepción y una interfaz con una unidad de transmisión para la red de transmisión al usuario siguiente, estando dispuesta entre la unidad de recepción y la unidad de transmisión una unidad de tratamiento para tratar los paquetes de datos que pasan a través de la unidad esclava, es decir para intercambiar con los paquetes de datos los datos útiles asignados a la unidad esclava.

Los sistemas de comunicaciones en forma de anillo con estructura maestro-esclavo suelen estar diseñados a menudo de modo que la unidad maestra forma con las unidades esclavas dispuestas en ella una línea física presentando el medio de transmisión una estructura de doble línea, y cada unidad esclava dos puertos con una unidad de transmisión-recepción combinada, estando cortocircuitadas la unidad de transmisión y recepción en el puerto de salida de la última unidad esclava de la cadena de transmisión. Los paquetes de datos inyectados en la primera línea por la unidad maestra a través de su unidad de recepción son tratadas por la unidad esclava en el camino de ida. Y luego en el camino de retorno simplemente se retransmiten únicamente a la unidad de recepción de la unidad maestra a través de la segunda línea.

Un requisito principal que han de cumplir los sistemas de comunicaciones maestro-esclavo, especialmente cuando se emplean para la automatización de procesos y de la fabricación, es un alto grado de tolerancia a los fallos, es decir la facultad del sistema de comunicación de mantener la función requerida, por ejemplo la fabricación de una pieza, a pesar de que aparezcan fallos. Los fallos del sistema de comunicaciones que se han de superar sin detrimento del proceso son además de los fallos en los paquetes de datos, especialmente también la falta de tramos de transmisión completos, por ejemplo debido a un corte físico del medio de transmisión.

Para conseguir un sistema de comunicaciones maestro-esclavo tolerante a los fallos, en particular a los fallos de trayecto, es decir en caso de falta de tramos completos de transmisión, se emplean a menudo estructuras en doble anillo que trabajen en doble sentido. Así, en el documento US 4.663.748 se describe un sistema de comunicaciones con una estructura maestro-esclavo en el que la unidad maestra está unida con una pluralidad de unidades esclavas de modo serial a través de dos vías de comunicación que trabajan en sentidos opuestos, emitiendo la unidad maestra los paquetes de datos simultáneamente a través de ambas vías de comunicación. La unidad esclava presenta entonces dos unidades de tratamiento que están conectadas cada una entre las dos vías de comunicación, para tratar los telegramas de datos que los atraviesan. Por otra parte en los usuarios están situadas unas unidades de acoplamiento activables para reconfigurar el sistema de comunicaciones, por ejemplo en el caso de rotura de una línea de comunicación, mediante la supervisión de las señales en ambos anillos de transmisión y la correspondiente conmutación, de tal modo que se evite un fallo de un tramo importante del sistema de comunicaciones o incluso un fallo total debido a una avería en el trayecto.

En el documento DE 103 12 907 A1 se propone además realizar la unidad esclava de tal modo que en ambas vías de comunicación le corresponda en el sentido de transmisión de datos primero una unidad de tratamiento y a continuación un multiplexador con dos entradas y una salida. El multiplexador está unido para ello por cada una de sus entradas con las dos unidades de tratamiento de la unidad esclava, y por su salida con la vía de comunicación correspondiente. Durante el régimen de funcionamiento normal sin averías, cada uno de los dos multiplexadores da continuidad a la unidad de tratamiento situada en la correspondiente vía de comunicación. Durante un régimen de avería, cuando aparezca un fallo en el trayecto de la vía de comunicación correspondiente, se da entonces continuidad a la unidad de tratamiento de la otra vía de comunicación. Este diseño de la unidad esclava permite reconfigurar el sistema de comunicaciones en un caso de avería, esencialmente en tiempo real.

Los sistemas de comunicaciones maestro-esclavo tolerantes a los fallos, con una estructura de doble anillo en los que la unidad maestra presenta en cada caso dos instalaciones de transmisión y de recepción con sus correspondientes transmisores o receptores y los correspondientes sistemas de control para emitir paquetes de datos por ambas vías de comunicación, requiere un gran volumen de hardware y de circuitos de la unidad maestra y por lo tanto incrementa considerablemente los costes. Esto mismo es también aplicable a las unidades esclavas, que contienen cada una dos unidades de tratamiento para el tratamiento de los paquetes de datos que pasan a través de ellas. Cada unidad esclava ha de decidir además durante el régimen normal, cuál de los dos paquetes de datos que atraviesan las unidades de tratamiento se ha de utilizar para el control del equipo, lo cual limita considerablemente el empleo de tales sistemas de comunicación dados las altas velocidades de transmisión de datos que se requieren. Además de esto, en los sistemas de comunicaciones conocidos tolerantes a las averías con topología de doble anillo es necesario que la unidad maestra reaccione de modo independiente ante cada avería en el trayecto, conmutando del régimen normal a un modo de avería.

El documento US 2004/008720 A1 muestra una unidad maestra con una primera unidad de conmutación y una segunda unidad de conmutación. La primera unidad de conmutación presenta una entrada y dos salidas, estando unidas la entrada con las dos unidades de tratamiento de la unidad maestra y las dos salidas cada una con una unidad de transmisión de la unidad maestra. La segunda unidad de conmutación presenta dos entradas y una salida, estando unidas las dos entradas cada una con una unidad de recepción y la salida con las unidades de tratamiento de la unidad maestra.

El objetivo de la presente invención es proporcionar un interfaz para un sistema de comunicaciones que tenga una estructura maestro-esclavo destinado a unir de forma serial una unidad maestra con una pluralidad de unidades esclavas a través de una estructura de doble anillo, así como el correspondiente sistema de comunicaciones, que se caracterizan por un volumen mínimo de hardware y de circuitos, y que presenta la posibilidad de realizar la reconfiguración en tiempo real en el caso de que surjan averías de trayecto en la topología de doble anillo.

Este objetivo se resuelve por medio de una unidad de interfaz conforme a la reivindicación 1. Unos perfeccionamientos preferentes se describen en las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con la invención está previsto un interfaz para un sistema de comunicaciones que presente una estructura maestro-esclavo, que une una unidad maestra de forma serial con una pluralidad de unidades esclavas a través de una estructura en doble anillo formada por una primera vía de comunicación y una segunda vía de comunicación que trabajen en sentidos opuestos. Para ello la unidad de interfaz presente una primera unidad de conmutación cuya entrada está unida con una unidad transmisora de la unidad maestra, cuya primera salida está unida con la primera vía de comunicación y cuya segunda salida está unida con la segunda vía de comunicación, y que está diseñada para emitir una señal de información recibida por la unidad de transmisión de la unidad maestra para su emisión independiente, en sentidos opuestos, a través de la primera vía de comunicación y de la segunda vía de comunicación. Además está prevista una segunda unidad de conmutación en la unidad de interfaz, cuya primera entrada está comunicada con la primera vía de comunicación, cuya segunda entrada está unida con la segunda vía de comunicación y cuya salida está unida a una unidad de recepción de la unidad maestra. Y que está diseñada para retransmitir a la unidad de recepción de la unidad maestra las dos señales de información que circulan en sentidos opuestos por la primera vía de comunicación y por la segunda vía de comunicación.

Con esta configuración según la invención del interfaz entre la unidad maestra y las unidades esclavas en un sistema de comunicaciones tolerante a los fallos que presenta una topología de doble anillo, se puede reducir considerablemente el volumen de hardware y de software y con ello los costes. Mediante el empleo de una unidad de interfaz realizada de modo conforme a la invención existe también la posibilidad de emplear también en una estructura de doble anillo una unidad maestra convencional, tal como se emplea en la arquitectura de anillo simple, y que presenta solamente una unidad de transmisión y una unidad de recepción. La unidad de interfaz conforme a la invención se ocupa de que también con una unidad maestra concebida para una estructura de anillo simple puedan circular paquetes de datos en las dos vías de comunicación de la estructura de doble anillo que trabajan en sentidos opuestos.

De acuerdo con una forma de realización preferente, la unidad de interfaz está diseñada de modo inteligente, concretamente de forma que se duplique una señal de información recibida por la unidad de transmisión de la unidad maestra para el envío independiente en sentidos opuestos sobre la primera y la segunda vía de comunicación de la estructura de doble anillo. Mediante la emisión de dos paquetes de datos idénticos por las dos vías de comunicación de sentidos opuestos se consigue una elevada tolerancia a los fallos frente a fallos en el trayecto de la estructura de doble anillo.

Esto también es aplicable para una segunda forma de realización preferente en la que la primera unidad de conmutación de la unidad de interfaz está diseñada de tal modo que se evalúe una información de dirección contenida en la señal de información recibida por la unidad de transmisión de la unidad maestra para emitir la señal de información de modo alternativo por la primera vía de comunicación y por la segunda vía de comunicación. Esta configuración permite hacer circular dos señales de información idénticas y por lo tanto redundantes en sentidos opuestos por la estructura de doble anillo, lo que garantiza una elevada tolerancia a los fallos.

De acuerdo con otra forma de realización preferente, la segunda unidad de conmutación de la unidad de interfaz está diseñada para evaluar las dos señales de información que circulan en sentidos opuestos por la primera y por la segunda vía de comunicación. De este modo se puede garantizar la capacidad de funcionamiento del sistema de comunicaciones de forma sencilla, en particular también en el caso redundante, es decir cuando los sistemas de comunicaciones estén reconfigurados debido a una avería de trayecto y las distintas unidades esclavas hayan conmutado al régimen de avería.

Pero la segunda unidad de conmutación de la unidad de interfaz también puede estar configurada alternativamente de tal modo que los dos paquetes de datos recibidos por la primera y por la segunda vía de comunicación se retransmitan sucesivamente a la unidad de recepción de la unidad maestra para su evaluación. En este caso, la redundancia al aparecer un caso de avería se consigue mediante la evaluación en la unidad maestra en lugar de la evaluación en la unidad de interfaz. En este caso se prefiere que la segunda unidad de conmutación de la unidad de interfaz presente un mecanismo FI-FO para evitar colisiones de las señales de información reacopladas sucesivamente con la unidad maestra.

De acuerdo con la invención, la comunicación con la estructura maestro-esclavo está configurada de tal modo que la unidad maestra presenta una unidad de control de transmisión que a través de la unidad de transmisión de la unidad maestra emite dos señales de información con idéntico campo de datos, que para cada una de las unidades esclavas que están conectadas puede presentar una zona de datos asignada, y con un campo de dirección diferente lo envíe a la primera unidad de conmutación de la unidad de interfaz. La primera unidad de conmutación de la unidad de interfaz está configurada entonces además de modo que, basándose en el contenido del campo de la dirección, una de las señales de información se emite por la primera vía de comunicación y la otra señal de información por la segunda vía de comunicación. En cada una de las unidades esclavas dispuestas en la estructura de doble anillo está previsto un dispositivo de acoplamiento activable que durante el funcionamiento normal comunica la entrada de una unidad de tratamiento con un primer sentido de recepción, la salida de la unidad de tratamiento con una primera unidad de transmisión y la segunda unidad de recepción con una segunda unidad de transmisión. En el caso de avería de la primera unidad de transmisión y/o de la segunda unidad de recepción se comunica entonces la entrada de la unidad de tratamiento con la primera unidad de recepción y la salida de la unidad de tratamiento con la segunda unidad de recepción. En el caso de que haya una avería en la primera unidad de recepción y/o en la segunda unidad de transmisión se comunica en cambio la entrada de la unidad de tratamiento con la segunda unidad de recepción y la salida de la unidad de tratamiento con la primera unidad de transmisión. La unidad de tratamiento de cada unidad maestra está además diseñada de tal modo que al tratar la señal de información pasante se trata el sector de datos asignado a la unidad maestra. En la segunda unidad de conmutación de la unidad de interfaz se retransmiten entonces las dos señales de información que circulan en sentidos opuestos, sucesivamente a la unidad de recepción de la unidad maestra, estando diseñada una unidad de control de recepción como unidad maestra para superponer los campos de datos de las dos señales de información recibidas por la unidad de recepción. Mediante esta configuración se forma de modo sencillo un sistema de comunicaciones con alta tolerancia a las averías, ya que en el caso de producirse averías de trayecto el sistema de comunicaciones se puede reconfigurar rápidamente en las unidades esclavas contiguas, para lo cual se superponen en la unidad de control de recepción de la unidad maestra los paquetes de datos redundantes que circulan para evitar con seguridad una pérdida de información incluso durante el régimen de avería.

Alternativamente también se puede conseguir una tolerancia a las averías tal en el sistema de comunicaciones empleando para ello un interfaz inteligente que duplica una señal de información recibida por la unidad de transmisión de la unidad maestra, superponiéndose entonces por la unidad de interfaz los dos paquetes de datos circulantes después de su recepción con el fin de evitar de este modo con seguridad una pérdida de datos en caso de un régimen de avería de las unidades esclavas.

Para supervisar la ausencia de averías en el sistema de comunicaciones, en particular también durante una reconfiguración del sistema de comunicaciones después de que haya aparecido una avería de trayecto, las señales de información presentan según una forma de realización preferente un campo contador adicional fijado en un valor predeterminado, que es modificado en un valor predeterminado por la unidad de tratamiento de la unidad maestra cada vez que se produce un paso. La segunda unidad de conmutación de la unidad de interfaz o alternativamente la unidad de control de recepción de la unidad maestra añade el valor de los campos de contadores de las dos señales de información que circulan en sentidos opuestos. Mediante la evaluación de este valor se puede determinar entonces si en el sistema de comunicaciones han aparecido averías de trayecto, o si ha fallado una unidad esclava.

La invención se describe con mayor detalle sirviéndose de los dibujos adjuntos.

Éstos muestran:

la fig. 1 una representación esquemática de un sistema de comunicaciones conforme a la invención con una estructura maestro-esclavo, donde está prevista una unidad de interfaz entre la unidad maestra y la unidad esclava unida serialmente en una estructura de doble anillo, donde

la fig. 1A representa el régimen de funcionamiento normal,

la fig. 1B un primer régimen de reconfiguración del sistema de comunicaciones al aparecer una avería de trayecto,

la fig. 1C un segundo régimen de reconfiguración del sistema de comunicaciones en el caso de fallo de una unidad maestra; y

la fig. 2 una representación esquemática de una unidad esclava conforme a la invención.

En la técnica de automatización se emplean cada vez más los sistemas de bus de campo en los que unos equipos de la periferia de la máquina dispuestos de modo repartido se comunican a través de un bus de campo con sistemas de automatización, de ingeniería y de visualización. El sistema de bus de campo presenta por lo general un bus serial, que puede ser por ejemplo un cable eléctrico, un cable óptico o un cable de radio. A este bus de campo están conectados entonces todos los usuarios del bus, debiendo distinguirse entre usuarios del bus activos y pasivos. Los usuarios activos del bus en el sistema de bus de campo son las unidades maestras que determinan el tráfico de datos por el bus. Una unidad maestra de este tipo es por ejemplo un PC industrial que en un proceso de fabricación sirve como ordenador de conducción del proceso. Esta unidad maestra está en posesión de una autorización de acceso al bus y puede emitir datos al bus de campo sin petición exterior. Los usuarios pasivos del bus en el dispositivo de bus son los equipos periféricos de la máquina, por ejemplo equipos E/S, válvulas, accionamientos y transformadores de medida. Sirven como unidades esclavas y no tienen autorización de acceso al bus, es decir que solamente pueden acusar recibo a las señales de información recibidas o transmitir señales de información a una unidad maestra, a petición de ésta.

Como estándar de comunicación para la transmisión de datos en el sistema maestro-esclavo se emplea preferentemente el concepto Ethernet. En los sistemas de comunicación Ethernet los datos que se han de transmitir se encapsulan como señales de información en paquetes de datos, designados también como telegramas, con un formato predeterminado. Los telegramas Ethernet pueden presentar una longitud de datos de hasta 1500 bytes, estando contenidos adicionalmente a los datos útiles los datos de control que presentan una identificación del principio, una dirección de destino y una dirección de origen, el tipo de paquete de datos y un mecanismo de averías.

Los sistemas de comunicación Ethernet con una estructura maestro-esclavo están realizados preferentemente de tal modo que las distintas unidades esclavas están unidas formando una cadena a través del medio de transmisión, estando cada unidad esclava unida con dos vecinos, estando unido el primer y el último usuario de la cadena con la unidad maestra, de modo que se forma una estructura de anillo. La transmisión de datos tiene lugar en un sentido partiendo de la unidad maestra hacia la primera unidad esclava vecina y de ahí a la siguiente hasta la última unidad esclava y luego de vuelta a la unidad maestra.

Con el fin de asegurar un alto grado de tolerancia a las averías, especialmente en el caso de producirse una avería de trayecto en el sistema de comunicaciones, así como el fallo de tramos completos de transmisión con unidades esclavas, p.ej. debido a rotura de un cable, los sistemas de comunicaciones con una estructura maestro-esclavo presentan a menudo dos vías de comunicación que trabajan en sentidos opuestos entre sí. Debido a la estructura en doble anillo que trabaja en sentidos opuestos se tiene en el caso de averías de trayecto la posibilidad de llevar a cabo medias de reconfiguración en el sistema de comunicaciones para mantener la capacidad de funcionamiento del sistema de comunicaciones a pesar de las averías de trayecto.

La Fig. 1 muestra en un esquema de principio un sistema de comunicaciones de esta clase con tolerancia a las averías, en una forma de realización conforme a la invención. El sistema de comunicaciones presenta una unidad maestra 1 que a través de una unidad de interfaz 4 con estructura de doble anillo 2 está incorporada serialmente con N unidades esclavas 3. La estructura en doble anillo 2 comprende dos vías de comunicación unidireccionales 21, 22 que atraviesan en sentidos opuestos las unidades esclavas 3 que están conectadas.

La unidad de interfaz 4 presenta una primera unidad de conmutación 41 y una segunda unidad de conmutación 42. La primera unidad de conmutación 41 está unida por una entrada 411 con una unidad de transmisión TX11 de la unidad maestra 1. Una primera salida 412 de la primera unidad de conmutación 41 está conectada a la primera vía de comunicación 21, y una segunda salida 413 de la primera unidad de conmutación 41 lo está a la segunda vía de comunicación 22. La segunda unidad de conmutación 42 de la unidad de interfaz 41 está unida a través de una primera entrada 421 con la primera vía de comunicación 21, y a través de una segunda entrada 422 con la segunda vía de comunicación 22. La salida 423 de la segunda unidad de conmutación 42 de la unidad de interfaz 4 está conectada a una unidad de recepción RX12 de la unidad maestra 1. La unidad de transmisión 11 de la unidad maestra 1 está unida a través de una primera línea de control 15 con una unidad de control de transmisión 16. La unidad de recepción 12 está conectada a través de una segunda línea de control 17 a una unidad de control de recepción 18.

Para recibir telegramas Ethernet de un usuario anterior a través de la primera vía de comunicación 21, cada unidad esclava 3 presenta un interfaz con una primera unidad de recepción RX31 y así como un interfaz con una primera unidad de transmisión TX32 para efectuar la retransmisión al usuario siguiente a través de la primera vía de comunicación 21. Cada unidad esclava 3 presenta además un interfaz con una segunda unidad de recepción RX33 para recibir un telegrama Ethernet circulante a través de la segunda vía de comunicación procedente de un usuario anterior, así como un interfaz con una segunda unidad de transmisión TX34 para efectuar la retransmisión al usuario siguiente. Entre la primera unidad de recepción RX31, la segunda unidad de recepción RX32, la primera unidad de transmisión TX33 y la segunda unidad de transmisión TX 34 está conectada además en cada unidad esclava 3 una unidad de tratamiento 35 y un dispositivo de acoplamiento activable 37.

En la Figura 2 está representado con mayor detalle el esquema de principio de una unidad esclava 3. En la unidad esclava 3 están agrupadas como puerto 0 la primera recepción RX31, que está conectada a la primera vía de comunicación 21 y la segunda unidad de transmisión TX34 que está conectada a la segunda vía de comunicación 22. La segunda unidad de recepción RX33 que está conectada a una segunda vía de comunicación 22 y la primera unidad de transmisión TX32 que está conectada a la primera vía de comunicación 21, están organizadas como puerto 1.

El dispositivo de acoplamiento activable 37 presenta un primer conmutador 38 y un segundo conmutador 39 que están realizados cada uno como multiplexadores 2-1. Las unidades de recepción y de transmisión 31, 32, 33, 34, los multiplexadores 38, 39 del dispositivo de acoplamiento activable y la unidad de tratamiento 35 están interconectados a través de una red de líneas 40, en la forma mostrada por medio de las flechas en la Figura 2.

La salida de la primera unidad de recepción RX31 está unida a la primera entrada del primer multiplexador 38. La segunda entrada del primer multiplexador 38 está conectada a la segunda unidad de recepción RX33. La salida del primer multiplexador 38 está además unida a la unidad de tratamiento 35. El segundo multiplexador 39 está conectado a su vez con su primera entrada a la segunda unidad de recepción RX33 y con su segunda entrada a la salida de la unidad de tratamiento 35. La salida del segundo multiplexador 39 está unida a la segunda unidad de transmisión TX 34. La salida de la unidad de tratamiento 35 está además unida a la primera unidad de transmisión TX32 a través de la red de líneas 40. Durante el funcionamiento normal sin averías del sistema de comunicaciones, tal como está representado en la Figura 1A, se emiten sendos telegramas Ethernet idénticos por la primera vía de comunicación y por la segunda vía de comunicación 22. Los telegramas atraviesan en sentidos opuestos las unidades esclavas 3 que están conectadas, estando conmutados todos los dispositivos de acoplamiento activables de las unidades esclavas 3 de tal modo que la entrada de la unidad de tratamiento 35 está unida con la primera unidad de recepción RX31, la salida de la unidad de tratamiento 35 con la primera unidad de transmisión TX32 y la segunda unidad de recepción RX33 con la segunda unidad de transmisión TX34.

En este régimen de funcionamiento de las unidades esclavas 3, el dispositivo de acoplamiento activable 37 se ocupa de que los dos telegramas idénticos que circulan en sentidos opuestos por la primera vía de comunicación 21 y por la segunda vía de comunicación 22 atraviesen la unidad esclava siempre de tal modo, que sólo los telegramas transmitidos por la primera vía de comunicaciones 21 sean tratados por la unidad de tratamiento 35. En cambio el telegrama que circula por la segunda vía de comunicación 22 solamente atraviesa las unidades esclavas 3.

En la configuración conforme a la invención se controla por lo tanto durante el régimen normal sin averías el dispositivo de acoplamiento 37 activable compuesto por los dos multiplexadores 2-1 38, 39, que de los dos telegramas idénticos que circulan simultáneamente por las dos vías de comunicación 21, 22, pero en sentidos opuestos, solamente se conduzca el telegrama que va por la primera vía de comunicación 21 a la unidad de tratamiento 35 de la unidad esclava 3 para ser tratada. El telegrama que circula por la segunda vía de comunicación 22 tiene efecto redundante y se reacopla sin alterarlo.

El sistema de comunicaciones conforme a la invención con una estructura maestro-esclavo en la que las unidades esclavas están unidas con la unidad maestra a través de un elemento de interfaz y de dos estructuras de doble anillo que trabajan en sentidos opuestos, estando prevista solamente una única unidad de tratamiento 35 en cada unidad esclava 3, presenta además la facultad de reconfigurar las vías de comunicación en las distintas unidades esclavas en un caso de avería, es decir cuando surja una avería de trayecto, con el fin de mantener así activa la capacidad de funcionamiento del conjunto del sistema de comunicaciones.

La Figura 1B muestra una doble avería de trayecto entre la unidad esclava M y la unidad esclava M+1. La Figura 1C representa un fallo completo de la unidad esclava M, lo que es equivalente a la aparición de dos averías dobles de trayecto entre la unidad esclava M-1 y la unidad esclava M así como entre la unidad esclava M+1 y la unidad esclava M. Cuando aparezcan tales averías dobles de trayecto se activa el dispositivo de acoplamiento activable 37 de las unidades esclavas 3 de tal modo que el telegrama que llegue bien sobre la primera vía de comunicación 21 o sobre la segunda vía de comunicación 22, se reacople por la otra vía respectiva de comunicación, pasando el telegrama previamente siempre por la unidad de tratamiento 35 de la unidad esclava 3.

En la doble avería del trayecto representada en la Figura 1B entre la unidad esclava M y la unidad esclava M+1, esto tiene lugar de tal modo que las unidades esclavas 1 hasta M-1 y M+2 hasta M se encuentran en régimen de funcionamiento normal, mientras que en cambio las unidades esclavas M y M+1 se reconfiguran. En el caso de avería representado en la Figura 1C, en el que falla la unidad esclava M, las unidades esclavas 1 hasta M-2 y las unidades esclavas M+2 hasta M se encuentran en régimen de funcionamiento normal. En cambio se reconfiguran las unidades esclavas M-1 y M+1.

La reconfiguración se activa preferentemente por las dos puertas 0 y 1 en las unidades esclavas 3. Mediante un procedimiento de reconocimiento conocido estas dos puertas 0 y 1 reconocen si la unidad esclava se puede comunicar con una unidad esclava contigua. Si se reconoce una avería de trayecto por la puerta 0 o por la puerta 1 se pasa entonces al correspondiente régimen de funcionamiento en avería, y se activa en la forma deseada el dispositivo de acoplamiento activable 35 de la unidad esclava.

En el régimen de funcionamiento de avería de la puerta 1, tal como aparece en la avería doble de trayecto representada en la Figura 1B, en la unidad esclava M o en el fallo de aparato mostrado en la Figura 1C, en la unidad esclava M-1, se activa el dispositivo de acoplamiento activable 37 de tal modo que la entrada de la unidad de tratamiento 36 esté unida a la primera unidad de recepción RX31, y la salida de la unidad de tratamiento 35 a la segunda unidad de transmisión TX34. El telegrama que circula por la primera vía de comunicación 21 se reacopla de este modo a la segunda vía de comunicación 22 por medio de la unidad de tratamiento 35. En la configuración de la instalación de acoplamiento activable 37, en la unidad esclava 3 con el primer multiplexador 38 y el segundo multiplexador 39, representado en la Figura 2, esto tiene lugar de tal modo que la segunda entrada del segundo multiplexador 39 se conecta con su salida. En cambio el primer multiplexador 38 permanece en régimen de funcionamiento normal.

Durante el régimen de funcionamiento en régimen de avería de la puerta 0 de la unidad esclava 3, es decir cuando la primera unidad de recepción RX31 y/o la segunda unidad de transmisión TX 34 detecta una interrupción de la vía de comunicación con la unidad esclava contigua, lo que en la doble avería de trayecto representada en la Figura 1B aparece en el esclavo M+1, y en el fallo de aparato representado en la Figura 1C, en el esclavo M+1, se controla el dispositivo de acoplamiento activable 37 de la unidad esclava 3 de tal modo que la entrada de la unidad de tratamiento 35 se une con la segunda unidad de recepción RX33, y la salida de la unidad de tratamiento 35 con la primera unidad de transmisión TX32, de modo que el telegrama que pasa por la segunda vía de comunicación 22 se reacopla a la primera vía de comunicación 21 después de haber sido tratado en la unidad de tratamiento 35. En la realización de la instalación de acoplamiento activable 35 mostrada en la Figura 2, esto tiene lugar de tal modo que el primer multiplexador 38 conecta su segunda entrada con su salida, mientras que el segundo multiplexador 39 permanece en régimen de funcionamiento normal.

Con la forma de proceder conforme a la invención se tiene por lo tanto la posibilidad de llevar a cabo medidas de reconfiguración en el sistema de comunicación en una unidad esclava con una sola unidad de tratamiento, gracias a una estructura de doble anillo y a una instalación de acoplamiento activable, con el fin de garantizar la capacidad de funcionamiento del sistema de comunicación en el caso de averías de trayecto, no diferenciándose en el caso de redundancia el comportamiento de las unidades esclavas con respecto al tratamiento de los telegramas, del régimen de funcionamiento normal.

La forma de proceder conforme a la invención permite reconocer no sólo la avería doble de trayecto representada en las Figuras 1B y 1C, en la que están interrumpidas las dos vías de comunicación con el usuario contiguo, sino también averías simples de trayecto en las que solamente está interrumpida una vía de comunicación, y mantener mediante la correspondiente reconfiguración la capacidad de funcionamiento del sistema de comunicación del usuario contiguo al lugar de la avería.

En las unidades esclavas 3 está prevista siempre también una sola unidad de tratamiento 35, de modo que en comparación con las unidades esclavas con dos unidades de tratamiento no es necesario tomar ninguna decisión para saber qué unidad de tratamiento es la competente para el tratamiento de un telegrama.

Con el fin de conseguir un alto grado de tolerancia a las averías del sistema de comunicaciones con un reducido gasto en hardware, en particular también en la unidad maestra 1, se lleva a cabo el tratamiento de los telegramas que circulan en sentidos opuestos sobre la primera vía de comunicación 21 y la segunda vía de comunicación 22, de tal modo que el tratamiento durante el régimen de funcionamiento normal sin averías no se diferencie esencialmente del régimen en caso de avería en el que se mantiene la capacidad de funcionamiento del sistema de comunicación en el caso de averías de trayecto mediante la reconfiguración de distintas unidades esclavas. La unidad esclava puede estar realizada en la forma según la invención. Pero también existe la posibilidad de emplear unidades esclavas con otra disposición de circuito que se pueda emplear dentro del marco de un sistema maestro-esclavo con una estructura de doble anillo.

De acuerdo con la invención existe además la posibilidad de emplear para el control de la estructura de doble anillo tolerante a las averías, una unidad maestro-esclavo 1 con una sola unidad de transmisión TX11 y una unidad de recepción RX12, tal como se emplea también durante el funcionamiento de una estructura de anillo simple. Esto se consigue intercalando la unidad de interfaz 4 conforme a la invención, cuya primera unidad de conmutación 41 está realizada para emitir un telegrama recibido a través de la unidad 411 desde la unidad de transmisión TX11 de la unidad maestra 1, en sentido opuesto a través de la primera salida 412 y de la segunda salida 413, por la primera vía de comunicación 21 o la segunda vía de comunicación 22 respectivamente. La segunda unidad de conmutación 42 de la unidad de interfaz 4 vuelve a estar diseñada de tal modo que los telegramas que circulan en sentido opuesto recibidos a través de la primera entrada 421 de la primera vía de comunicación 21 y a través de la segunda entrada 422 de la segunda vía de comunicación 22, se retransmitan a través de la salida 423 a la unidad de recepción RX12 de la unidad maestra 1.

Para conseguir un alto grado de tolerancia a las averías se emite conforme a la invención un telegrama idéntico, tanto por la primera vía de comunicación 21 como por la segunda vía de comunicación 22. Según una forma de realización esto tiene lugar porque la unidad de control de transmisión 16 de la unidad maestra 1 emite a través de la unidad de transmisión TX11 dos telegramas con idéntico campo de datos, que presentan una zona de datos asignada a cada una de las unidades esclavas que están conectadas, y las envía con un campo de dirección distinto a la primera unidad de conmutación 41 de la unidad de interfaz. La primera unidad de conmutación 41 de la unidad de interfaz 4 está entonces configurada de tal modo que basándose en el contenido del campo de dirección, se emita uno de los telegramas por la primera vía de comunicación 21 y el otro telegrama por la segunda vía de comunicación 22. En el caso más sencillo, el campo de la dirección puede ser un campo de 1-bit, estando identificadas las dos vías de comunicación 21, 22 por "0" ó "1".

Durante el paso del telegrama, las unidades de tratamiento 35 de las unidades esclavas 3 tratan entonces la zona de datos correspondiente a la respectiva unidad esclava, tratando la unidad de tratamiento 35 en la forma antes descrita conforme a la invención, tanto en régimen de funcionamiento normal como en régimen de funcionamiento de averías, únicamente el sector de datos correspondiente en uno de los dos telegramas idénticos que circulan en sentidos opuestos.

La segunda unidad de conmutación 42 de la unidad de interfaz 4 está configurada entonces de tal modo que se retransmiten a la unidad de recepción RX12 de la unidad maestra 1 los dos telegramas que circulan en sentidos opuestos por la primera vía de comunicación y por la segunda vía de comunicación 21. Para ello la segunda unidad de conmutación 42 de la unidad de interfaz 4 comprende preferentemente un mecanismo FI-FO, en el que se inyectan los telegramas recibidos a través de las dos entradas 421, 422. Desde el mecanismo FI-FO se retransmiten entonces los dos telegramas a través de la salida 423 de la unidad de interfaz 4 a la unidad de recepción RX12 de la unidad maestra 1. Mediante el empleo del mecanismo FI-FO se evita una posible colisión al efectuar el reacoplamiento de los telegramas a la unidad maestra 1. En la unidad maestra 1 se retransmiten a la unidad de control de recepción 18 los dos telegramas recibidos y allí se superponen para obtener de este modo un único telegrama. Esto se efectúa preferentemente tratando los datos útiles de los dos telegramas en disyuntiva bit-a-bit.

Alternativamente existe también la posibilidad de realizar la unidad de interfaz 4 de forma inteligente. En este caso, un telegrama aplicado a la unidad de interfaz 4 procedente de la unidad de control de emisión 16 a través de la unidad de transmisión TX11 se duplica en la primera unidad de conmutación 41, y a continuación se emite el único telegrama sobre la primera vía de comunicación 21, y la otra señal de información por la segunda vía de comunicación 22. La unidad de tratamiento 35 en las unidades esclavas 3 trata entonces el correspondiente sector de datos en uno de los dos telegramas que pasan. Los dos telegramas se reciben entonces a través de la primera y de la segunda entrada 421, 422 de la segunda unidad de conmutación 42 de la unidad de interfaz 4, y se superponen. Esto a su vez se realiza preferentemente mediante un tratamiento disyuntivo bit-a-bit de los datos útiles de los dos telegramas. El telegrama resultante se retransmite entonces por la segunda unidad de conmutación 42 a través de la salida 423 a la unidad de recepción RX12 de la unidad maestra 1, que a su vez aplica el telegrama a la unidad de control de recepción 18 para su evaluación.

Con el fin de determinar las averías en el sistema de comunicaciones, en particular también en el caso de una reconfiguración del sistema de comunicaciones debido a la conmutación de distintas unidades esclavas al régimen de funcionamiento de avería después de aparecer una avería de trayecto o de un fallo total de una unidad esclava, los telegramas que circulan presentan adicionalmente un campo contador, cuyo valor se evalúa, preferentemente se incrementa sumando para determinar el estado de funcionamiento del dispositivo de comunicaciones. Los dos

telegramas idénticos que están circulando, que o bien han sido generados por la unidad de control de transmisión 16 de la unidad maestra 1 y dotadas de un campo de dirección, basándose en el cual la primera unidad de conmutación 41 de la unidad de interfaz 4 emite entonces uno de los telegramas por la primera vía de comunicación 21 y el otro telegrama por la segunda vía de comunicación 22, o han sido generados por la primera unidad de conmutación 41 de la unidad de interfaz 4 por duplicación de un telegrama recibido por la unidad maestra y que se emiten para la transmisión independiente en sentidos opuestos por la primera vía de comunicación 21 y por la segunda vía de comunicación 22, presentan en el campo de contador un valor predeterminado. La unidad de tratamiento 35 de las unidades esclavas 3 está además configurada cada una de tal modo que al pasar el telegrama se modifica el valor del campo del contador en un valor predeterminado.

Entonces, cuando la segunda unidad de conmutación 42 de la unidad de interfaz 4 deja pasar los dos telegramas recibidos únicamente hacia la unidad maestra 1, se evalúa cada vez en la unidad de control de recepción 18 de la unidad maestra 1 el valor del campo del contador de los dos telegramas. Sumando simplemente los dos valores se puede comprobar si todas las unidades esclavas que están conectadas están activas. Alternativamente existe también la posibilidad, en el caso de una configuración inteligente de la unidad de interfaz 4, cuando los telegramas recibidos ya han sido sometidos a un tratamiento disyuntivo en la segunda unidad de conmutación 42, de proceder a reunir los campos de los contadores de los dos telegramas en la segunda unidad de conmutación 42 de la unidad de interfaz 4, preferentemente mediante su suma. El valor sumado se retransmite entonces para su evaluación junto con el telegrama que ha sido sometido al tratamiento disyuntivo, a la unidad maestra 1.

Entonces se pone preferentemente el campo de contador de los dos telegramas a un valor 0 como valor de partida. Cada unidad de tratamiento 35 incrementa entonces al paso del telegrama a través de la unidad esclava 3, en un valor predeterminado, p.ej. un valor 1. Dado que debido a la configuración según la invención de las unidades esclavas, tanto en régimen normal como en régimen de avería siempre se trata un único telegrama por la unidad de tratamiento 35, el valor sumado de los campos de contadores puede indicar el número de unidades esclavas activas. De este modo se puede determinar si todas las unidades esclavas que están conectadas están activas o si ha surgido un fallo total de una unidad esclava, por ejemplo debido a una doble avería de trayecto tal como está mostrada en la Figura 1C. Además, mediante la comparación de los valores en los dos campos de contadores y tomando como base el número conocido de unidades esclavas que están conectadas se puede determinar la posición exacta de la avería de trayecto, p.ej. la surgida entre la unidad esclava M y la unidad esclava M+1 en la Figura 1B.

Se consigue además un funcionamiento del sistema de comunicaciones tolerante para las averías, en particular al efectuar la reconfiguración del sistema de comunicaciones debido a la modificación de la marcha de la señal en las unidades esclavas 3 al surgir una avería de trayecto, por el hecho de que los dos telegramas idénticos que circulan en sentidos opuestos por la primera vía de comunicación 21 y por la segunda vía de comunicación 22 están configurados de tal modo que en el campo de datos de cada una de las unidades esclavas 3 que están conectadas puede estar asignado un sector de datos propio. Con el telegrama que pasa, la unidad de tratamiento 35 de cada unidad esclava 3 lleva a cabo un intercambio de datos en el sector de datos asignado. En la segunda unidad de conmutación de la unidad de interfaz 4 o en la unidad de control de recepción 18 de la unidad maestra 1 se superponen entonces los campos de datos de los dos telegramas que han sido reacoplados por la primera y por la segunda vía de comunicación, de modo que resulta un telegrama común. Este telegrama superpuesto es siempre igual, con independencia de que el sistema de comunicación se encuentre en régimen de funcionamiento normal o en régimen de funcionamiento de avería después de que haya surgido una avería de trayecto, mientras están activas todavía todas las unidades esclavas.

Durante el régimen de lectura, cuando las unidades esclavas 3 transmiten datos a la unidad maestra 1, se pone todo el campo de datos de los dos telegramas que circulan en sentidos opuestos en un valor 0 como valor de partida. Las unidades de tratamiento 35 de las unidades esclavas 3 escriben los datos deseados en el sector de datos asignado. La unidad de control de recepción 18 de la unidad maestra 1 o la segunda unidad de conmutación 42 de la unidad de interfaz 4, somete a continuación los campos de datos de los dos telegramas recibidos a un tratamiento disyuntivo para formar un telegrama común. Con independencia de que el sistema de comunicación se encuentre en régimen de funcionamiento normal o en régimen de reconfiguración, el telegrama sometido a un tratamiento disyuntivo recibe todos los datos solicitados por la unidad maestra 1 de las unidades esclavas 3. En cambio durante el régimen de escritura, cuando la unidad maestra 1 quisiera transmitir órdenes a las unidades esclavas 3, la unidad de control de transmisión 16 de la unidad maestra 1 entrega dos telegramas idénticos con un campo de datos que contiene los datos que se han de transmitir a las unidades esclavas, para su transmisión en sentidos opuestos por las dos vías de comunicación. Alternativamente, en el caso de una unidad de interfaz inteligente, el telegrama también se duplica primeramente en la primera unidad de conmutación 41. Con independencia de que las unidades de tratamiento 35 de las unidades esclavas 3 se encuentren en régimen de funcionamiento normal o en régimen de reconfiguración, extraen del telegrama los datos asignados. En principio no se requiere el tratamiento disyuntivo de los campos de datos de los dos telegramas reacoplados. Pero un proceso de tratamiento disyuntivo de esta clase conduce a un telegrama común con un campo de datos que se corresponde con el campo de datos del telegrama transmitido, de modo que así se obtiene una posibilidad de control adicional para un régimen de escritura satisfactorio.

Con la configuración del sistema de comunicaciones maestro-esclavo según la invención con la unidad de interfaz intercalada, existe, para cualquier configuración de las distintas unidades esclavas, pero especialmente si las unidades esclavas tienen una estructura según la invención y funcionan según la invención, de forma sencilla para la unidad maestra la posibilidad de determinar la ausencia de averías en el sistema de comunicaciones, en particular en el caso de una reconfiguración del desarrollo de la señal en la estructura de doble anillo después de que haya surgido una avería de trayecto. Además, en el sistema de comunicación queda garantizado también un régimen de lectura seguro en el caso redundante, es decir cuando en el sistema de comunicación algunas unidades esclavas hayan conmutado al régimen de funcionamiento de avería, debido a la superposición de los campos de datos de los dos telegramas reacoplados. El empleo de la unidad de interfaz permite en este caso el empleo de unidades maestras convencionales con sólo una unidad de transmisión o una unidad de recepción, tal como se utilizan también en una estructura de anillo simple.

REIVINDICACIONES

- 1.- Unidad de interfaz (4) para un sistema de comunicaciones con una estructura maestro-esclavo para unir una unidad maestra (1) de modo serial con una pluralidad de unidades esclavas (3) a través de una estructura en doble anillo (2) compuesta por una primera vía de comunicación (21) y una segunda vía de comunicación (22) que trabajan en sentidos opuestos, con una primera unidad de conmutación (41) cuya entrada (411) está unida a una unidad de transmisión (11) de la unidad maestra (1), cuya primera salida (412) está unida a la primera vía de comunicación (21) y cuya segunda salida (423) está unida a la segunda vía de comunicación (22), y que está configurada de tal modo para emitir una señal de información recibida por la unidad de transmisión (11) de la unidad maestra (1) para la transmisión independiente en sentidos opuestos por la primera vía de comunicación (21) y por la segunda vía de comunicación (22), y con una segunda unidad de conmutación (42) cuya primera entrada (421) está unida con la primera vía de comunicación (21), cuya segunda entrada (422) está unida con la segunda vía de comunicación (22) y cuya salida (423) está unida con una unidad de recepción (12) de la unidad maestra (1), y que está configurada para retransmitir a la unidad de recepción (12) de la unidad maestra (1) las dos señales de información que circulan en sentidos opuestos por la primera vía de comunicación (21) y por la segunda vía de comunicación (22).
- 2.- Unidad de interfaz según la reivindicación 1, en la que la primera unidad de conmutación (41) está configurada para duplicar una señal de información recibida por la unidad de transmisión (11) de la unidad maestra (1) para su transmisión independiente en sentidos opuestos por la primera vía de comunicación (21) y por la segunda vía de comunicación (22).
- 3.- Unidad de interfaz según la reivindicación 1, estando configurada la primera unidad de conmutación (41) para evaluar una información de dirección contenida en la señal de información recibida por la unidad de transmisión (11) de la unidad maestra (1) para transmitir la señal de información por la primera vía de comunicación (21) o por la segunda vía de comunicación (22).
- 4.- Unidad de interfaz según una de las reivindicaciones 1 a 3, estando configurada la segunda unidad de conmutación (42) para evaluar las dos señales de información que circulan en sentidos opuestos por la primera vía de comunicación (21) y por la segunda vía de comunicación (22).
- 5.- Unidad de interfaz según una de las reivindicaciones 1 a 3, estando configurada la segunda unidad de conmutación (42) para retransmitir las dos señales de información que circulan en sentidos opuestos por la primera vía de comunicación (21) y por la segunda vía de comunicación (22), sucesivamente a la unidad de recepción (12) de la unidad maestra (1).
- 6.- Unidad de interfaz según la reivindicación 5, presentando la segunda unidad de conmutación (42) un mecanismo FI-FO.
- 7.- Sistema de comunicaciones con una estructura maestro-esclavo, que presenta una unidad maestra (1), una pluralidad de unidades esclavas (3), una estructura en doble anillo (2) formada por una primera vía de comunicación (21) y una segunda vía de comunicación (22) que trabajan en sentidos opuestos, y una unidad de interfaz (4) conforme a una de las reivindicaciones 1 a 6 para unir de modo serial la unidad maestra con la pluralidad de unidades esclavas (3) a través de la estructura en doble anillo (2),
- presentando la unidad maestra (1) una unidad de transmisión (11) para transmitir señales de información, una unidad de recepción (12) para recibir señales de información, una unidad de control de transmisión (16) unida a la unidad de transmisión y una unidad de control de recepción (18) unida a la unidad de recepción,
- estando unida la unidad de interfaz (4), en la primera unidad de conmutación (41), su entrada (411) con la unidad de transmisión (11) de la unidad maestra (1), su primera salida (421) con la primera vía de comunicación (21) y su segunda salida (412) con la segunda vía de comunicación (22), y estando unida en la segunda unidad de conmutación (42), su primera entrada (421) con la primera vía de comunicación (21), su segunda entrada (422) con la segunda vía de comunicación (22) y su salida (423) con la unidad de recepción (12) de la unidad maestra (1),
- presentando cada unidad esclava (3) una primera unidad de recepción (31) unida a la primera vía de comunicación (21) para la recepción de señales de información por la primera vía de comunicación (21), una primera unidad de transmisión (32) unida con la primera vía de comunicación (21) para transmitir señales de información por la primera vía de comunicación, una segunda unidad de recepción (33) unida con la segunda vía de comunicación (22) para la recepción de señales de información por la segunda vía de comunicación (22), y una segunda unidad de transmisión (34) unida con la segunda vía de comunicación (22) para transmitir señales de información por la segunda vía de comunicación (22), una unidad de tratamiento (35) que presenta una entrada y una salida para el tratamiento de señales de información y un dispositivo de acoplamiento activable (37),
- estando configurada la unidad de control de transmisión (16) de la unidad maestra (1) para transmitir dos señales de información a través de la unidad de transmisión (11) con un campo de datos idéntico, que para cada una de las unidades esclavas que están conectadas puede presentar un sector de datos correspondientemente asignado y con un campo de dirección diferente, a la primera unidad de conmutación (41) de la unidad de interfaz (4),

estando configurada la primera unidad de conmutación (41) de la unidad de interfaz (4) para emitir, basándose en el contenido del campo de dirección, una de las señales de información por la primera vía de comunicación (21) y la otra señal de información por la segunda vía de comunicación (22),

estando configurado el dispositivo de acoplamiento activable (32) de cada una de las unidades esclavas para unir en régimen de funcionamiento normal la entrada de la unidad de tratamiento (35) con la primera unidad de recepción (31), la salida de la unidad de tratamiento (35) con la primera unidad de transmisión (32) y la segunda unidad de recepción (33) con la segunda unidad de transmisión (34), para unir durante el régimen de avería de la primera unidad de transmisión (32) y/o de la segunda unidad de recepción (33), la entrada de la unidad de tratamiento (35) con la primera unidad de recepción (31), y la salida de la unidad de tratamiento con la segunda unidad de transmisión (34), y para unir durante el régimen de funcionamiento con avería de la primera unidad de recepción (31) y/o de la segunda unidad de transmisión (34), la entrada de la unidad de tratamiento (35) con la segunda unidad de recepción (33) y la salida de la unidad de tratamiento (35) con la primera unidad de transmisión (32), estando configurada la unidad de tratamiento (35) de cada una de las unidades esclavas (3) para tratar el correspondiente sector de datos asignado al tratar la señal de información que pasa,

estando configurada la primera unidad de conmutación (42) de la unidad de interfaz (4) para retransmitir las dos señales de información que circulan en sentidos opuestos por la primera vía de comunicación (21) y la otra señal de información por la segunda vía de comunicación (22), sucesivamente a la unidad de recepción (12) de la unidad maestra (1), y

estando configurada la unidad de control de recepción (18) de la unidad maestra (1) para superponer los campos de datos de las dos señales de información recibidas de la unidad de recepción.

8.- Sistema de comunicaciones según la reivindicación 7, en el que la unidad de control de transmisión (16) de la unidad maestra (1) está configurada para dotar las dos señales de información adicionalmente con un campo contador puesto en un valor predeterminado,

estando configurada la unidad de tratamiento (35) de la unidad esclava (3) para modificar el valor del campo del contador en un valor predeterminado cuando pasa la señal de información, y

estando configurada la unidad de control de recepción (18) de la unidad maestra (1) para evaluar cada vez el valor de los campos de contadores de las dos señales de información recibidas de la primera unidad de recepción.

9.- Sistema de comunicaciones según la reivindicación 8, en el que la unidad de control de recepción (18) de la unidad maestra está configurada para incrementar el valor de los campos contadores sumando las señales de información recibidas.

10.- Sistema de comunicaciones con una estructura maestro-esclavo que presenta una unidad maestra (1), una pluralidad de unidades esclavas (3), una estructura en doble anillo (2) formada por una primera vía de comunicación (21) y una segunda vía de comunicación (22) que trabajan en sentidos opuestos, y una unidad de interfaz (4) según una de las reivindicaciones 1 a 6 para unir de modo serial la unidad maestra (1) con la pluralidad de unidades esclavas (3) a través de la estructura de doble anillo (2),

presentando la unidad maestra (1) una unidad de transmisión (11) para transmitir señales de información, una unidad de recepción (12) para recibir señales de información, una unidad de control de transmisión (16) unida a la unidad de transmisión y una unidad de control de recepción (18) unida a la unidad de recepción,

presentando la unidad de interfaz (4) la primera unidad de conmutación (41), cuya entrada (411) está unida con la unidad de transmisión (11) de la unidad maestra (1), cuya primera salida (412) está unida a la primera vía de comunicación (21) y cuya segunda salida (422) está unida con la segunda vía de comunicación (22) y la segunda unidad de conmutación (42), cuya primera entrada (421) está unida con la primera vía de comunicación (21), cuya segunda entrada (422) está unida con la segunda vía de comunicación (22) y cuya salida (423) está unida con la unidad de recepción (12) de la unidad maestra (1),

presentando cada unidad esclava (3) una primera unidad de recepción (31) unida con la primera vía de comunicación para la recepción de señales de información por la primera vía de comunicación (21), una primera unidad de transmisión (32) unida con la primera vía de comunicación (21) para transmitir señales de información por la primera vía de comunicación, una segunda unidad de recepción (33) unida con la segunda vía de comunicación (22) para la recepción de señales de información por la segunda vía de comunicación y una segunda unidad de transmisión (34) unida con la segunda vía de comunicación, para transmitir señales de información por la segunda vía de comunicación, una unidad de tratamiento (35) que presenta una entrada y una salida para tratar las señales de información, y un dispositivo de acoplamiento activable (37),

estando configurada la unidad de control de transmisión (16) de la unidad maestra (1) para transmitir a través de la unidad de transmisión (11) a la primera unidad de conmutación (41) de la unidad de interfaz (4) una señal de información con un campo de datos que para cada una de las unidades esclavas que están conectadas presenta el correspondiente sector de datos,

estando configurada la primera unidad de conmutación (41) de la unidad de interfaz (4) para duplicar la señal de información recibida de la unidad de transmisión (11) de la unidad maestra (1) y para emitir una de las señales de información por la primera vía de comunicación (21) y la otra señal de información por la segunda vía de comunicación (22),

- 5 estando configurado el dispositivo de acoplamiento activable (37) de cada una de las unidades esclavas (3) para unir durante el régimen de funcionamiento normal la entrada de la unidad de tratamiento (35) con la primera unidad de recepción (31), la salida de la unidad de tratamiento (35) con la primera unidad de transmisión (32) y la segunda unidad de recepción (33) con la segunda unidad de transmisión (34), para unir durante el régimen de funcionamiento con avería de la primera unidad de transmisión (32) y/o de la segunda unidad de recepción (33), la entrada de la
- 10 unidad de tratamiento (35) con la primera unidad de recepción (31) y la salida de la unidad de tratamiento con la segunda unidad de transmisión (34), y para unir durante el régimen de funcionamiento con avería de la primera unidad de recepción (31) y/o de la segunda unidad de transmisión (34), la entrada de la unidad de tratamiento (35) con la segunda unidad de recepción (33) y la salida de la unidad de tratamiento (35) con la primera unidad de transmisión (32), estando configurada la unidad de tratamiento (35) de cada una de las unidades esclavas (3) para
- 15 tratar el sector de datos asignado durante el tratamiento de la señal de información que pasa,

estando configurada la segunda unidad de conmutación (42) de la unidad de interfaz (4) para superponer los campos de datos de las dos señales de información que circulan en sentidos opuestos por la primera vía de comunicación (21) y por la segunda vía de comunicación (22) y retransmitirlas a la unidad de recepción (12) de la unidad maestra (1), estando configurada la unidad de control de recepción (18) de la unidad maestra (1) para

20 evaluar la señal de información recibida de la unidad de recepción.

11.- Sistema de comunicaciones según la reivindicación 9,

en el que la unidad de control de transmisión (16) de la unidad maestra (1) está configurada para dotar la señal de información adicionalmente de un campo de contador puesto en un valor predeterminado,

- 25 estando configurada la unidad de tratamiento (35) de la unidad esclava (3) para modificar el valor del campo del contador en un valor predeterminado al pasar la señal de información,

estando configurada la segunda unidad de conmutación (42) de la unidad de interfaz (4) para incrementar el valor de los campos de contadores de las señales de información recibidas al superponer las señales de información, y

estando configurada la unidad de control de recepción (18) de la unidad maestra (1) para evaluar el valor del campo de contador de la señal de información recibida por la unidad de recepción.

- 30 12.- Sistema de comunicaciones según una de las reivindicaciones 7 a 11, presentando la segunda unidad de conmutación (42) un mecanismo FI-FO.

- 13.- Sistema de comunicaciones según una de las reivindicaciones 7 a 12, en el que el dispositivo de acoplamiento activable (37) de la unidad esclava (3) presenta un primer multiplexador (38), cuya primera entrada está unida con la primera unidad de recepción (31), cuya segunda entrada está unida con la segunda unidad de recepción (33) y cuya
- 35 salida está unida con la entrada de la unidad de tratamiento (35), así como un segundo multiplexador (39) cuya primera entrada está unida con la segunda unidad de recepción (33), cuya segunda entrada está unida con la salida de la unidad de tratamiento (35) y cuya salida está unida con la segunda unidad de transmisión (34), estando configurado el primer multiplexador (38) para conectar durante el régimen de funcionamiento normal su primera entrada con su salida, y en régimen de funcionamiento en caso de avería de la primera unidad de recepción (31) y/o
- 40 de la segunda unidad de transmisión (34), su segunda entrada con su salida, estando configurado el segundo multiplexador (39) para conectar durante el régimen de funcionamiento normal su primera entrada con su salida, y durante el régimen de funcionamiento caso de avería de la primera unidad de transmisión (32) y/o de la segunda unidad de recepción (33), su segunda entrada con su salida.

- 14.- Sistema de comunicaciones según una de las reivindicaciones 7 a 13, estando configuradas la primera unidad de transmisión (32) y la segunda unidad de transmisión (34) y/o la primera unidad de recepción (31) y la segunda
- 45 unidad de recepción (33) de la unidad esclava (3) para determinar una avería de trayecto en la vía de comunicación que está conectada, y provocar el correspondiente régimen de funcionamiento en caso de avería.

Fig. 1A

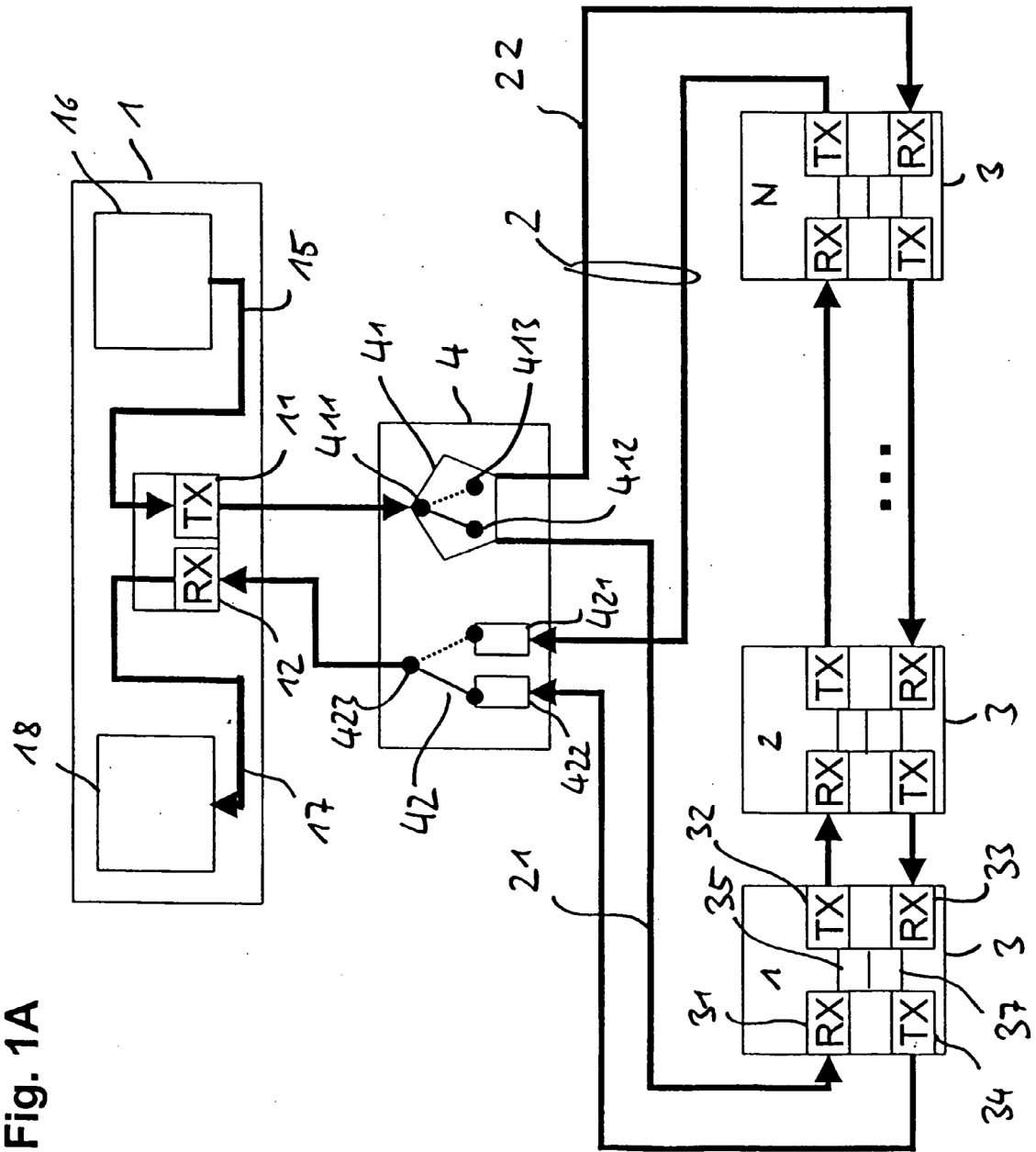


Fig. 1B

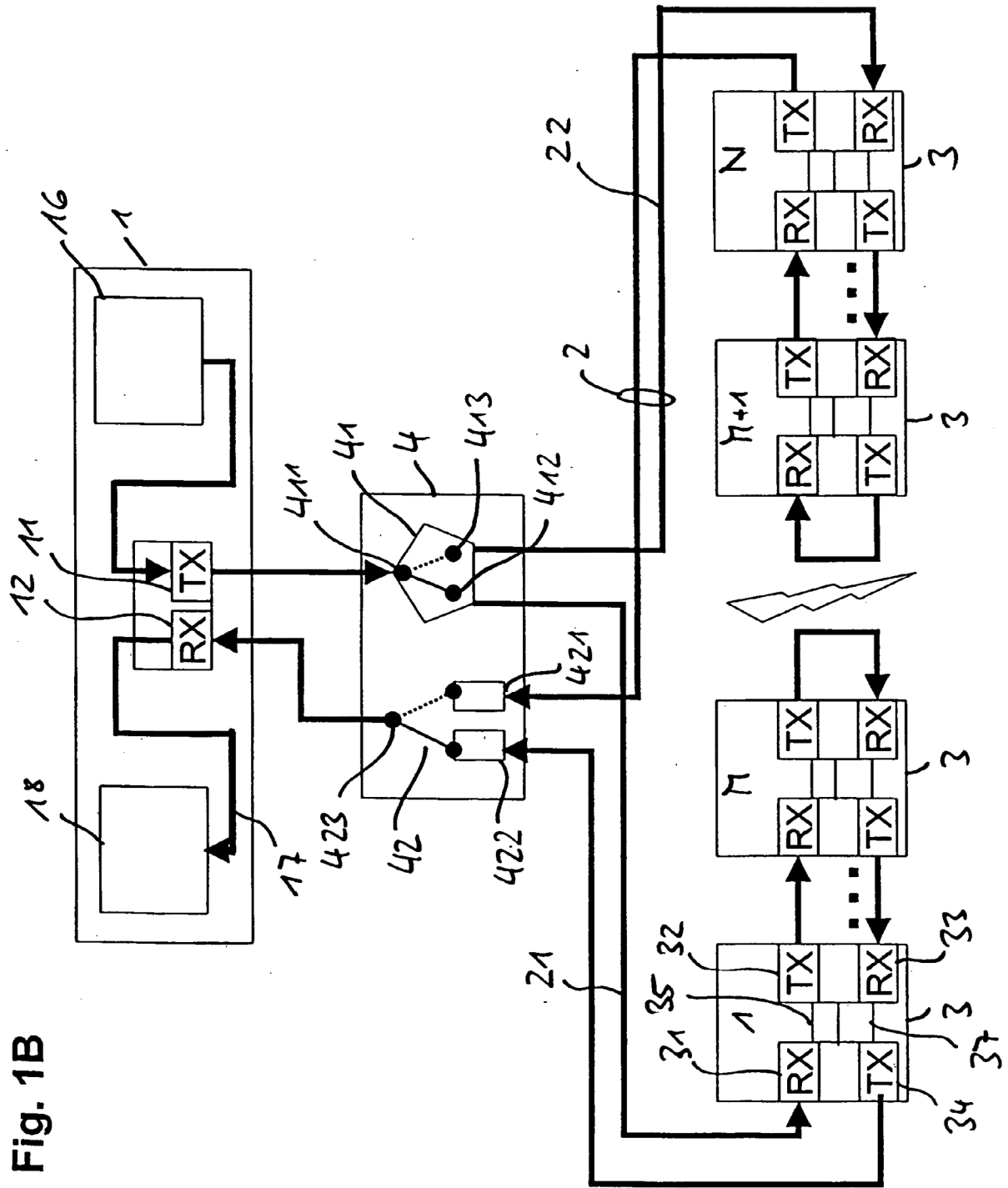


Fig. 1C

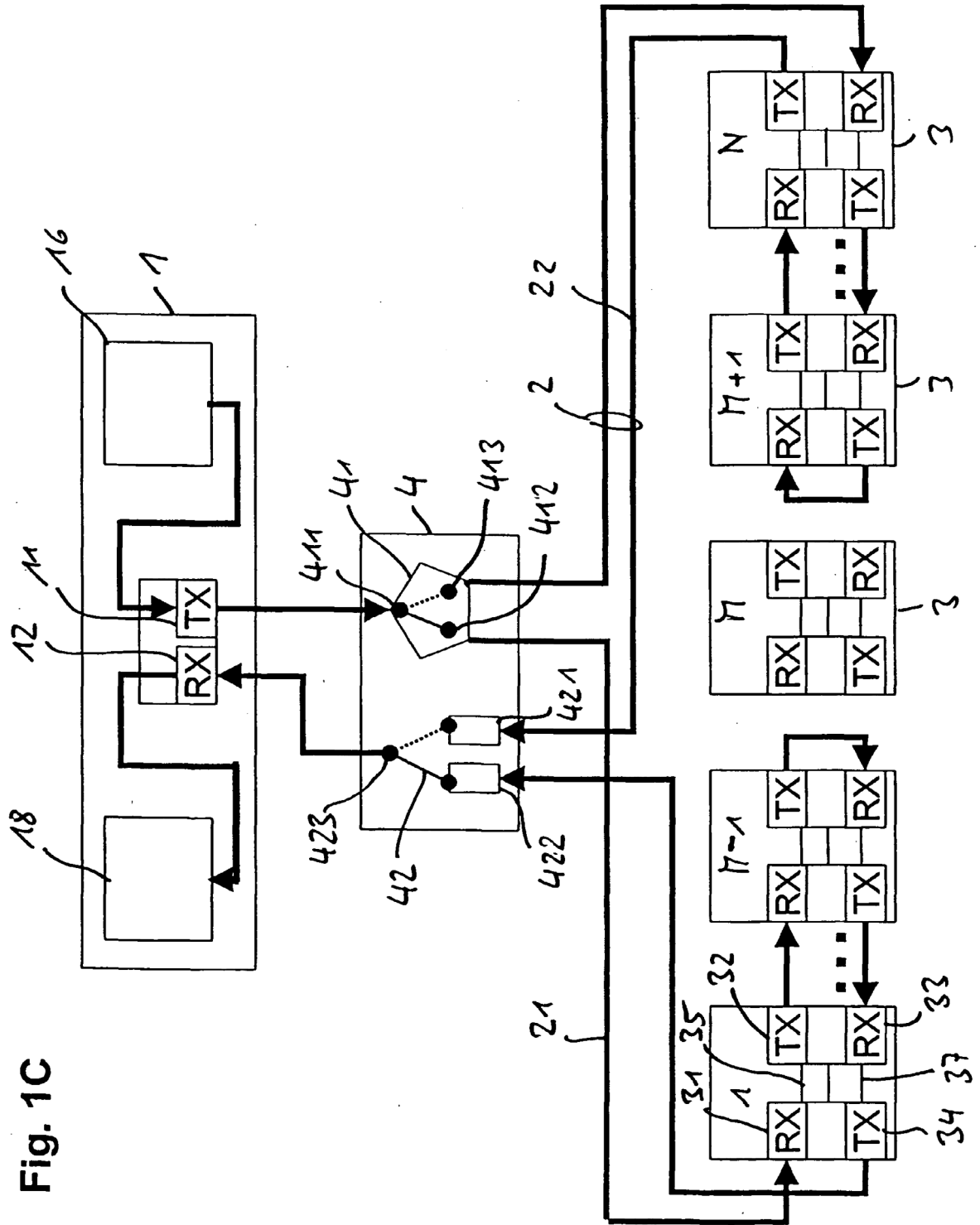


Fig. 2

