



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 323 150**

51 Int. Cl.:  
**H04L 12/437** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06723950 .9**

96 Fecha de presentación : **01.04.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1869836**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.12.2007**

54 Título: **Unidad maestra, sistema de comunicación y procedimiento para su funcionamiento.**

30 Prioridad: **11.04.2005 DE 10 2005 016 596**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**07.07.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**07.07.2009**

73 Titular/es: **Beckhoff Automation GmbH**  
**Eiserstrasse 5**  
**33415 Verl, DE**

72 Inventor/es: **Janssen, Dirk y**  
**Kucharski, Franz-Josef**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 323 150 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).

# ES 2 323 150 T3

## DESCRIPCIÓN

Unidad maestra, sistema de comunicación y procedimiento para su funcionamiento.

5 La invención se refiere a un participante y a una unidad maestra en un sistema de comunicación con varios participantes que están unidos entre sí por medio de una estructura de doble anillo que funciona en ambos sentidos, a un sistema de comunicación de esta clase con una estructura maestro-esclavo y a un procedimiento para el funcionamiento del participante o del sistema de comunicación.

10 En la técnica de fabricación y automatización se emplean cada vez más unos sistemas de bus seriales en las que los equipos de situación descentralizada de la periferia de una máquina tales como módulos E/S, convertidores de medida, accionamientos, válvulas y terminales de operario se comunican a través de un potente sistema de comunicación en tiempo real con sistemas de automatización, ingeniería o visualización. Todos los participantes están unidos en red entre sí a través de un bus serial, preferentemente a través de un bus de campo, efectuándose el intercambio de datos a través del bus, por lo general a base del principio maestro-esclavo.

15 Los participantes activos del bus en el sistema del bus, que por lo general son los equipos de mando, están en posesión de una autorización de acceso al bus, y son los que determinan la transferencia de datos por el bus. Los participantes activos del bus se designan en el sistema de bus serial como unidades maestro. En cambio los participantes pasivos del bus son por lo general los equipos periféricos de máquina. Éstos no obtienen autorización de acceso al bus, es decir que solamente podrán confirmar señales de información recibidas, o transmitir señales de información a una unidad maestra, a petición de ésta. Los participantes pasivos del bus se denominan en el sistema de bus serial como unidades esclavas.

20 Los sistemas de bus de campo con una estructura de maestro-esclavo se realizan generalmente con topología de anillo, con el fin de evitar un cableado complejo, estando conectados todos los participantes 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 recorre sucesivamente las unidades esclavas conectadas de modo serial a la vía de transmisión en forma de anillo, y vuelven a ser recibidas y evaluadas por la unidad maestra. Los sistemas maestro-esclavo por lo tanto también se pueden realizar como sistemas multi-maestro.

25 Las señales de información por lo general son organizadas por la unidad maestra formando paquetes de datos que se componen de datos de control y de datos útiles, empleándose preferentemente el estándar Ethernet, que admite paquetes de datos con una longitud de hasta 1500 bytes, mientras al mismo tiempo la velocidad de transmisión es alta, de 100Mbit/s. Cada una de las unidades esclavas conectadas a la vía de transmisión en forma de anillo intercambia durante el paso del telegrama Ethernet inyectado por la unidad maestra por la vía de transmisión en forma de anillo, los datos útiles destinados a éste mediante el telegrama Ethernet.

30 Los sistemas de comunicación maestro-esclavo con estructura de anillo tienen por lo general una estructura tal que la unidad maestra presenta una unidad transmisora como punto de acoplamiento de datos y una unidad receptora como punto de desacoplamiento de datos en un medio de transmisión. Las distintas unidades esclavas están entonces reunidas en la vía de transmisión formando una cadena, estando cada participante unido con dos vecinos, mientras que el primero y el último participante de la cadena está unidos con la unidad maestra. La transmisión de los paquetes de datos tiene lugar en un sentido partiendo de la unidad maestra a través de su unidad de transmisión a la primera unidad maestra esclava que está conectada, y de ahí a la siguiente hasta alcanzar la última unidad esclava de la cadena, para volver después a la unidad de recepción de la unidad maestra. Cada unidad esclava presenta para la recepción de los paquetes de datos que están circulando desde el participante anterior, un interfaz con una unidad de recepción, y para la retransmisión al participante siguiente un interfaz con una unidad de transmisión, estando situada 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 correspondientes a la unidad esclava.

35 Los sistemas de comunicación en forma de anillo con estructura de maestro-esclavo a menudo están realizados de tal modo que la unidad maestra con las unidades esclavas dispuestas en ella forma una línea física, presentando el medio de transmisión una estructura de doble línea y presentando cada unidad esclava dos puertos con una unidad de transmisión-recepción combinada, donde en el puerto de salida de la última unidad maestra de la cadena de transmisión están puestas en corto la unidad de transmisión y de recepción. Los paquetes acoplados por la unidad maestra a través de su unidad de recepción en la primera línea son tratados por las unidades esclavas en la vía de ida, y luego en la vía de retorno simplemente se retransmiten a través de la segunda línea a la unidad de recepción de la unidad maestra.

40 Un requisito básico que han de cumplir los sistema de comunicación maestro-esclavo, especialmente cuando se utilizan para la automatización de fabricación y procesos es un alto grado de tolerancia a las averías, es decir la capacidad del sistema de comunicación para mantener la función requerida, es decir por ejemplo la fabricación de una pieza. Los fallos en el sistema de comunicación que se han de poder superar sin perjudicar el proceso son, además de los fallos en los paquetes de datos, en particular también el fallo de trayectos completos de transmisión, por ejemplo debido a un corte físico del medio de transmisión.

## ES 2 323 150 T3

Para obtener un sistema de comunicación maestro-esclavo que sea tolerante para los fallos, en particular en el caso de fallos de trayecto, es decir durante el fallo de tramos completos de transmisión, se emplean a menudo estructuras de doble anillo que trabajan en ambos sentidos. Así se describe en el documento US 4.663.748 un sistema de comunicación con una estructura maestro-esclavo, en el que la unidad maestra está unida de forma serial de forma serial con una pluralidad de unidades esclavas a través de dos vías de comunicación que trabajan en sentidos contrarios, donde la unidad maestra envía los paquetes de datos simultáneamente a través de ambas vías de comunicación. La unidad esclava tiene entonces dos unidades de tratamiento, que van conectadas respectivamente entre las dos vías de comunicación para tratar los telegramas de datos que pasan a través. En los participantes están situadas además unas unidades de acoplamiento activables para que en el caso de surgir un fallo de trayecto, por ejemplo la rotura de una línea de comunicación, se pueda reconfigurar el sistema de comunicación mediante la supervisión de las señales en ambos anillos de transmisión y la correspondiente conmutación del sistema de comunicación de tal modo que se evite la parada de un tramo importante del sistema de comunicación o incluso una parada total causada por el fallo de trayecto.

En el documento DE 103 12 907 A1 se ha propuesto además realizar la unidad esclava de tal modo que en cada una de las vías de comunicación estén situados en el sentido de transmisión de datos, primero una unidad de tratamiento y después un multiplexador con dos entradas y una salida. El multiplexador está unido por sus entradas respectivamente con las dos unidades de tratamiento de la unidad esclava y por su salida con la correspondiente vía de comunicación. Durante el funcionamiento normal exento de fallos, cada uno de los dos multiplexadores conecta la unidad de tratamiento situada en la correspondiente vía de comunicación dándole continuidad. En régimen de fallo, al surgir un fallo de trayecto en la vía de comunicación que tiene asignada, se da continuidad sin embargo a la unidad de tratamiento en la otra vía de comunicación. Esta realización de la unidad esclava permite que en un caso de avería se reconfigure el sistema de comunicación, esencialmente en tiempo real.

Los sistemas de comunicación maestro-esclavo con una estructura de doble anillo en el que las distintas unidades esclavas presentan cada una dos unidades de tratamiento para tratar los telegramas de datos que pasan a través de ellas, entrañan sin embargo un elevado gasto de hardware y de conmutación de las unidades esclavas y por lo tanto incrementan los costes. Además es preciso que durante el funcionamiento normal cada unidad esclava decida cuál de los dos paquetes de datos que pasan a través de las unidades de tratamiento se ha de aprovechar para el control del equipo, lo que para las elevadas velocidades de transmisión de datos que se exigen limita considerablemente el empleo de tales sistemas de comunicación. Además de esto, en los sistemas de comunicación conocidos con tolerancia para los fallos, con topología de doble anillo, es preciso que la unidad maestra reaccione independientemente ante un fallo de trayecto y conmute del régimen normal a un régimen de funcionamiento en avería.

Por el documento US 2004/0008719 se conoce una unidad esclava para un sistema de comunicación maestro-esclavo que presenta las características de la reivindicación 1 así como un procedimiento para el funcionamiento de un sistema de comunicación maestro-esclavo con las características del preámbulo de la reivindicación 9. También se describe un sistema de comunicación con estructura de doble anillo tolerante para los fallos en el documento US 4.527.270, el EP 0 605 795 A2 y el GB 2 348 782 así como el EP 1 271 854.

El objetivo de la invención es el de facilitar una unidad maestra para un sistema de comunicación maestro-esclavo y un procedimiento para el funcionamiento de un sistema de comunicación maestro-esclavo que con un gasto mínimo de hardware y de circuitos en la unidad maestra permita llevar a cabo medidas de reconfiguración en tiempo real cuando surjan averías de trayecto en una topología de doble anillo tolerante a los fallos.

Este objetivo se resuelve mediante una unidad maestra conforme a la reivindicación 1 y un procedimiento conforme a la reivindicación 9. Unos perfeccionamientos preferidos se describen en las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con la invención, un participante en un sistema de comunicación con varios participantes, que están unidos entre sí por medio de una primera vía de comunicación y una segunda vía de comunicación, trabajando las dos vías de comunicación como estructura de doble anillo en sentido contrario entre sí, está realizado de tal modo que el participante presenta por cada vía de comunicación una unidad de recepción para recibir señales de información por la correspondiente vía de comunicación y una unidad de transmisión para transmitir señales de información por la correspondiente vía de comunicación. Además de esto está prevista una unidad de tratamiento individual que presenta una entrada y una salida para tratar señales de información que pasan a través del participante así como una unidad de acoplamiento activable. Esta unidad de acoplamiento activable comunica durante el funcionamiento normal entre sí la primera unidad de recepción y transmisión perteneciente a la primera vía de comunicación, estando intercalada la unidad de tratamiento para el tratamiento de las señales de información que pasan a través de ellas, y la segunda unidad de recepción y transmisión perteneciente a la segunda vía de comunicación. En caso de fallo de la primera unidad de transmisión y/o de la segunda unidad de recepción, es decir cuando surja un fallo de trayecto hacia el participante, el dispositivo de acoplamiento activable comunica entonces la primera unidad de recepción con la segunda unidad de transmisión a través de la unidad de tratamiento, y en régimen de fallo de la primera unidad de recepción y/o de la segunda unidad de transmisión, es decir de nuevo al aparecer un fallo de trayecto hacia el participante contiguo, une la segunda unidad de recepción con la primera unidad de transmisión a través de la unidad de tratamiento.

Con este diseño del participante en un sistema de comunicación tolerante a los fallos con una topología de doble anillo se puede proceder a una reconfiguración del participante en tiempo real cuando surjan fallos de trayecto hacia participantes contiguos en una o ambas vías de comunicación, para permitir un funcionamiento sin averías a pesar del

## ES 2 323 150 T3

fallo de trayecto. El funcionamiento del participante y por lo tanto el funcionamiento del sistema de comunicación al que está conectado el participante se puede mantener así a pesar del fallo de trayecto. El diseño conforme a la invención ofrece en este caso la ventaja de que en cada participante está prevista sólo una única unidad de tratamiento, lo que reduce el gasto de hardware y por lo tanto los costes. Aparte de esto no se diferencia el comportamiento del participante en caso de redundancia, es decir al surgir un fallo de trayecto, del comportamiento durante el funcionamiento normal ya que las señales de información que pasan siempre son interpretadas y tratadas durante el paso por la una unidad de tratamiento que está presente. Esto asegura al mismo tiempo una elevada dinámica durante el proceso de conmutación y por lo tanto para cumplir los requisitos de tiempo real para el sistema de comunicación.

Para ello se prefiere realizar el dispositivo de acoplamiento activable del participante en forma de un primer multiplexador, cuya primera entrada esté unida a la primera unidad de recepción, cuya segunda entrada esté unida a la segunda unidad de recepción y cuya salida esté unida a la unidad de tratamiento, y un segundo multiplexador cuya primera entrada esté unida a la segunda unidad de recepción, cuya segunda entrada esté unida a la unidad de tratamiento y cuya salida esté unida a la segunda unidad de transmisión, donde durante el funcionamiento normal, el primer multiplexador conecta su primera entrada con su salida y durante el régimen de avería de la primera unidad de recepción y/o de la segunda unidad de transmisión, conecta su segunda entrada a su salida, y donde en régimen de funcionamiento normal, el segundo multiplexador conecta su primera entrada a su salida y en régimen de avería de la primera unidad de transmisión y/o de la segunda unidad de recepción, conecta su segunda entrada a su salida.

El diseño conforme a la invención del dispositivo de acoplamiento activable con dos multiplexadores 2-1 que están conectados antes o después de la unidad de tratamiento se ocupa en caso de avería de que según el emplazamiento del fallo de trayecto que haya surgido, la señal de información se conduzca siempre a través del participante de tal modo que después de pasar por la unidad de tratamiento se reacople la señal de información. El empleo de multiplexadores 2-1 supone solamente un reducido gasto de hardware, pero permite conmutar de modo sencillo y con una dinámica elevada entre régimen normal y régimen en caso de fallo.

De acuerdo con la invención, una unidad maestra en un sistema de comunicación con una estructura maestro-esclavo que presenta una pluralidad de participantes como unidades esclavas está realizado de tal modo que las unidades esclavas están unidas con la unidad maestra a través de la estructura de doble anillo formada por la primera y la segunda vía de comunicación que trabajan en sentidos contrarios. Para ello la estructura maestra presenta para cada vía de comunicación la correspondiente unidad de transmisión y recepción, estando unidas las unidades de transmisión con una unidad de control de transmisión y las unidades de recepción con una unidad de control de recepción. La unidad de control maestra de transmisión entrega para ello a las dos unidades de transmisión de la unidad maestra una señal de información con un campo de datos y un campo de contador puesto en un valor predeterminado para la transmisión por separado y en sentido contrario por la primera y por la segunda vía de comunicación. Las unidades de tratamiento de cada participante cambian el valor del campo del contador en un valor predeterminado cada vez que se produce el paso de la señal de información. La unidad de control varía entonces el valor de los campos del contador de las dos señales de información recibidas por las unidades de recepción por la primera y por la segunda vía de comunicación.

Con la realización conforme a la invención del sistema de comunicación existe para la unidad maestra de forma sencilla la posibilidad de comprobar la ausencia de fallos en el sistema de comunicación, en particular también en el caso de una reconfiguración del sistema de comunicación después de haber aparecido un fallo de trayecto. Después de evaluar los campos de contador después de la recepción de las dos señales de información idénticas que recirculan en sentido contrario a través de las vías de comunicación, la unidad maestra puede comprobar cuántas de las unidades esclavas que están conectadas están en funcionamiento. Y es que las unidades de tratamiento de las unidades esclavas activas cambian cada vez el valor del campo del contador de la señal de información que lo atraviesa sirviéndose de su unidad de tratamiento, por lo que al evaluar los campos de contador de las dos señales de información recibidas en la unidad maestra se puede deducir entonces la capacidad de funcionamiento de las unidades esclavas. También mediante la correlación de los valores en los campos de los contadores de las dos señales de información recibidas se puede comprobar entre qué participantes ha aparecido el fallo de trayecto en el sistema de comunicación o si y dónde se ha producido la parada total de un participante.

La evaluación de los campos de los contadores de las dos señales de información recibidas que recirculan en la primera y en la segunda vía de comunicación se realiza preferentemente sumando los valores de los campos de los contadores. El valor total indica entonces inmediatamente si todas las unidades esclavas que están conectadas están activas ya que su número se refleja directamente en el valor de la suma.

De acuerdo con la invención se incrementa aún más la tolerancia a los fallos del sistema de comunicación de modo sencillo por el hecho de que durante el régimen de lectura, es decir cuando se deban transmitir los datos de las unidades esclavas a la unidad maestra, se entrega por la unidad de control de transmisión de la unidad maestra una señal de información a las dos unidades de transmisión con un campo de datos que presenta una zona de datos asignada a cada uno de los participantes conectados al sistema de comunicación. Estas dos señales de información se envían entonces por separado y en sentido contrario por la primera y por la segunda vía de comunicación, y los participantes anotan el paso de la señal de información en la correspondiente zona de datos. La unidad de control de recepción de la unidad maestra superpone entonces los campos de datos de las dos señales de información recibidas por la primera vía de comunicación y por la segunda vía de comunicación.

## ES 2 323 150 T3

Con esta forma de proceder se asegura la capacidad de funcionamiento del sistema de comunicación de forma sencilla, especialmente también en el caso redundante, es decir cuando el sistema de comunicación ha sido reconfigurado debido a un fallo de trayecto y determinados participantes hayan conmutado a régimen de fallo, quedando asegurado un régimen de lectura fiable. Mediante la superposición de los campos de datos de las dos señales de información recibidas, es decir especialmente por su combinación en compuerta O, se genera entonces un campo de datos combinado en el cual figuran todos los datos a transmitir por los participantes, con independencia de la forma en que se reacoplen las señales de información a través de las vías de comunicación hacia la unidad maestra. La forma de proceder conforme a la invención permite así de forma sencilla un alto grado de tolerancia a los fallos, especialmente en el caso de fallos de trayecto en la topología del doble anillo. Por lo demás, el procedimiento de evaluación de la unidad maestra en régimen de reconfiguración no se diferencia del régimen normal.

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

Figura 1 una representación esquemática de un sistema de comunicación conforme al invención con una estructura maestro-esclavo, presentando

La Figura 1A el régimen de funcionamiento normal,

La Figura 1B una primera reconfiguración del sistema de comunicación al surgir un doble fallo de trayecto, y

La Figura 1C una segunda reconfiguración del sistema de comunicación al producirse el fallo de una unidad esclava; y

Figura 2 una representación esquemática de un participante conforme a la invención.

En la técnica de automatización se vienen empleando cada vez más los sistemas de bus de campo en el que equipos de la periferia de las máquinas situados dispersos se comunican a través de un bus de campo con sistemas de automatización, ingeniería y visualización. El sistema de bus de campo presenta por lo general un bus serial que puede ser por ejemplo un conductor eléctrico, un conductor de fibra óptica o un cable de radio. A este bus de campo están conectados entonces todos los participantes al bus, distinguiéndose entre participantes al bus activos y pasivos. Los participantes al bus activo del sistema de bus de campo son las unidades maestras que determinan el tráfico de datos en el bus. Una unidad maestra de este tipo es por ejemplo un PC industrial que sirve de ordenador de conducción de un proceso en un procedimiento de fabricación. Esta unidad maestra tiene autorización de acceso al bus y puede emitir sobre el bus de campo datos sin que haya habido una solicitud exterior. Los participantes pasivos del bus en el sistema del bus son equipos periféricos de la máquina, por ejemplo equipos E/S, válvulas, accionamientos y convertidores de medida. Sirven como unidades esclavas y no reciben autorización de acceso, es decir que sólo pueden confirmar señales de información recibidas o transmitir a la unidad maestra señales de información bajo demanda.

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 en paquetes de datos que en lo sucesivo también se denominan telegramas, con un formato predeterminado. Los telegramas Ethernet pueden presentar una longitud de datos de hasta 1500 bytes, en lo que están contenidos además de los datos útiles unos datos de control que presentan una identificación de comienzo, una dirección de destino y de origen, un tipo de paquete de datos y un mecanismo de fallos.

Los sistemas de comunicación Ethernet con estructura maestro-esclavo están realizados preferentemente de tal modo que las distintas unidades esclavas están reunidas a través del medio de transmisión formando una cadena, donde cada unidad esclava está en comunicación con dos vecinos, el primero y último participante de la cadena está unido con la unidad maestra, de modo que se obtiene una estructura en anillo. La transmisión de datos tiene lugar partiendo de la unidad maestra en sentido hacia la primera unidad esclava contigua y desde allí hacia la siguiente hasta la última unidad esclava y de ahí de vuelta a la unidad maestra.

Con el fin de asegurar un alto grado de tolerancia a los fallos, en particular en el caso de un fallo de trayecto en el sistema de comunicación, es decir la parada de tramos completos de transmisión con unidades esclava, p.ej. debido a una rotura de cable, los sistemas de comunicación con estructura de maestro-esclavo presentan a menudo dos vías de comunicación que trabajan en sentido contrario entre sí. Debido a la estructura de doble anillo que trabaja en sentido contrario, se tiene en el caso de fallos de trayecto la posibilidad de llevar a cabo medidas de reconfiguración en el sistema de comunicación para mantener la capacidad de funcionamiento del sistema de comunicación a pesar del fallo de trayecto.

La Figura 1 muestra en un esquema de principio un sistema de comunicación de esta clase tolerante a los fallos en una forma de realización conforme a la invención. El sistema de comunicación presenta una unidad maestra 1, que a través de una estructura de doble anillo 2 con N unidades esclavas 3 está unida serialmente. La estructura de doble anillo comprende dos vías de comunicación unidireccionales 21, 22 que atraviesan en sentido contrario las unidades esclavas 3 que están conectadas. La unidad maestra 1 está conectada a través de una primera unidad de transmisión TX11 a la primera vía de comunicación 21 como punto de desacoplamiento de datos, y a través de una segunda unidad de transmisión TX12 a la segunda vía de comunicación 22 como punto de desacoplamiento de datos. La unidad

## ES 2 323 150 T3

maestra 1 presenta además una primera unidad de recepción RX13 como punto de acoplamiento de datos para la primera vía de comunicación 21 y una segunda unidad de recepción RX14 como punto de acoplamiento de datos para la segunda vía de comunicación 22. La primera unidad de transmisión TX11 y la segunda unidad de transmisión TX12 están unidas a una unidad de control de transmisión 16 a través de una primera línea de control 15. La primera unidad de recepción RX13 y la segunda unidad de recepción RX14 están unidas entre sí a través de una segunda línea de control 17 y a una unidad de control de recepción 18.

Cada unidad esclava 3 a su vez presenta un interfaz para la recepción de telegramas procedentes de un participante anterior a través de la primera vía de comunicación 21, con una primera unidad de recepción RX31 y un interfaz con una primera unidad de transmisión TX32 para retransmitir al siguiente participante a través de la primera vía de comunicación 21. Cada unidad esclava 3 presenta además para la recepción de un telegrama Ethernet recirculante a través de la segunda vía de comunicación 22 desde un participante anterior un interfaz con una segunda unidad de recepción RX33 y para la retransmisión al participante siguiente, un interfaz con una segunda unidad de transmisión TX34. Entre la primera unidad de recepción RX31, la segunda unidad de recepción RX32, la primera unidad de transmisión RX33 y la segunda unidad de transmisión TX34 va conectada además en cada unidad esclava 3 una unidad de tratamiento 35 y un dispositivo de acoplamiento activable 37.

El esquema de principio de una unidad esclava 3 está representado con mayor detalle en la Figura 2. En la unidad esclava 3 están agrupadas como puerto 0 la primera unidad de 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 respectivamente como multiplexadores 2-1. La unidad de recepción y de transmisión 31, 32, 33, 34, los multiplexadores 38, 39 del dispositivo de acoplamiento activable 37 y la unidad de tratamiento 35 están interconectados entre sí por medio de una red de líneas 40, en la forma mostrada en la Figura 2 mediante flechas.

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 unida además con la unidad de tratamiento 35. El segundo multiplexador 39 a su vez está conectado 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 34. Además, la salida de la unidad de tratamiento 35 está unida también con la primera unidad de transmisión TX32 a través de la red de líneas 40.

Durante el régimen de funcionamiento normal sin fallo del sistema de comunicación tal como está representado en la Figura 1A, la unidad de control de transmisión 16 de la unidad maestra entrega un telegrama a la primera unidad de tratamiento TX11 y a la segunda unidad de tratamiento TX12, el cual es enviado entonces por las dos unidades de transmisión simultáneamente en sentido contrario a través de la primera vía de comunicación 21 y de la segunda vía de comunicación 22. Para ello los telegramas atraviesan entonces en sentido contrario las unidades esclavas 3 que están conectadas, estando todos los dispositivos de acoplamiento activables 37 de las unidades esclavas 3 conectados de tal modo que la entrada de la unidad de tratamiento 35 está unida a la primera unidad de recepción RX31, la salida de la unidad de tratamiento 35 a la primera unidad de transmisión TX32 y la segunda unidad de recepción RX33 a la segunda unidad 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 están circulando en sentido contrario en la primera vía de comunicación 21 y en la segunda vía de comunicación 22 atraviesen siempre la unidad esclava de tal modo que solamente se tratan por la unidad de tratamiento 35 los telegramas transmitidos a través de la primera vía de comunicación 21. El telegrama que está circulando sobre la segunda vía de comunicación 22 en cambio solamente es transmitido por las unidades esclavas 3 y no vuelve a llegar a la unidad maestra 1 sin haber sido tratado. Los dos telegramas que circulan en sentido contrario a través de la primera y de la segunda vía de comunicación 21, 22 son reconocidos por la primera unidad de recepción RX13 y por la segunda unidad de recepción RX14 de la unidad maestra 1 y se retransmiten para su evaluación a través de la segunda línea de control 17 a la unidad de control de recepción 18.

En la configuración conforme a la invención se controla por lo tanto el dispositivo de acoplamiento activable 37 compuesto por los dos multiplexadores 2-1, 38, 39, que de los dos telegramas idénticos que circulan simultáneamente sobre las dos vías de comunicación 21, 22, pero en sentido contrario, siempre se conduzca para su tratamiento únicamente el telegrama de la primera unidad de comunicación 21, por la unidad de tratamiento 35 de la unidad esclava 3. El telegrama que circula sobre la segunda vía de comunicación sirve de redundancia y se reacopla sin modificar en la unidad maestra 1.

El sistema de comunicación conforme a la invención con una estructura maestro-esclavo, donde las unidades esclavas están unidas a la unidad maestra a través de dos estructuras de doble anillo que trabajan en sentido contrario, estando prevista solamente una única unidad de tratamiento 35 en cada unidad esclava 3, tiene además en caso de avería, es decir al surgir un fallo de trayecto, la capacidad de reconfigurar las vías de comunicación en las distintas unidades esclavas para mantener de este modo la capacidad de funcionamiento del conjunto del sistema de comunicación.

## ES 2 323 150 T3

La Figura 1B muestra un doble fallo de trayecto entre la unidad esclava M y la unidad esclava M+1. La Figura 1C representa una parada completa de la unidad esclava M, lo que es equivalente a que surjan dos fallos del trayecto dobles, uno entre la unidad esclava M-1 y la unidad esclava M, y entre la unidad esclava M+1 y la unidad esclava M. Cuando aparecen tales fallos dobles de trayecto se activa el dispositivo de acoplamiento activable 37 de las unidades esclavas 3 de tal modo que el telegrama que llega o bien sobre la primera vía de comunicación 21 o sobre la segunda vía de comunicación 22 se reacople a la otra vía de comunicación respectiva en la unidad maestra 1, pasando el telegrama antes siempre a través de la unidad de tratamiento 35 de la unidad esclava 3.

En el caso del fallo doble del trayecto representado en la Figura 10, entre la unidad esclava M y la unidad esclava M+1, esto tiene lugar de modo que las unidades esclavas 1 a M-1 y M+2 hasta M se encuentran en régimen de funcionamiento normal, mientras que en cambio se reconfiguran las unidades esclavas M y M+1. En el caso del fallo representado en la Figura 1C, donde hay un fallo total de la unidad esclava M, las unidades esclavas 1 hasta M-2 así como las unidades esclavas M+2 hasta M se encuentran en régimen normal. Las unidades esclavas M-1 y M+1 en cambio son reconfiguradas.

La configuración se activa entonces preferentemente por los dos puertos 0 y 1 en las unidades esclavas 3. Estos dos puertos 0 y 1 reconocen mediante un procedimiento de identificación conocido si la unidad esclava se puede poner en comunicación con una unidad esclava contigua. Si se ha reconocido un fallo de trayecto desde el puerto 0 ó desde el puerto 1, se lleva a cabo entonces el correspondiente régimen de fallo y se activa el dispositivo de acoplamiento activable 34 de la unidad esclava en la forma deseada.

Durante el régimen de fallo del puerto 1 tal como aparece en el caso del doble fallo de trayecto representado en la Figura 1B en la unidad esclava M, o en el fallo de aparato representado 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 35 se une con la primera unidad de recepción RX31, y la salida en la unidad de tratamiento 35 con la segunda unidad de transmisión TX34. El telegrama que está circulando por la primera vía de comunicación 21 se reacopla de este modo a través de la unidad de tratamiento 35 a la segunda vía de comunicación 21. En el diseño representado en la Figura 2 del dispositivo de acoplamiento activable 37 en la unidad esclava 3 con el primer multiplexador 38 y con el segundo multiplexador 39, esto tiene lugar de modo que la segunda entrada del segundo multiplexador 39 se conecta con su primera salida. En cambio el primer multiplexador 38 permanece en régimen normal.

Durante el funcionamiento en régimen de fallo del puerto 0 en la unidad esclava 3, es decir cuando la primera unidad de recepción RX31 y/o la segunda unidad de transmisión TX34 reconocen una interrupción de la vía de comunicación con la unidad esclava contigua, lo que en el caso de doble fallo de trayecto del puerto 1 tal como aparece en el caso del doble fallo del trayecto representado en la Figura 18 en la unidad esclava M o en el fallo de equipo representado 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 35 esté unida con la primera unidad de recepción RX31, y la salida de la unidad de tratamiento 35 con la segunda unidad de transmisión TX34. El telegrama que circula por la primera vía de comunicación 21 se reacopla así a través de la unidad de tratamiento 35 a la segunda vía de comunicación 21. En el diseño representado en la Figura 2 del dispositivo de acoplamiento activable 37 en la unidad esclava 3 con el primer multiplexador 38 y el segundo multiplexador 39 esto tiene lugar de modo que la segunda entrada del segundo multiplexador 39 se conecta a su salida. En cambio el primer multiplexador 38 permanece en régimen normal.

Durante el régimen de avería del puerto 0 en la unidad esclava 3, es decir cuando la primera unidad de recepción RX21 y/o la segunda unidad de transmisión TX34 reconocen una interrupción de la vía de comunicación con la unidad esclava contigua, lo que en el caso del doble fallo de trayecto representado en la Figura 18 aparece en el esclavo M+1, y en el caso de fallo de equipo representado en la Figura 1C en el esclavo M+1, se activa el dispositivo de acoplamiento activable 34 en 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 circula por la segunda vía de comunicación 22 se reacopla por la primera vía de comunicación 21 a la unidad maestra 1 después de haber sido tratado en la unidad de tratamiento 35. En la realización representada en la Figura 2 del dispositivo de acoplamiento activable 34 esto tiene lugar de modo que el primer multiplexador 38 conecta su segunda entrada con su salida mientras que el segundo multiplexador 39 permanece en régimen normal.

Con la forma de proceder conforme a la invención se tiene por lo tanto la posibilidad de llevar a cabo de modo sencillo en una unidad esclava con una sola unidad de tratamiento y mediante una estructura de doble anillo y un dispositivo de acoplamiento activable, medidas de reconfiguración en el sistema de comunicación para que en el caso de fallos de trayecto se garantice la capacidad de funcionamiento del sistema de comunicación, no diferenciándose el comportamiento de las unidades esclavas con respecto al tratamiento de telegrama en el caso de redundancia, de la del régimen normal.

La forma de proceder conforme a la invención permite que además del doble fallo de trayecto representado en las Figuras 1B y 1C, en el que están interrumpidas las dos vías de comunicación con el participante contiguo, reconocer también fallos de trayecto simples en los que solamente está interrumpida una vía de comunicación, y mantener la capacidad de funcionamiento del sistema de comunicación mediante la correspondiente reconfiguración de los participantes contiguos al punto de fallo.

## ES 2 323 150 T3

En las unidades esclavas 3 está prevista también siempre una sola unidad de tratamiento 35, de modo que en comparación con las unidades esclavas que tengan dos unidades de tratamiento no es preciso tomar ninguna decisión sobre cuál de las unidades de tratamiento es competente para el tratamiento del telegrama.

5 Con el fin de conseguir un alto grado de tolerancia a los fallos del sistema de comunicación con un gasto reducido de hardware, especialmente también en la unidad maestra 1, se realiza el tratamiento de los telegramas que circulan en sentido contrario por la primera vía de comunicación 21 y por la segunda vía de comunicación 22, de tal modo que durante el régimen normal sin fallos el tratamiento no se diferencie esencialmente del que se realiza durante el régimen de fallo, donde se mantiene la capacidad de funcionamiento del sistema de comunicación en el caso de fallos de trayecto, gracias a la reconfiguración de determinadas unidades esclavas. La unidad esclava puede estar realizada en la forma conforme a la invención. Sin embargo existe también la posibilidad de emplear unidades esclavas con otra disposición de circuito que se puedan utilizar dentro del marco de un sistema maestro-esclavo con una estructura de doble anillo.

15 De acuerdo con la invención, en la unidad maestra 1 se superponen en la unidad de control de recepción 18 los dos telegramas recibidos en la unidad maestra 1 por la primera unidad de recepción RX13 por la primera vía de comunicación 21 y por la segunda unidad de recepción RX14 por la segunda vía de comunicación 22, para crear así un único telegrama. Esto se realiza preferentemente por el hecho de que los datos útiles de los dos telegramas se ordenan bit a bit.

20 Además, los telegramas presentan siempre en la zona de los datos de control un campo contador cuyo valor se evalúa, preferentemente se va sumando, para determinar el estado de funcionamiento en el sistema de comunicación, en particular la aparición de un fallo de trayecto. De acuerdo con la invención, esto se realiza de modo que la unidad de control de transmisión 16 de la unidad maestra 1 entrega a la primera unidad de transmisión TX11 y a la segunda unidad de transmisión TX12 respectivamente un telegrama idéntico con un campo de datos y un campo de contador puesto a un valor predeterminado para la transmisión independiente en sentido contrario por la primera vía de comunicación 21 y por la segunda vía de comunicación 22. La unidad de transmisión 35 de cada una de las unidades esclavas 3 que estén conectadas está además realizada de modo que al pasar el telegrama se modifica el campo del contador en un valor predeterminado. En la unidad de control de recepción 18 se evalúan entonces respectivamente el valor del campo de contador de los dos telegramas recibidos por la primera unidad de recepción RX12 por la primera vía de comunicación 21 y por la segunda unidad de recepción RX14 por la segunda vía de comunicación 22. A partir de los valores de los dos campos de contador se puede determinar entonces mediante una simple suma si están activas todas las unidades esclavas que están conectadas.

35 Esto se realiza preferentemente de modo que el campo de contador del telegrama se pone a un valor 0 durante la transmisión en sentido contrario, y cada unidad de tratamiento 35 incrementa en 1 el valor del campo de contador al pasar el telegrama a través de la unidad esclava 3. Dado que por el diseño de los participantes conforme a la invención siempre se trata por la unidad de tratamiento un único telegrama, tanto durante el régimen normal como también en régimen de fallo durante la reconfiguración del circuito del participante, el valor sumado de los campos de contador de los dos telegramas reemplazados sobre la unidad maestra 1 indica el número de participantes activos. Por lo tanto se puede comprobar si están activos todos los participantes que están conectados o si existe un fallo total de un participante, por ejemplo debido a un doble fallo de trayecto tal como está representado en la Figura 1C. Además, mediante la comparación de los valores en los dos campos de contadores y basándose en el número conocido de unidades esclavas que están conectadas se puede determinar la posición exacta de un fallo de trayecto, por ejemplo su aparición entre la unidad esclava M y la unidad esclava M+1 en la Figura 1B.

45 También se consigue un funcionamiento tolerante a los fallos del sistema de comunicación, en particular también en caso de reconfiguración, debido a la variación de la marcha de la señal en los participantes al aparecer un fallo de trayecto, por el hecho de que los dos telegramas idénticos que circulan en sentido contrario por la primera vía de comunicación 21 y por la segunda vía de comunicación 22 están realizados de tal modo que en el campo de datos útiles de cada una de las unidades esclavas que están conectadas tiene asignada una zona de datos. La unidad de tratamiento 50 35 de cada unidad esclava 3 lleva a cabo un intercambio de datos con el telegrama que pasa a través en la zona de datos correspondiente. En la unidad de control de recepción 18 de la unidad maestra 1, se superponen entonces los campos de datos útiles de los dos telegramas recibidos por la primera unidad de recepción RX13 por la primera vía de comunicación 21 y por la segunda unidad de recepción RX14 por la segunda vía de comunicación 22, de modo que resulte un telegrama común. Este telegrama superpuesto es siempre igual, tanto si el sistema de comunicación se encuentra en régimen normal o en régimen de fallos al aparecer un fallo de trayecto, mientras estén todavía activas todas las unidades esclavas 3.

60 Durante el régimen de lectura, cuando las unidades esclavas 3 deban transmitir datos a la unidad maestra 1, la unidad de control de transmisión 16 entrega a la unidad maestra 1 un telegrama a través de la primera línea de control 10 a las dos unidades de transmisión TX11, TX12, que en todo el campo de datos útiles se pone al valor 0. Las unidades de tratamiento 35 de las unidades esclavas 3 escriben entonces en las correspondientes zonas de datos útiles los datos deseados. La unidad de control de recepción 18 de la unidad maestra 1 combina a continuación en compuerta O los campos de datos útiles de los dos telegramas recibidos por la primera unidad de recepción RX13 por la primera vía de comunicación 21 y por la segunda unidad de recepción RX14 por la segunda vía de comunicación 22 para formular un telegrama conjunto. Con independencia de que el sistema de comunicación se encuentre en régimen normal o en régimen de reconfiguración, el telegrama que ha sido combinado en compuerta O contiene siempre todos los datos de las unidades esclavas 3 solicitados por la unidad maestra 1.



## ES 2 323 150 T3

En cambio durante el régimen de escritura, cuando la unidad maestra 1 desee transmitir a través de la primera línea de control 15, por ejemplo instrucciones de control a las unidades esclavas 3, la unidad de control de transmisión 16 de la unidad maestra 1 entrega a las unidades de transmisión TX11, TX12 un telegrama con el campo de datos útiles, que contiene los datos que se han de transmitir a las unidades esclavas 3, para la transmisión simultánea en sentido  
5 contrario por las dos vías de comunicación 21, 22. Las unidades de tratamiento 35 de las unidades esclavas 3 toman entonces los datos correspondientes del telegrama, con independencia de que se encuentren en régimen normal o en régimen de reconfiguración. Entonces ya no se precisa en principio la combinación en compuerta Ó de los campos de datos útiles de los dos telegramas reacoplados a la unidad maestra 1 y recibidos por la primera unidad de recepción RX13 y la segunda unidad de recepción RX14. Un proceso de combinación en compuerta O de esta clase da lugar a  
10 un telegrama conjunto con un campo de datos útiles que se corresponde con el campo de datos útiles del telegrama transmitido.

Mediante el diseño conforme a la invención del sistema de comunicación maestro-esclavo, para cualquier configuración de las distintas unidades esclavas, pero especialmente cuando las unidades esclavas tienen una estructura  
15 y funcionan conforme a la invención, existe para la unidad maestra de forma sencilla la posibilidad de comprobar la ausencia de fallos en el sistema de comunicación, en particular también en el caso de una reconfiguración de la marcha de la señal en la estructura de doble anillo después de haber aparecido un fallo de trayecto. Además está garantizado en el sistema de comunicación, incluso en el caso redundante, es decir cuando en el sistema de comunicación determinados participantes hayan conmutado a régimen de fallo, un régimen seguro de lectura y escritura por superposición  
20 de los campos de datos útiles de los dos telegramas reacoplados.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

1. Unidad maestra para una sistema de comunicación con una estructura maestro-esclavo, con

5 una primera unidad de transmisión (11) unida a una primera vía de comunicación (21) para transmitir señales de información por la primera vía de comunicación (21), una segunda unidad de transmisión (12) unida con una segunda vía de comunicación (22) para transmitir señales de información por segunda vía de comunicación (22), una primera unidad de recepción (13) unida a una primera vía de comunicación (21) para recibir señales de información por la primera vía de comunicación (21), y

10 una segunda unidad de recepción (14) unida con la segunda vía de comunicación (22) para recibir señales de información por la segunda vía de comunicación (22),

15 **caracterizada** porque

una primera unidad de control de transmisión (16) unida con la primera unidad de transmisión (11) y con la segunda unidad de transmisión (12), y

20 una unidad de control de recepción (18) unida con la primera unidad de recepción (13) y la segunda unidad de recepción (14),

estando diseñada la unidad de control de transmisión (16) en régimen de lectura de la unidad maestra para entregar a la primera unidad de transmisión (11) y a la segunda unidad de transmisión (12) una señal de información con un campo de datos que para cada uno de los participantes (3) que están conectados presenta la correspondiente zona de datos, para la transmisión independiente y en sentido contrario por la primera vía de comunicación (21) y por la segunda vía de comunicación (22), y

estando la unidad de control de recepción (18) diseñada en régimen de lectura para superponer los campos de datos de las dos señales de información recibidas por la primera unidad de recepción (13) sobre la primera vía de comunicación (21) y por la segunda unidad de recepción (14) sobre la segunda vía de comunicación (22).

2. Unidad maestro-esclavo según la reivindicación 1, **caracterizada** porque la señal de información entregada por la unidad de control de transmisión (16) en régimen de lectura a la primera unidad de transmisión (11) y a la segunda unidad de transmisión (12) presenta un campo de datos puesto al valor 0,

estando diseñada la unidad de control de recepción (18) en régimen de lectura para ordenar los campos de datos de las dos señales de información recibidas, por la primera unidad de recepción (13) sobre la primera vía de comunicación (21) y por la segunda unidad de recepción (14) sobre la segunda vía de comunicación (22).

3. Sistema de comunicación con una estructura maestro-esclavo que presenta una unidad maestra (1) según la reivindicación 1 ó 2 y una pluralidad de participantes como unidades esclavas (3) que están unidas entre sí a través de la primera vía de comunicación (21) y la segunda vía de comunicación (22), trabajando la primera vía de comunicación (21) y la segunda vía de comunicación (22) en sentidos contrarios entre sí.

4. Sistema de comunicación según la reivindicación 3, **caracterizado** porque cada participante (3) presenta una primera unidad de recepción (31) unida con 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 para transmitir señales de información y por la primera vía de comunicación (21), 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 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 diseñado el dispositivo de acoplamiento activable (37) para unir en régimen normal la entrada de la unidad de tratamiento (35) con la primera unidad de recepción (31), la salida de la unidad de tratamiento con la primera unidad de transmisión (32) y la segunda unidad de recepción (33) con la segunda unidad de transmisión (34), para unir en régimen de fallo la primera unidad de transmisión (32) y/o 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 (35) con la segunda unidad de transmisión (34), y en régimen de fallo de la primera unidad recepción (31) y/o de la segunda unidad de transmisión (34), unir 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).

5. Sistema de comunicación según la reivindicación 4, **caracterizado** porque el dispositivo de acoplamiento activable (37) de cada participante (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 salida está unida con la entrada de la unidad de tratamiento (35), y un segundo multiplexador (39) cuya primera entrada está unida con la segunda unidad de recepción (35), 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), donde el primer multiplexador (38) está

## ES 2 323 150 T3

diseñado para conectar en régimen normal su primera entrada con su salida y en régimen de fallo de la primera unidad de recepción (31) y/o de la segunda unidad de transmisión (34), su segunda entrada con su salida, y donde el segundo multiplexador (39) está diseñado para conectar en régimen normal su primera entrada con su salida y en régimen de fallo de la primera unidad de transmisión (32) y/o de la segunda unidad de recepción (33), su segunda entrada con su salida.

5

6. Sistema de comunicación según la reivindicación 4 ó 5, **caracterizado** porque en cada participante (3) la primera unidad de transmisión (32) y la segunda unidad de transmisión (34) y la primera unidad de recepción (31) y la segunda unidad de recepción (33) están diseñadas para comprobar un fallo de trayecto en la vía de comunicación (21, 22) que está conectada y activar el correspondiente régimen de fallo.

10

7. Sistema de comunicación según una de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado** porque la unidad de control de transmisión (16) de la unidad maestra (1) está diseñada para entregar a la primera unidad de transmisión (11) y la segunda unidad de transmisión (12) la señal de información con un campo de contador puesto a un valor predeterminado para la transmisión independiente en sentido contrario por la primera vía de comunicación (21) y por la segunda vía de comunicación (22), para lo cual la unidad de tratamiento (35) de cada participante está diseñada para que durante el paso de la señal de información se modifique el valor del campo del contador en un valor predeterminado, y donde la unidad de control de recepción (18) de la unidad maestra (1) está diseñada para evaluar respectivamente el valor de los campos de contador de las dos señales de información recibidas por la primera unidad de recepción (13) por la primera vía de comunicación (31) y por la segunda unidad de recepción (14) por la segunda vía de comunicación (22).

15

20

8. Sistema de comunicación según la reivindicación 7, **caracterizado** porque la unidad de control de recepción (18) de la unidad maestra (1) está diseñada para sumar el valor de los campos de contadores de las señales de información recibidas por la primera unidad de recepción (13) por la primera vía de comunicación (21) y por la segunda unidad de recepción (14) por la segunda vía de comunicación (22).

25

9. Procedimiento para el funcionamiento de un sistema de comunicación con una estructura maestro-esclavo, que presenta una unidad maestra (1) y una pluralidad de participantes (3) como unidades esclavas, estando las unidades esclavas (3) unidas de modo serial con la unidad maestra (1) a través de una estructura en doble anillo (2) que trabaja en sentido contrario formada por la primera vía de comunicación (21) y la segunda vía de comunicación (22), presentando la unidad maestra (1) una primera unidad de transmisión (11) unida con la primera vía de comunicación para enviar señales de información sobre la primera vía de comunicación (21), una segunda unidad de transmisión (12) unida con la segunda vía de comunicación para enviar señales de información sobre la segunda vía de comunicación (22) una primera unidad de recepción (13) unida con la primera vía de comunicación para recibir señales de información sobre la primera vía de comunicación (21), una segunda unidad de recepción (14) unida con la segunda vía de comunicación (22) para recibir señales de información sobre la segunda vía de comunicación (22), una unidad de control de transmisión (16) unida con la primera unidad de transmisión (11) y con la segunda unidad de transmisión (12), y una unidad de control de recepción (18) unida con la primera unidad de recepción (13) y con la segunda unidad de recepción (14),

30

35

40

**caracterizado** porque durante el régimen de lectura la unidad de control de transmisión (16) de la unidad maestra (1) entrega a la primera unidad de transmisión (11) y la segunda unidad de transmisión (12) una señal de información con un campo de datos que presenta para cada uno de los participantes (3) que están conectados un correspondiente sector de datos para la transmisión independiente en sentido contrario por la primera vía de comunicación (21) y por la segunda vía de comunicación (22), y una unidad de tratamiento (35) de cada participante escribe durante el tratamiento de la señal de información que pasa, en la correspondiente zona de datos y la unidad de control de recepción (18) de la unidad maestra (1) superpone los campos de datos de las dos señales de información recibidas por la primera unidad de recepción (13) por la primera vía de comunicación (21) y por la segunda unidad de recepción (14) por la segunda vía de comunicación (22).

45

50

10. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado** porque la señal de información entregada por la unidad de control de transmisión (16) de la unidad maestra (1) en régimen de lectura a la primera unidad de transmisión (11) y a la segunda unidad de transmisión (12) presentan un campo de datos puesto a un valor 0, donde la unidad de control de recepción (18) de la unidad maestra (1) combina en régimen de lectura los campos de datos de las dos señales de información recibidas por la primera unidad de recepción (13) sobre la primera vía de comunicación (21) y por la segunda unidad de recepción (14) sobre la segunda vía de comunicación (22).

55

11. Procedimiento según la reivindicación 9 ó 10, **caracterizado** porque la unidad de control de transmisión (16) de la unidad maestra (1) entrega a la primera unidad de transmisión (11) y a la segunda unidad de transmisión (12) la señal de información con un campo de contador puesto en un valor predeterminado, para la transmisión independiente en sentido contrario por la vía de comunicación (21) y por la segunda vía de comunicación (22), donde la unidad de tratamiento (35) de cada participante modifica el valor del campo de contador en un valor predeterminado durante el paso de la señal de información, y la unidad de control de recepción (18) evalúa el respectivo valor de los campos de contadores de las dos señales de información recibidas por la primera unidad de recepción (13) por la primera vía de comunicación (21) y por la segunda unidad de recepción (14) por la segunda vía de comunicación (22).

60

65

12. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado** porque la unidad de control de recepción (18) de la unidad maestra (1) suma el valor de los campos de contadores de las señales de información recibidas por la primera

## ES 2 323 150 T3

unidad de recepción (13) por la primera vía de comunicación (21) y por la segunda unidad de recepción (14) por la segunda vía de comunicación (22).

5 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 12, **caracterizado** porque cada participante (3) presenta 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 para la transmisión de señales de información por la primera vía de comunicación (21), una segunda unidad de recepción (33) unida con la segunda vía de comunicación 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 para transmitir señales de información por la segunda vía de comunicación (22), y un dispositivo de acoplamiento activable (37), donde el dispositivo de acoplamiento activable (37) une en régimen normal una entrada de la unidad de tratamiento (35) con la primera unidad de recepción (21), una salida de la unidad de tratamiento (35) con la primera unidad de transmisión (38) y la segunda unidad de recepción (33) con la segunda unidad transmisión (34), y en régimen de fallo de la primera unidad de transmisión (32) y/o de la segunda unidad de recepción (33) une la entrada de la unidad de tratamiento (35) con la primera unidad de recepción (31) y la salida de la unidad de tratamiento (35) con la segunda unidad de transmisión (34), y durante el régimen de fallo de la primera unidad de transmisión (31) y/o de la segunda unidad de transmisión (34) une la entrada de la unidad de tratamiento (35) con la segunda unidad de recepción (33) y la salida de la unidad de tratamiento con la primera unidad de transmisión (22).

20 14. Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado** porque el dispositivo de acoplamiento activable (37) 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 (3) y cuya salida está unida con la entrada de la unidad de tratamiento (35), y 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), conectando el primer multiplexador (38) en régimen normal su primera entrada con su salida y en régimen de fallo de la primera unidad de recepción (31) y/o de la segunda unidad de transmisión (34), su segunda entrada con su salida, y donde el segundo multiplexador (39) en régimen normal conecta su primera entrada con su salida y en régimen de fallo de la primera unidad de transmisión (31) y/o de la segunda unidad de recepción (34), conecta su segunda entrada con su salida.

30 15. Procedimiento según la reivindicación 13 ó 14, **caracterizado** porque la primera unidad de transmisión (32) y la segunda unidad de transmisión (34) y/o la primera unidad de recepción (31) y la segunda unidad de recepción (33) están diseñadas para determinar un fallo de trayecto en la vía de comunicación (21, 22) que esté conectada, y activar el correspondiente régimen de fallo.

35 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 15, que sirve para el control y la regulación de una pluralidad de servomotores.

40

45

50

55

60

65

Fig. 1A

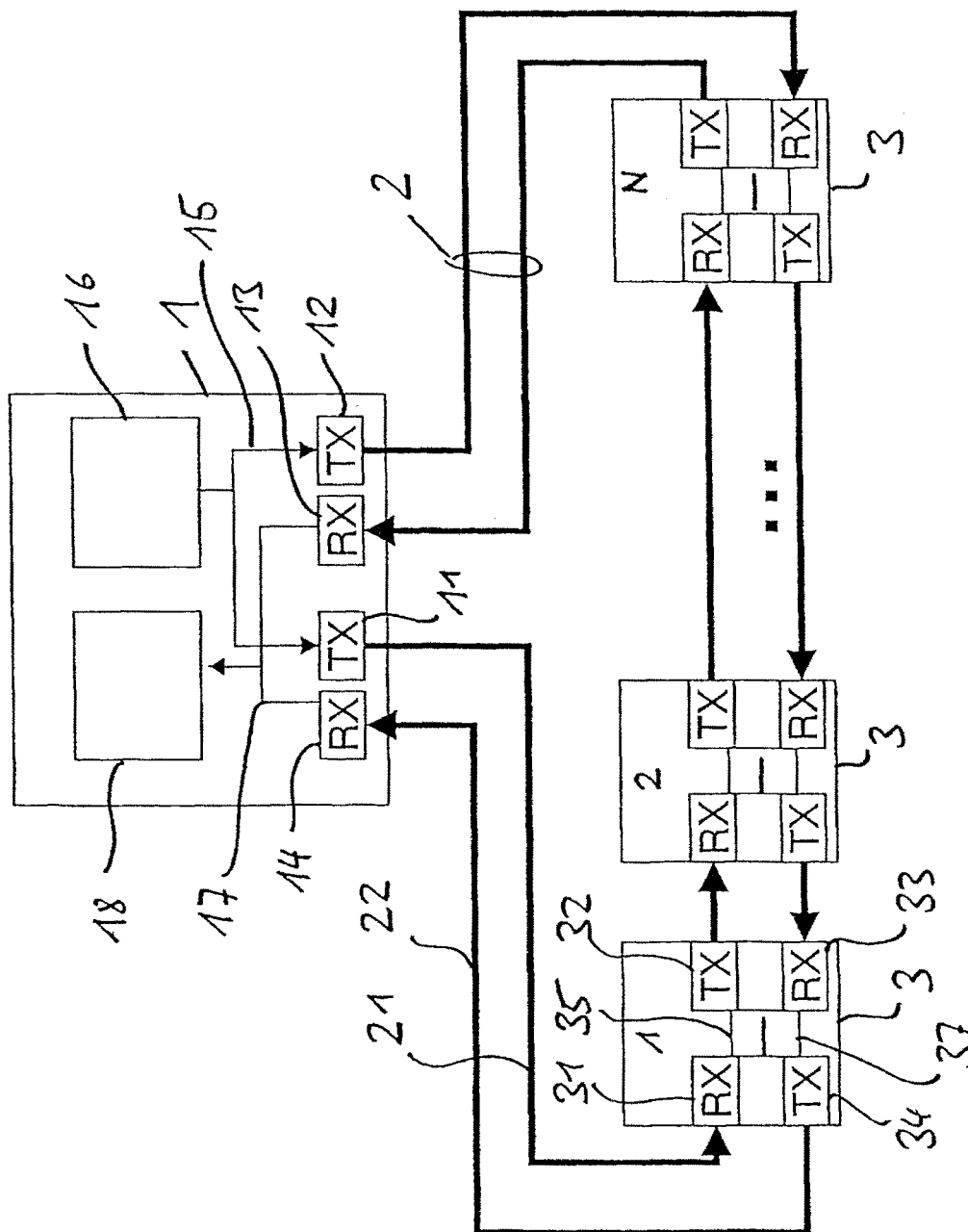


Fig.1B

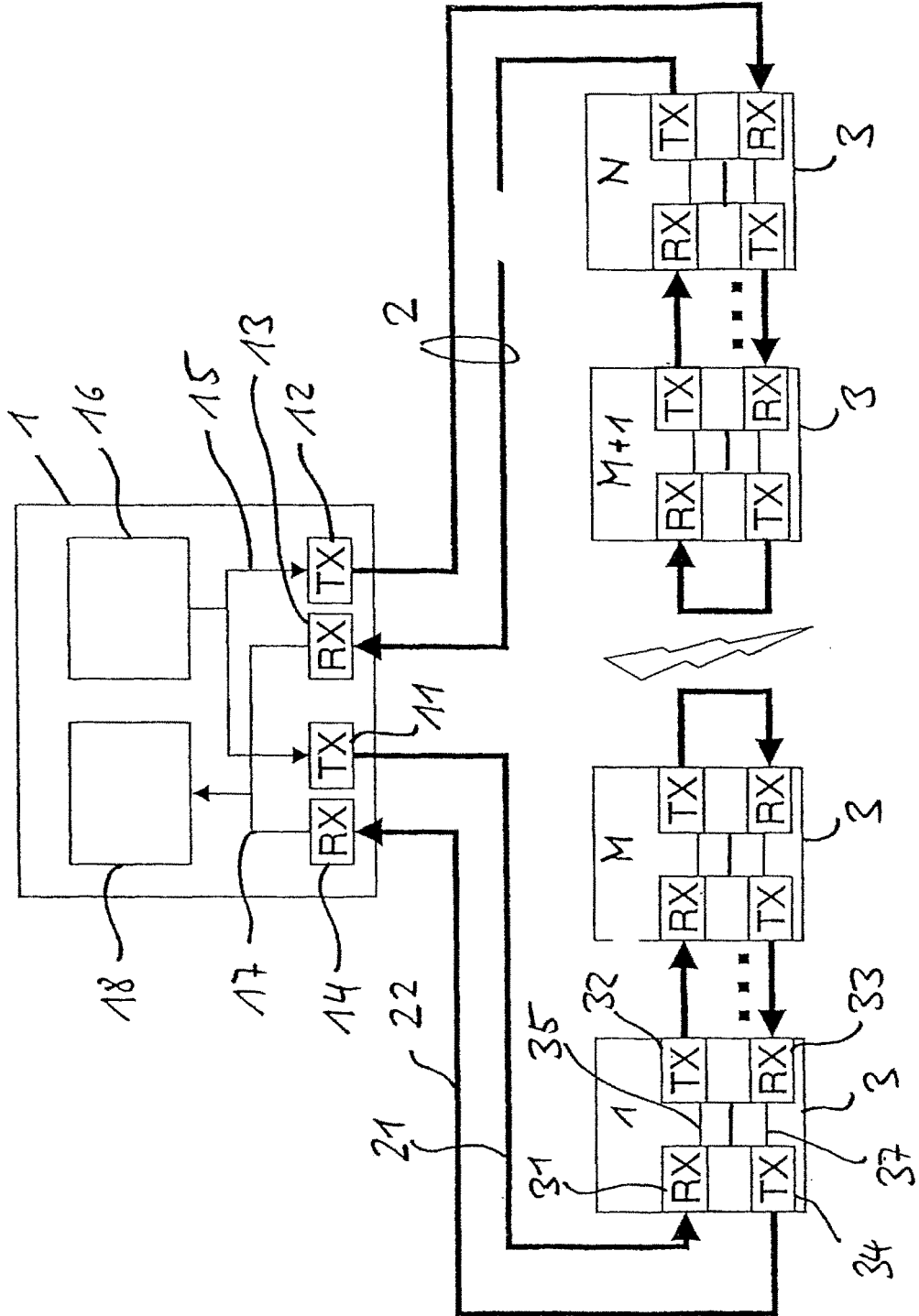


Fig. 1C

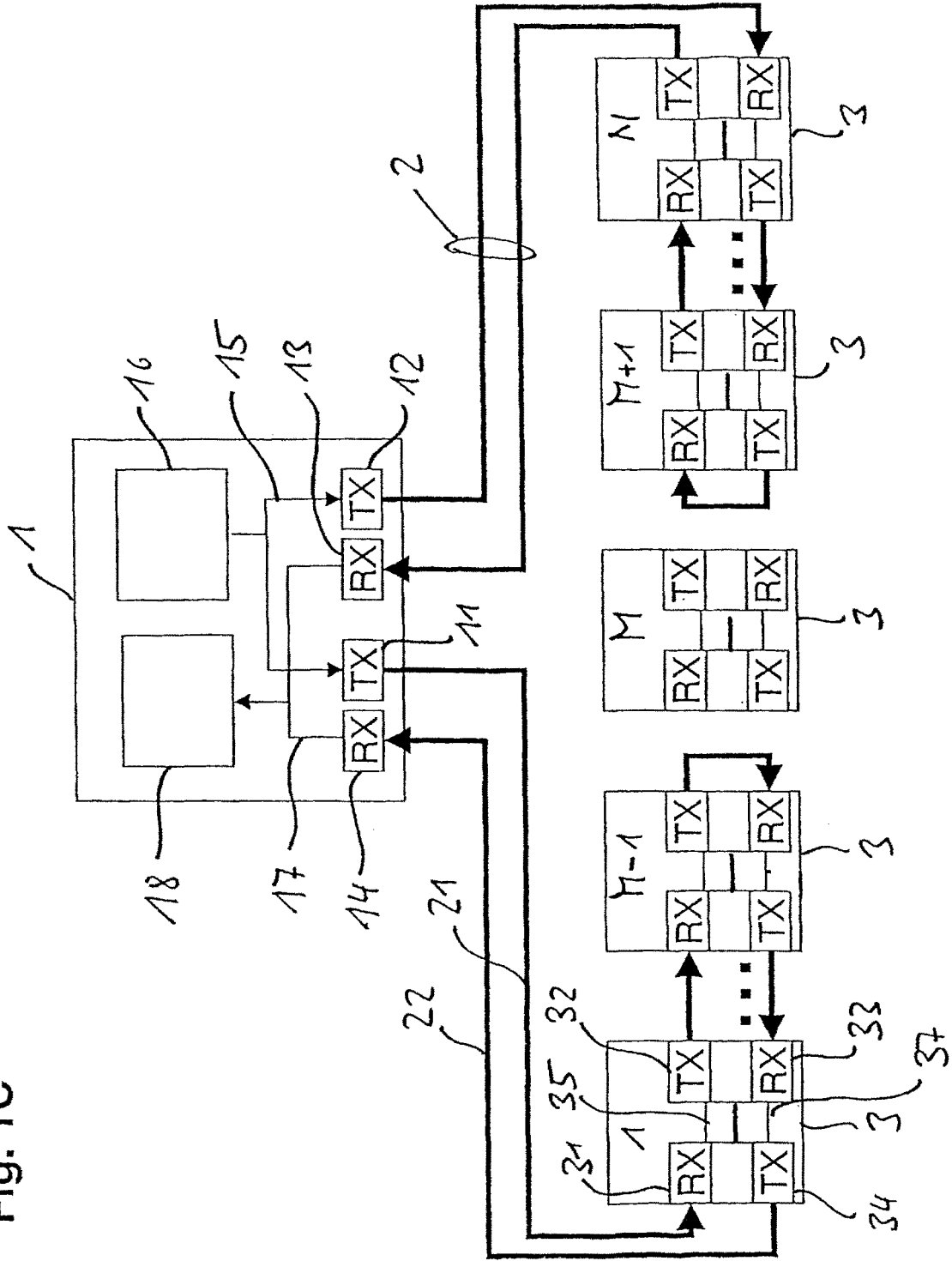


Fig. 2

