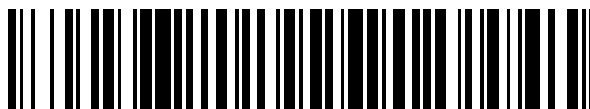


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 550 161**

51 Int. Cl.:

G05B 19/00 (2006.01)

H04L 12/24 (2006.01)

H04L 12/40 (2006.01)

G05B 19/042 (2006.01)

H04L 12/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.04.2009** **E 09729621 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.08.2015** **EP 2274655**

54 Título: **Procedimiento, sistema y acoplador de bus para el intercambio de datos entre una red superpuesta y una subyacente**

30 Prioridad:

11.04.2008 DE 102008018633

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

04.11.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

KUSCHKE, DETLEV;
HOFFMANN, MICHAEL y
WEISS, DOMINIK

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 550 161 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).

PROCEDIMIENTO, SISTEMA Y ACOPLADOR DE BUS PARA EL INTERCAMBIO DE DATOS ENTRE UNA RED SUPERPUESTA Y UNA SUBYACENTE

DESCRIPCIÓN

5 La invención se refiere en general a la técnica de automatización y en particular a un procedimiento, a un acoplador de bus, así como a un sistema de comunicación para el control en tiempo real de un sistema de bus subyacente.

10 En la técnica de automatización cada vez se utilizan más los sistemas de bus de campo basados en Ethernet. Basándose en el protocolo de Ethernet estos sistemas utilizan una trama de datos de Ethernet, para dirigirse a un aparato conectado. Sin embargo, una trama de datos de Ethernet presenta una sobrecarga de datos no despreciable, que particularmente son necesarios para el control de telegramas de Ethernet a través de una red basada en Ethernet.

15 Una desventaja adicional de un sistema de bus de campo basado en Ethernet consiste en la necesidad de que cada abonado de bus tiene que estar equipado físicamente con una interfaz de Ethernet, aunque a menudo sólo tienen que superarse tramos pequeños. Esto lleva a costes innecesariamente elevados.

20 Por el documento EP 1 590 927 B1, para la realización de tareas de control en tiempo real se conoce conectar los abonados de bus previstos para la aplicación en tiempo real a un trayecto de transmisión anular de un sistema de bus subyacente, estando unido este trayecto de transmisión anular a través de un acoplador de red con una red superpuesta, sobre la que pueden transmitirse telegramas de Ethernet. A este respecto, el acoplador de red está diseñado de tal manera que un telegrama de Ethernet recibido por la red a través de una interfaz externa del
25 acoplador de red se retransmite a una interfaz interna del acoplador de red y se emite sobre el trayecto de transmisión anular, intercambiando cada abonado de bus conectado al trayecto de transmisión anular, durante el paso del telegrama de Ethernet sobre el trayecto de transmisión anular, los datos útiles destinados al respectivo abonado de bus con el telegrama de Ethernet que circula sobre el trayecto de transmisión anular. Puede cumplirse con los requisitos de tiempo real porque se reduce el tiempo de reacción de los abonados de bus individuales mediante el procesamiento de los telegramas de Ethernet sobre el trayecto de transmisión anular durante el paso a
30 través de los abonados de bus conectados al mismo.

Sin embargo, en el procedimiento descrito en el documento EP 1 590 927 B1 resulta desventajoso que el telegrama de Ethernet que circula sobre el trayecto de transmisión anular contiene la sobrecarga de datos descrita anteriormente, que simplemente se arrastra sin ser útil para el sistema de bus subyacente. Así, de manera
35 innecesaria, se desperdicia ancho de banda de transmisión del sistema de bus subyacente, sin que puedan implementarse tareas de gestión y/o control para el sistema de bus subyacente. Además, el uso del trayecto de transmisión anular lleva a fluctuaciones que limitan el cumplimiento de los requisitos de tiempo real.

40 Por el documento US 2006/075009 A1 se conoce un procedimiento para el diagnóstico de un sistema operativo. El sistema conocido presenta un módulo de procesamiento auxiliar, que se comunica con un bus de campo y con un bus de bits. Para ello, el módulo de procesamiento auxiliar dispone de un convertidor de protocolos, que puede convertir un formato de bus de bits en un formato de bus de campo.

45 Por el documento WO 2004/028090 A1 se conoce una arquitectura de sistema de comunicación, en la que convertidores de protocolos pueden convertir un formato WAN o un formato LAN en un formato interno. De este modo paquetes recibidos a través de una WAN o una LAN pueden transmitirse a través de un bus interno.

50 Por el documento EP1 703 684 A1 se conoce un sistema de gestión de edificios que presenta una pasarela Lon. La pasarela Lon puede convertir datos, que se transmiten a través de una red de una instalación de climatización, en datos de una red Lon.

Ninguno de los documentos mencionados anteriormente da a conocer un acoplador de bus, que esté configurado de tal manera que genere un telegrama de datos interno con una estructura que no contenga datos de control de un telegrama de red específica, que se transmite a través de una red externa, y adicionalmente presente al menos un
55 campo de información de estado para informaciones de control internas.

La invención se basa en el objetivo de proporcionar un acoplador de bus, un sistema de comunicación así como un procedimiento para el intercambio de datos entre una red externa y un sistema de bus subyacente a través de un
60 acoplador de bus, con los que sea posible una supervisión descentralizada y autosuficiente del sistema de bus subyacente sin limitación del ancho de banda de transmisión, concretamente también durante el funcionamiento normal, es decir durante la transmisión de datos útiles. Además se posibilita una detección de errores rápida, dado el caso una reacción rápida a errores detectados así como una localización de errores exacta en la comunicación entre dos abonados de bus.

65 Una idea central de la invención consiste en proporcionar un acoplador de bus que convierta un telegrama de red específica procedente de una red externa, es decir, superpuesta, en un telegrama de datos interno, que del

telegrama de red específica sólo transmita los datos útiles. Además, el telegrama de datos interno contiene al menos un campo de información de estado para informaciones de control internas. El telegrama de datos interno se transfiere por el acoplador de bus a un sistema de bus subyacente, es decir, interno, al que están conectados en serie varios abonados de bus. Cada abonado de bus conectado al sistema de bus interno, de manera descentralizada y preferiblemente de manera autosuficiente, mediante las informaciones de control internas recibidas por el acoplador de bus, mediante las informaciones de control generadas por el respectivo abonado de bus y/o mediante las informaciones de control internas recibidas por los abonados de bus directamente adyacentes puede supervisar la calidad de comunicación del sistema de bus subyacente y en particular la comunicación con sus abonados de bus adyacentes y, según la implementación, desencadenar acciones. La supervisión descentralizada y autosuficiente mediante los abonados de bus se produce durante la transmisión de datos útiles y sin disminución del ancho de banda de transmisión. Esto se consigue porque las informaciones de control contenidas en la cabecera de los telegramas de red específica se extraen por el acoplador de bus y se sustituyen por campos de información de estado para informaciones de control internas.

Otro punto de vista de la invención consiste en que también puede realizarse una supervisión de comunicación y/o diagnóstico descentralizado y preferiblemente autosuficiente del sistema de bus subyacente cuando en el acoplador de bus no están presentes datos útiles para su transferencia al sistema de bus subyacente. Para ello, cada abonado de bus genera telegramas de control internos por sí mismo y los intercambia a lo largo de ciclos de comunicación locales, independientes, directamente con su o sus dos abonados de bus adyacentes.

Alternativamente el acoplador de bus puede generar, en lugar de telegramas de datos internos que contienen datos útiles, telegramas de control internos, que se canalizan a través de los abonados de bus. Cada abonado de bus puede leer informaciones de control internas a partir del telegrama de control y escribir sus propias informaciones de control.

En este punto se indicará que con la expresión “telegramas de control internos” a diferencia de “telegramas de datos internos” se entienden telegramas, en los que no están contenidos datos útiles de telegramas de red específica. Por tanto, los telegramas de control internos pueden ser más cortos que los telegramas de datos internos, de modo que en la transmisión de telegramas de control internos pueden conseguirse tiempos de procesamiento o retardo más cortos en los abonados de bus.

Un punto de vista adicional de la invención consiste en posibilitar una transmisión o transferencia en tiempo real, con pocas fluctuaciones, de datos útiles recibidos en telegramas de red específica a través del o al sistema de bus superpuesto por medio de telegramas de datos internos generados en el acoplador de bus. Esto se consigue mediante un identificador de inicio de telegrama de datos y un identificador de inicio de telegrama de control especiales.

Por una supervisión descentralizada y preferiblemente autosuficiente de la comunicación a través del sistema de bus subyacente se entiende que cada abonado de bus en cualquier momento, de manera rápida e independiente, puede detectar el estado actual del sistema de bus subyacente y en particular de sus abonados de bus adyacentes y dado el caso reaccionar frente a un funcionamiento erróneo.

El problema técnico mencionado anteriormente se soluciona por un lado mediante las características de la reivindicación 1.

Según esto está previsto un acoplador de bus, que presenta una interfaz externa para su conexión a una red superpuesta, es decir externa, sobre la que pueden transmitirse telegramas de red específica. De red específica significa que el telegrama de red específica se genera según un protocolo de red o comunicación que se aplica por la red externa. El acoplador de bus presenta además una interfaz interna para la conexión en serie de una pluralidad de abonados de bus a un trayecto de transmisión anular de un sistema de bus interno, es decir subyacente. Además está previsto un dispositivo de conversión que puede convertir un telegrama de red específica recibido a través de la interfaz externa en un telegrama de datos interno para su transmisión a través del trayecto de transmisión anular. Con la expresión “interno” se indica que el telegrama de datos está destinado al sistema de bus subyacente. El telegrama de datos interno no contiene datos de control del telegrama de red específica, sino preferiblemente sólo los datos útiles contenidos en el mismo. En lugar de los datos de control del telegrama de red específica, el telegrama de datos interno contiene al menos un campo de información de estado para informaciones de control internas. El telegrama de datos interno se retransmite a la interfaz interna y se emite sobre el trayecto de transmisión anular. Cada abonado de bus conectado a la interfaz interna, al pasar el telegrama de datos interno sobre el trayecto de transmisión anular por el abonado de bus correspondiente, intercambia los datos útiles destinados al abonado de bus con el telegrama de datos interno que circula sobre el trayecto de transmisión, pudiendo extraer el abonado de bus datos útiles a partir de un bloque de datos asignado al abonado de bus en el campo de datos del telegrama de datos interno e informaciones de control internas del al menos un campo de información de estado del telegrama de datos interno y, a su vez, insertar datos útiles en el bloque de datos asignado al abonado de bus del campo de datos del telegrama de datos interno así como sus informaciones de control internas en el al menos un campo de información de estado del telegrama de datos interno.

Las informaciones de control internas pueden contener informaciones de gestión y/o estado referidas al acoplador de bus y/o informaciones de gestión y/o estado referidas al abonado de bus, que sirven para la supervisión descentralizada y autosuficiente del sistema de bus subyacente, particularmente para la supervisión de la comunicación entre en cada caso dos abonados de bus adyacentes. Las informaciones de control internas se escriben en el campo de información de estado correspondiente y se leen del campo de información de estado correspondiente y se evalúan por el acoplador de bus y/o por el respectivo abonado de bus.

Preferiblemente, en el caso de la red externa, se trata de una red basada en Ethernet, a través de la que se transmiten telegramas de Ethernet. También pueden conectarse a la interfaz externa del acoplador de bus otras redes externas, como por ejemplo Profibus, Profinet o el bus CAN.

El dispositivo de conversión del acoplador de bus puede estar configurado de tal manera que convierta varios telegramas de red específica recibidos a través de la interfaz externa, que pueden almacenarse de manera intermedia en el acoplador de bus, en un telegrama de datos interno, que a su vez no contiene datos de control de los telegramas de red específica. Preferiblemente, la cantidad de telegramas de red específica que se convierten en un telegrama de datos interno es tal que no tenga que aumentarse el campo de datos. De este modo se garantiza que no se reduzca el ancho de banda de transmisión.

Evidentemente, el dispositivo de conversión puede estar configurado de tal manera que pueda convertir un telegrama de datos interno recibido a través de la interfaz interna en al menos un telegrama de red específica para su transmisión a través de la interfaz externa. Además también pueden convertirse varios telegramas de datos internos en un telegrama de red específica.

El acoplador de bus puede presentar un dispositivo para la generación de telegramas de control internos. Los telegramas de control internos pueden transmitirse a través del sistema de bus subyacente, cuando en el acoplador de bus no están presentes telegramas de red específica, es decir, no están presentes datos útiles para su transmisión a través del sistema de bus subyacente. Un telegrama de control interno contiene un campo de identificador de inicio, en el que el acoplador de bus puede escribir un identificador que identifica el telegrama de control interno, y al menos un campo de información de estado para escribir y leer informaciones de control referidas al acoplador de bus y/o referidas al abonado de bus, que en particular sirven para la supervisión y el diagnóstico descentralizado de la comunicación entre en cada caso dos abonados de bus. También el telegrama de datos interno contiene un campo de identificador de inicio para un identificador de inicio que identifica el telegrama de datos interno. Las informaciones de control internas referidas al abonado de bus se escriben en el al menos un campo de información de estado del telegrama de control interno y se leen del mismo por el respectivo abonado de bus. De este modo se garantiza que tanto durante el funcionamiento normal, es decir, durante la transmisión de datos útiles a través del sistema de bus subyacente, como durante el estado de funcionamiento inactivo puedan intercambiarse informaciones de control internas para la supervisión descentralizada de la comunicación entre en cada caso dos abonados de bus. Para ello está previsto preferiblemente un dispositivo de control en el acoplador de bus, que provoca la transmisión de telegramas de control internos a través de la interfaz interna sobre el trayecto de transmisión anular, cuando no están presentes datos útiles para su transmisión a través del trayecto de transmisión anular.

Para posibilitar una transmisión de datos útiles con capacidad en tiempo real a través del sistema de bus subyacente, el dispositivo de control, en respuesta a un identificador de inicio que identifica un telegrama de datos interno, puede interrumpir o finalizar la transmisión de telegramas de control internos de una manera definida, de modo que pueda producirse una transmisión del telegrama de datos interno a través del sistema de bus subyacente en tiempo real.

En este punto se indica que, de manera conveniente, los telegramas de datos internos transmitidos a través del sistema de bus subyacente no pueden interrumpirse o finalizarse por un telegrama de control interno.

Para mejorar la supervisión descentralizada y preferiblemente también autosuficiente de la calidad de comunicación del sistema de bus subyacente mediante los abonados de bus, el acoplador de bus presenta un contador de telegramas, que cuenta de manera consecutiva los telegramas de datos y/o control internos emitidos realmente a través de la interfaz interna. Los telegramas de datos y/o control internos presentan por consiguiente en cada caso un campo de información de estado adicional, en el que el acoplador de bus puede escribir el valor actual del contador de telegramas. Se indica que este campo de información de estado adicional sólo puede leerse por los abonados de bus, pero no sobreescribirse. Dicho de otro modo, los telegramas de datos y/o control internos emitidos por el acoplador de bus a través de la interfaz interna contienen números consecutivos.

El problema técnico mencionado anteriormente también se soluciona mediante las características de la reivindicación 9.

Según esto está previsto un sistema de comunicación que contiene el acoplador de bus descrito anteriormente así como una pluralidad de abonados de bus, que están conectados en serie, a través de un trayecto de transmisión anular de un sistema de bus subyacente, a la interfaz interna del acoplador de bus. Los abonados de bus están

diseñados en cada caso para interpretar los telegramas de datos internos que pasan sobre el trayecto de transmisión anular y llevar a cabo un intercambio de datos.

Cada abonado de bus presenta ventajosamente las siguientes características:

Una primera interfaz con un primer dispositivo de emisión y recepción para emitir y recibir telegramas de datos y/o control internos a o de un abonado de bus adyacente así como una segunda interfaz con un segundo dispositivo de emisión y recepción para emitir y recibir telegramas de datos y/o control internos a o de un segundo abonado de bus adyacente.

Para posibilitar una supervisión descentralizada y preferiblemente autosuficiente de la calidad de comunicación dentro del sistema de bus subyacente a lo largo de ciclos de comunicación independientes entre en cada caso dos abonados de bus adyacentes, cada abonado de bus presenta un dispositivo para la generación de telegramas de control internos, que contienen en cada caso un campo de identificador de inicio para un identificador de inicio que identifica el telegrama de control interno y al menos un campo de información de estado. De un campo de información de estado de este tipo, el respectivo abonado de bus puede leer informaciones de estado de uno de sus abonados de bus adyacentes o puede escribir informaciones de estado propias en un campo de información de estado de este tipo. Los telegramas de control generados por el respectivo abonado de bus sólo se transmiten a su primer y/o segundo abonado de bus adyacente. De este modo se posibilita un diagnóstico descentralizado y autosuficiente del sistema de bus subyacente con respecto a cada conexión punto a punto individual en el sistema de bus subyacente, sin que sea necesario un dispositivo de control centralizado.

Para que cada abonado de bus pueda detectar si las interfaces de sus abonados de bus adyacentes, con los que se comunica, están conectadas correctamente y/o si se ha producido una interferencia o un cortocircuito en al menos un abonado de bus adyacente, a la primera y segunda interfaz de cada abonado de bus se le asigna en cada caso un identificador de interfaz diferente. Por consiguiente, los telegramas de datos y/o control internos contienen preferiblemente en cada caso un campo de información de estado adicional para un identificador de interfaz. Cada abonado de bus presenta un dispositivo para leer un identificador de interfaz y para escribir un identificador de interfaz en el campo de información de estado adicional. El respectivo abonado de bus, mediante el identificador de interfaz recibido, detecta una transmisión errónea de telegramas de control o datos, que por ejemplo se ha producido por una interferencia o a consecuencia de un cortocircuito en un abonado de bus adyacente.

Para poder supervisar mejor la calidad de transmisión entre abonados de bus adyacentes, cada abonado de bus puede presentar un dispositivo para determinar la calidad de recepción en su primera y segunda interfaz. Este tipo de dispositivos de determinación se conocen en sí mismos. Por ejemplo, la calidad de recepción puede determinarse mediante la tasa de bits erróneos determinada de telegramas de datos y/o control internos recibidos y evaluados. Para poder transmitir informaciones sobre la calidad de recepción, los telegramas de datos y/o control internos contienen en cada caso un campo de información de estado adicional para una información de estado de recepción. Además cada abonado de bus presenta un dispositivo para leer una información de estado de recepción y para escribir una información de estado de recepción en el campo de información de estado adicional.

Ventajosamente cada abonado de bus presenta un dispositivo que, en respuesta a al menos una información de estado recibida en un telegrama de datos o control interno, puede bloquear la respectiva primera o segunda interfaz. De este modo se garantiza que un abonado de bus, que se encuentra antes del punto de fallo registrado, pueda cerrar su interfaz correspondiente, de modo que pueda seguir funcionando el resto del sistema de bus subyacente.

Cada abonado de bus puede presentar un dispositivo de interrupción que, en respuesta al identificador de inicio contenido en un telegrama de datos interno recibido, interrumpe o finaliza la generación y/o transmisión de telegramas de control internos de una manera definida, de modo que puede garantizarse en tiempo real una transmisión de un telegrama de datos interno actualmente pendiente. Un dispositivo de interrupción de este tipo es ventajoso en cada abonado de bus cuando en cada caso dos abonados de bus adyacentes intercambian sus telegramas de control internos generados por sí mismos en ciclos de comunicación independientes y tienen que transmitirse telegramas de datos internos en tiempo real.

Para que los abonados de bus, preferiblemente sus dispositivos de recepción y/o emisión, también puedan sincronizarse, cuando no se transmiten datos útiles, el identificador de inicio que identifica un telegrama de control interno puede contener un patrón de bits correspondiente. Tales patrones de bits pueden generarse por ejemplo aplicando una codificación bifase codificada o una codificación de Manchester.

Para posibilitar una transmisión en tiempo real, con pocas fluctuaciones, de telegramas de datos internos a través del sistema de bus subyacente, el identificador de inicio que identifica un telegrama de datos interno y el identificador de inicio que identifica un telegrama de control contienen en cada caso un patrón de bits diferente, de tal manera que la transmisión de telegramas de control internos puede interrumpirse o finalizarse de una manera definida, preferiblemente dentro de una duración de bits. De este modo, las referencias de tiempo definidas transmitidas en telegramas de control internos pueden repartirse con una pequeña "fluctuación" directamente entre todos los abonados de bus en el sistema de bus subyacente. De este modo, con medios sencillos, puede conseguirse una alta

precisión de sincronización.

Preferiblemente, el identificador de inicio que identifica un telegrama de datos interno y/o el identificador de inicio que identifica un telegrama de control contiene en cada caso un primer y un segundo patrón de bits. Los abonados de bus están configurados de tal manera que pueden detectar completamente un identificador de inicio recibido ya mediante el primer patrón de bits. Como el identificador de inicio puede detectarse ya antes de su implementación completa, puede acortarse el tiempo de procesamiento o retardo en los abonados de bus. El segundo patrón de bits puede utilizarse para poder determinar con mayor seguridad poco después si los patrones de bits recibidos son realmente un identificador de inicio completo y válido. En caso de que el segundo patrón de bits no corresponda al valor esperado, puede interrumpirse o finalizarse la retransmisión del telegrama de control o datos interno.

En caso de que la red externa y/o el acoplador de bus funcionen de manera errónea, en los telegramas de control internos generados por los abonados de bus pueden transmitirse datos relevantes para la seguridad. Para ello, en el telegrama de control interno está previsto un campo de datos adicional para la transmisión de datos relevantes para la seguridad. El acoplador de bus y/o cada abonado de bus está configurado para leer datos relevantes para la seguridad del campo de datos adicional y para escribir datos relevantes para la seguridad en el campo de datos.

Para mejorar adicionalmente el diagnóstico o la supervisión descentralizado y autosuficiente de la calidad de comunicación del sistema de bus subyacente, cada abonado de bus presenta un dispositivo de detección de errores asignado a la primera y segunda interfaz, que puede comprobar y determinar si y cuántos telegramas de datos y/o control internos erróneos en la primera y/o segunda interfaz se han recibido y/o si y cuántos telegramas de datos y/o control internos emitidos al respectivo abonado de bus no se han detectado o se han perdido. Para poder informar a los abonados de bus adyacentes sobre telegramas de datos o control internos recibidos de manera errónea y/o sobre telegramas de datos o control no detectados o perdidos, los telegramas de datos y/o control internos contienen en cada caso campos de información de estado adicionales, en los que puede transmitirse el respectivo resultado del dispositivo de detección de errores.

Para registrar telegramas de datos y/o control internos no detectados o perdidos, el dispositivo de detección de errores de cada abonado de bus presenta preferiblemente un primer dispositivo de recuento de telegramas asignado a la primera y segunda interfaz, que cuenta de manera consecutiva los telegramas de datos y/o control internos emitidos a través de la primera interfaz y que también cuenta de manera consecutiva los telegramas de datos y/o control internos emitidos a través de la segunda interfaz. Los telegramas de datos y control internos pueden presentar en cada caso un campo de número de telegrama como campo de información de estado adicional, en el que puede escribirse el respectivo valor del primer dispositivo contador de telegramas. Mediante una comparación del valor de recuento transmitido actualmente por el acoplador de bus, que indica cuántos telegramas de datos y/o control internos se han transferido hasta ahora al sistema de bus subyacente, con el valor de recuento transmitido en un campo de número de telegrama de un telegrama de datos o control del dispositivo de recuento de telegramas correspondiente, que se transmite junto con el valor de recuento del acoplador de bus en el telegrama de datos o control, el respectivo abonado de bus puede determinar si su abonado de bus adyacente no ha detectado telegramas de datos y/o control internos.

Para registrar telegramas de datos y/o control internos no detectados o perdidos, el dispositivo de detección de errores puede presentar adicional o alternativamente un segundo dispositivo contador de telegramas asignado a la primera y segunda interfaz, que cuenta los telegramas de datos y/o control internos recibidos en la primera interfaz y que también cuenta los telegramas de datos y/o control internos recibidos en la segunda interfaz. El dispositivo de detección de errores de un abonado de bus correspondiente detecta dispositivos de recepción erróneos propios porque compara el valor de recuento que indica cuántos telegramas de datos y/o control internos ha transmitido el abonado de bus adyacente en cada caso, con el valor de recuento correspondiente con respecto a la primera o segunda interfaz, que indica cuántos telegramas de datos y/o control internos ha recibido el primer o segundo dispositivo de recepción. A partir de los resultados de comparación correspondientes se determina el valor actual de telegramas de control y/o datos no detectados con respecto a la primera y segunda interfaz. Estos números se transmiten en telegramas de datos o control internos, que en cada caso contienen dos campos de información de estado adicionales, por el abonado de bus correspondiente a sus abonados de bus adyacentes. Por tanto, pueden ponerse a disposición de cada abonado de bus como máximo seis valores numéricos, concretamente dos propios así como en cada caso dos valores de sus dos abonados de bus adyacentes. Mediante los valores puestos a disposición cada abonado de bus puede comparar por sí mismo el estado de sus dos dispositivos de recepción con el estado de los dispositivos de recepción de sus abonados de bus adyacentes. De este modo cada abonado de bus puede detectar si y cuántos errores se han producido sólo en los propios dispositivos de recepción, por ejemplo debido a un mal contacto individual de la línea de datos, o si y cuántos errores se han producido en varios abonados de bus, por ejemplo debido a interferencias de CEM demasiado elevadas.

Para detectar si en la primera y/o segunda interfaz de un abonado de bus se han recibido de manera errónea telegramas de datos y control internos, cada abonado de bus puede generar una suma de comprobación. Para ello cada abonado de bus presenta un dispositivo para generar una suma de comprobación, que se forma con cada telegrama de datos o control interno que va a emitirse. La suma de comprobación puede formarse con segmentos definidos del telegrama. En el caso de un telegrama de control o datos interno, la suma de comprobación se calcula

ventajosamente sólo a partir de los datos que se encuentran antes del campo de suma de comprobación. La suma de comprobación representa una información de estado adicional. Para poder transmitir la suma de comprobación a abonados de bus adyacentes, los telegramas de datos o control internos presentan en cada caso un campo de suma de comprobación como campo de información de estado adicional, en el que el respectivo abonado de bus puede escribir la suma de comprobación generada. Además cada abonado de bus contiene un dispositivo para leer y evaluar la suma de comprobación recibida en un telegrama de datos y/o control. Al evaluar la suma de comprobación recibida en un telegrama de datos o control, el abonado de bus forma preferiblemente en primer lugar la suma de comprobación con el telegrama de datos o control recibido o el segmento determinado del telegrama de datos o control recibido y compara la suma de comprobación calculada con la suma de comprobación contenida en el telegrama de datos o control recibido. Los telegramas de control y/o datos detectados de manera errónea se cuentan de manera consecutiva. Además, en cada abonado de bus la suma se forma con todos los telegramas de control y/o datos detectados de manera errónea y no detectados.

Gracias al dispositivo de detección de errores pueden detectarse los errores que se producen a lo largo del tiempo en el sistema de bus interno por cada abonado de bus de manera descentralizada y autosuficiente y notificarse de manera independiente al dispositivo de control de nivel superior. En caso de que un abonado de bus correspondiente determine que a lo largo del tiempo se han acumulado telegramas de datos y/o control detectados de manera errónea y/o perdidos en una de las seis interfaces supervisadas por el mismo, éste puede generar una información de error correspondiente y transmitirla durante una transmisión de telegramas de datos en un telegrama de datos al acoplador de bus. La información de error no tiene que transmitirse inmediatamente. Más bien se trata de detectar errores, que se producen a lo largo de un periodo de tiempo prolongado, y de interpretarlos. La información de error puede contener el número de telegramas de datos y/o control detectados manera errónea y/o no detectados, el identificador de interfaz y una indicación sobre el abonado de bus en cuestión. La información de error puede contener alternativa o adicionalmente un valor de diferencia, que indica la diferencia entre el número de telegramas de control y/o datos detectados de manera errónea y/o no detectados de la interfaz defectuosa de manera llamativa y el valor promedio, que se forma con los telegramas de control y/o datos detectados de manera errónea y/o no detectados de las demás interfaces. Por medio de estas informaciones de error puede informarse al acoplador de bus y por tanto al personal de mantenimiento sobre el estado de las interfaces de los abonados de bus conectados. Entonces, el personal de mantenimiento puede cambiar un abonado de bus a tiempo antes de que falle por completo.

El problema técnico mencionado anteriormente se soluciona también mediante las etapas de procedimiento de la reivindicación 24.

Según esto se pone a disposición un procedimiento para el intercambio de datos entre una red, sobre la que puede transmitirse telegramas de Ethernet, y una pluralidad de abonados de bus a través de un acoplador de bus. La red está conectada a una interfaz externa del acoplador de bus. La pluralidad de abonados de bus están conectados en serie a través de una interfaz interna del acoplador de bus a un trayecto de transmisión anular. Un telegrama de Ethernet recibido a través de la interfaz externa del acoplador de bus se convierte en un dispositivo de conversión en un telegrama de datos interno, que no contiene datos de control del telegrama de Ethernet. El telegrama de datos interno contiene al menos un campo de información de estado para datos de control internos. El telegrama de datos interno se retransmite a la interfaz interna del acoplador de bus y se emite sobre el trayecto de transmisión anular. Cada abonado de bus conectado a la interfaz interna, al pasar el telegrama de datos interno sobre el trayecto de transmisión anular por el abonado de bus correspondiente, intercambia los datos útiles destinados al abonado de bus con el telegrama de datos interno que circula sobre el trayecto de transmisión, pudiendo extraer el abonado de bus datos útiles a partir de un bloque de datos asignado al abonado de bus en el campo de datos del telegrama de datos interno y datos de control internos del al menos un campo de información de estado del telegrama de datos interno e insertar a su vez datos útiles en el bloque de datos asignado al abonado de bus del campo de datos del telegrama de datos interno así como datos de control internos en el al menos un campo de información de estado del telegrama de datos interno.

Ventajosamente los datos de control internos contienen informaciones de estado referidas al abonado de bus. Cada abonado de bus puede generar telegramas de control internos, que en cada caso contienen un campo de identificador de inicio para un identificador de inicio que identifica los telegramas de control internos y al menos un campo de información de estado para informaciones de estado referidas al abonado de bus. Las informaciones de estado sirven para la supervisión y/o el diagnóstico descentralizado y autosuficiente de la comunicación entre en cada caso dos abonados de bus. Cuando en el acoplador de bus no están presentes telegramas de datos internos para su transmisión, abonados de bus adyacentes en cada caso pueden intercambiar a través de trayectos de comunicación independientes telegramas de control internos, que sirven para la supervisión descentralizada y autosuficiente de la comunicación entre en cada caso dos abonados de bus.

A continuación se explicará la invención en más detalle mediante algunos ejemplos de realización en relación con los dibujos adjuntos.

Muestran:

La figura 1: un sistema de bus subyacente a modo de ejemplo, que a través de un acoplador de bus está conectado a una red externa, así como una estructura detallada de un abonado de bus,

La figura 2: un fragmento del sistema de bus subyacente mostrado en la figura 1 con dos ciclos de comunicación de supervisión autosuficientes,

La figura 3a: una estructura esquemática de un telegrama de Ethernet,

La figura 3b: un telegrama de datos interno a modo de ejemplo, generado en el acoplador de bus,

La figura 3c: un telegrama de control interno a modo de ejemplo, generado en el acoplador de bus o en un abonado de bus,

La figura 3d: un telegrama de control interno alternativo, generado en el acoplador de bus o en un abonado de bus,

La figura 4a: un identificador de inicio a modo de ejemplo de un telegrama de datos interno, y

La figura 4b: un identificador de inicio a modo de ejemplo de un telegrama de control interno.

La figura 1 muestra un sistema 10 de comunicación a modo de ejemplo, que puede ser un sistema de automatización. El sistema 10 de automatización presenta una red 20 superpuesta, es decir externa, que en el presente ejemplo es una red basada en Ethernet. A través de la red 20 externa pueden transmitirse telegramas de Ethernet. En la figura 3a se representa una estructura conocida en sí misma de un telegrama 170 de Ethernet. La red 20 superpuesta está conectada a través de un acoplador 30 de bus con un sistema 15 de bus subyacente, es decir interno. El sistema 15 de bus interno comprende en el presente ejemplo una vía de transmisión anular. El acoplador 30 de bus presenta una interfaz (no representada), a la que está conectada la red 20 externa. Además el acoplador de bus presenta una interfaz interna, que contiene un dispositivo 34 de emisión y un dispositivo 35 de recepción, a los que está conectado un abonado 40 de bus del sistema 15 de bus. El sistema 15 de bus subyacente comprende por ejemplo n abonados 40 a 70 de bus conectados en serie.

En el acoplador 30 de bus está implementado además un dispositivo 33 de conversión de telegramas, que convierte los telegramas de Ethernet procedentes de la red 20 superpuesta en telegramas de datos internos. En la figura 3b se muestra un telegrama 180 de datos interno a modo de ejemplo. En este punto se indica ya que algunos de los campos de información de estado mostrados en la figura 3b no se escriben, leen ni procesan por el acoplador 30 de bus, sino por los abonados de bus.

En una forma de realización ventajosa, el dispositivo 33 de conversión de telegramas extrae la cabecera de Ethernet que contiene datos de control de cada telegrama 170 de Ethernet recibido y particularmente escribe sólo los datos útiles, transmitidos en el campo de datos, en el campo 211 de datos de un telegrama de datos interno. Los telegramas 170 de Ethernet se convierten preferiblemente en telegramas de datos internos de igual longitud. Los telegramas 180 de datos se transfieren a través del dispositivo 34 de emisión al sistema 15 de bus subyacente y a través de los abonados 40 a 70 de bus y de nuevo se transmiten de vuelta al dispositivo 35 de recepción. Además en el acoplador 30 de bus está implementado un contador 32 de telegramas, que cuenta de manera consecutiva los telegramas 180 de datos internos que van a emitirse a través del dispositivo 34 de emisión. El número secuencial se anota en el campo 204 de cada telegrama 180 de datos que va a emitirse. El campo 204 se designa como estado del contador BK.

El acoplador 30 de bus, en lugar de telegramas de datos internos, también puede generar telegramas de control internos, que no contienen datos útiles de un telegrama de Ethernet. En este caso el contador 32 de telegramas cuenta de manera consecutiva los telegramas de datos y control que van a transmitirse. En la figura 3c o la figura 3d se representan dos telegramas de control internos a modo de ejemplo. Se explicarán en más detalle más adelante.

Ya en este punto se indica que, en una forma de realización preferida, cada abonado de bus puede generar aquellos telegramas de control internos que puede intercambiar a lo largo de ciclos de comunicación independientes con sus abonados de bus adyacentes para la supervisión descentralizada y autosuficiente del sistema 15 de bus subyacente.

La estructura a modo de ejemplo de los abonados 40 a 70 de bus se describirá en más detalle a modo de ejemplo mediante el abonado 50 de bus.

El abonado 50 de bus presenta una primera interfaz 80, a través de la que el abonado 50 de bus está conectado con un primer abonado de bus adyacente, en el presente ejemplo con el abonado 40 de bus. La primera interfaz 80 contiene un receptor 82 y un emisor 81. La identificación del receptor 82 y del emisor 81 como receptor 1 y emisor 1 indica que el abonado 50 de bus está conectado a través de una línea de recepción Rx1 y una línea de emisión Tx1 con el primer abonado 40. Además, el abonado 50 de bus contiene un segundo dispositivo 100 de interfaz, a través del que el abonado 50 de bus está conectado con un segundo abonado de bus adyacente, en el presente ejemplo con el abonado 60 de bus. La segunda interfaz 100 contiene a su vez un emisor 102 y un receptor 101. El emisor

102 y el receptor 101 se designan también emisor 2 y receptor 2, para indicar que el abonado 50 de bus está conectado con el segundo abonado 60 de bus adyacente a través de una línea de emisión Tx2 y una línea de recepción Rx2. En este punto se indica ya que a la primera interfaz de cada abonado de bus puede asignársele el identificador 1 de interfaz y a la segunda interfaz de cada abonado de bus, el identificador 2 de interfaz. Además, cada identificador de interfaz puede contener adicionalmente un identificador individual del respectivo abonado de bus, para poder identificar las respectivas interfaces de manera más clara. Un dispositivo 90 de procesamiento de datos y control está conectado tanto con la primera interfaz 80 como con la segunda interfaz 100. El dispositivo 90 de procesamiento de datos y control puede presentar, entre otras cosas, un contador 96 de emisión, que cuenta de manera consecutiva los telegramas de control y/o datos internos que van a transmitirse a través del emisor 102 al abonado 60 de bus, mientras que un segundo contador 92 de emisión, cuenta de manera consecutiva los telegramas de datos y/o control internos que van a transmitirse a través del emisor 81 al abonado 40 de bus. Además el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control puede contener un contador 94 de recepción, que cuenta los telegramas de datos y/o control internos recibidos en el receptor 82 del abonado 40 de bus. Un segundo contador 91 de recepción cuenta los telegramas de datos y/o control internos que llegan al receptor 101 del abonado 60 de bus. Se indica que el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control así como los contadores 92 y 93 de emisión y los contadores 91 y 94 de recepción también podrían estar contruidos como componentes separados. Además, el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control puede estar configurado para calcular una suma de comprobación a partir de datos predeterminados de un telegrama de control y/o datos interno y para comparar una suma de comprobación calculada de manera interna con suma de comprobación recibida en un telegrama de control o datos, para poder detectar telegramas de datos o control recibidos de manera errónea. Además el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control puede comparar los estados de contador actuales de los contadores 91 y 94 de recepción con los estados de contador actuales de los contadores de emisión de los abonados 40 y 60 de bus adyacentes, para detectar telegramas de datos o control no detectados o perdidos. Los contadores de emisión y de recepción también se denominan dispositivos de recuento de telegramas. Estas capacidades se explicarán en más detalle más adelante. Los contadores 92 y 93 de emisión, los contadores 91 y 94 de recepción, el dispositivo para el cálculo de sumas de comprobación así como los dispositivos de comparación también pueden denominarse, en resumen, dispositivo de detección de errores.

Ahora se considerará la figura 3b, que muestra una estructura a modo de ejemplo de un telegrama 180 de datos interno que puede generarse por el acoplador 30 de bus. Un telegrama de datos de este tipo puede contener campos 200 a 212 opcionales, que en el presente ejemplo están previstos, en orden, para los siguientes identificadores, informaciones de control, gestión y/o estado:

Un identificador de inicio de telegrama de datos; un identificador de interfaz de un abonado de bus, que identifica una primera o segunda interfaz de un abonado de bus; una información sobre el estado de recepción de una primera o segunda interfaz de un abonado de bus; un identificador de modo, que determina por ejemplo el número, el tamaño y el contenido de los campos, indica el tipo de red superpuesta y/o el tipo de sistema de bus subyacente y similares y/o identifica un telegrama de control o telegrama de datos, (estas informaciones también pueden encontrarse en campos separados); el número secuencial generado en el acoplador 30 de bus para telegramas de datos que van a emitirse; el número secuencial generado por un abonado de bus para telegramas de datos que van a emitirse a través de su primera o segunda interfaz; informaciones de error con respecto a la primera interfaz de un abonado de bus, que indican si los telegramas de datos se han detectado de manera errónea o si ni siquiera se han detectado; información de error con respecto a la segunda interfaz del abonado de bus, que indica si los telegramas de datos se han detectado de manera errónea o si ni siquiera se han detectado; informaciones de estatus de contador, que indican cuándo un contador no pudo actualizarse o reiniciarse correctamente; por ejemplo una suma de comprobación CRC, que valida los datos situados por delante y se calcula de nuevo por cada abonado de bus antes de emitir un telegrama de datos; una información de estatus CRC, que indica un error que se ha producido previamente en un abonado de bus adyacente, de modo que ya no se evalúan las informaciones en los campos 203 y 204, que se retransmiten sin cambiar de un abonado de bus a otro; los datos útiles extraídos de un telegrama de Ethernet, y un identificador de detención de telegrama de datos. Se indica que el telegrama 170 de Ethernet mostrado en la figura 3a y el telegrama de datos interno mostrado en la figura 3b pueden ser igual de largos. Gracias al telegrama de datos interno especial puede supervisarse la calidad de comunicación del sistema 15 de bus interno también durante el funcionamiento, es decir, durante la transmisión de datos útiles, de manera descentralizada y autosuficiente por los abonados 40 a 70 de bus conectados. Por tanto, no es necesario un dispositivo de control centralizado.

La figura 3c muestra un primer telegrama 190 de control interno a modo de ejemplo, que puede generarse por el acoplador 30 de bus, aunque en particular por los abonados de bus. El telegrama 190 de control puede contener los mismos campos 201 a 210 y 212 del telegrama 180 de datos. El telegrama de control también contiene un campo 195 de identificador de inicio. Sin embargo, un telegrama de control no contiene ningún campo 211 de datos útiles, en el que puedan transmitirse datos útiles de un telegrama de Ethernet. Además, el identificador de inicio de un telegrama de control se diferencia del identificador de inicio de un telegrama de datos, tal como se muestra en las figuras 4a y 4b. Un motivo de ello es que, tal como se explicará más adelante, un telegrama de datos puede interrumpir o finalizar la transmisión de un telegrama de control de una manera definida y por tanto precisa.

La figura 3d muestra un telegrama 220 de control alternativo, acortado con respecto al telegrama 190 de control, que

sólo contiene el campo 195 de identificador de inicio y los campos 201, 202 y 212 del telegrama 190 de control. Gracias a los telegramas 220 de control acortados pueden conseguirse tiempos de procesamiento o retardo más cortos en los abonados de bus y por tanto intercambiarse informaciones de control más rápidamente entre abonados de bus adyacentes.

En caso de que la transmisión de los telegramas de control mostrados en las figuras 3c y 3d deba poder interrumpirse o finalizarse, como se explicará en más detalle a continuación, entonces los bits individuales de los campos de información útil (201 a 210 ó 201 y 202) están separados por secuencias de bits fijas o bits individuales. Esta medida evita que, a partir de un telegrama de control interrumpido, pueda surgir por error un identificador de inicio válido de un telegrama de datos.

Se hace referencia de nuevo a la figura 1. El dispositivo 90 de procesamiento de datos y control puede tener la capacidad de leer el campo 200 de identificador de inicio de un telegrama de datos, el campo 195 de identificador de inicio de un telegrama de control, así como los campos 201 a 212 de información de estado de un telegrama de control o datos y evaluar las informaciones leídas, para dado el caso realizar funciones implementadas. Además, el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control, según la implementación del sistema, puede escribir correspondientes informaciones de estado referidas al abonado en los respectivos campos de información de estado, por ejemplo los campos 201, 202, 204 a 210. Además el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control puede leer los datos útiles, destinados al abonado 40 de bus, de un telegrama de datos a partir del bloque de datos asignado al abonado 40 de bus y dado el caso escribir datos útiles referidos al abonado en este bloque de datos. Además el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control puede estar configurado de tal manera que pueda determinar la calidad de recepción de la primera interfaz 80, que refleja la calidad de la combinación formada por el receptor 82, la línea de recepción Rx1 y el emisor 132, y la calidad de recepción del receptor 101 de la segunda interfaz 100, que refleja la calidad de la combinación formada por el receptor 101, la línea de recepción Rx2 y el emisor 141. De este modo se determina además la calidad de transmisión de la línea Rx1 entre el receptor 82 del abonado 50 de bus y el emisor 132 del abonado 40 de bus así como la calidad de transmisión de la línea Rx2 entre el receptor 101 del abonado 50 de bus y el emisor 141 del abonado 60 de bus.

Ahora se considerará la figura 2. Para una representación sencilla sólo se muestran los tres abonados 40, 50 y 60 de bus. Además entre el abonado 50 de bus y sus dos abonados 40 y 60 de bus adyacentes se indican esquemáticamente ciclos de comunicación, a lo largo de los que de manera descentralizada e independiente entre sí pueden intercambiarse los telegramas de control entre los abonados 40 y 50 de bus y los abonados 50 y 60 de bus. De este modo la calidad de comunicación del sistema 15 de bus interno y en particular la comunicación entre los abonados 40 y 50 ó 50 y 60 de bus adyacentes puede supervisarse y diagnosticarse de manera descentralizada y autosuficiente, incluso cuando no se transmiten datos útiles desde el acoplador de bus en telegramas de datos.

Como ya se mencionó, todos los abonados de bus pueden estar contruidos de la misma manera. Por consiguiente, el abonado 40 de bus contiene un primer dispositivo 110 de interfaz, que presenta un receptor 112 y un emisor 111, un dispositivo 120 de procesamiento de datos y control y un segundo dispositivo 130 de interfaz, que a su vez presenta un emisor 132 y un receptor 131. El dispositivo 120 de procesamiento de datos y control está conectado a su vez con el primer y segundo dispositivo de interfaz. De manera similar el abonado 60 de bus presenta un primer dispositivo 140 de interfaz, que a su vez contiene un receptor 142 y un emisor 141. Además, en el abonado de bus está implementado un dispositivo 150 de procesamiento de datos y control. Un segundo dispositivo 160 de interfaz contiene a su vez un emisor 162 y un receptor 161. Como resulta evidente por la figura 2, el abonado 50 de bus está conectado a través de su primera interfaz 80 con la segunda interfaz 130 del abonado 40 de bus y a través de su segunda interfaz 100 con la primera interfaz 140 del abonado 60 de bus. De manera similar, los demás abonados de bus están conectados con sus respectivos abonados de bus adyacentes. A continuación se explicará en más detalle el modo de funcionamiento del sistema 10 de comunicación de la figura 1.

1. Transmisión preferida de telegramas de control en ciclos de comunicación independientes locales

Se supone un escenario, en el que actualmente no se transmiten telegramas basados en Ethernet destinados al acoplador 30 de bus a través de la red 20 externa. Por consiguiente en el acoplador 30 de bus no están presentes datos útiles, que tengan que transmitirse a través del sistema 15 de bus subyacente. Para, a pesar de ello, poder realizar una supervisión descentralizada y autosuficiente del sistema 15 de bus subyacente, los abonados 40 a 70 de bus generan por ejemplo en el respectivo dispositivo de procesamiento de datos y control telegramas de control internos, que se intercambian, en ciclos de comunicación contruidos independientemente unos de otros, entre abonados de bus adyacentes. Este intercambio de telegramas de control se explicará a continuación en más detalle mediante las conexiones de comunicación independientes contruidas entre los abonados 40 y 50 ó 50 y 60 de bus. El dispositivo 120 de procesamiento de datos y control del abonado 40 de bus genera ahora telegramas de control internos, que por ejemplo presentan el formato mostrado en la figura 3d. En primer lugar se escribe un identificador de inicio en el campo 220 de identificador de inicio de un telegrama de control que va a generarse, que puede estar compuesto por la secuencia de bits "111101110101" mostrada en la figura 4b. Como el telegrama de control interno tiene que transmitirse a través del emisor 132 del segundo dispositivo 130 de interfaz al abonado 50 de bus, en el campo 201 mostrado en la figura 3d se escribe, en ausencia de fallos, el número 2, que identifica la segunda interfaz 130 del abonado 40 de bus. El dispositivo 120 de procesamiento de datos y control puede estar configurado de tal

manera que pueda determinar la calidad de recepción con respecto a la primera interfaz 110, es decir, la combinación formada por receptor 112, emisor del acoplador 15 de bus y la línea de recepción Rx2, y con respecto a la segunda interfaz 130, es decir la combinación formada por receptor 131, línea de emisión Tx1 y emisor 81. Se supone que el dispositivo 120 de procesamiento de datos y control ha determinado una calidad de recepción suficiente con respecto a la interfaz 30. Por consiguiente, el dispositivo 120 de procesamiento de datos y control escribe en el campo 202 mostrado en la figura 3d por ejemplo un "1" lógico, que indica que el estatus de receptor es bueno. Los bits individuales de los campos 201 y 202 están separados entre sí, tal como se mencionó anteriormente, por ejemplo en cada caso por una secuencia de bits fija. El telegrama de control no se termina con el identificador de detención mostrado en la figura 3d. El telegrama de control interno, que contiene, entre otras cosas, una información sobre el estado de recepción de la combinación formada por receptor 131, línea de emisión Tx1 y emisor 81, se transmite ahora del emisor 132 del abonado 40 de bus al receptor 82 del abonado 50 de bus. Otros telegramas de control se transmiten de manera similar al abonado 50 de bus.

De manera similar, pero independientemente del abonado 40 de bus, el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control del abonado 50 de bus genera telegramas de control. En particular el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control escribe, en caso de funcionamiento correcto, el identificador de interfaz "1" de la primera interfaz 80 en el campo 201 correspondiente de un telegrama de control que va a transmitirse. El dispositivo 90 de procesamiento de datos y control puede estar configurado de tal manera que pueda determinar la calidad de recepción de la combinación formada por receptor 82, línea de recepción Rx1 y emisor 132 y la combinación formada por receptor 101, línea de recepción Rx2 y emisor 141. Se supone que también el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control ha determinado una calidad de recepción suficiente con respecto al receptor 81. Por consiguiente el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control escribe en el campo 202 mostrado en la figura 3d por ejemplo un 1 lógico, que indica que el estatus de receptor es bueno. Los bits individuales de los campos 201 y 202 están separados entre sí, tal como se mencionó anteriormente, por ejemplo en cada caso por una secuencia de bits fija. El telegrama de control no se termina con el identificador de detención mostrado en la figura 3d.

Ahora el emisor 81, independientemente del abonado 40 de bus, emite el telegrama de control generado y telegramas de control adicionales al receptor 131 del abonado 40 de bus.

De manera similar el dispositivo de procesamiento de datos y control de todos los abonados 40 a 70 de bus pueden generar telegramas de control independientemente unos de otros y transmitirlos a sus abonados de bus adyacentes en cada caso.

Por tanto, los abonados de bus pueden generar una y otra vez telegramas de control propios e intercambiarlos, debido a su longitud reducida, entre sí de manera rápida, concretamente en particular mientras no estén presentes telegramas de datos desde el acoplador 30 de bus para el sistema de bus subyacente. Como se describió anteriormente, el emisor 132 del abonado 40 de bus emite informaciones sobre el estado de recepción con respecto a la segunda interfaz 130 al receptor 82 del abonado 50 de bus, mientras que el emisor 81 del abonado 50 de bus en sus telegramas de control internos generados transmite informaciones sobre el estado de recepción con respecto a la primera interfaz 80 al abonado 40 de bus.

Ahora se supone el caso de que el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control ha determinado que la calidad de recepción con respecto a la combinación formada por receptor 82, línea de recepción Rx1 y emisor 132 ha empeorado y ha disminuido por debajo de un valor umbral predeterminado. En respuesta a la disminución de calidad determinada, el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control escribe en el campo 202 del telegrama de control generado actualmente por ejemplo un "0" lógico, que indica que la calidad de recepción en el receptor 82 es demasiado mala. Este telegrama de control se transmite del emisor 81 al receptor 131 del abonado 40 de bus. El dispositivo 120 de procesamiento de datos y control lee el campo 202 del telegrama de control recibido y mediante el "0" lógico detecta que la conexión al abonado 50 de bus adyacente está dañada. Como consecuencia de ello el dispositivo 120 de procesamiento de datos y control puede cerrar la segunda interfaz 130. Puesto que por lo general pueden intercambiarse telegramas de control entre los abonados de bus adyacentes a lo largo de ciclos de comunicación independientes, los abonados de bus pueden detectar errores de manera muy rápida y reaccionar frente a éstos, para por ejemplo cerrar su segunda interfaz situada antes de un punto de error. Entonces, la parte del sistema 15 de bus subyacente situada antes de la fuente de fallo puede seguir haciéndose funcionar. Gracias a la supervisión descentralizada del sistema 15 de bus subyacente a lo largo de ciclos de comunicación independientes entre abonados de bus adyacentes, en caso de error el sistema 15 de bus puede modificarse de manera rápida. Las medidas descritas posibilitan además que los abonados de bus puedan, también durante el funcionamiento, intercambiarse o conectarse o desconectarse (*Hot-Swapping*).

Ahora se considera un escenario en el que el abonado 50 de bus puede detectar que han llegado telegramas de control erróneos desde el abonado 40 de bus. Como se describió anteriormente, los telegramas de control del abonado 40 de bus, que se transmiten al abonado 50 de bus, contienen en ausencia de fallos en el campo 201 el identificador de interfaz "2" de la segunda interfaz 130. No obstante, ahora, el telegrama de control recibido en último lugar contiene el identificador de interfaz "1" de la primera interfaz 110 del abonado 40 de bus. Puede aparecer un error de este tipo cuando el dispositivo 120 de procesamiento de datos y control es defectuoso, se ha producido un

cortocircuito interno por ejemplo entre el emisor 132 y el receptor 131 y/o se ha producido una interferencia de la línea de recepción Rx1 a la línea de emisión Tx1 dentro de una interfaz. El abonado 50 de bus puede reaccionar frente al error detectado porque en el campo 202 de un telegrama de control adicional destinado al abonado 40 de bus escribe un "0" lógico, que indica una mala recepción con respecto al receptor 82. El telegrama de control correspondiente se transmite del emisor 81 al receptor 131. El abonado 40 de bus puede, como consecuencia de ello, cerrar a su vez su segundo dispositivo 130 de interfaz o también la primera interfaz 110. Adicionalmente el abonado 40 de bus puede generar un telegrama de control y transmitirlo al acoplador 30 de bus o a un control superpuesto (no mostrado), para comunicarle al personal de servicio que el abonado 40 de bus es defectuoso. De manera similar cada abonado de bus puede transmitir telegramas de control internos a sus abonados de bus adyacentes en cada caso para, mediante el identificador de interfaz y una información sobre la calidad de recepción de la respectiva interfaz, que se comunica con el abonado de bus correspondiente, informarles sobre su estado actual.

Ahora se supone que los abonados de bus intercambian a lo largo de ciclos de comunicación independientes telegramas de control, que pueden presentar la estructura mostrada en la figura 3c. No obstante no se generan los campos 204, 210 y 212.

A continuación, mediante los ciclos de comunicación independientes mostrados en la figura 2 entre los abonados 40 y 50 así como 50 y 60 de bus, se explica de nuevo el modo de funcionamiento, que es válido para todos los abonados de bus. Sin embargo, sólo se consideran telegramas de control que se transmiten del abonado 40 de bus al abonado 50 de bus así como del abonado 60 de bus al abonado 50 de bus.

Ahora se supone que el abonado 40 de bus ya ha enviado cinco telegramas de control, pero ningún telegrama de datos a través del emisor 132 al abonado 50 de bus. El número de telegramas de control emitidos desde el emisor 132 al abonado 50 de bus se cuentan de manera consecutiva por medio de un contador de emisión y se escriben en el campo 205 del telegrama de control correspondiente. Un contador de emisión de este tipo se muestra en la figura 1 en el ejemplo del abonado 50 de bus y se designa con 93. El primer telegrama de control lleva por tanto en el campo 205 el número secuencial 1, mientras que el campo 205 del quinto telegrama de control transmitido en último lugar contiene el número 5. Además se supone que los campos 206 y 207 de información de estado de los cinco campos de control transmitidos hasta ahora al abonado 50 de bus contienen un estado del contador "0". Esto significa que el abonado 40 de bus ha detectado todos los telegramas de control recibidos en su primera interfaz 110 y todos los telegramas de control recibidos hasta ahora en su segunda interfaz 130 por el abonado 50 de bus y que además no ha recibido telegramas de control corrompidos. La manera en que pueden detectarse y contarse telegramas de control recibidos de manera errónea o telegramas de control corrompidos por un abonado de bus, se explica a continuación en relación con el abonado 50 de bus. El campo 208 de estatus de contador de los primeros cinco telegramas de control transmitidos al abonado 50 de bus contiene el mensaje de que todos los contadores contienen valores válidos. En el campo 209 de cada telegrama de control que va a transmitirse, el abonado 40 de bus introduce la suma de comprobación, que se calcula con todos los campos de datos que se encuentran antes del campo 209 de datos. En el campo 201 de cada uno de los cinco telegramas de control transmitidos al abonado 50 de bus, el abonado 40 de bus, o el dispositivo 120 de procesamiento de datos y control, ha escrito correctamente el identificador "2" de la segunda interfaz 130. El estatus de recepción del receptor 131 era suficiente durante la transmisión de los cinco telegramas de control, lo que se indica mediante una entrada correspondiente en el campo 202 de cada uno de los cinco telegramas de control transmitidos hasta ahora. Además se supone que el abonado 50 de bus ya ha recibido seis telegramas de control, pero todavía ningún telegrama de datos desde el abonado 60 de bus. Los seis telegramas de control contienen en los campos 206, 207 el estado del contador "0" y en el campo 208 una indicación de que los contadores proporcionan valores válidos. Los telegramas de control emitidos por el emisor 142 al abonado 50 de bus se cuentan de manera consecutiva por medio de un contador de emisión. El número secuencial correspondiente se escribe en el campo 205 del telegrama de control correspondiente. En la figura 1, en el ejemplo del abonado 50 de bus se muestra un contador de emisión de este tipo y se designa con 92. El primer telegrama de control emitido obtiene por tanto en el campo 205 el número secuencial 1, mientras que el campo 205 del sexto telegrama de control transmitido en último lugar contiene el número secuencial 6. En el campo 209 se introduce la respectiva suma de comprobación. En el campo 201 de cada uno de los seis telegramas de control transmitidos al abonado 50 de bus, el abonado 60 de bus, o el dispositivo 150 de procesamiento de datos y control, ha escrito correctamente el identificador "4" de la primera interfaz 140. El estatus de recepción con respecto a la interfaz 140 era suficiente durante la transmisión de los seis telegramas de control, lo que se indica mediante una entrada correspondiente en el campo 202 de cada uno de los seis telegramas de control transmitidos hasta ahora. Para que el abonado 50 de bus pueda determinar si los telegramas de control dirigidos a él no se han detectado o se han perdido, el contador 94 de recepción cuenta todos los telegramas de control que llegan al receptor 82, mientras que el contador 91 de recepción cuenta todos los telegramas de control que llegan al receptor 101. A continuación el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control compara el valor de contador del respectivo contador con el valor de contador contenido en el campo 205 de un telegrama de control. Se supone que el contador 94 de recepción se encuentra en el valor "4", después de que haya recibido el quinto telegrama de control desde el abonado 40 de bus. Además se supone que el contador 91 de recepción también se encuentra en el valor "4", después de que haya recibido el sexto telegrama de control desde el abonado 60 de bus. El dispositivo 90 de procesamiento de datos y control compara ahora el número secuencial "5" recibido en el quinto telegrama de control con el valor de recuento del contador 94 de recepción y el número secuencial "6" recibido en el sexto telegrama de control con el valor de

recuento del contador 91 de recepción. Por consiguiente determina que hasta ahora en la primera interfaz 80 no se ha detectado un telegrama de control y en la segunda interfaz 100 no se han detectado dos telegramas de control. Los telegramas de control y/o datos no detectados se cuentan de manera consecutiva con respecto a la primera interfaz en un primer contador de errores y con respecto a la segunda interfaz en un segundo contador de errores. El primer y el segundo contador de errores pueden formar parte del dispositivo de procesamiento de datos y control.

Una supervisión de errores de este tipo se produce por regla general a lo largo de un periodo de tiempo prolongado en cada abonado de bus conectado al sistema 15 de bus, concretamente mediante todos los telegramas de control y/o datos recibidos y enviados.

El dispositivo 90 de procesamiento de datos y control genera ahora dos telegramas de control, de los que uno se transmitirá al abonado 40 de bus y el otro al abonado 60 de bus. Además escribe el número de telegramas de control no detectados con respecto a la primera interfaz 80 en el campo 206 y el número de telegramas de control no detectados con respecto a la segunda interfaz 100 en el campo 207 de los dos telegramas de control.

Además, el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control del abonado 50 de bus, alternativa o adicionalmente, puede determinar si y cuántos telegramas de datos y/o control dirigidos a él se han detectado de manera errónea. Por regla general se prefiere este tipo de supervisión de errores. Para ello el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control calcula una suma de comprobación con los campos predeterminados de cada telegrama de control recibido y compara la suma de comprobación calculada con la suma de comprobación que se encuentra en el campo 209 del respectivo telegrama de control. En caso de que coincidan todas las sumas de comprobación, los telegramas de control procedentes de los abonados 40 y 60 de bus se recibieron sin corromper en el abonado de bus. En caso de que el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control detecte sin embargo telegramas de control corrompidos, que se han recibido en el receptor 82, en un tercer contador de errores, que por ejemplo está implementado en el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control, se incrementa el valor de error en uno. Entonces se suman los valores de error del primer y tercer contador de errores. La suma de ambos valores de error se escribe en el campo 206 asignado a la primera interfaz 80. En caso de que el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control detecte sin embargo por ejemplo un telegrama de control corrompido, que se recibió en el receptor 101, entonces en un cuarto contador de errores se incrementa el valor de error actual en uno. Se suman los valores de error del segundo y cuarto contador de errores. La suma de ambos valores de error se escribe en el campo 207 asignado a la segunda interfaz 100. Por tanto, el abonado 50 de bus puede detectar errores propios con respecto a los tramos de transmisión formados por receptor 82, línea de recepción Rx1 y emisor 132 y por receptor 101, línea de recepción Rx2 y emisor 141.

Además se informa al abonado 50 de bus, en los campos 206 y 207 de telegramas de control que recibe desde el abonado 40 de bus o desde el abonado 60 de bus, sobre el número de telegramas de control detectados manera errónea y/o no detectados con respecto a las interfaces 110 y 130 del abonado 40 de bus o las interfaces 140 y 160 del abonado 60 de bus. Esto es válido también para los demás abonados de bus.

De este modo cada abonado de bus puede supervisar el comportamiento de sus dos interfaces propias y el comportamiento de las dos interfaces de sus abonados de bus adyacentes. En caso de que un abonado de bus detecte una acumulación de errores relativa con respecto a una de las seis interfaces supervisadas, puede escribir una información de error correspondiente en cualquier momento en un telegrama de datos recibido y transmitirla de vuelta a través del sistema 15 de bus al acoplador 30 de bus.

Además el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control escribe, en ausencia de fallos, en el campo 201 del telegrama de control destinado al abonado 40 de bus el identificador "1" para la primera interfaz 80 y en el campo 201 del telegrama de control destinado al abonado 60 de bus el identificador "2" para la segunda interfaz 100. Además el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control escribe en el campo 202 del telegrama de control destinado al abonado 40 de bus el estado de recepción con respecto a la interfaz 80 y en el campo 202 del telegrama de control destinado al abonado 60 de bus el estado de recepción con respecto a la interfaz 100. Además, el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control calcula todavía la suma de comprobación para el telegrama de control dirigido al abonado 40 de bus y la suma de comprobación para el telegrama dirigido al abonado 60 de bus e introduce la suma de comprobación en el campo 209 del respectivo telegrama de control. Por último se escribe todavía el número secuencial determinado por el contador 93 de emisión en el campo 205 del telegrama de control dirigido al abonado 60 de bus y el número secuencial determinado por el contador 92 de emisión en el campo 205 del telegrama de control dirigido al abonado 40 de bus. En ciclos de comunicación independientes, el abonado 50 de bus transmite finalmente el telegrama de control dirigido al abonado 40 de bus a través del emisor 81 al receptor 131 y el telegrama de control dirigido al abonado 60 de bus a través del emisor 102 al receptor 142. Entonces, los abonados 40 y 60 de bus pueden evaluar los campos de control recibidos de la manera descrita anteriormente y transmitir telegramas de control adicionales al abonado 50 de bus y recibirlos desde el mismo.

El identificador de inicio utilizado en los telegramas de control según la figura 3c o 3d presenta un patrón de bits, que posibilita que cada abonado de bus se sincronice.

De nuevo se menciona que los campos de los telegramas de control mostrados en las figuras 3c y 3d sólo son

ejemplos y que además pueden combinarse y eliminarse de cualquier manera. Los campos de los telegramas de control pueden recibir en cada caso un bit, varios bits o incluso varios bytes.

2. Interrupción de la transmisión de telegramas de control en ciclos de comunicación independientes locales

Ahora se supone que al acoplador de bus ha llegado al menos un telegrama de Ethernet, cuyos datos útiles tienen que transmitirse a través del sistema 15 de bus interno.

Como ya se comentó anteriormente, el telegrama 170 de Ethernet mostrado en la figura 3a se convierte por el convertidor 33 de telegramas por ejemplo en el telegrama 180 de datos interno mostrado en la figura 3b. Según una variante de realización preferida, el convertidor 33 de telegramas sólo inserta los datos útiles del telegrama de Ethernet en el campo 211 de datos del telegrama 180 de datos interno. Los demás campos de la estructura de telegrama mostrada en la figura 3b a modo de ejemplo se escriben de la siguiente manera por el acoplador 30 de bus:

- En el campo 200 se escribe el identificador de inicio representado en la figura 3b.

- Los campos 201 y 202 se escriben sólo por los abonados de bus.

- El campo 203 contiene por ejemplo indicaciones sobre el número de campos y su contenido, el tipo de la red externa conectada y del sistema 15 de bus subyacente.

- En el campo 204 el acoplador 30 de bus escribe el número secuencial de los telegramas de datos internos transmitidos realmente a través del sistema 15 de bus subyacente. En el presente ejemplo el campo 204 contiene el número 1.

- Los campos 205 a 208 sólo se escriben por los abonados de bus.

- En el campo 209 el acoplador 30 de bus escribe la suma de comprobación.

- El campo 210 se escribe por los abonados de bus, cuando se canalizan telegramas de datos o control a través de los mismos.

- El campo 212 contiene un identificador de detención predeterminado.

Cuando el acoplador 30 de bus recibe telegramas de Ethernet adicionales, estos telegramas de Ethernet pueden convertirse de manera similar en cada caso en un telegrama de datos interno, que en el campo 204 contiene el número secuencial actual de los telegramas de datos y/o control transmitidos realmente y en el campo 209 la suma de comprobación correspondiente.

Para que los datos útiles puedan transmitirse desde el acoplador 30 de bus con una pequeña fluctuación en tiempo real a través del sistema 15 de bus subyacente, se utiliza un identificador de inicio, que posibilita que la transmisión de telegramas de control entre abonados de bus adyacentes pueda interrumpirse o finalizarse en muy poco tiempo, preferiblemente dentro de una duración de bits. Para ello por ejemplo se utilizan los identificadores de inicio mostrados en las figuras 4a y 4b.

El primer telegrama de datos interno generado por el acoplador 30 de bus se transmite ahora a través del emisor 34 al receptor 112 del primer abonado 40 de bus. El dispositivo 120 de procesamiento de datos y control, al igual que el dispositivo de procesamiento de datos y control de los otros abonados de bus, están configurados para diferenciar el identificador de inicio de los telegramas de control y el identificador de inicio de un telegrama de datos recibido. Después de que el dispositivo 120 de procesamiento de datos y control del abonado 40 de bus haya evaluado el tercer bit de inicio del identificador de inicio del telegrama de datos recibido, sabe que ha llegado un telegrama de datos. Entonces finaliza la generación y transmisión de telegramas de control al abonado 50 de bus. Al mismo tiempo empieza a leer los datos útiles destinados al abonado 40 de bus a partir del bloque de datos asignado al mismo del campo 211, a escribir datos útiles propios en el bloque de datos y a escribir informaciones de estado referidas al abonado de la manera descrita anteriormente en los campos 201, 202 y 205 a 209. Mediante la suma de comprobación transmitida en el campo 209, como ya se explicó anteriormente en relación con el abonado 50 de bus, puede comprobar si y cuántos telegramas de datos corrompidos han llegado al receptor 112. El abonado 40 de bus suma internamente a su vez de manera consecutiva los telegramas de control y/o datos detectados de manera errónea y no detectados con respecto a la primera interfaz 110. Por tanto, en el abonado 40 de bus siempre está almacenado un valor actual, que indica cuántos telegramas de control y datos detectados de manera errónea y no detectados se han determinado hasta ahora. La suma correspondiente con respecto a la primera interfaz se escribe en el campo 206 de un telegrama de datos y se transmite al acoplador 30 de bus.

De manera correspondiente se determina el valor actual con respecto a la segunda interfaz 130, que indica cuántos telegramas de control y/o datos detectados de manera errónea y no detectados se han determinado hasta ahora. La

suma se escribe en el campo 207 de un telegrama de datos. Además el dispositivo 120 de procesamiento de datos y control introduce el número "1" en el campo 205, que indica que el emisor 132 transmitirá el primer telegrama de datos. Con el comienzo del tercer bit de inicio, el dispositivo 120 de procesamiento de datos y control puede comenzar con el procesamiento del telegrama de datos recibido. Gracias a los identificadores de inicio mostrados en las figuras 4a a 4b es posible por tanto no sólo poder interrumpir o finalizar telegramas de control en cualquier momento, sino también comenzar la transmisión de datos útiles en telegramas de datos internos con una precisión de bits. Además los identificadores de inicio se seleccionan de tal manera que tiene que producirse más de un error de bit para corromper el identificador de inicio de un telegrama de datos dando lugar al identificador de inicio de un telegrama de control o a la inversa.

El telegrama de datos que contiene informaciones de estado referidas al abonado se transmite ahora del emisor 132 al receptor 82 del abonado 50 de bus. El dispositivo 90 de procesamiento de datos y control detecta, al igual que antes el dispositivo 120 de procesamiento de datos del abonado 40 de bus, dentro de los primeros tres bits de inicio, que ha llegado un telegrama de datos. Entonces finaliza la generación y transmisión de telegramas de control al abonado 60 de bus. Además, ahora también puede interrumpir o finalizar ya la generación y transmisión de telegramas de control al abonado 40 de bus. No obstante, alternativamente, la generación y transmisión de telegramas de control al abonado 40 de bus también puede interrumpirse o finalizarse cuando el telegrama de datos se ha transmitido tras circular una vez del abonado 60 de bus al abonado 50 de bus. Al mismo tiempo el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control comienza a leer los datos útiles destinados al abonado 50 de bus a partir del bloque de datos asignado al mismo del campo 211, a escribir datos útiles propios en el bloque de datos y a leer las informaciones de estado del abonado 40 de bus de los campos 201, 202 y 205 a 210 para los fines de comprobación ya comentados anteriormente y, dado el caso, evaluarlas y procesarlas. En el campo 210, un abonado de bus escribe una información que indica un error en el telegrama de control y/o datos actual. Estos campos pueden sobrescribirse a continuación con informaciones de estado del abonado 50 de bus. Como los telegramas de datos recibidos por el abonado 40 de bus sólo se transmiten a través del emisor 102 de la segunda interfaz 100, en ausencia fallos se escribe el identificador "2" en el campo 201. En el campo 202, el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control escribe la calidad de recepción con respecto a la combinación formada por receptor 101, línea de recepción Rx2 y emisor 141. También el estado del contador contenido en el campo 204 del contador 32 de telegramas del acoplador 30 de bus puede leerse por el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control.

Después de que el telegrama de datos se haya actualizado completamente, el emisor 102 transmite el telegrama de datos al receptor 142 del abonado 60 de bus, que evalúa el telegrama de datos recibido de la manera descrita anteriormente, lo actualiza y lo retransmite al abonado 70 de bus.

Se indica que el abonado 50 de bus en el o en un telegrama de datos determinado también puede escribir una información de error, cuando, por regla general a lo largo un periodo de tiempo prolongado, con respecto a una de sus interfaces 80 ó 100 supervisadas, se ha determinado un número relativamente elevado de telegramas de control y/o datos detectados de manera errónea o no detectados con respecto a las interfaces 110, 130, 140 ó 160 supervisadas adicionalmente. Esta información de error se transmite al acoplador 30 de bus.

El abonado 70 de bus cierra el sistema 15 de bus anular. De la manera descrita anteriormente, el telegrama de datos se envía de vuelta del abonado 70 de bus al receptor 161 del abonado 60 de bus, luego a través del emisor 141 al receptor 101 del abonado 50 de bus y finalmente a través del abonado 40 de bus de vuelta al acoplador 30 de bus. De este modo cada abonado de bus puede mantener informado de manera descentralizada y autosuficiente al acoplador 30 de bus sobre el estado de las interfaces supervisadas en cada caso por él, es decir, sus propias interfaces y las de sus abonados de bus adyacentes. De este modo el personal de mantenimiento puede detectar un abonado de bus con un funcionamiento deficiente, de modo que pueda cambiarse a tiempo antes de que falle por completo.

Se indica todavía que, en la transmisión de vuelta del telegrama de datos, cada abonado de bus en ausencia fallos en lugar del identificador "2" introduce el identificador "4" para la primera interfaz en el campo 201 y la calidad de recepción de un tramo de transmisión formado por receptor, línea de emisión y emisor de la primera interfaz correspondiente en el campo 202, porque el telegrama de datos se transmite de vuelta por el emisor de la respectiva primera interfaz al abonado de bus adyacente. Mientras que existan datos útiles en el acoplador 30 de bus, que tengan que transmitirse a través del sistema 15 de bus subyacente, se retransmiten, se cuentan y se evalúan telegramas de datos de la manera descrita a través de los abonados de bus.

De este modo cada abonado de bus, además de datos útiles también puede recibir informaciones de estado de un abonado de bus adyacente en los telegramas de datos y emitir sus propias informaciones de estado en los telegramas de datos a sus abonados de bus adyacentes. Por consiguiente el sistema 15 de bus subyacente puede supervisarse y diagnosticarse de manera descentralizada y autosuficiente también durante la transmisión de datos útiles a través de los abonados 40 a 70 de bus conectados.

Cada abonado de bus puede detectar errores propios y errores en los abonados de bus adyacentes de la manera descrita anteriormente. También la reacción de los abonados de bus a errores detectados puede producirse de la manera explicada anteriormente.

En la transmisión de datos útiles, los telegramas de datos se emiten habitualmente en una trama de tiempo fija por el acoplador 30 de bus. Cada abonado de bus, preferiblemente el respectivo dispositivo de procesamiento de datos y control, puede estar dispuesto por consiguiente para calcular cuántos telegramas de datos por unidad de tiempo deberían recibirse. Mediante el valor de contador de emisión transmitido en el campo 204, que indica cuántos telegrama de datos se han transmitido por el acoplador de bus, cada abonado de bus en sí mismo ya puede detectar, si se han perdido telegramas de datos en la red superpuesta, en el acoplador de bus o en el sistema 15 de bus subyacente.

En caso de que ahora los abonados 40 a 70 de bus determinen que, dentro de un tiempo ajustable, ya no llegan telegramas de datos, pueden empezar de nuevo a generar telegramas de control y a intercambiarlos con abonados de bus adyacentes de la manera descrita anteriormente, para conservar una supervisión descentralizada y autosuficiente del sistema de bus subyacente. Alternativamente, a través de un telegrama de datos o control correspondiente también pueden ser informados por el acoplador 30 de bus de que ya no se transmitirán datos útiles. No se produce un reinicio de los contadores de emisión, recepción y errores de los abonados de bus.

3. Transmisión de telegramas de control proporcionados por el acoplador de bus

Según una forma de realización alternativa, alternativa o adicionalmente también el acoplador 30 de bus puede generar por ejemplo los telegramas de control mostrados en las figuras 3c y 3d y proporcionarlos al sistema 15 de bus subyacente, cuando no están disponibles datos útiles. En este caso, los telegramas de control no se intercambian en ciclos de comunicación independientes entre abonados de bus adyacentes, como se representa en la figura 2. Más bien los telegramas de control generados por el acoplador 30 de bus, al igual que antes los telegramas de datos, se pasan finalmente de un abonado de bus a otro y se transmiten de vuelta al acoplador 30 de bus, después de que se hayan evaluado de la manera descrita anteriormente y se hayan actualizado mediante informaciones de estado referidas al abonado.

En particular el primer telegrama de control interno generado por el acoplador 30 de bus con la estructura mostrada en la figura 3c se transmite a través del emisor 34 al receptor 112 del primer abonado 40 de bus. Se indica que el telegrama de control puede corresponder en este caso a un telegrama de datos sin campo 211 de datos.

Es importante indicar que el identificador de inicio representado en la figura 4a de un telegrama de datos puede estar subdividido en dos patrones de bits, por ejemplo "0010" y "000". El dispositivo 120 de procesamiento de datos y control, así como el dispositivo de procesamiento de datos y control de los otros abonados de bus, están configurados para, ya mediante el primer patrón de bits, detectar el identificador de inicio de un telegrama de datos. El segundo patrón de bits se utiliza para detectar posibles errores de bits. En caso de que un dispositivo de procesamiento de datos y control detecte mediante el segundo patrón de bits un identificador de inicio defectuoso, se impide el procesamiento y la transmisión adicionales del telegrama de datos correspondiente.

Después de que el dispositivo 120 de procesamiento de datos y control del abonado 40 de bus haya detectado correctamente el primer patrón de bits, sabe que ha llegado un telegrama de control. Como consecuencia de ello comienza a escribir informaciones de estado referidas al abonado de la manera descrita anteriormente en los campos 201, 202 y 205 a 210. En particular el dispositivo 120 de procesamiento de datos y control puede comprobar mediante el número secuencial contenido en el campo 204 si no se han detectado los telegramas de control que han llegado al receptor 112. Mediante la suma de comprobación transmitida en el campo 209, como ya se explicó anteriormente en relación con el abonado 50 de bus, puede comprobar si al receptor 112 han llegado telegramas de control corrompidos. El número actual de telegramas de control detectados de manera errónea y/o no detectados se escribe con respecto a la primera interfaz en el campo 206. De manera correspondiente se escribe el número actual de telegramas de control detectados de manera errónea y/o no detectados con respecto a la segunda interfaz en el campo 207. Además, el dispositivo 120 de procesamiento de datos y control introduce el número "1" en el campo 205, que indica que el emisor 132 transmitirá el primer telegrama de datos. El dispositivo 120 de procesamiento de datos y control, ya tras la detección del primer patrón de bits del identificador de inicio, puede hacer que el emisor 132 transmita el telegrama de control recibido al abonado 50 de bus.

Además el identificador de inicio se selecciona de tal manera que tiene que aparecer más de un error de bit para que se corrompa el identificador de inicio de un telegrama de datos dando lugar al identificador de inicio de un telegrama de control y a la inversa.

El telegrama de control que contiene informaciones de estado referidas al abonado se transmite ahora del emisor 132 al receptor 82 del abonado 50 de bus. El dispositivo 90 de procesamiento de datos y control detecta, al igual que antes el dispositivo 120 de procesamiento de datos del abonado 40 de bus ya mediante el primer patrón de bits del identificador de inicio recibido, que ha llegado un telegrama de control. El dispositivo 90 de procesamiento de datos y control comienza ahora a leer las informaciones de estado del abonado 40 de bus de los campos 201, 202 y 205 a 210 para los fines de comprobación ya comentados anteriormente y, dado el caso, las evalúa, almacena y/o procesa. A continuación estos campos se sobrescriben con informaciones de estado del abonado 50 de bus. Como el telegrama de control recibido por el abonado 40 de bus sólo se transmite a través del emisor 102 de la segunda

interfaz 100, en ausencia de fallos se escribe el identificador "2" en el campo 201. En el campo 202, el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control escribe la calidad de recepción del receptor 101. También el estado del contador contenido en el campo 204 del contador 32 de telegramas del acoplador 30 de bus puede leerse por el dispositivo 90 de procesamiento de datos y control.

De nuevo se subraya que cada abonado de bus, a lo largo de un periodo de tiempo prolongado, es decir, durante la transmisión de millones de telegramas de control y/o datos, supervisa sus interfaces y las interfaces de sus abonados de bus adyacentes, determinando el número de telegramas de control y/o datos detectados de manera errónea y/o no detectados. En caso de que un abonado de bus determine por ejemplo que el número de telegramas de control detectados de manera errónea y/o no detectados de una de sus dos interfaces ha aumentado considerablemente en relación con las interfaces de sus abonados de bus adyacentes, puede transmitir un mensaje de error correspondiente en un telegrama de datos al acoplador 30 de bus.

Después de que el telegrama de control se haya actualizado completamente, el emisor 102 transmite el telegrama de control al receptor 142 del abonado 60 de bus, que evalúa el telegrama de control recibido de la manera descrita anteriormente, lo actualiza y lo retransmite al abonado 70 de bus. El abonado 70 de bus cierra el sistema 15 de bus anular. De la manera descrita anteriormente, el telegrama de control se envía de vuelta del abonado 70 de bus al receptor 161 del abonado 60 de bus, luego a través del emisor 141 al receptor 101 del abonado 50 de bus y finalmente a través del abonado 40 de bus de vuelta al acoplador 30 de bus.

Se indica todavía que, en la transmisión de vuelta del telegrama de control, cada abonado de bus en ausencia fallos en lugar del identificador "2" introduce el identificador "4" para la primera interfaz en el campo 201 y la calidad de recepción del receptor de la primera interfaz correspondiente en el campo 202, porque el telegrama de control se transmite de vuelta del emisor de la respectiva primera interfaz al abonado de bus adyacente. Mientras que no estén presentes datos útiles en el acoplador de bus, que tengan que transmitirse a través del sistema 15 de bus subyacente, se retransmiten, evalúan y/o procesan telegramas de control de la manera descrita a través de los abonados de bus.

De este modo, el sistema 15 de bus subyacente puede supervisarse y diagnosticarse de manera descentralizada y autosuficiente a través de los abonados 40 a 70 de bus conectados, incluso cuando no se transmiten datos útiles.

Cada abonado de bus puede detectar errores propios y errores en los abonados de bus adyacentes de la manera comentada anteriormente en las secciones 1. y 2. También la reacción de los abonados de bus a errores detectados puede producirse de la manera explicada anteriormente.

En este punto se indica que cada abonado de bus puede escribir dado el caso un mensaje de error en el campo 208 de un telegrama de control o telegrama de datos. Este mensaje indica que posiblemente los contadores de emisión y contadores de recepción no pudieron actualizarse correctamente, porque por ejemplo se ha interrumpido la tensión de suministro del respectivo abonado de bus o se ha iniciado de nuevo el abonado de bus.

En lugar de generar telegramas de control con la estructura mostrada en la figura 3c, el acoplador 30 de bus también puede generar telegramas de control acortados, tal como se representa en la figura 3d, y transmitirlos a través del sistema 15 de bus subyacente. En este caso sólo se leen y sobrescriben los dos campos 201 y 202, que contienen respectivamente un identificador de interfaz y una información sobre la respectiva calidad de recepción de un abonado de bus, por los abonados de bus. En la transmisión de los telegramas de control del acoplador de bus al abonado 70 de bus, cada abonado de bus en ausencia de fallos escribe el identificador "2" de la segunda interfaz en el campo 201 así como la calidad de recepción del receptor de la segunda interfaz en el campo 202 del respectivo telegrama de control, mientras que, en la transmisión de los telegramas de control del abonado 70 de bus de vuelta al acoplador 30 de bus, cada abonado de bus en ausencia de fallos escribe el identificador "1" de la primera interfaz en el campo 201 así como la calidad de recepción del receptor de la primera interfaz en el campo 202 del respectivo telegrama de control. La evaluación de las informaciones de estado en los campos 201 y 202 y la reacción del sistema a la evaluación se produce de la manera ya explicada anteriormente.

4. Interrupción de la transmisión de telegramas de control proporcionados por el acoplador de bus

La transmisión de telegramas de control a través del sistema 15 de bus subyacente, que se inicia por el acoplador 30 de bus, puede interrumpirse o finalizarse de una manera definida y de manera rápida, cuando al acoplador 30 de bus llegan telegramas referidos a Ethernet a través de la red 20, cuyos datos útiles deben transferirse al sistema 15 de bus subyacente. Una transmisión, con una precisión de bits, de telegramas de datos se posibilita de nuevo mediante el uso de identificadores de inicio adecuados, diferentes, para telegramas de datos y telegramas de control.

En caso de que la transmisión de los telegramas de control mostrados en las figuras 3c y 3d deba poder interrumpirse o finalizarse, los bits individuales de los campos de información útil (201 a 210 ó 201 y 202) están separados por secuencias de bits fijas o bits individuales. Esta medida evita que a partir de un telegrama de control interrumpido pueda surgir por error un identificador de inicio válido de un telegrama de datos.

En primer lugar se supone que el acoplador 30 de bus ya no genera telegramas de control, una vez que ha obtenido un telegrama de Ethernet.

5 Como ya se comentó anteriormente, el telegrama 170 de Ethernet mostrado en la figura 3a se convierte por el convertidor 33 de telegramas por ejemplo en el telegrama 180 de datos interno mostrado en la figura 3b. Según una variante de realización preferida, el convertidor 33 de telegramas sólo inserta los datos útiles del telegrama de Ethernet en el campo 211 de datos del telegrama 180 de datos interno. De manera conveniente no se toman datos adicionales.

10 Cuando el acoplador 30 de bus recibe telegramas de Ethernet adicionales, estos telegramas de Ethernet pueden convertirse de manera similar en cada caso en un telegrama de datos interno. El campo 204 contiene entonces el número secuencial actual, el campo 209, la suma de comprobación calculada correspondiente y el campo 211, los datos útiles que van a transmitirse del respectivo telegrama de Ethernet.

15 Para que los datos útiles puedan transmitirse desde el acoplador 30 de bus con una pequeña fluctuación en tiempo real a través del sistema 15 de bus subyacente, se utiliza de nuevo un identificador de inicio, que posibilita que la transmisión de telegramas de control entre abonados de bus adyacentes pueda interrumpirse o finalizarse en muy poco tiempo, preferiblemente dentro de una duración de bits. Para ello por ejemplo se utiliza el identificador de inicio mostrados en la figura 4a.

20 El primer telegrama de datos interno generado por el acoplador de bus se transmite ahora a través del emisor 34 al receptor 112 del primer abonado 40 de bus. El dispositivo 120 de procesamiento de datos y control, al igual que el dispositivo de procesamiento de datos y control de los otros abonados de bus, están configurados para diferenciar el identificador de inicio de los telegramas de control y el identificador de inicio de un telegrama de datos recibido. Después de que el dispositivo 120 de procesamiento de datos y control del abonado 40 de bus haya evaluado el segundo bit de inicio del identificador de inicio del telegrama de datos recibido, sabe que ha llegado un telegrama de datos. Como consecuencia de ello finaliza con el siguiente bit de inicio recibido la transmisión de telegramas de control al abonado 50 de bus. Los demás abonados de bus reaccionan de manera similar al evaluar el identificador de inicio del primer telegrama de datos recibido.

El desarrollo adicional del procedimiento corresponde al desarrollo comentado en la sección 2. "Interrupción de la transmisión de telegramas de control en ciclos de comunicación independientes locales".

REIVINDICACIONES

1. Acoplador (30) de bus con
5 una interfaz externa para su conexión a una red (20) externa, sobre la que pueden transmitirse telegramas de red específica,
una interfaz (34, 35) interna para la conexión en serie de una pluralidad de abonados (40-70) de bus a un trayecto de transmisión anular de un sistema (15) de bus subyacente, y
10 un dispositivo (33) de conversión, que está configurado de tal manera que puede convertir un telegrama (170) de red específica recibido a través de la interfaz externa en un telegrama (180) de datos interno para su transmisión a través del trayecto de transmisión anular, que no contiene datos de control del telegrama de red específica, retransmitiéndose el telegrama (180) de datos interno a la interfaz (34) interna y
15 emitiéndose sobre el trayecto de transmisión anular, conteniendo el telegrama de datos interno al menos un campo (201) de información de estado para informaciones de control internas, intercambiando cada abonado (40-70) de bus conectado a la interfaz (34, 35) interna, al pasar el telegrama de datos interno sobre el trayecto de transmisión anular por el abonado de bus correspondiente, los datos útiles destinados al abonado de bus con el telegrama (180) de datos interno que circula sobre el trayecto de transmisión, estando configurado el abonado de bus de tal manera que puede extraer datos útiles a partir de un bloque de datos asignado al abonado de bus en el campo (211) de datos del telegrama (180) de datos interno e informaciones de control internas del al menos un campo (201) de información de estado del telegrama (180) de datos interno y a su vez insertar datos útiles en el bloque de datos asignado al abonado de bus del campo de datos del telegrama de datos interno así como sus informaciones de control internas en el al
20 menos un campo (201) de información de estado del telegrama (180) de datos interno.
25
2. Acoplador de bus según la reivindicación 1, caracterizado porque la red externa es una red (20) basada en Ethernet y los telegramas de red específica son telegramas de Ethernet.
- 30 3. Acoplador de bus según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el dispositivo (33) de conversión está configurado de tal manera que puede convertir varios telegramas de red específica recibidos a través de la interfaz externa en un telegrama de datos interno, que no contiene datos de control de los telegramas de red específica.
- 35 4. Acoplador de bus según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el dispositivo (33) de conversión está configurado de tal manera que convierte un telegrama (180) de datos interno recibido a través de la interfaz (35) interna en al menos un telegrama (170) de red específica para su transmisión a través de la interfaz externa.
- 40 5. Acoplador de bus según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por un dispositivo para la generación de telegramas (190, 220) de control internos, que en cada caso contienen un campo (195) de identificador de inicio para un identificador de inicio que identifica el telegrama de control interno y al menos un campo (201-210) de información de estado para informaciones de estado referidas al acoplador de bus y/o referidas al abonado de bus, que sirven para la supervisión descentralizada de la comunicación entre en cada caso dos abonados de bus, conteniendo el telegrama (180) de datos interno un campo (200) de
45 identificador de inicio para un identificador de inicio que identifica el telegrama de datos interno y conteniendo las informaciones de control internas informaciones de estado referidas al abonado de bus, que sirven para la supervisión descentralizada de la comunicación entre en cada caso dos abonados de bus, siendo diferentes el identificador de inicio que identifica un telegrama de control interno y el identificador de inicio que identifica un telegrama de datos interno.
50
6. Acoplador de bus según la reivindicación 5, caracterizado por un dispositivo de control, que está configurado de tal manera que provoca la transmisión de telegramas (190, 220) de control internos a través de la interfaz interna sobre el trayecto de transmisión anular, cuando no están presentes datos útiles para su transmisión a través del trayecto de transmisión anular.
55
7. Acoplador de bus según la reivindicación 6, caracterizado porque el dispositivo de control está configurado de tal manera que, en respuesta a un identificador de inicio que identifica un telegrama de datos interno, interrumpe o finaliza la transmisión de telegramas de control internos de una manera definida, de modo que
60 se produce una transmisión en tiempo real del telegrama de datos interno.
8. Acoplador de bus según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por un contador (32) de telegramas, que está configurado de tal manera que cuenta de manera consecutiva los telegramas de datos y/o control internos que van a emitirse a través de la interfaz (34) interna, y conteniendo los telegramas de datos y/o control internos en cada caso un primer campo (204) de información de estado, en el que el
65 acoplador de bus escribe el respectivo valor del contador de telegramas.

- 5 9. Sistema (10) de comunicación con una red (20) externa y con un acoplador (30) de bus según una de las reivindicaciones anteriores y una pluralidad de abonados (40-70) de bus, que están conectados en serie a través de un trayecto de transmisión anular a la interfaz interna del acoplador de bus, estando diseñados los abonados (40-70) de bus en cada caso para interpretar los telegramas (180) de datos internos que pasan sobre el trayecto de transmisión anular y llevar a cabo un intercambio de datos.
- 10 10. Sistema de comunicación según la reivindicación 9, caracterizado porque cada abonado (50) de bus presenta las siguientes características:

una primera interfaz (80) con un primer dispositivo (81, 82) de emisión y recepción para emitir y recibir telegramas de datos o control internos a o de un primer abonado (40) de bus adyacente y

una segunda interfaz (100) con un segundo dispositivo (101, 102) de emisión y recepción para emitir y recibir telegramas de datos o control internos a o de un segundo abonado (60) de bus adyacente.
- 20 11. Sistema de comunicación según la reivindicación 9 ó 10, caracterizado porque cada abonado (50) de bus presenta un dispositivo (90) para la generación de telegramas de control internos, que contienen en cada caso un campo (195) de identificador de inicio para un identificador de inicio que identifica el telegrama de control interno y al menos un campo (201, 202) de información de estado para informaciones de estado referidas al abonado de bus, transmitiéndose los telegramas de control internos generados por el respectivo abonado (50) de bus sólo a su primer y/o segundo abonado (40, 60) de bus adyacente.
- 25 12. Sistema de comunicación según la reivindicación 10 u 11, caracterizado porque a la primera y segunda interfaz (80, 100) de cada abonado de bus se le asignan en cada caso un identificador de interfaz, porque los telegramas de datos y/o control internos contienen en cada caso un campo (201) de información de estado adicional para un identificador de interfaz, presentando cada abonado de bus un dispositivo (90) para leer un identificador de interfaz de, y para escribir un identificador de interfaz en, el campo (201) de información de estado adicional.
- 30 13. Sistema de comunicación según una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado porque cada abonado (50) de bus presenta un dispositivo para determinar la calidad de recepción de la primera y segunda interfaz (80, 100), porque los telegramas de datos y/o control internos contienen en cada caso un campo de información de estado adicional para una información (202) de estado de recepción, presentando cada abonado de bus un dispositivo para leer una información de estado de recepción de, y para escribir una información de estado de recepción en, el campo de información de estado adicional.
- 35 14. Sistema de comunicación según una de las reivindicaciones 9 a 13, caracterizado porque cada abonado (50) de bus presenta un dispositivo (90), que está configurado de tal manera que, en respuesta a al menos una información de estado de recepción contenida en un telegrama de datos o control interno, cierra la respectiva primera o segunda interfaz.
- 40 15. Sistema de comunicación según una de las reivindicaciones 9 a 14, caracterizado porque cada abonado (50) de bus presenta un dispositivo (90), que está configurado de tal manera que, en respuesta al identificador (200) de inicio contenido en un telegrama de datos interno recibido, interrumpe o finaliza la generación y/o transmisión de telegramas (190, 220) de control internos de una manera definida, de modo que se produce una transmisión en tiempo real del telegrama (180) de datos interno.
- 45 16. Sistema de comunicación según una de las reivindicaciones 9 a 15, caracterizado porque el identificador de inicio que identifica un telegrama de datos o control interno contiene un patrón de bits, que puede utilizarse para la sincronización del respectivo abonado de bus.
- 50 17. Sistema de comunicación según una de las reivindicaciones 9 a 16, caracterizado porque el identificador (200) de inicio que identifica un telegrama de datos interno y el identificador (195) de inicio que identifica un telegrama de control contienen en cada caso un patrón de bits diferente, de tal manera que la transmisión de telegramas de control internos se interrumpe o finaliza de una manera definida, en particular dentro de una duración de bits.
- 55 18. Sistema de comunicación según una de las reivindicaciones 9 a 17, caracterizado porque el identificador de inicio que identifica un telegrama de datos interno y/o el identificador de inicio que identifica un telegrama de control contienen en cada caso un primer y segundo patrón de bits, estando configurado cada abonado de bus de tal manera que detecta un identificador de inicio recibido ya mediante el primer patrón de bits.
- 60 19. Sistema de comunicación según una de las reivindicaciones 9 a 18, caracterizado porque el telegrama de control interno contiene un campo de datos para la transmisión de datos relevantes para la seguridad y porque el acoplador de bus y/o cada abonado de bus están configurados para leer datos relevantes para la
- 65

seguridad del campo de datos y para escribir datos relevantes para la seguridad en el campo de datos.

20. Sistema de comunicación según una de las reivindicaciones 10 a 19, caracterizado porque cada abonado (50) de bus contiene un dispositivo (90) de detección de errores asignado a la primera y segunda interfaz (80, 100) para registrar telegramas de datos y/o control internos, que se han recibido de manera errónea y/o no se han detectado en la primera y/o segunda interfaz, conteniendo los telegramas de datos y/o control internos en cada caso dos campos (206, 207) de información de estado adicionales, en los que puede escribirse el respectivo resultado del dispositivo de detección de errores.
21. Sistema de comunicación según la reivindicación 20, caracterizado porque el dispositivo de detección de errores presenta un primer dispositivo (92, 93) de recuento de telegramas asignado a la primera y segunda interfaz (80, 100), que está configurado de tal manera que cuenta de manera consecutiva los telegramas de datos y/o control internos que van a emitirse a través de la primera interfaz (80) y los telegramas de datos y/o control internos que van a emitirse a través de la segunda interfaz (100), y conteniendo los telegramas de datos y/o control internos en cada caso un campo (205) de número de telegrama como campo de información de estado adicional, en el que puede escribirse el respectivo valor del primer dispositivo (92, 93) contador de telegramas y transmitirse a un abonado (40, 60) de bus adyacente.
22. Sistema de comunicación según la reivindicación 21, caracterizado porque el dispositivo de detección de errores presenta además:

un segundo dispositivo (91, 94) de recuento de telegramas asignado a la primera y segunda interfaz (80, 100), que está configurado de tal manera que cuenta los telegramas de datos y/o control internos recibidos en la primera interfaz y los telegramas de datos y/o control internos recibidos en la segunda interfaz, y

un dispositivo de comparación para comparar el valor de recuento recibido en un telegrama de datos y/o control, que indica cuántos telegramas de datos y/o control ha emitido hasta ahora un abonado de bus adyacente a través de la primera o segunda interfaz correspondiente, con el valor de recuento determinado por el segundo dispositivo contador de telegramas.
23. Sistema de comunicación según una de las reivindicaciones 20 a 22, caracterizado porque cada abonado de bus presenta un dispositivo para generar una suma de comprobación, porque los telegramas de datos y/o control internos presentan en cada caso un campo (209) de suma de comprobación como campo de información de estado adicional, en el que el respectivo abonado de bus escribe la suma de comprobación generada, y porque cada abonado de bus presenta un dispositivo para leer y evaluar la suma de comprobación recibida en un telegrama de datos y/o control interno.
24. Procedimiento para el intercambio de datos entre una red (209), sobre la que pueden transmitirse telegramas de Ethernet, y una pluralidad de abonados (40-70) de bus a través de un acoplador (30) de bus, en el que la red está conectada a una interfaz externa del acoplador (30) de bus y la pluralidad de abonados (40-70) de bus están conectados en serie a través de una interfaz (34, 35) interna del acoplador (30) de bus a un trayecto de transmisión anular, en el que un telegrama (170) de Ethernet recibido a través de la interfaz externa del acoplador (30) de bus se convierte en un dispositivo (33) de conversión en un telegrama (180) de datos interno, que no contiene datos de control del telegrama de Ethernet, que se retransmite a la interfaz interna del acoplador (30) de bus y se emite sobre el trayecto de transmisión anular, en el que el telegrama (180) de datos interno contiene al menos un campo (201) de información de estado para datos de control internos, en el que cada abonado de bus conectado a la interfaz interna, al pasar el telegrama de datos interno sobre el trayecto de transmisión anular por el abonado de bus correspondiente, intercambia los datos útiles destinados al abonado de bus con el telegrama de datos interno que circula sobre el trayecto de transmisión, en el que el abonado de bus puede extraer datos útiles a partir de un bloque de datos asignado al abonado de bus en el campo (211) de datos del telegrama (180) de datos interno y datos de control internos del al menos un campo (201) de información de estado del telegrama (180) de datos interno y a su vez insertar datos útiles en el bloque de datos asignado al abonado de bus del campo (211) de datos del telegrama de datos interno así como datos de control internos en el al menos un campo (201) de información de estado del telegrama de datos interno.
25. Procedimiento según la reivindicación 24, caracterizado porque los datos de control internos contienen informaciones de estado referidas al abonado de bus y porque cada abonado de bus puede generar telegramas (190, 220) de control internos, que en cada caso contienen un campo (195) de identificador de inicio para un identificador de inicio que identifica los telegramas de control internos y al menos un campo (201) de información de estado para informaciones de estado referidas al abonado de bus, que sirven para la supervisión descentralizada y autosuficiente de la comunicación entre en cada caso dos abonados (40, 50; 50, 60) de bus y porque, cuando en el acoplador (30) de bus no están presentes telegramas (180) de datos internos para su transmisión, abonados (40, 50; 50, 60) de bus adyacentes en cada caso intercambian telegramas (190, 220) de control internos a través de trayectos de comunicación independientes, que sirven para la supervisión descentralizada y autosuficiente de la comunicación entre en

cada caso dos abonados de bus.

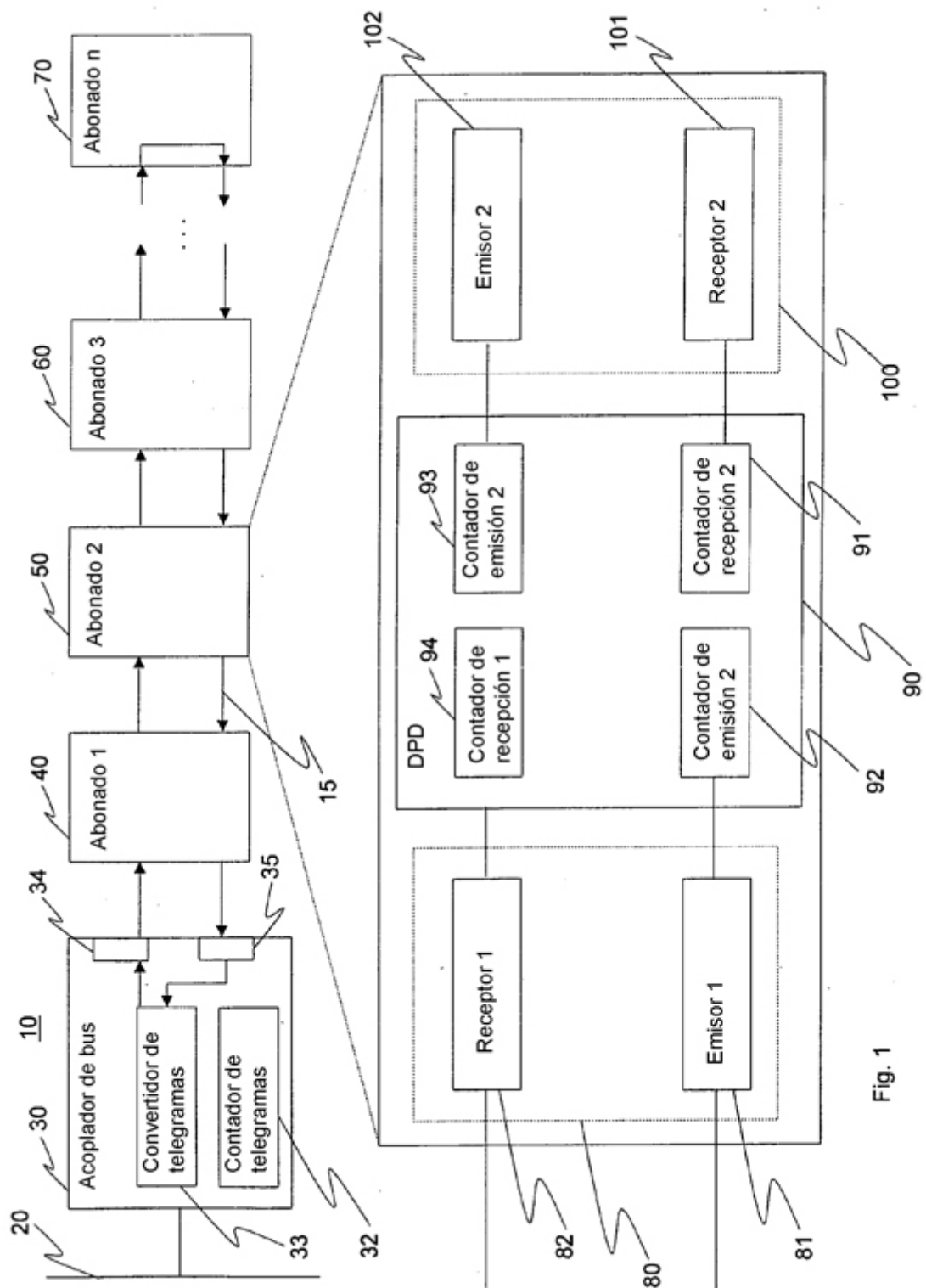


Fig. 1

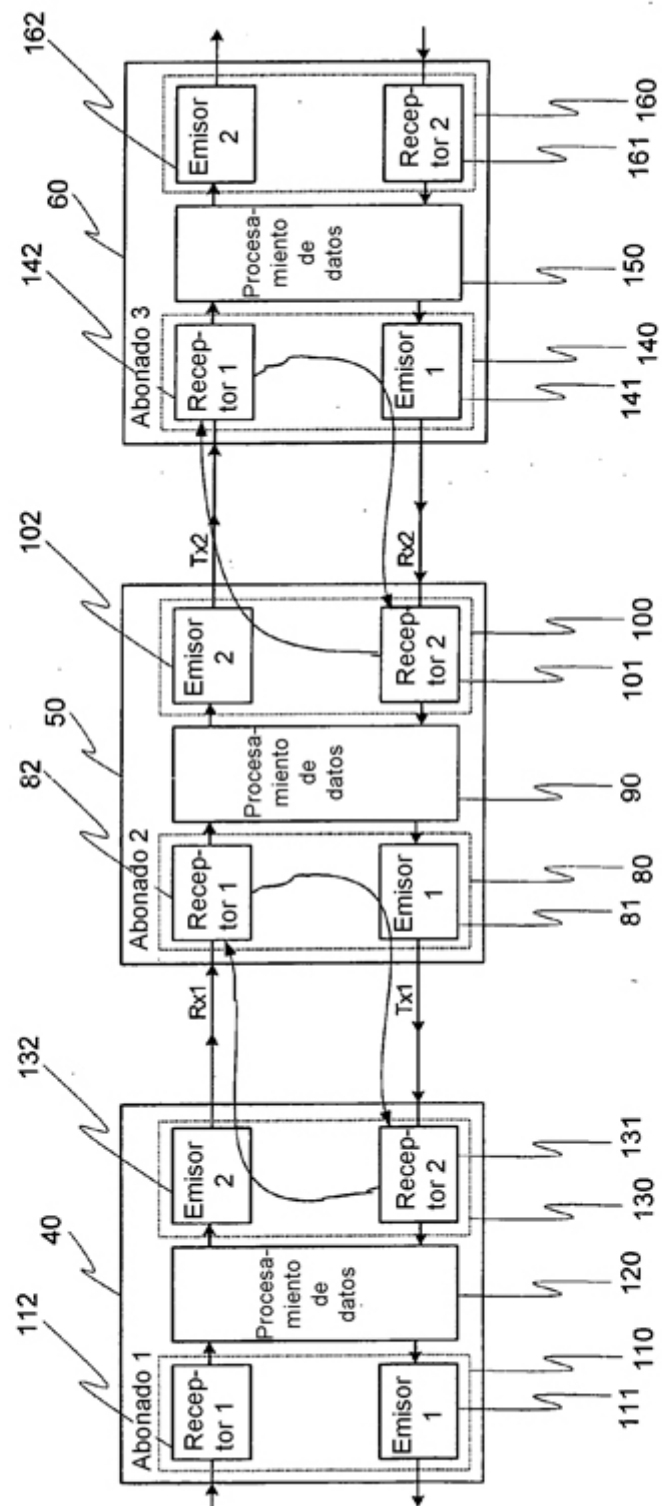


Fig. 2

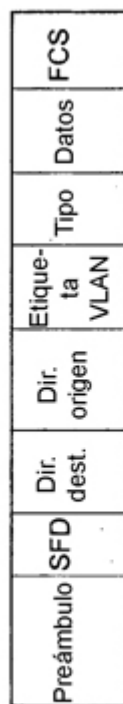


Fig. 3a

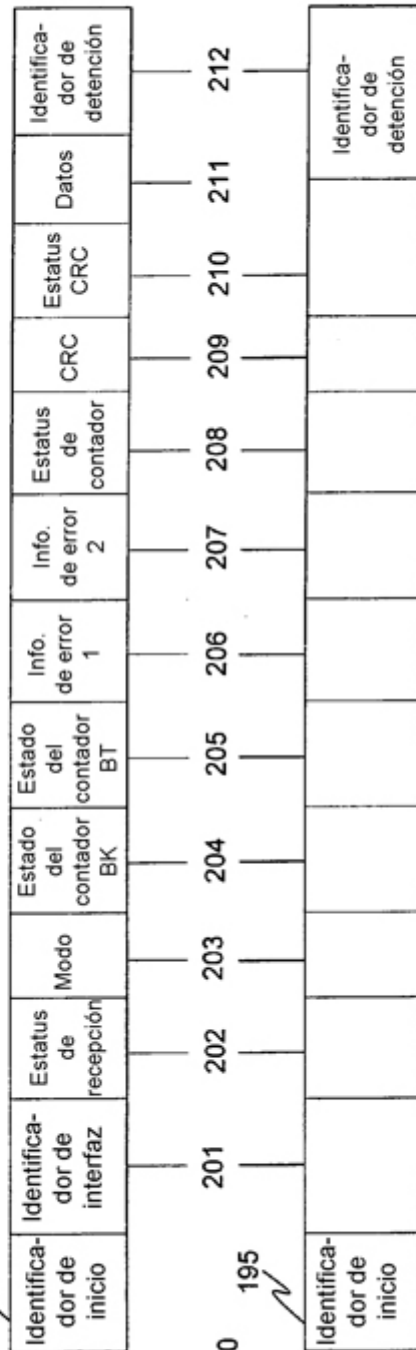


Fig. 3b

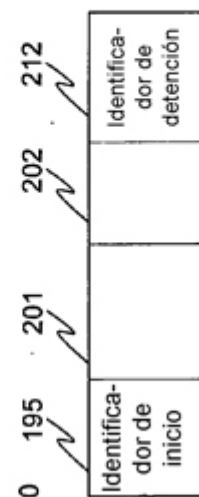


Fig. 3d

Identificador de inicio de telegrama de datos

0010000

Fig. 4a

Identificador de inicio de telegrama de control

111101110101

Fig. 4b