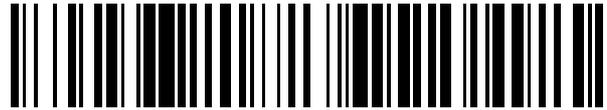


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 805 750**

51 Int. Cl.:

H04L 1/20

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.03.2009 PCT/EP2009/052656**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.03.2010 WO10031599**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.03.2009 E 09779116 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020 EP 2338248**

54 Título: **Procedimiento para el funcionamiento de un sistema de comunicaciones con múltiples nodos y un sistema de comunicaciones asociado**

30 Prioridad:

17.09.2008 DE 102008042172

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

15.02.2021

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)
Postfach 30 02 20
70442 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:

**WERNER, MICHAEL;
MUELLER, BERND;
GEBAUER, CARSTEN y
SPRAUL, MANFRED**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 805 750 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para el funcionamiento de un sistema de comunicaciones con múltiples nodos y un sistema de comunicaciones asociado

Estado del arte

5 La presente invención hace referencia a un procedimiento para el funcionamiento de un sistema de comunicaciones con múltiples nodos que tienen acceso a un canal común del sistema de comunicaciones; en donde en el procedimiento se monitorea un proceso de transmisión para la transmisión de un mensaje a través del canal para errores de bit; en donde ante la aparición de un error de bit se transmite un mensaje de señalización para la señalización del error de bit a través del canal.

10 En la norma ISO 11898-1, "Vehículos de carretera - Red de área del controlador (CAN) - Parte 1: Capa de enlace de datos y señalización física" está especificada la capa de enlace de datos de la red de área del controlador (CAN) así como la señalización en la capa física de la CAN. Este estándar especifica mensajes de señalización, denominados como tramas de error (del inglés: error frame), para señalar un error de bit que ha ocurrido durante una transmisión de datos. El estándar también especifica que los nodos detectan las tramas de error individuales que ocurren y
15 cambian entre diferentes estados dependiendo de las tramas de error detectadas.

La solicitud internacional WO 03/067804 A revela un procedimiento y un dispositivo para un sistema de bus en los cuales se determina una frecuencia de error de bit sin procesar en base a los errores de bit detectados y a partir de ello se calcula una probabilidad de errores no detectados.

20 La solicitud estadounidense US 2002/0083378 A1 revela un sistema de bus en el cual los usuarios cambian a un estado de "bus-off" y no envían ningún mensaje adicional cuando se excede un valor umbral de errores de transmisión detectados.

Una desventaja de los protocolos conocidos de CAN consiste en que con los mismos no es posible con suficiente precisión un control de comunicaciones adaptativo que depende de una frecuencia de error de bit instantánea del canal. En consecuencia, un dominio CAN debe planificarse utilizando una frecuencia de error de bit estimada del canal.
25

Revelación de la presente invención

30 El objeto de la invención consiste en especificar un procedimiento de implementación sencilla para el funcionamiento un sistema de comunicaciones con una pluralidad de nodos conectados entre sí a través de un canal común, que permite un control de los procesos de comunicaciones entre los nodos en función de una frecuencia de error de bits del canal en un instante.

Para resolver dicho objeto, se recomienda un procedimiento con las características de la reivindicación 1.

35 De acuerdo con la invención, se ha demostrado que una frecuencia de error de bit instantánea del canal se puede estimar de manera sencilla evaluando los mensajes de señalización, sin que para ello resulte necesaria una ampliación de protocolos del sistema de comunicaciones. De esta manera, el procedimiento se puede realizar fácilmente; en donde un sistema de comunicaciones que funciona con el procedimiento conforme a la invención sigue siendo compatible con los sistemas de comunicaciones convencionales. Además, el procedimiento no requiere ningún mensaje adicional que deba ser transmitido por el canal. Por lo tanto, el canal no se carga adicionalmente cuando se realiza el procedimiento. Además, se trata de un procedimiento digital para el cual no se requieren estimaciones de variables analógicas, como, por ejemplo, una relación señal/ruido. El procedimiento es
40 particularmente adecuado para determinar la frecuencia de error de bits en un instante en sistemas de comunicaciones rápidas (por ejemplo, en el campo de las telecomunicaciones). El procedimiento se utiliza en particular en sistemas de comunicaciones en los cuales todos los participantes en las comunicaciones pueden observar reacciones a errores de bits en el flujo de bits. Se dirige una estadística sobre las reacciones observadas para determinar la frecuencia de error de bits en un instante. La transmisión de los mensajes a través del sistema de
45 comunicaciones se realiza preferentemente en tramas de datos. La frecuencia de error de bit en un instante se puede determinar en uno o más, preferentemente, en todos los participantes de las comunicaciones del sistema de comunicaciones.

50 De manera particularmente preferida, la frecuencia de error de bit se determina en función de una ocupación de canal del mencionado canal y una capacidad del canal. De esta manera, se considera una dependencia de la velocidad de señalización con una tasa de carga útil. En este caso, también se puede usar un valor predeterminado como ocupación de canal. Por ejemplo, se puede suponer que el canal está completamente ocupado.

Una influencia indeseable de la ocupación de canal en un valor de la frecuencia de error de bit estimada se puede eliminar de manera comparativamente efectiva porque la ocupación de canal se determina a través de la medición de una tasa de mensajes de mensajes transmitidos a través del canal, preferentemente, de mensajes transmitidos sin errores. Aquí, también se puede detectar una longitud de los mensajes individuales transmitidos, o se puede usar una longitud de mensaje promedio o previamente conocida para la determinación de la ocupación de canal. De esta manera se consigue que el valor de la frecuencia de error de bits se determina en gran medida independientemente de la ocupación de canal en un instante, es decir que las fluctuaciones en la ocupación de canal falsifican como máximo sólo ligeramente el valor de la frecuencia de error de bits determinada. La restricción propuesta de la medición de la tasa de mensajes a los mensajes transmitidos sin errores simplifica el procedimiento sin que por ello se vea afectada significativamente la precisión de dicha medición y, por lo tanto, la precisión de la frecuencia de error de bits determinada.

También es concebible que sólo se considere una parte de los mensajes transmitidos a través del canal al determinar la ocupación de canal. Por ejemplo, se puede considerar sólo una parte de la carga útil o sólo un encabezado del mensaje, en particular, sólo una parte del arbitraje del mensaje.

De acuerdo con una forma de ejecución preferida de la invención está previsto que como tasa de error de bit se determine una frecuencia de error de bit promedio de todos los procesos de transmisión. De esta manera, el procedimiento se puede implementar con costes reducidos, ya que sólo se debe poner temporalmente a disposición un valor para la frecuencia de error de bits y, por lo tanto, se requiere relativamente poca memoria para la ejecución del procedimiento.

Alternativa o adicionalmente también puede estar previsto que como frecuencia de error de bit se determine la frecuencia de error de bit de aquellos procesos de transmisión en los cuales el mensaje es enviado por un determinado nodo. En este caso, se pueden poner a disposición múltiples valores para la frecuencia de error de bits y/o otras variables estadísticas, que se asignan a diferentes nodos determinados. De manera preferida, la frecuencia de error de bits se determina para cada nodo del sistema de comunicaciones. Aunque cada nodo conectado al sistema de comunicaciones puede determinar la frecuencia de error de bits de las transmisiones enviadas por el nodo determinado porque puede intervenir dichas transmisiones, se prefiere que el nodo determinado determine la frecuencia de error de bits de las transmisiones que envía él mismo. En general, por el hecho de que la frecuencia de error de bit se determina para el nodo específico se proporciona una información más precisa sobre las condiciones de las comunicaciones de dicho nodo.

Se ha demostrado que resulta ventajoso determinar la frecuencia de error de bit del canal en un cierto intervalo de tiempo. De esta manera, se prefiere que se predetermine un intervalo de tiempo, preferentemente a través de un comando de inicio para el inicio del intervalo y de un comando de parada para la finalización del intervalo, para el cual se determina la frecuencia de error de bit.

Se prefiere particularmente que el comportamiento de comunicaciones de al menos un nodo se adapte en función de una frecuencia de error de bit determinada. De esta manera, el sistema de comunicaciones se puede adaptar dinámicamente a la frecuencia de error de bits que varía con el tiempo. Cuando en un determinado instante la frecuencia de error de bits es relativamente alta, uno o múltiples nodos pueden seleccionar entonces un formato de bloques de carga útil para sus transmisiones, en el cual una proporción de bits de comprobación es relativamente elevada en todo el bloque de carga útil, de modo que, a pesar de la alta frecuencia de error de bits, se consigue una probabilidad de error residual relativamente baja. En general, en función de una frecuencia de error de bits determinada, se puede adaptar un punto en el tiempo y el contenido de una transmisión individual. Por ejemplo, en el caso de una alta frecuencia de error de bits, se pueden aplazar transmisiones relativamente poco importantes o que no son de tiempo crítico, evitando así una sobrecarga del sistema de comunicaciones a causa de una tasa reducida de carga útil del canal por la elevada frecuencia de error de bits. También puede estar previsto que, en la medida que la frecuencia de error de bits sea relativamente alta, se eviten las transmisiones que no se puedan adaptar a una frecuencia de error de bits elevada, como ocurre, por ejemplo, en aplicaciones con un tiempo reducido de tolerancia de error. Por consiguiente, el sistema de comunicaciones ya no tiene que diseñarse estáticamente bajo una frecuencia de error de bits asumida, estimada de forma relativamente conservadora, con lo cual aumenta el rendimiento útil del sistema de comunicaciones, ya que sólo en el caso de que la frecuencia de error de bits sea alta deben aplicarse medidas de protección complejas contra los errores de bits.

El sistema de comunicaciones puede consistir en un sistema de bus, preferentemente, un sistema de bus que se utiliza en la ingeniería automotriz como, por ejemplo, un dominio CAN.

Como otra solución para resolver el objeto, se recomienda un sistema de comunicaciones con las características de la reivindicación 9. En un sistema de comunicaciones de este tipo se consiguen las ventajas del procedimiento conforme a la invención.

En este caso, se prefiere particularmente que el sistema de comunicaciones, en particular, los medios de control y los medios de señalización, estén configurados para la ejecución de un procedimiento de acuerdo con la invención descrito anteriormente.

5 También se prefiere que al menos un nodo comprenda el dispositivo de medición, preferentemente, múltiples nodos o todos. Por lo tanto, pueden estar proporcionados múltiples dispositivos de medición que estén asignados a distintos nodos o que estén dispuestos en los mismos. La tasa de error de bits puede ser determinada, entonces, por múltiples o todos los nodos del sistema de comunicaciones. Esto da como resultado un sistema de comunicaciones en el cual la frecuencia de error de bits se determina en múltiples puntos del sistema y, por lo tanto, tolerante ante errores.

10 En este caso, es concebible que el dispositivo de medición esté integrado en un controlador de comunicaciones del nodo. Por ejemplo, en el caso de que el sistema de comunicaciones se trate de un dominio CAN, se puede proporcionar un controlador CAN como controlador de comunicaciones, que se amplía por el dispositivo de medición. El dispositivo de medición también puede utilizar un dispositivo de por sí necesario del controlador de comunicaciones para el reconocimiento del mensaje de señalización en forma de trama de error proporcionada por los protocolos del CAN.

15 También puede estar previsto que el dispositivo de medición esté realizado como un componente separado, preferentemente, como un ASIC. De esta manera se consigue que en el sistema de comunicaciones conforme a la invención se puedan utilizar componentes convencionales, como, por ejemplo, controladores de comunicaciones convencionales.

20 Otras características y ventajas de la presente invención resultan de la siguiente descripción, en la cual se explican en detalle y a modo de ejemplo formas de ejecución de la invención, mediante los dibujos. Las figuras muestran:

Figura 1: una representación esquemática de un sistema de comunicaciones según una forma de ejecución preferida de la presente invención.

Figura 2: una representación esquemática de un nodo del sistema de comunicaciones de la figura 1.

25 Figura 3: una representación esquemática de un nodo según una segunda forma de ejecución preferida.

Figura 4: un diagrama de flujo de un procedimiento para el funcionamiento del sistema de comunicaciones de la figura 1.

Figura 5: un detalle del diagrama de flujo de la figura 4.

30 La figura 1 muestra un sistema de comunicaciones 11 que presenta múltiples nodos 13 que están conectados a una línea de bus común 15. El sistema de comunicaciones 11 consiste en un dominio CAN; en donde la línea de bus 15 conforma un canal común del sistema de comunicaciones 11, al que todos los nodos 13 tienen acceso. Una capacidad de canal c de la línea de bus 15 es $c = 500$ kbit/s en la forma de ejecución mostrada.

35 En la figura 2 está representado un posible diseño constructivo del nodo 13. Se puede observar que la línea de bus 15, como es habitual en el caso de CAN, comprende un par de hilos 17 para la transmisión de datos entre los nodos 13. El par de hilos 17 de la línea de bus 15 está conectado a un transceptor CAN 19 del nodo 13. Una salida del transceptor CAN 19 está conectada con una entrada de un controlador CAN 21 del nodo 13. Una salida del controlador CAN 21 está conectada con una entrada del transceptor CAN 19.

Además, el nodo 13 presenta un dispositivo de medición 23 para la determinación de una frecuencia de error de bit. Una entrada del dispositivo de medición 23 también está conectada con la salida del transceptor CAN 19.

40 Finalmente, el nodo 13 comprende un microordenador diseñado como un microcontrolador 25, al cual están conectados el controlador CAN 21 y el dispositivo de medición 23.

En la forma de ejecución que se muestra en la figura 2, el dispositivo de medición está realizado como un componente separado en la forma de un ASICs. No obstante, el dispositivo de medición 23 también se puede diseñar como un módulo lógico programable (PLD), que se programa en correspondencia.

45 La figura 3 muestra otro ejemplo de un nodo 13, en el cual el controlador CAN 21 y el dispositivo de medición 23 están integrados en un único módulo periférico 27. La interconexión de los módulos individuales 19, 21 y 23 del nodo 13 entre sí se corresponde con la interconexión indicada anteriormente de los componentes 19, 21 y 23 del nodo 13 que se muestra en la figura 2. Sin embargo, el controlador CAN 21 y el dispositivo de medición 23 no están

separados entre sí, sino que están conectados al microcontrolador 25 a través de una lógica de interfaz 29. El módulo periférico 27 se puede realizar como un circuito integrado, por ejemplo, como un ASIC o como un correspondiente PLD programado.

5 Durante el funcionamiento del sistema de comunicaciones 11, los nodos individuales 13 transmiten mensajes en forma de tramas de datos 33 a través de la línea de bus 15, de acuerdo con los protocolos de la CAN. Este tipo de trama de datos 33 comprende un encabezado de mensaje con una parte de arbitraje y puede tener un campo de carga útil para la transmisión de la carga útil. Un correspondiente proceso de transmisión 31 se muestra esquemáticamente en la figura 1 como una flecha de puntos; en donde una trama de datos transmitidos 33 se muestra, también esquemáticamente, como un rectángulo 33. El diseño constructivo de la trama de datos 33 se
10 corresponde con las especificaciones de los protocolos generalmente conocidos y estandarizados del CAN. La trama de datos 33 que se muestra en la figura 1 presenta un error de bit 35. Tan pronto como uno de los nodos 13 reconoce el error de bit 35, envía un mensaje de señalización en forma de una trama de error 37 (error frame 37) para indicar el error de bit 35 a todos los nodos 13 a través de la línea de bus 15.

15 Dentro del nodo 13, el microcontrolador 25 proporciona un bloque de carga útil que debe ser transmitido por el controlador CAN 21, y el controlador CAN 21 empaqueta el bloque de carga útil en una trama de datos adecuada 33 y lo transmite al transceptor CAN 19, que después envía la trama de datos 33 a través del par de hilos 17 de la línea de bus 15. Para la recepción de datos a través de la línea de bus 15, el transceptor CAN 19 evalúa las señales en el par de hilos 17 de la línea de bus 15 y genera en su salida una correspondiente señal a una trama de datos recibido 33 o una trama de error recibida 37 y la pone a disposición del controlador de CAN 21 y del dispositivo de medición
20 23. El controlador de CAN 21 ejecuta pasos de procesamiento de datos de acuerdo con los protocolos de CAN y pone a disposición del microcontrolador 25 el bloque de carga útil transmitido a través de la trama de datos 33. Los programas de aplicación que se ejecutan en el microcontrolador 25 pueden continuar procesando las cargas útiles contenidas en el bloque de carga útil y, eventualmente, transmitir al controlador CAN 21 cargas útiles que deben ser transmitidas a otros nodos 13 en forma de otro bloque de carga útil.

25 Ya que el dispositivo de medición 23 está conectado a la salida del transceptor CAN 19, todas las tramas de datos 33 y las tramas de error 37 transmitidas a través de la línea de bus 15 se transmiten al dispositivo de medición 23. Al contabilizar las tramas de error 37 transmitidas al dispositivo de medición 23, el dispositivo de medición 23 calcula una frecuencia de error de bits del canal proporcionado por la línea de bus 15. El microcontrolador 25 lee la frecuencia de error de bits calculada desde el dispositivo de medición 23, de modo que se puede adaptar un
30 comportamiento de comunicaciones de los programas de aplicación ejecutados por el microcontrolador 25.

A continuación, en relación con las figuras 4 y 5 se explica en más detalle un procedimiento 41 para el funcionamiento del sistema de comunicaciones 11, en particular, para la determinación de la frecuencia de errores de bits, así como para la adaptación del comportamiento de comunicaciones. Tras un inicio 43 del procedimiento 41, se realiza un paso de espera 45, en el cual se espera un comando de inicio C_{inicio} generado por el microcontrolador
35 25.

Tan pronto como el dispositivo de medición 23 ha recibido el comando de inicio C_{inicio} , se realizan simultáneamente un primer proceso de medición 47, un segundo proceso de medición 49 así como un proceso de espera 51. En el primer proceso de medición 47, el dispositivo de medición 23 determina un número n_{err} de tramas de error 37, que ha recibido a través de su entrada durante un intervalo de medición t . En el segundo proceso de medición 49, el
40 dispositivo de medición 23 determina un número n_{pl} de las tramas de datos 33 sin errores de bits recibidas por él durante el intervalo de medición t . En el segundo proceso de medición 49, también se puede determinar una longitud promedio de las tramas de datos 33 o las longitudes individuales de las tramas de datos recibidas 33. En el proceso de espera 51, el dispositivo de medición 23 espera a que el microcontrolador 25 transmita un comando de parada C_{parada} al dispositivo de medición 23. Tan pronto como el dispositivo de medición 23 ha recibido el comando de
45 parada C_{parada} , finaliza los procesos 47, 49, 51 y comienza con el procesamiento de un paso 53.

Una duración del intervalo de medición t , por el cual se realizan los dos procesos de medición 47, 49, se determina entonces, por un intervalo de tiempo entre el comando de inicio C_{inicio} y el comando de parada C_{parada} . En una forma de ejecución que no está representada, la duración del intervalo de medición t está fijamente predeterminada, es decir, en el proceso 51, se espera por un período de tiempo predeterminado hasta que finalizan los procesos 47, 49
50 y 51. En este caso, el paso de espera 45 también se puede omitir, de modo que los procesos 47, 49, 51 se realicen regularmente durante el período de tiempo predeterminado sin que el microcontrolador 25 tenga que enviar los comandos C_{inicio} o C_{parada} al dispositivo de medición 23 para ello.

En el paso 53, se determina una ocupación de bus p en función de un número n_{pl} determinado de las tramas de datos 33 que se han transmitido con éxito, es decir, sin un error de bits 35. Por la ocupación de bus p se debe
55 entender la vida útil relativa de la línea de bus 15 para la transferencia de bits, en particular, las transferencias de tramas de datos 33 o tramas de error 37. A los fines de simplificar, aquí, no se consideran las tramas de datos 33 transmitidas con errores de bits 35 así como tampoco las tramas de error 37. Esto significa que para determinar la

ocupación de bus p sólo se consideran las tramas de datos 33 transmitidas sin errores. Sin embargo, las tramas de datos 33 transmitidas con errores de bits 35 y las tramas de error 37 se pueden tener en cuenta en otra forma de ejecución.

5 En el paso 55 que sigue al paso 53, se forma un valor promedio $n_{err,media}$ de las tramas de error recibidas 37. El valor promedio $n_{err,media}$ se calcula a partir de múltiples valores n_{err} que fueron determinados en los primeros procesos de medición sucesivos 47. Aquí, el valor promedio $n_{err,media}$ se puede formar como una combinación convexa de estos valores determinados n_{err} , de modo que el valor promedio $n_{err,media}$ se trata de un valor medio móvil. Los valores individuales n_{err} se pueden ponderar de manera discrecional. Por ejemplo, para el caso de que deban ser considerados dos valores n_{err} en la conformación del valor medio, cada uno se puede ponderar con 1/2. A diferencia de la ponderación uniforme, también es concebible una ponderación desigual, por ejemplo, una ponderación con coeficientes de ponderación exponencialmente decrecientes; en donde los valores que están más distanciados se divisan con mayor debilidad que los valores que no están tan atrás. En particular, el promedio móvil $n_{err,media}$ se puede determinar a partir del valor inmediato n_{err} y del último promedio calculado $n_{err,media,prev}$ utilizando la siguiente ecuación:

$$15 \quad n_{err,media} = \alpha \cdot n_{err} + (1 - \alpha) \cdot n_{err,media,prev} .$$

Por ejemplo se puede seleccionar $\alpha = 0,5$. De ello resulta que:

$$n_{err,media} = \frac{1}{2} (n_{err} + n_{err,media,prev}) .$$

20 Después del paso 55, se ejecuta un paso 56, en el cual, considerando la duración del intervalo de medición t, se calcula una tasa de señalización r, es decir, el número promedio $n_{err,media}$ de las tramas de error 37 en referencia a la duración t del intervalo de medición.

25 A continuación, en un paso 57, se calcula la frecuencia de error de bits BER en función de un número promedio $n_{err,media}$ de las tramas de error 37, de la ocupación de canal p, así como de la capacidad de canal c de la línea de bus 15. La velocidad de señalización r corresponde a una tasa de error de bits (error de bit por unidad de tiempo) de la línea de bus 15. Por lo tanto, la frecuencia de error de bits BER se puede calcular utilizando, por ejemplo, la fórmula:

$$BER = \frac{r}{p \cdot c}$$

Por supuesto, la velocidad de señalización r por paquete de datos transmitido también se puede determinar como la tasa de error de bits.

30 En una forma de ejecución que no está representada, la ocupación de canal p no se determina, sino que se utiliza una ocupación de canal constante predeterminada para el cálculo de la frecuencia de error de bits, de modo que se puede suprimir el paso 53. Por ejemplo, bajo la premisa de un bus completo (= 1) con una capacidad de canal de, por ejemplo, $c = 500$ kbit/s y una velocidad de señalización promedio de $r = 500$ s⁻¹, utilizando la fórmula anterior, resulta una frecuencia de error de bits $BER = 10^{-3}$.

35 El paso 57 es seguido por una rutina 59 en la cual se adapta el comportamiento de comunicaciones del nodo 13 en función de una frecuencia de error de bits BER. A continuación, se ejecuta nuevamente el procedimiento 41 regresando al paso 45. Por lo tanto, el número de tramas de error n_{err} y el número n_{pl} de tramas de datos transmitidos sin error 33 se repiten y miden por diferentes intervalos.

40 En la rutina 59, los estados del sistema del nodo 13 se pueden cambiar direccionadamente en base a la frecuencia de error de bits BER. En este caso, puede estar previsto que un valor instantáneo de la frecuencia de error de bits BER se compare con valores umbral y en base a esta comparación se mantenga o modifique el estado del sistema del nodo 13. Las comparaciones se pueden realizar periódicamente o como reacción a un determinado comando de consulta. También puede estar previsto que el nodo 13 ejecute una operación de emergencia o se desactive cuando o en la medida de que la frecuencia de error de bits BER sea mayor que el valor umbral.

45 En la figura 5 está representada una posible realización de la rutina 59. En un paso 61, la frecuencia de error de bits BER se compara con un valor umbral Th . Posteriormente, en una ramificación 63, dependiendo de la comparación

61, se toma una decisión sobre si se debe mantener el estado del sistema del nodo 13 (paso 65) o si se debe hacer un cambio a otro estado del sistema (paso 67).

5 En la forma de ejecución mostrada, todos los pasos del procedimiento 41 son realizados por el dispositivo de medición 23, a excepción de la rutina 59. La rutina 59 se ejecuta en el microcontrolador 25. No obstante, también otros pasos del procedimiento 41 se pueden ejecutar por el microcontrolador 25 en lugar de en el dispositivo de medición 23. Es concebible, por ejemplo, que el microcontrolador 25 ejecute los pasos 53, 55, 56 y 57, que evalúan estadísticamente los valores n_{err} y n_{pl} registrados en los pasos 47 y 49, de modo que el dispositivo de medición 23 sólo tenga que registrar datos, sin necesidad de realizar cálculos relativamente complejos para su evaluación.

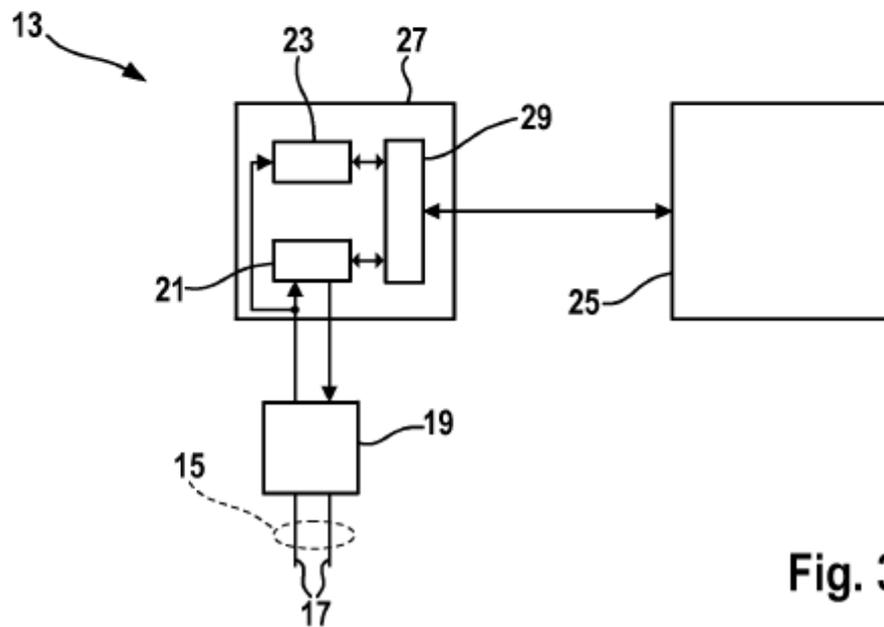
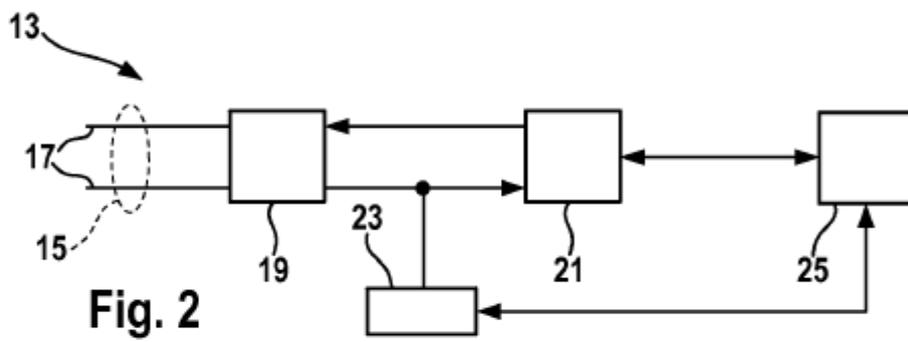
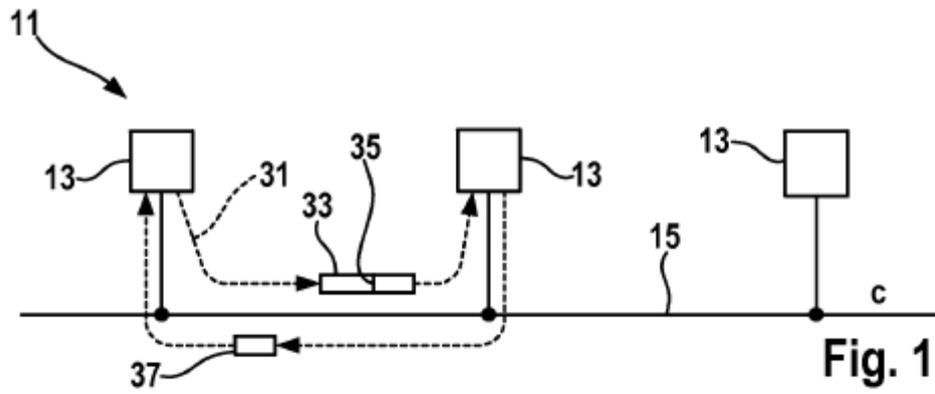
10 En una forma de ejecución mostrada, en cada nodo 13 se determina la frecuencia de error de bit promedio para todos los procesos de transmisión. No obstante, en otra forma de ejecución, la frecuencia de error de bit BER se determina en cada nodo 13 sólo para aquellos procesos de transmisión 31 en los cuales el correspondiente nodo 13 envía una trama de datos 33. En general, el procedimiento 41 se puede realizar de manera distribuida de modo que se pueda ejecutar en múltiples de nodos 13 o en todos los nodos 13 del sistema de comunicaciones 11.

15

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento (41) para el funcionamiento de un sistema de comunicaciones (11) con múltiples nodos (13) que tienen acceso a un canal común (15) del sistema de comunicaciones (11); en donde en el procedimiento (41) se monitorea un proceso de transmisión (31) para la transmisión de un mensaje (33) a través del canal (15) para errores de bit (35); en donde ante la aparición de un error de bit (35) se transmite un mensaje de señalización (37) para la señalización del error de bit (35) a través del canal (15);
- en donde se mide una velocidad de señalización (r) de los mensajes de señalización (37);
- caracterizado porque una frecuencia de error de bit (BER) del canal se determina en función de una velocidad de señalización (r) y una ocupación de canal (p) del canal (15) y una capacidad (c) del canal (15).
- 10 2. Procedimiento (41) según la reivindicación 1, caracterizado porque la ocupación de canal (p) se determina a través de la medición de una tasa de mensajes (n_{pl}) de mensajes (33) transmitidos a través del canal (15), preferentemente, de mensajes (33) transmitidos sin errores.
3. Procedimiento (41) según una de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado porque una frecuencia de error de bit (BER) promedio de todos los procesos de transmisión (31) se determina como la tasa de error de bit (BER).
- 15 4. Procedimiento (41) según una de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado porque como frecuencia de error de bit (BER) se determina la frecuencia de error de bit (BER) de aquellos procesos de transmisión (31) en los cuales el mensaje (33) es enviado por un determinado nodo (13).
5. Procedimiento (41) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la velocidad de señalización (r) de los mensajes de señalización (37) y/o la frecuencia de error de bit (BER) se determina regularmente en intervalos predeterminados o predeterminables repetidamente para un intervalo de medición predeterminado o predeterminable (t).
- 20 6. Procedimiento (41) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la velocidad de señalización (r) de los mensajes de señalización (37) y/o la frecuencia de error de bit (BER) se determina para un intervalo de medición (t) que está predefinido para el inicio del intervalo mediante un comando de inicio (C_{inicio}) y para la finalización del intervalo mediante un comando de parada (C_{parada}).
- 25 7. Procedimiento (41) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el comportamiento de comunicaciones de al menos un nodo (13) se adapta en función de una evaluación de la velocidad de señalización medida (r) de los mensajes de señalización (37) y/o de la frecuencia de error de bit determinada (BER).
- 30 8. Procedimiento (41) según la reivindicación 7, caracterizado porque el comportamiento de comunicaciones de al menos un nodo (13) se adapta en función de una comparación de la frecuencia de error de bit (BER) con un valor umbral predeterminado o predeterminable de un conjunto predeterminado o predeterminable de uno o múltiples valores umbral.
9. Procedimiento (41) según la reivindicación 7 u 8, caracterizado porque la evaluación o la comparación se realiza periódicamente.
- 35 10. Procedimiento (41) según la reivindicación 7 u 8, caracterizado porque la evaluación o la comparación se realiza como reacción a un comando de consulta predeterminado o predeterminable.
11. Procedimiento (41) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el sistema de comunicaciones se trata de un sistema de bus, preferentemente, de un dominio CAN (11).
- 40 12. Sistema de comunicaciones (11) con múltiples nodos (13) que tienen acceso a un canal común (15) del sistema de comunicaciones (11) y en donde al menos un nodo (13) presenta medios (21) para el monitoreo de un proceso de transmisión (31) para la transmisión de un mensaje (33) a través del canal (15) para errores de bit (35) y para la transmisión de un mensaje de señalización (37) para la señalización de un error de bit que se presenta (35); en donde el sistema de comunicaciones (11) comprende al menos un dispositivo de medición (23) para la medición de una velocidad de señalización (r) de los mensajes de señalización (37); caracterizado porque el sistema de comunicaciones (11) comprende medios para la determinación de la frecuencia de error de bit (BER) del canal en función de una velocidad de señalización (r) y una ocupación de canal (p) del canal (15) y una capacidad (c) del canal (15).
- 45

13. Sistema de comunicaciones (11) según la reivindicación 12, caracterizado porque el sistema de comunicaciones (11) está configurado para la ejecución de un procedimiento (41) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11.
14. Sistema de comunicaciones (11) según una de las reivindicaciones 12 a 13, caracterizado porque al menos un nodo (13) comprende el dispositivo de medición (23).
- 5 15. Sistema de comunicaciones (11) según una de las reivindicaciones 12 a 14, caracterizado porque el dispositivo de medición (23) está integrado en un controlador de comunicaciones (21) del nodo (13).
16. Sistema de comunicaciones (11) según una de las reivindicaciones 12 a 15, caracterizado porque el dispositivo de medición (23) está diseñado como un componente separado, preferentemente, como un ASIC.



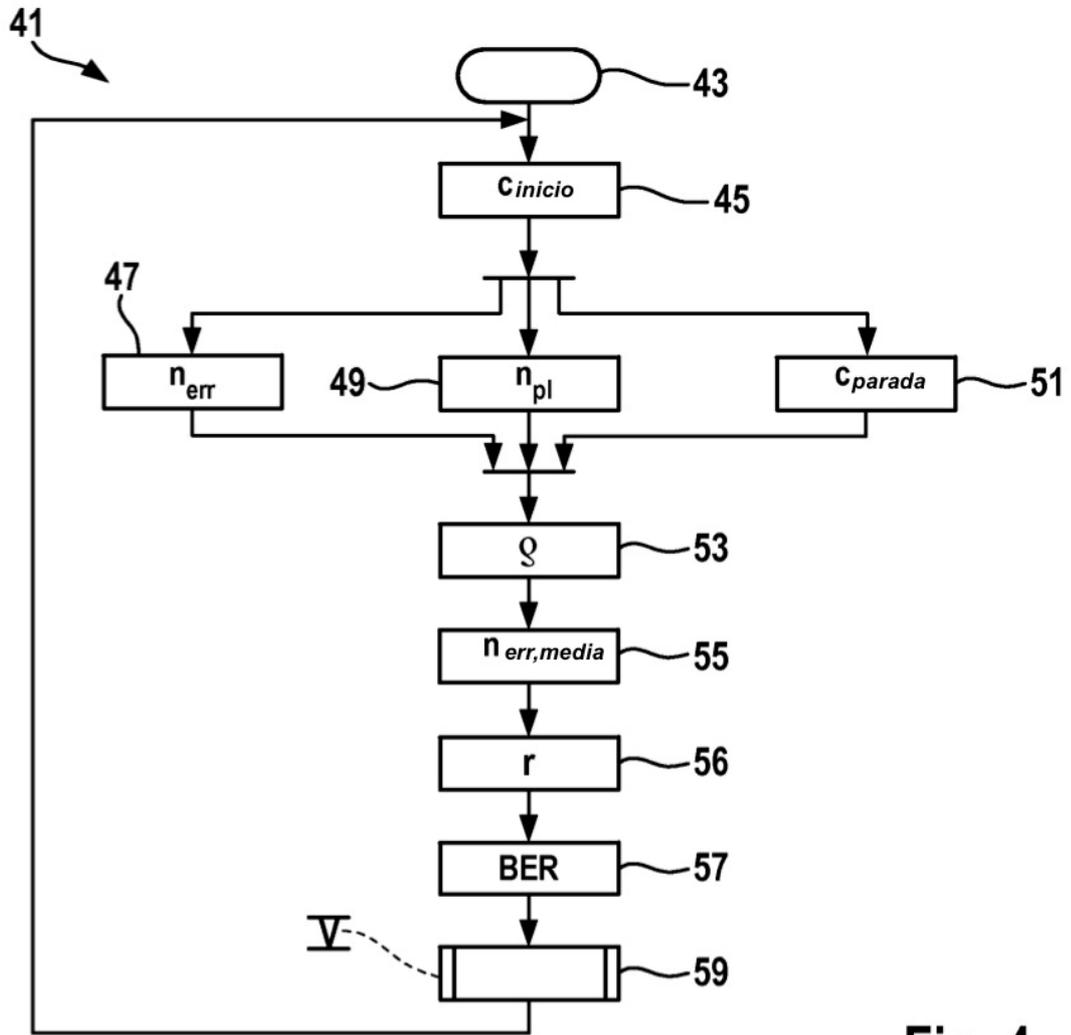


Fig. 4

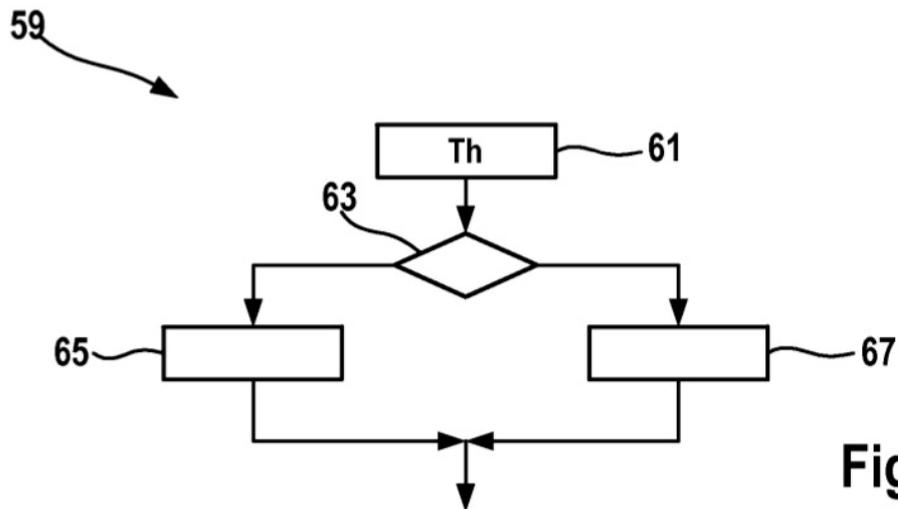


Fig. 5