

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 638 138**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/413** (2006.01)

**H04L 12/40** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.08.2012 PCT/EP2012/066469**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.03.2013 WO13030095**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.08.2012 E 12751496 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.05.2017 EP 2751956**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la verificación del correcto funcionamiento de una transmisión de datos en serie**

30 Prioridad:

**29.08.2011 DE 102011081733**  
**24.01.2012 DE 102012200997**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**18.10.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HARTWICH, FLORIAN;**  
**BAILER, FRANZ;**  
**HORST, CHRISTIAN y**  
**MUTTER, ARTHUR**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 638 138 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 y dispositivo para la verificación del correcto funcionamiento de una transmisión de datos en serie

Estado de la técnica

5 La invención se refiere a un procedimiento, así como un dispositivo, para la transmisión de datos en serie entre al menos dos abonados en un sistema de bus.

10 La Controller Area Network (CAN), así como una ampliación de la CAN denominada como "Time Triggered CAN" (TTCAN) se conoce por ejemplo por las normas de la familia ISO 11898-1 hasta -5, denominada también a continuación norma CAN. El procedimiento de control de acceso de medios utilizado en la CAN se basa en un arbitraje a nivel de bits. En la CAN se efectúa el arbitraje a nivel de bits mediante un identificador guía dentro del mensaje que se debe transmitir por el bus.

15 Con el arbitraje a nivel de bits varias estaciones periféricas pueden transmitir datos simultáneamente por el sistema de bus sin que se interrumpa de esta manera la transmisión de datos. Las estaciones periféricas pueden determinar paralelamente el estado lógico (0 o 1) del bus (señal de recepción) al emitir un bit por el bus. Para ello se sigue comparando siempre la señal de emisión transmitida en el canal de emisión con la señal de recepción. Respecto a un momento determinado, el punto de muestra, no existe ninguna concordancia, termina así el abonado de bus la actividad de emisión, pues se debe suponer que otro abonado de bus intenta transmitir un mensaje con prioridad más alta o identificador más bajo. La señal de recepción representa una coincidencia de los bits de mensajes de todos los abonados de bus que intentan conseguir acceso al bus durante el arbitraje. Por los tiempos de ejecución de la señal en las líneas de bus y por tiempos de retardo intrínsecos en las unidades de conexión de bus (transceptor) existe el resultado de la coincidencia de estas señales tarde dentro del período de bus, de forma que el punto de muestra debe situarse a una distancia relativamente amplia por detrás dentro del período de bit. Entre otras cosas, este hecho limita las longitudes de bit admisibles con CAN hacia abajo. Un acortamiento no es posible sin más.

25 Después de que una estación periférica ha emitido en ese momento completamente el identificador, es seguro que esta estación ha obtenido el arbitraje y, con ello, acceso exclusivo al bus. Según la especificación de protocolo de la CAN otras estaciones periféricas no tienen permiso para emitir datos por el bus hasta que la estación periférica emisora haya enviado un campo de sumas de comprobación (campo CRC, campo CRC, "suma de comprobación CRC") del mensaje. Así el momento final de la transmisión del campo CRC corresponde a un fin de un intervalo en el cual la estación periférica emisora ve como señal de recepción solo la señal de emisión enviada por ella misma, 30 que en esencia solo se retarda a través del tiempo de retardo intrínseco de la unidad de conexión de bus. En este intervalo se realiza de nuevo la comparación descrita entre señal de emisión y de recepción y se utiliza para detectar errores en la transmisión de los datos o establecer avisos de error mediante otros abonados de bus.

35 Mediante el protocolo se consigue una transmisión segura, no destructiva de ese mensaje por el bus, cuyo emisor ha obtenido el procedimiento de arbitraje. Los protocolos de la CAN son especialmente apropiados para emitir avisos cortos en condiciones de tiempo real, pudiendo asegurarse mediante asignación apropiada de los identificadores que para mensajes especialmente importantes casi siempre se obtendrá el arbitraje y el mensaje correspondiente se emitirá con éxito.

40 Por ejemplo, mediante la transmisión de un campo CRC formado por los datos emitidos antes en el mensaje mediante un polinomio generador realización de una verificación de CRC del lado de receptor, así como mediante la verificación continua de la concordancia entre señal de emisión y de recepción, se proporciona una alta seguridad de transmisión o fiabilidad de identificación de errores.

45 Con la creciente interconexión de vehículos modernos y la entrada de sistemas adicionales para la mejora, por ejemplo, de la seguridad de conducción o de la comodidad de conducción crecen los requisitos en las cantidades de datos que se deben transmitir, la tasa de transmisión, la seguridad de transmisión y los períodos de latencia admisibles en la transmisión.

50 Son ejemplos sistemas de regulación de dinámicas de conducción como, por ejemplo, el programa de estabilidad ESP, sistemas de asistencia al conductor como, por ejemplo, la regulación de distancia automática ACC o sistemas de información para el conductor como, por ejemplo, la identificación de señales de tráfico (compárense, por ejemplo, con las descripciones en el "Bosch Krafffahrtechnisches Handbuch", vigesimoséptima edición, 2011, Vieweg+Teubner).

El documento publicado el 2 de mayo de 2011 en la página web <http://www.semiconductors.bosch.de/> "CAN with Flexible Data-Rate, White Paper, Version 1.0" presenta un protocolo de transmisión de datos modificado, el cual hace posible, entre otras cosas, el aumento del campo de datos, así como un acortamiento de la longitud de bit para una parte del mensaje CAN después de un arbitraje exitoso.

55 El acortamiento de la longitud de bit está delimitado en este intervalo, entre otras cosas, mediante el tiempo de retardo intrínseco de las unidades de conexión de bus, pues antes de que se transmita un bit, debe estar verificada la concordancia entre señal de emisión y de recepción para el bit precedente. Se muestra que el estado de la técnica

en cuanto a un aumento de la tasa y/o la seguridad de transmisión de datos no proporciona resultados satisfactorios en todos los aspectos.

El documento XP007921281, "CAN with Flexible Data-Rate", CAN WITH FLEXIBLE DATA-RATE WHITE PAPER, versión 1.1, muestra el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 28.

## 5 Divulgación de la invención

A continuación, se describe la invención con sus ventajas mediante dibujos y ejemplos de realización. El objeto de la invención no se limita a los ejemplos de realización representados y expuestos.

### Ventajas de la invención

10 La presente invención parte de un procedimiento para la transmisión de datos en serie en un sistema de bus con al menos dos abonados de bus que intercambian mensajes por el bus, adjudicándose el acceso de emisión al bus para cada mensaje mediante el procedimiento de arbitraje según la norma CAN ISO 11898-1 a un abonados de bus, el cual se convierte, con ello, en emisor para este mensaje, presentando los mensajes una estructura lógica según la norma CAN, estando así estructurados por bit de inicio de trama, campo de arbitraje, campo de control, campo de datos, campo CRC, campo de reconocimiento y campo de fin de trama, y verificándose continuamente un funcionamiento correcto de la transmisión de datos mediante una comparación de una señal de emisión (CAN\_TX) emitida a la unidad de conexión de bus con una señal de recepción (CAN\_RX) recibida por la unidad de conexión de bus.

20 El procedimiento según la invención se destaca porque en el emisor se facilita una señal de emisión retardada en un tiempo de retardo respecto a la señal de emisión, utilizándose la señal de emisión no retardada o la señal de emisión retardada estando sujeta a una conmutación para la verificación del correcto funcionamiento de la transmisión de datos. Con ello se puede compensar de modo ventajoso este retardo en el tiempo antes de la verificación del correcto funcionamiento de la transmisión de datos en casos en los que exista en esencia retardo en el tiempo fijo entre señal de emisión y de recepción.

25 La posibilidad de una conmutación dentro del proceso de emisión de un único mensaje entre la utilización de la señal de emisión no retardada y la señal de emisión retardada presenta la ventaja de que el procedimiento se puede emplear con un fin concreto en los intervalos del mensaje, en los que existe un retardo en el tiempo fijo en esencia entre señal de emisión y de recepción. Especialmente se puede garantizar así que la conmutación tiene lugar como pronto después de la adjudicación efectuada del acceso de emisión a un abonado de bus.

30 En caso de que los retardos en el tiempo que aparezcan no están en esencia sujetas a parámetros externos como, por ejemplo, temperatura, puede ser ventajoso que el tiempo de retardo esté predeterminado de forma fija o se pueda predeterminar aproximadamente en el marco de una configuración inicial. En una forma de realización especialmente ventajosa el tiempo de retardo se puede predeterminar dinámicamente y estando sujeto a la determinación de un retardo en el tiempo. Con ello se pueden tener en consideración variaciones continuas del retardo en el tiempo durante el funcionamiento, lo que aumenta, entre otras cosas, la robustez del procedimiento.

35 La determinación abordada de un retardo en el tiempo comprende de forma ventajosa la determinación de respectivamente al menos un cambio de señal o un flanco en la señal de emisión no retardada y en la señal de recepción, ya que cambios de señal de este tipo son apropiados de forma especialmente buena para el inicio o para la finalización de una medición de tiempo. Es ventajoso además que junto al tiempo de retardo del resultado de la medición de tiempo esté determinado también un momento de comparación (T\_CMP) para la verificación del correcto funcionamiento de la transmisión de datos, ya que este momento puede adaptarse entonces de forma óptima al retardo en el tiempo existente entre señal de emisión y de recepción y a su vez se aumenta la robustez de la verificación. Si se utiliza en el presente documento la suma de retardo en el tiempo determinado y la mitad de la longitud de bit, se lee siempre en el medio de la señal recibida. Esto es especialmente ventajoso para una exploración y verificación fiable de la señal de recepción.

45 Si la conmutación tiene lugar alcanzando o evaluando un bit predeterminado o que se puede predeterminar dentro del mensaje ya enviado, se debe implementar el procedimiento de forma especialmente transparente y sencilla. Una conmutación mediante aplicación de una señal prevista para ello en una unidad de conmutación presenta la ventaja de que la conmutación se puede realizar por ejemplo mediante el controlador de comunicación o microprocesador de forma especialmente flexible.

50 De forma especialmente ventajosa los mensajes  $\mu$ , los cuales deben verificarse en el procedimiento de acuerdo con la invención, están caracterizados mediante una marca apropiada, pues así los dispositivos de acuerdo con la invención que intercambian los mensajes pueden identificar si la comunicación se efectúa según el procedimiento de acuerdo con la norma o de acuerdo con la invención. Existiendo esta marca el campo de control de los mensajes

5 presenta más de seis bits en una característica ventajosa. Con ello se puede hacer que la marca se efectúe mediante un bit recesivo, al cual sigue al menos un bit dominante en todos los mensajes de datos. En este caso estos flancos pueden utilizarse entre el bit recesivo de la primera marca y el al menos un bit dominante que lo sigue para la determinación del desfase temporal entre la señal de emisión no retardada y la señal de recepción, lo que  
 5 presenta la ventaja de que con ello se aumenta la exactitud de la determinación del retardo en el tiempo, especialmente si los flancos presentan flancos de inclinación especialmente pronunciada de “recesivo” a “dominante”.

10 Un aumento simultáneo del campo de datos de los mensajes de acuerdo con la invención a más de ocho bytes trae consigo la ventaja adicional de que se pueden transmitir grandes cantidades de datos dentro del mensaje y la relación de datos útiles respecto a datos de control relevantes para el protocolo varía de forma ventajosa. Para el establecimiento del tamaño del campo de datos los valores de los cuatro bits del código de longitud de datos se deben interpretar entonces al menos parcialmente difiriendo de la norma CAN.

15 Surge otra ventaja del procedimiento de acuerdo con la invención cuando adicionalmente la longitud de bit adopta un valor acortado respecto a la longitud de bit utilizada anteriormente para al menos un intervalo predeterminado o que se puede predeterminar dentro del mensaje. Aquí se indica como ventaja especial del procedimiento el hecho de que se puedan utilizar también longitud de bit que se sitúan por debajo del retardo en el tiempo intrínseco de la unidad de conexión de bus. Sin la compensación de acuerdo con la invención la comparación entre señal de emisión no retardada y señal de recepción llevaría en este caso por error a la identificación de un error de transmisión. Mensajes modificados de este modo pueden hacer identificables mediante una segunda marca. Adicionalmente  
 20 mediante esta modificación se puede aumentar más la cantidad de datos transmitida por tiempo. El intervalo empieza de forma ventajosa como pronto con la segunda marca y debe terminar como tarde con el delimitador de CRC. De forma ventajosa los diferentes valores de la longitud de bit se realizan mediante la utilización de diferentes factores de escalado (preescaladores) para el ajuste de la unidad de tiempo de bus respecto a una unidad de tiempo mínima o el ciclo de oscilador. Se aumenta además la robustez del procedimiento si en los intervalos de longitud de bit más largas y más cortas se utilizan diferentes valores para el parámetro de período de bit.  
 25

30 La segunda marca presenta la ventaja de que las ventajas de ambas medidas se pueden aprovechar también por separado. Por ejemplo, cuando por razones de la topología bus no es posible la conmutación en longitud de bit más corta, también se pueden verificar además mensajes según el procedimiento de acuerdo con la invención y se pueden emitir con una cantidad de datos alta. También se puede conmutar al aparecer errores en mensajes con longitud de bit acortada en primer lugar a la longitud de bit normal sin sacrificar las otras ventajas.

35 El procedimiento se puede emplear de forma ventajosa durante el funcionamiento normal de un vehículo de motor para la transmisión de datos entre al menos dos controladores del vehículo de motor, los cuales están conectados por un bus de datos apropiado. Sin embargo, se puede emplear de forma especialmente ventajosa durante la fabricación o el mantenimiento de un vehículo de motor para la transmisión de datos entre una unidad de programación conectada con un bus de datos apropiado para el fin de la programación y al menos un controlador del vehículo de motor, el cual está conectado con el bus de datos. Otra posibilidad de empleo ventajosa existe en el funcionamiento de instalaciones industriales, especialmente en líneas de conexión largas. En todos los casos la flexibilidad en la tasa de transmisión es ventajosa con seguridad de transmisión simultánea muy alta para adaptar el procedimiento de transmisión a las circunstancias respectivas como, por ejemplo, los tiempos de ejecución de señal.

40 Otra ventaja es que un controlador CAN de norma solo debe modificarse mínimamente para poder funcionar de acuerdo con la invención. Un controlador de comunicación de acuerdo con la invención, que puede funcionar también como controlador CAN de norma, es solo insignificamente más grande que un controlador CAN de norma convencional. El programa de aplicación correspondiente no debe modificarse y ya entonces se obtienen ventajas en la velocidad de la transmisión de datos.

45 De forma ventajosa se pueden tomar partes considerables del test de conformidad CAN (ISO 16845). En una característica ventajosa el procedimiento de transmisión de acuerdo con la invención puede combinarse con los complementos del TTCAN (ISO 11898-4).

#### Dibujos

A continuación, se explica la invención más en detalle mediante los dibujos

50 La figura 1a muestra las dos alternativas para la estructura de mensajes de datos según la norma CAN ISO 11898-1, el formato estándar CAN y el formato extendido CAN.

La figura 1b muestra dos ejemplos para el formato de mensajes “CAN FD largos”, por consiguiente, modificados con campo de control modificado y tamaño flexible de campo de datos y campo CRC. Están representadas tanto una modificación de un mensaje CAN estándar como una modificación de un mensaje CAN extendido.

La figura 1c muestra otros dos ejemplos para mensajes modificados en el procedimiento de transmisión de datos de acuerdo con la invención del tipo "CAN FD rápido", en los cuales, adicionalmente respecto a la figura 1b, están establecidos intervalos dentro del mensaje, en los cuales se utiliza una longitud de bit diferente.

5 La figura 2a muestra de forma ejemplar el retardo de acuerdo con la invención de la señal de emisión en un lapso de tiempo  $T_{\text{DELAY}}$  para compensar el retardo en el tiempo de la señal de recepción originada quizá mediante la unidad de conexión de bus.

La figura 2b muestra esquemáticamente la medición del retardo en el tiempo  $\Delta T$  entre señal de emisión CAN\_TX y señal de recepción CAN\_RX mediante un flanco establecida de un bit recesivo a uno dominante.

10 La figura 2c representa esquemáticamente la influencia de la compensación de acuerdo con la invención del retardo en el tiempo de la señal de emisión en el procedimiento existente para la verificación de la correcta transmisión de datos.

La figura 3 muestra un diagrama de bloques esquemático de componentes relevantes de un ejemplo de realización de un circuito de acuerdo con la invención.

#### 15 Descripción de los ejemplos de realización

En la figura 1a está representada la estructura de mensajes como se utilizan en un bus CAN para la transmisión de datos. Los dos formatos diferentes "estándar" y "extendido" están representados. El procedimiento de acuerdo con la invención es aplicable a ambos formatos en formas de realización apropiadas.

20 El mensaje empieza con un bit de "inicio de trama" (SOF) que señala el comienzo del mensaje. Se conecta a una sección que en primera línea sirve para la identificación del mensaje y mediante la que los abonados del sistema de bus deciden si reciben el mensaje o no. Esta sección se denomina "campo de arbitraje" e incluye el identificador. Sigue a un "campo de control" que incluye, entre otras cosas, el código de longitud de datos. El código de longitud de datos incluye información sobre el tamaño del campo de datos del mensaje. A esto se conecta el propio "campo de datos" que incluye los datos intercambiados entre los abonados del sistema de bus. Sigue al "campo CRC" con la suma de comprobación que comprende 15 bits y un delimitador y, a continuación, dos bits de "reconocimiento" (ACK) que sirven para señalar la recepción exitosa de un mensaje al emisor. El mensaje se cierra mediante una secuencia de "fin de trama" (EOF).

30 Si se debe transmitir un mensaje por el bus, así se realiza durante el proceso de arbitraje el procedimiento de verificación habitual, en el que se compara la señal de emisión no retardada con la señal de recepción, ya que en esta fase pueden participar varios emisores en el bus y, por lo tanto, en general no hay ninguna relación temporal fija entre señal de emisión y de recepción. Después del arbitraje efectuado, cuando un abonado de bus ha ocupado el papel de emisor para un mensaje, se puede aumentar la robustez y exactitud de la comparación, la cual se realiza entre señal de emisión y señal de recepción, compensándose el retardo en el tiempo que está entonces fijado en esencia entre señal de emisión y señal de recepción.

35 El efecto del procedimiento de acuerdo con la invención está representado en detalle en la figura 2a. CAN TX y CAN RT representan el curso temporal de señal de emisión y de recepción, que se ajustan a los pines correspondientes de un equipo de acuerdo con la invención, por ejemplo, de un controlador de comunicación. Las señales cambian entre valores de tensión que corresponden a un "1" lógico o a un "0" lógico. Por la sencillez en la figura 2a está representada solo una serie de bits 1-0 1-0 en la que se puede ilustrar el efecto de forma ejemplar. Los cursos de señal exactos, como, por ejemplo, la pendiente de flancos etc. dependen de detalles del circuito correspondiente que carecen de importancia para la representación esquemática del efecto del procedimiento.

45 Una comparación o una verificación de las dos señales lógicas CAN\_TX y CAN\_RX tiene lugar en el procedimiento habitual mediante un circuito apropiado, por ejemplo, mediante una puerta XOR, la cual se facilita para este fin en un dispositivo correspondiente. Este proporciona con concordancia de las señales de entrada, por ejemplo, un "0" lógico en la salida y con falta de concordancia, un "1". Un curso de señal resultante está representado cualitativamente como señal D1 en la figura 2a. Para la verificación de la correcta transmisión de datos la señal D1 enlazada se lee en un momento determinado, el punto de muestra. Como se debe reconocer, el punto de muestra debe estar ajustado de forma que caiga en ese intervalo de cada bit en el cual la señal D1 indique un "0". Con un retardo creciente entre señal de emisión y de recepción este intervalo se hace cada vez más pequeño y una elección apropiada del punto de muestra, de forma que se lea un "0" en la señal D1 en una transmisión correcta, se hace  
50 queda vez más difícil.

Para mejorar esto y aumentar la robustez, en el procedimiento de acuerdo con la invención se retarda la señal de emisión en un tiempo de retardo  $T_{\text{DELAY}}$  predeterminado o que se puede predeterminar. El dispositivo de acuerdo con la invención incluye para ello de forma preferentemente adicional una unidad de retardo apropiada. El resultado

está representado también en la figura 2a: se incluye una señal de emisión CAN\_TX\_DEL retardada en el tiempo. Si esta señal retardada del circuito de acuerdo con la invención se lleva, por ejemplo, a una puerta XOR y en ella se enlaza o compara con la señal de recepción, así se obtiene una señal D2 enlazada que está representada esquemáticamente también en la figura 2. Por la compensación del retardo en el tiempo intrínseco de la unidad de conexión de bus la señal D2 corresponde a un "0" lógico en un intervalo amplio. En el intervalo del cambio de señal siguen apareciendo valores lógicos "1" en la señal D2 a causa de inexactitudes en los niveles de señal o el tiempo de retardo compensado. Una elección apropiada del punto de muestra, de forma que el resultado de la comparación dé "0" de forma fiable en una transmisión de datos transcurrida correctamente, es ahora posible de forma sencilla.

Por las diferentes relaciones durante el arbitraje (ningún retardo en el tiempo fijado en esencia) y después (retardo en el tiempo fijado en esencia) el procedimiento descrito se debe configurar conmutable, de forma que en la fase de arbitraje se aplique el procedimiento de verificación habitual mientras en la fase de transmisión posterior se realiza el procedimiento de verificación de acuerdo con la invención. En esta fase de transmisión posterior o en partes de esta se puede también conmutar en longitud de bit cortas, lo que más tarde se sigue realizando. En este caso el procedimiento presenta la ventaja especial de que se pueden utilizar longitud de bit que se sitúan en la misma magnitud o incluso por debajo del retardo en el tiempo intrínseco de la unidad de conexión de bus. Sin la compensación de acuerdo con la invención esto es imposible, ya que la comparación entre señal de emisión no retardada y señal de recepción pueden llevar por error a la identificación de un error de transmisión.

El valor del tiempo de retardo T\_DELAY puede estar predeterminado fijamente o estar configurado de forma que se pueda predeterminar. Entonces una especificación fija tiene sentido, sobre todo, cuando la unidad de conexión de bus no presenta ninguna variación muy amplia del retardo en el tiempo intrínseco. Un tiempo de retardo que se puede predeterminar tiene sentido cuando el retardo en el tiempo intrínseco presenta dependencias de tamaños determinados, los cuales existen en el abonado de bus. Por ejemplo, se podría compensar una dependencia de temperatura cuando en el abonado de bus existe una información sobre temperatura y se pueden predeterminar valores correspondientemente diferentes del tiempo de retardo dependiendo de la temperatura.

En una forma de realización preferida el tiempo de retardo T\_DELAY utilizado se basa en una medición del desfase temporal entre señal de emisión y señal de recepción realizada previamente. Para ello se puede evaluar un flanco recesivo dominante que existe dentro de los mensajes después de un arbitraje cerrado.

Es ventajoso que un controlador de comunicación de acuerdo con la invención identifique automáticamente si la comunicación del sistema de bus se desarrolla según la Norma CAN o el procedimiento de acuerdo con la invención. Una posibilidad para ello consiste en preparar un bit dentro del campo de arbitraje o del campo de control, el cual en la norma CAN siempre se transmite con un valor fijo, para la marca, de forma que pueda derivarse de esta primera marca del controlador de comunicación una primera condición de conmutación, estando sujeto a esta, él selecciona el procedimiento de verificación que se debe aplicar.

En la figura 1 están representados formatos de mensajes modificados, derivados respectivamente de los dos formatos de norma. Se diferencian de los mensajes de acuerdo con la norma de la figura 1a mediante la adición de bits adicionales en el campo de control, así, en este ejemplo, EDL, BRS, ESI. Además, en el ejemplo representado los mensajes de acuerdo con la invención se diferencian de mensajes de acuerdo con la norma mediante el tamaño variable de campo de datos y campo CRC, pudiendo el campo de datos incluir también más de 8 bytes, en concreto hasta K bytes en la característica representada. Para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención campo de datos y el campo CRC también presentan, sin embargo, un tamaño de acuerdo con la norma.

Marcado con direccionamiento estándar:

El segundo bit del campo de control de mensajes de datos de norma CAN se emite siempre en formato estándar, como se representa en la figura 1a en la parte superior, de forma dominante y se denomina r0. En el ejemplo representado en la figura 1b en la parte superior de un mensaje de acuerdo con la invención con direccionamiento estándar (es decir, con un campo de arbitraje según el formato CAN estándar) se utiliza este segundo bit del campo de control para la marca, emitiéndose de forma recesiva. Un valor recesivo del segundo bit del campo de control en tal mensaje indica, así, que a continuación se utiliza el procedimiento de verificación y el formato de mensajes que difieren de la norma. Este segundo bit transmitido de forma recesiva del campo de control de un mensaje con campo de arbitraje estándar se denomina EDL (longitud de datos extendida). El bit r0 transmitido siempre de forma dominante en la norma CAN se sustituye en los mensajes de acuerdo con la invención por el bit EDL recesivo, o en los mensajes de acuerdo con la invención se mueve una posición hacia atrás al lugar entre el bit recesivo EDL y el bit también recesivo BRS en la conmutación de la longitud de bit. Además, se pueden insertar aún más bits en el campo de control. En la figura 1b está representado, por ejemplo, un bit denominado ESI. En este lugar se podrían insertar también dos o más bits sin influir en el procedimiento de acuerdo con la invención.

En conjunto, la serie de bits en el campo de control de mensajes de norma CAN estándar

{IDE, r0, DLC3, DLC2, DLC1, DLC0}

se sustituye así en mensajes de acuerdo con la invención por

{IDE, EDL, otros N bits, DLC3, DLC2, DLC1, DLC0}.

En el ejemplo representado en la figura 1b N=3 vale con los bits insertados, en concreto con los bits insertados r0, BRS, ESI. N podría, sin embargo, adoptar otros valores también discrecionales superiores a cero.

5 Marcado con direccionamiento extendido:

Los dos primeros bits del campo de control de mensajes de datos de norma CAN se emiten en formato extendido, como se representa en la figura 1a en la parte inferior, siempre de forma dominante y se denominan r1 y r0. En el ejemplo representado en la figura 1b en la parte inferior de un mensaje de acuerdo con la invención con direccionamiento extendido (es decir, con un campo de arbitraje según el formato CAN extendido) se utiliza el primer bit r1 del campo de control para la marca, emitiéndose de forma recesiva. Un valor recesivo del primer bit del campo de control en tal mensaje indica, en este caso, que a continuación se utiliza el procedimiento de verificación y el formato de mensajes que difieren de la norma. También en el presente documento este bit del campo de control transmitido de forma recesiva se denomina EDL (longitud de datos extendida). Sustituye al bit dominante r1 reservado de los mensajes de norma CAN con formato extendido. Como alternativa el bit dominante r1 podría también mantenerse y moverse un sitio hacia atrás, de forma que el bit EDL estuviera insertado como bit adicional entre RTR y r1. También sería posible insertar el bit EDL (recesivo) como bit adicional entre r1 (dominante) y r0 (dominante). A continuación, pueden también, en este caso, insertarse aún más bits en el campo de control. En la figura 1b está representado de nuevo, por ejemplo, el bit denominado ESI. Se pueden insertar también dos o más bits sin influir en el procedimiento de acuerdo con la invención. En conjunto, la serie de bits en el campo de control de mensajes de norma CAN extendidos

{r1, r0, DLC3, DLC2, DLC1, DLC0}

se sustituye así en mensajes de acuerdo con la invención mediante

{EDL, otros N bits, DLC3, DLC2, DLC1, DLC0} o

{r1, EDL, otros M bits, DLC3, DLC2, DLC1, DLC0}.

25 El ejemplo representado en la figura 1b muestra variante arriba mencionada con N=3, en concreto con los bits insertados r0, BRS, ESI. N o M podrían también, sin embargo, adoptar otros valores también discrecionales superiores a cero.

Para mensajes, los cuales presentan una marca de este tipo o un formato como se ha descrito anteriormente, se puede realizar una medición del desfase temporal real entre señal de emisión y señal de recepción en la forma representada en la figura 2b: en una elección apropiada de los bits insertados se sitúa siempre un flanco de recesivo a dominante, por ejemplo, entre el bit recesivo de la marca EDL y el bit siguiente r0. Se puede también forzar, quizá insertando bits correspondientes reservados, un flanco que sigue avanzando desde recesivo a dominante en mensajes caracterizados de acuerdo con la invención. Tal flanco es apropiado para la medición de tiempo. Por ejemplo, mientras este flanco de la señal de emisión inicia un contador y el flanco correspondiente de la señal de recepción para este contador, se puede medir el desfase temporal real DELTA\_T, como está dibujado en la figura 2b, para cada mensaje individual.

Como alternativa se puede utilizar también un flanco que avanza siempre de dominante a recesivo. Se puede realizar una medición correspondiente en intervalos regulares o solo una vez. La medición regular del retardo en el tiempo que tiene lugar especialmente para cada mensaje presenta la ventaja de que se pueden compensar de forma fiable modificaciones en el retardo en el tiempo real que, por ejemplo, pueden surgir mediante influencias de temperatura.

Como ya se ha realizado, resulta ventajoso que se evalúe un flanco recesivo-dominante, que existe dentro de los mensajes después de un arbitraje cerrado, para la determinación de DELTA\_T. Como en este documento ya no hay, con seguridad, emisores que compitan en el bus, existe una relación temporal fija en esencia entre señal de emisión y de recepción en el abonado de bus que queda como emisor. Si por ejemplo se eligen los bits insertados en campo de control así, como está representado en la figura 1c, el flanco recesivo dominante entre bit EDL y bit r0 es el único flanco que cae siempre en un mensaje CAN FD antes del comienzo de la transmisión del campo de datos, en la que, con seguridad, ya no hay ningún emisor que compita. Una determinación de DELTA\_T mediante este flanco proporciona, por lo tanto, un buen resultado, siempre y cuando no surjan otras alteraciones en el bus.

50 Tales otras alteraciones, que pueden mermar la calidad de la medición del retardo interno de la unidad de conexión de bus DELTA\_T, pueden provocar mediante alteraciones de línea de todo tipo entradas de calor irradiado

electromagnéticas, acoplamientos inductivos o capacitivos o similares. Una alteración durante la medición puede llevar, por un lado, a que el emisor establezca incorrectamente un error de bit y que la transmisión del mensaje se interrumpa. Por otra parte, puede, sin embargo, determinarse también un valor medio DELTA\_T erróneo y no identificado como erróneo. La siguiente compensación del retardo en el tiempo empeoraría en todo caso en el resultado. Para reducir un error individual en la determinación de DELTA\_T en el procedimiento se forma por lo tanto de forma ventajosa un valor medio DELTA\_T\_MEAN de varias mediciones de DELTA\_T para acercarse a un resultado fiable.

De varios valores determinados unos después de otros, por ejemplo, los valores medidos DELTA\_T determinados mediante el flanco del bit EDL, se forma un valor medio DELTA\_T\_MEAN de varios mensajes emitidos sucesivamente. Para el procedimiento para la formación de valor medio, en este sentido, para formulaciones de objetivos de este tipo se puede recurrir a todos los procedimientos posibles de cálculo de valor medio o de filtrado conocidos para el experto, como por ejemplo una formación de valor medio variable ponderada o no ponderada.

En una forma de realización especialmente ventajosa se eliminan en la formación de valor medio esos valores medidos que difieren de forma importante del valor medio determinado más recientemente. Se basan por ejemplo con alta probabilidad en una medición alterada y pueden, por lo tanto, desecharse. El valor de umbral para la diferencia o el valor límite para la relación de un valor medido existente actualmente y el valor medio DELTA\_T\_MEAN determinado más recientemente, a partir del cual la discrepancia o la relación respecto al valor medio se clasifica como demasiado grande de acuerdo con el total, es ajustable de forma ventajosa.

Para la formación, por ejemplo, variable de valor medio en los controladores de comunicación correspondientes se facilita un intervalo de almacenamiento apropiado para la administración de una lista de N entradas DELTA\_T\_1, ..., hasta DELTA\_T\_N. Esta lista de los valores medidos tomados en consideración funciona como FIFO, es decir, el valor medido respectivamente más nuevo sustituye al valor medido respectivamente más antiguo. De los valores de la lista se obtiene mediante un mecanismo de control apropiado del valor medio DELTA\_T\_MEAN deseado, como ya se ha señalado, por ejemplo, como valor medio aritmético, como valor medio ponderado, como valor medio cuadrado o según un procedimiento sin más que se presenta en el hardware. El valor medio se facilita entonces en un almacenamiento para la utilización del procedimiento de acuerdo con la invención.

Después del encendido la lista descrita de valores medidos N, de los que se debe formar el valor medio, está en primer lugar vacía y presenta entradas ocasionales. Como el valor medio DELTA\_T\_MEAN debe formarse mediante un procedimiento representado en el hardware o un mecanismo de control de las entradas de listas DELTA\_T\_1, ... hasta DELTA\_T\_N, se debe establecer un procedimiento, como se forma el valor medio deseado, cuando algunas entradas de listas no son válidas todavía. Por ejemplo, se pueden aplicar las tres estrategias siguientes:

Estrategia 1: el hardware se amplía de modo que las entradas de listas deban activarse mediante mediciones correspondientes, antes de que tomen parte en la formación de valor medio. En el primer paso se realiza así la formación de valor medio solo con un valor medido (por ejemplo, DELTA\_T\_1, siempre y cuando este como primero se llene mediante una medición), en el segundo paso, entonces, con dos valores medidos, etcétera, hasta que todas las entradas de listas se basen en mediciones y estén activadas correspondientemente. La lógica necesaria para este procedimiento hace más grande el circuito.

Estrategia 2: todos los flancos recesivos-dominantes al principio de un mensaje hasta el flanco entre el bit EDL y r0 se miden con el inicio del sistema, de forma que – suponiendo que la longitud de listas N es inferior al número de los flancos recesivos-dominantes que surgen en el mensaje hasta entonces – ya con la primera formación de valor medio todas las entradas de listas resulten de mediciones más o menos exactas del retardo en el tiempo DELTA\_T. En este caso se aumenta el circuito solo de forma insignificante.

Estrategia 3: para llenar inicialmente la lista se apunta el primer valor medido DELTA\_T\_1 determinado en el flanco deseado, así, por ejemplo, en el flanco recesivo-dominante entre bit EDL y r0 en todas las posiciones de listas. A continuación, se apuntan los otros valores medidos en los sitios de listas 2 a N sucesivamente. También en este caso se aumenta el circuito solo de forma insignificante.

En los tres casos -si se prevé en general – el método puede, después de que se eliminen los valores medidos, que difieren de forma demasiado importante del valor medio DELTA\_T\_MEAN determinado más recientemente, interrumpirse al menos hasta que todas las entradas de listas solo se basen en mediciones en el flanco deseado (por ejemplo, EDL-r0-) de diferentes mensajes.

A continuación, con DELTA\_T cabe entender siempre también el valor DELTA\_T\_MEAN generados de varios valores medidos mediante la formación de valor medio abordada.

Del retardo en el tiempo DELTA\_T determinado o del valor medio DELTA\_T\_MEAN se deriva entonces el tiempo de retardo T\_DELAY que, por ejemplo, se filtra o se corrige o se adapta o se redondea en múltiplos enteros de una

base temporal determinada, como, por ejemplo, de la longitud de bit. En una forma de realización especialmente sencilla se proporciona el tiempo de retardo  $T_{\text{DELAY}}$  mediante los cocientes ( $\text{DELTA}_T / \text{longitud de bit}$ ) redondeados a la siguiente cifra entera multiplicados por la longitud de bit. Con un retardo en el tiempo  $\text{DELTA}_T$  cronometrado de 150 nanosegundos y una longitud de bit de, por ejemplo, 250 nanosegundos (según una tasa de baudios de 4 Mbits/s) el tiempo de retardo  $T_{\text{DELAY}}$  ascendería así a 250 nanosegundos. Con un retardo en el tiempo  $\text{DELTA}_T$  cronometrado de 100 nanosegundos resultaría, por el contrario, un valor  $T_{\text{DELAY}}$  de cero.

El tiempo de retardo  $T_{\text{DELAY}}$  generado de esta forma sirve a la unidad de retardo equipada para ello como tamaño de entrada para poner a disposición una señal de emisión  $\text{CAN}_{\text{TX\_DEL}}$  retardada en este tiempo  $T_{\text{DELAY}}$  partiendo de la señal de emisión  $\text{CAN}_{\text{TX}}$  original, como ya se ha representado en la figura 2a. Si se consulta la señal de emisión  $\text{CAN}_{\text{TX\_DEL}}$  retardada para la comparación o el enlace XOR con la señal de recepción  $\text{CAN}_{\text{RX}}$ , se reduce considerablemente la influencia del retardo en el tiempo intrínseco de la unidad de conexión de bus en el resultado, como se debe identificar en la figura 2a en la señal D2 de resultado representada esquemáticamente.

La conmutación al procedimiento de verificación de acuerdo con la invención, el cual utiliza la señal de emisión retardada, tiene lugar en una forma de realización ventajosa directamente después de la medición efectuada del retardo en el tiempo, por ejemplo, en el punto de muestra del bit r0 o el punto de muestra del bit BRS sucesivo. Sin embargo, también se puede conmutar en un momento posterior, por ejemplo, en uno de los otros bits insertados en el campo de control. Siempre y cuando en el mensaje se conmute en un momento posterior a longitud de bit cortas es ventajoso que la conmutación se realice al procedimiento de verificación de acuerdo con la invención como tarde con la conmutación a longitud de bit cortas. La conmutación inversa se efectúa en este caso como pronto después del cambio a las longitudes de bit cortas, pero puede también efectuarse después del cierre de la transmisión del mensaje.

El flanco de recesivo a dominante puede además consultarse para la mejora de la sincronización entre los abonados de bus, lo que es ventajoso especialmente en una conmutación a longitud de bit cortas.

En el procedimiento de transmisión CAN según la norma el campo de datos puede incluir como máximo 8 bytes, así, 64 bits en datos. El código de longitud de datos comprende según la norma cuatro bits, puede así adoptar 16 valores diferentes. De este intervalo de valores solo se utilizan ocho valores diferentes para los diferentes tamaños del campo de datos de 1 byte a 8 bytes. En la norma CAN no se recomienda un campo de datos de 0 bytes, los tamaños por encima de 8 bytes no están permitidos.

De forma distinta a la norma CAN en los mensajes representados en la figura 1 se aprovechan otros valores que el código de longitud de datos puede tomar para marcar campos de datos más grandes. Por ejemplo, para los valores del código de longitud de datos superiores a 0b1000 y hasta 0b1111 los tamaños correspondientes del campo de datos para crecer en un incremento superior a un byte, por ejemplo, dos, tres o cuatro bytes, o en valores irregulares. La asignación de estos valores al código de longitud de datos respecto a tamaños de un campo de datos puede establecerse de forma libre en esencia. Los mensajes llevan la denominación "CAN FD largo".

Si, como se ha descrito, el campo de datos de mensajes aumenta, así puede tener sentido adaptar también el procedimiento utilizado respecto a la comprobación de redundancia cíclica (CRC) para incluir una seguridad en caso de error suficiente. Especialmente puede ser ventajoso utilizar otro polinomio CRC, por ejemplo, con orden más alto y prever correspondientemente un tamaño que difiere del campo CRC en los mensajes modificados de acuerdo con la invención. Esto está representado en la figura 1b dado que el campo CRC de los mensajes de acuerdo con la invención en el ejemplo representado presenta una longitud de L bits, pudiendo ser L, difiriendo de la norma CAN, desigual, especialmente superior a 15.

En una forma de realización ventajosa el controlador de comunicación se diseña de forma que presente compatibilidad respecto a la norma CAN, funciona así en un sistema de bus de norma CAN mientras aplica el procedimiento de verificación de acuerdo con la invención en un sistema de bus modificado de acuerdo con la invención, permite campos de datos grandes en los mensajes y realiza también un cálculo y una verificación adaptadas del código CRC adaptados a estos.

Como al principio de la recepción de un mensaje todavía no es seguro que se reciba un mensaje CAN conforme a la norma o un mensaje modificado de acuerdo con la invención, en un controlador de comunicación de acuerdo con la invención implementa varios registros de traslado CRC que funcionan paralelamente. Después de la recepción del delimitador CRC, cuando se evalúa el código CRC en el receptor, está fijado a causa de la otra marca de acuerdo con la invención, el procedimiento de verificación del cual se había aplicado y se evalúa entonces el registro de traslado asignado a este procedimiento de transmisión. La otra marca puede, como ya se ha descrito anteriormente, concordar con la primera marca, que se refiere al tamaño del campo de datos y la interpretación del código de longitud de datos.

El principio de la emisión de un mensaje ya es, sin embargo, seguro para el emisor a qué procedimiento de

transmisión se debe emitir. Como sin embargo puede ocurrir que el arbitraje se pierda en el acceso de bus y no se emita el mensaje comenzado, sino que en su lugar se reciba otro mensaje, también en este caso se activan también varios registros de traslado CRC paralelamente.

5 La figura 1c muestra otros dos ejemplos para mensajes modificados de acuerdo con la invención, en los cuales están establecidos intervalos adicionales respecto a la figura 1b dentro del mensaje, en los cuales de acuerdo con la invención se utiliza una longitud de bit diferente y, con ello, los bits individuales se transmiten más rápido por el bus. Los mensajes llevan la denominación "CAN FD rápido". Para las dos variantes de direccionamiento de mensajes posibles, el formato estándar y el formato extendido, están indicados intervalos en la figura 1c en los que entre dos estados se conmuta denominado arbitraje CAN rápido y datos CAN rápidos. Esta conmutación entre los dos estados causa que para la parte correspondiente del mensaje se acorten las longitudes de bit y, con ello, los bits individuales se transmitan rápido por el bus. Con ello se puede acortar el tiempo de transmisión para un mensaje respecto al procedimiento de acuerdo con la norma. El cambio correspondiente de la longitud de bit temporal puede, por ejemplo, realizarse mediante la utilización de al menos dos factores de escalado (preescaladores) diferentes para el ajuste de la unidad de tiempo de bus respecto a una unidad de tiempo mínima o el ciclo de oscilador durante el funcionamiento. La conmutación de la longitud de bit, así como la variación correspondiente del factor de escalado están representados también de forma ejemplar en la figura 1c.

20 La unión entre los estados arbitraje CAN rápido y datos CAN rápidos se efectúa en mensajes, los cuales presentan la primera marca EDL, estando sujetos a una segunda marca que señala a los abonados de la transmisión de datos que se ha aplicado la longitud de bit acortada. El segundo marca se efectúa temporalmente después de la primera marca dentro del mensaje. En el ejemplo de realización representado en este caso la posición de esta marca es un bit adicional en el campo de control que está denominado BRS (cambio de tasa de bits). En el ejemplo mostrado se transmite como cuarto bit del campo de control.

25 Si como se ha expuesto dentro del mensaje se conmuta a longitud de bit más cortas, es ventajoso que la conmutación se realice al procedimiento de verificación de acuerdo con la invención como tarde con la conmutación a longitud de bit cortas. En una forma de realización preferida del procedimiento la conmutación al procedimiento de verificación de acuerdo con la invención se efectúa simultáneamente a la emisión de la segunda marca BRS.

30 Esto está representado esquemáticamente en la figura 2c. La señal de emisión CAN\_TX comprende en la sección representada la serie de bits EDL, r0, BRS, ESI, A, B, C, D. Los bits A, B, C, D pueden, en este sentido, ser los cuatro bits del código de longitud de datos o también otros bits del campo de control insertados adicionalmente. La señal de recepción CAN\_RX está retardada en un tiempo de retardo en un retardo en el tiempo DELTA\_T, el cual se puede determinar mediante el flanco entre EDL y r0, como se representó en relación con la figura 2b. La señal D1 enlazada a XOR se evalúa en el punto de muestra – caracterizado con cruces – para verificar la transmisión exitosa. En el punto de muestra del bit BRS se conmuta a una longitud de bit acortada. Como la longitud de bit acortada presenta en el caso representado un largo comparable al retardo en el tiempo DELTA\_T, la señal D1 proporciona ahora de forma casi continua una señal "1", la cual corresponde a la falta de concordancia entre señal de emisión y de recepción. La verificación de la correcta transmisión ya no es posible mediante la señal D1

35 La señal de emisión CAN\_TX\_DEL retardada en un tiempo de retardo T\_DELAY está representada también en la figura 2. Del retardo en el tiempo DELTA\_T determinado se genera un valor para el tiempo de retardo T\_DELAY o se actualiza el valor existente previamente mediante el resultado de la medición. Sin embargo, también puede aplicarse un valor predeterminado. El enlace XOR de señal de emisión CAN\_TX\_DEL retardada y señal recibida, representada en la figura 2c como señal D2, proporciona una señal de comparación que señala por un período de tiempo suficiente un valor "0", así, concordancia entre señal de emisión y de recepción. Con la elección apropiada del momento de comparación -caracterizado de nuevo con cruces – es posible una verificación robusta de la transmisión de datos.

45 De esta manera se puede asegurar que para las longitudes de bit más cortas el retardo en el tiempo intrínseco de la unidad de conexión de bus no influye negativamente en el resultado de la comparación. La conmutación inversa al procedimiento de verificación y de transmisión de acuerdo con la norma se efectúa en esta forma de realización directamente después de alcanzar el bit establecido para la conmutación inversa, por ejemplo, del bit delimitador CRC o, entonces, cuando se haya identificado una razón para el inicio de una trama de error.

50 En principio la duración de un bit o una longitud de bit se descompone según la norma en los segmentos que no se solapan:

- Segmento de sincronización (SYNC\_SEG)
- Segmento de tiempo de propagación (PROP\_SEG)
- Segmento1 de búfer de fase (PHASE\_SEG1)

- Segmento de búfer de fase (PHASE\_SEG2),

los cuales tienen la siguiente función:

El segmento SYNC\_SEG sirve para la sincronización de los distintos abonados de bus. Se esperan flancos de la señal de bus en este segmento.

- 5 El segmento PROP\_SEG sirve para la compensación de tiempos de retardo físicos dentro de la red.

Los segmentos PHASE\_SEG1 y PHASE\_SEG2 sirven para la compensación de discrepancias en la situación de los flancos. En el marco de la resincronización se adaptan dinámicamente. El punto de muestra se sitúa en el extremo del PHASE\_SEG1.

- 10 En el procedimiento de acuerdo con la invención las longitudes de los elementos individuales para los intervalos de diferentes longitudes de bit se facilitan repetidas veces, dos veces en el ejemplo representado, y se ponen en dos registros de configuración. Especialmente la posición del punto de muestra puede así configurarse de forma distinta según longitud de bit. Además, en la configuración que se utiliza en el intervalo de longitud de bit más cortas, el segmento de propagación puede minimizarse o configurarse en longitud cero para acortar la longitud de bit.

- 15 En la figura 3 está representado un diagrama de bloques de los componentes de un circuito, el cual se realiza en un dispositivo del procedimiento de acuerdo con la invención. Comprende un registro de traslado de emisión 300, un contador de retardo 305, una unidad de retardo 310, una unidad de comparación 320, una unidad de conmutación 330, una unidad de evaluación 340, así como un comparador de norma 350. Por supuesto pueden también realizarse componentes individuales de estos de forma combinada o integrada.

- 20 Del registro de traslado de emisión 300, el cual se activa por una conexión con el ciclo de bit CLK\_BIT, con cada ciclo de bit, así, una vez por longitud de bit, se emite un bit de la corriente de datos en serie que se debe transmitir como señal de emisión CAN\_TX por la línea de conexión correspondiente a la unidad de conexión de bus. La señal de recepción CAN\_RX, la cual se recibe por una línea de conexión de la unidad de conexión de bus, se ajusta a la unidad de comparación 320 y al comparador de norma 350. Mediante la evaluación de flancos apropiados como, por ejemplo, del flanco entre EDL y r0 de la señal de emisión CAN\_TX y de la señal de recepción CAN\_RX se generan en el dispositivo una señal de inicio y una de parada para el contador de retardo 305, el cual determina de ello un retardo en el tiempo DELTA\_T, por ejemplo, contando los ciclos de oscilador de un oscilador disponible. Además, el contador de retardo genera un punto de comparación T\_CMP en dependencia del retardo en el tiempo medido. Por ejemplo, este punto de comparación se puede generar como suma del retardo en el tiempo DELTA\_T determinado y un porcentaje de la longitud de bit predeterminada o que se puede predeterminar, especialmente de la mitad de longitud de bit. El punto de comparación define en qué momento se evalúa el enlace XOR entre la señal de emisión retardada CAN\_TX\_DEL y la señal de recepción CAN\_RX en la unidad de comparación 320.

- 35 La unidad de retardo 310 genera de la señal de emisión CAN\_TX y el retardo en el tiempo DELTA\_T transmitido desde el contador de retardo 305 una señal de emisión retardada CAN\_TX\_DEL en un tiempo de retardo T\_DELAY. En una implementación especialmente sencilla el tiempo de retardo T\_DELAY puede ser un múltiplo de números enteros de la longitud de bit (corta), de forma que la unidad de retardo solo transfiere la serie de bits en torno a uno o varios bits. Esto es especialmente sencillo de llevar a la práctica mediante un registro de hardware apropiado. La unidad de comparación 320 recibe la señal de recepción CAN\_RX y la señal de emisión retardada CAN\_TX\_DEL. Además, la unidad de comparación 320 recibe del contador de retardo 305 una información T\_CMP sobre un punto de comparación apropiado en el que se debe leer el resultado de comparación entre la señal de recepción CAN\_RX y la señal de emisión retardada CAN\_TX\_DEL. La unidad de comparación 320 genera con ello una señal de salida que vuelve a dar el resultado de la comparación en la unidad de conmutación 330, por ejemplo, se transmite un multiplexor. Paralelamente el comparador de norma 350, que, por ejemplo, puede estar configurado como puerta XOR, genera una segunda señal de salida que vuelve a dar el resultado de la comparación entre CAN\_TX y CAN\_RX y también se transmite a la unidad de conmutación 330. El dispositivo conmuta, por ejemplo, mediante una señal SWT apropiada y / o basándose en objetivos adoptados que puede comprender quizá el alcance o la evaluación de un bit predeterminado o que se puede predeterminar, la unidad de conmutación 330 entre las dos señales, de forma que o la señal de salida del comparador de norma 350 o la unidad de comparación se ajuste a la unidad de evaluación 340. Por ejemplo, el dispositivo conmuta la unidad de conmutación después del bit BRS, siempre y cuando exista una conmutación a longitudes de bit más cortas. En este caso se ajustan a la unidad de evaluación 340 los valores de D1 o D2 en las cruces apuntadas respectivamente en la figura 2. En la unidad de evaluación se lee entonces en el punto de muestra configurado T\_SMP la señal desarrollada respectivamente mediante la unidad de conmutación y, dado el caso, genera una señal de error de bit BERR en caso de que no se haya detectado ninguna concordancia. Como se puede observar, mediante el dispositivo en la realización representada es posible una verificación fiable del correcto funcionamiento de la transmisión de datos también con longitud de bit cortas.

El procedimiento de transmisión presentado es apropiado durante el funcionamiento normal de un vehículo de motor para la transmisión de datos entre al menos dos controladores del vehículo de motor, los cuales están conectados por un bus de datos apropiado. Sin embargo, se puede emplear de forma igualmente ventajosa durante la fabricación o el mantenimiento de un vehículo de motor para la transmisión de datos entre una unidad de programación conectada con un bus de datos por el fin de la programación y al menos un controlador del vehículo de motor, el cual está conectado con el bus de datos. Además, es posible también emplear el procedimiento en la automatización industrial, así, por ejemplo, para la transmisión de información de control entre unidades de control distribuidas conectadas una con otra que controlan el desarrollo de un proceso de fabricación. En este ámbito pueden también aparecer líneas de bus muy largas y puede tener especialmente sentido accionar el sistema de bus para la fase de arbitraje con una longitud de bit relativamente larga, por ejemplo, con 16, 32 o 64 microsegundos, de forma que las señales de bus se puedan extender durante el proceso de arbitraje como sea necesario en el sistema de bus total. A continuación, se puede conmutar entonces para una parte del mensaje, como se ha descrito, a longitud de bit más cortas para se quede demasiado baja la tasa media de transmisión.

En conjunto el procedimiento representa un procedimiento de transmisión, el cual se distingue porque un controlador de norma CAN solo debe modificarse mínimamente para poder funcionar de acuerdo con la invención. Un controlador de comunicación que puede funcionar también como controlador de norma CAN es solo insignificamente más grande que un controlador de norma CAN habitual. Mediante la utilización del tamaño ampliado del campo de datos y de la longitud de bit acortada se puede aumentar considerablemente la velocidad de la transmisión de datos. Se pueden tomar partes amplias del test de conformidad CAN (ISO 16845). También es posible combinar el procedimiento de transmisión de acuerdo con la invención con los complementos del TTCAN (ISO 11898-4).

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la verificación del correcto funcionamiento de una transmisión de datos en serie en un sistema de bus con al menos dos abonados de bus, estando los abonados de bus conectados al bus por una unidad de conexión de bus e intercambiando mensajes por el bus,
- 5 adjudicándose el acceso de emisión al bus para cada mensaje mediante el procedimiento de arbitraje según la norma CAN ISO 11898-1 a un abonado de bus, el cual se convierte en emisor para este mensaje, presentando los mensajes una estructura lógica según la norma CAN,  
estando así estructurados por bit de inicio de trama, campo de arbitraje, campo de control, campo de datos, campo CRC, campo de reconocimiento y campo de fin de trama,
- 10 verificándose un funcionamiento correcto de la transmisión de datos durante la transmisión mediante una comparación de una señal de emisión (CAN\_TX) emitida a la unidad de conexión de bus con una señal de recepción (CAN\_RX) recibida por la unidad de conexión de bus,  
caracterizado por que en el emisor se genera una señal de emisión retardada (CAN\_TX\_DEL) por un tiempo de retardo (T\_DELAY) respecto a la señal de emisión (CAN\_TX),
- 15 verificándose la concordancia entre la señal de emisión no retardada (CAN\_TX) y la señal de recepción (CAN\_RX) o verificándose la concordancia entre la señal de emisión retardada (CAN\_TX\_DEL) y la señal de recepción (CAN\_RX), estando sujeto a una conmutación para la verificación del correcto funcionamiento de la transmisión de datos.
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, estando predeterminado o pudiendo predeterminarse el tiempo de retardo (T\_DELAY).
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 2, estando el tiempo de retardo (T\_DELAY) sujeto a una determinación de un retardo en el tiempo o retardo medio en el tiempo (DELTA\_T, DELTA\_T\_MEAN).
- 25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3 conmutándose mediante la conmutación dentro del proceso de emisión del mismo mensaje entre una utilización de la señal de emisión no retardada (CAN\_TX) y una utilización de la señal de emisión retardada (CAN\_TX\_DEL).
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 a 4, determinándose el retardo medio en el tiempo (DELTA\_T\_MEAN) mediante formación del valor medio de varios valores medidos (DELTA\_T\_1, ..., DELTA\_T\_N) determinados unos después de otros del retardo en el tiempo DELTA\_T de varios mensajes emitidos sucesivamente.
- 30 6. Procedimiento según la reivindicación 5, eliminándose esos valores medidos que difieren de forma importante del valor medio determinado más recientemente durante una formación del retardo medio en el tiempo (DELTA\_T\_MEAN).
- 35 7. Procedimiento según la reivindicación 6, siendo ajustable un valor de umbral para la diferencia o el valor límite para la relación de un valor medido existente actualmente (DELTA\_T\_1, ..., DELTA\_T\_N) y el valor medio determinado más recientemente DELTA\_T\_MEAN, a partir del cual la discrepancia del valor medio o la relación respecto a este se clasifica como demasiado grande de acuerdo con el total.
- 40 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 a 7, administrándose valores medidos (DELTA\_T\_1, ..., DELTA\_T\_N) del retardo en el tiempo DELTA\_T en una lista, la cual se inicializa mediante un procedimiento apropiado con el inicio del sistema, de forma que ningún valor no válido entre en la formación del valor medio (DELTA\_T\_MEAN).
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 a 8, teniendo lugar la determinación del retardo en el tiempo (DELTA\_T) individual como pronto después de una adjudicación efectuada del acceso de emisión a un abonado de bus.
- 45 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 a 9, comprendiendo la determinación del retardo en el tiempo (DELTA\_T) individual una identificación de respectivamente al menos un cambio de señal o un flanco en la señal de emisión (CAN\_TX) y en la señal de recepción no retardada (CAN\_RX).
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 a 10, determinándose un momento de comparación (T\_CMP)

para la verificación del correcto funcionamiento de la transmisión de datos sujeto al retardo en el tiempo (DELTA\_T, DELTA\_T\_MEAN) determinado.

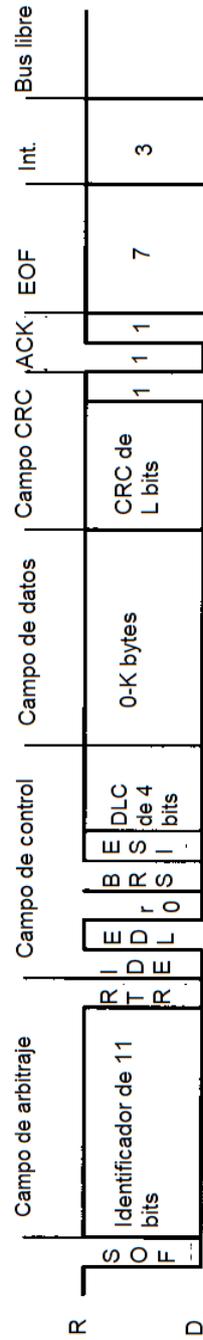
- 5 12. Procedimiento según la reivindicación 11, determinándose el momento de comparación (T\_CMP) para la verificación del correcto funcionamiento de la transmisión de datos como suma del retardo en el tiempo (DELTA\_T, DELTA\_T\_MEAN) determinado y un porcentaje de longitud de bit predeterminado o que se puede predeterminar.
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, teniendo lugar la conmutación alcanzando o evaluando un bit predeterminado o que se puede predeterminar dentro del mensaje emitido en ese momento o aplicando una señal (SWT) prevista para ello en una unidad de conmutación.
- 10 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 13, estando los mensajes, en los cuales tiene lugar la conmutación, caracterizados mediante una marca (EDL) apropiada.
- 15 15. Procedimiento según la reivindicación 14, comprendiendo el campo de control de los mensajes más de seis bits difiriendo de la norma CAN, en caso de existencia de una primera marca (EDL).
16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 14 a 15, efectuándose la primera marca (EDL) para mensajes con direccionamiento estándar mediante un segundo bit recesivo en el campo de control y para mensajes con direccionamiento extendido mediante un primer y/o segundo bit recesivo en el campo de control.
17. Procedimiento según la reivindicación 16, siguiendo al menos un bit dominante al bit recesivo de la primera marca (EDL) en todos los mensajes de datos, en caso de existencia de la primera marca.
- 20 18. Procedimiento según la reivindicación 17, utilizándose el flanco entre el bit recesivo de la primera marca (EDL) y el al menos un bit dominante que lo sigue para la determinación del retardo en el tiempo (DELTA\_T, DELTA\_T\_MEAN) entre señal de emisión (CAN-TX) y la señal de recepción (CAN\_RX) no retardada, en caso de existencia de la primera marca (EDL).
- 25 19. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 18, pudiendo comprender el campo de datos de los mensajes más de ocho bytes difiriendo de la norma CAN ISO 11898-1, interpretándose los valores de los cuatro bits del código de longitud de datos al menos parcialmente difiriendo de la norma CAN ISO 11898-1 para el establecimiento del tamaño del campo de datos, en caso de existencia de una primera marca (EDL).
- 30 20. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 19, adoptando la longitud de bit para al menos un intervalo predeterminado o que se puede predeterminar dentro del mensaje un valor acertado respecto a la longitud de bit utilizada antes de que existiera la segunda marca, empezando el intervalo como pronto con la segunda marca y terminando como tarde con el delimitador CRC, apareciendo una segunda marca (BRS) solo en caso de existencia de la primera marca (EDL) y efectuándose en el campo de control de los mensajes que contiene menos de seis bits difiriendo de la norma CAN ISO 11898-1, en caso de existencia de una segunda marca (BRS).
21. Procedimiento según la reivindicación 20, efectuándose la segunda marca (BRS) mediante un bit recesivo en el campo de control, el cual se transmite temporalmente después del bit de la primera marca (EDL).
- 35 22. Procedimiento según la reivindicación 21, estando el bit recesivo de la segunda marca (BRS) separado del bit recesivo de la primera marca (EDL) mediante al menos un bit dominante, en caso de existencia de la segunda marca.
23. Procedimiento según una de las reivindicaciones 19 a 22, pudiendo utilizarse en los intervalos de longitud de bit más larga o más corta diferentes valores para un parámetro de período de bits, en caso de existencia de la segunda marca (BRS).
- 40 24. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 23, realizándose los diferentes valores de la longitud de bit dentro del mensaje mediante la utilización de diferentes factores de escalado (preescaladores) para el ajuste de la unidad de tiempo de bus en relación con una unidad de tiempo mínima o al ciclo de oscilador durante el funcionamiento.
- 45 25. Uso del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 24 en un funcionamiento normal de un vehículo de motor para la transmisión de datos entre al menos dos controladores del vehículo de motor, los cuales están conectados por un bus de datos apropiado.
26. Uso del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 24 en el funcionamiento de instalaciones de control industriales para la transmisión de datos entre al menos dos unidades de control, las cuales están conectadas por un

bus de datos apropiado.

27. Uso del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 24 durante la fabricación o el mantenimiento de un vehículo de motor para la transmisión de datos entre una unidad de programación conectada con un bus de datos apropiado para el fin de la programación y al menos un controlador del vehículo de motor, el cual está conectado con el bus de datos.
28. Dispositivo para la transmisión de datos en serie verificada en un sistema de bus con al menos dos abonados de bus, estando los abonados de bus conectados al bus por una unidad de conexión de bus e intercambiando mensajes por el bus, adjudicándose el acceso de emisión al bus para cada mensaje mediante el procedimiento de arbitraje según la norma CAN ISO 11898-1 a un abonado de bus, que se convierte en el emisor para este mensaje, presentando los mensajes una estructura lógica según la norma CAN, estando así estructurados por bit de inicio de trama, campo de arbitraje, campo de control, campo de datos, campo CRC, campo de reconocimiento y campo de fin de trama, comprendiendo el dispositivo medios que están equipados para verificar un correcto funcionamiento de la transmisión de datos durante la transmisión mediante una comparación de una señal de emisión (CAN\_TX) emitida a la unidad de conexión de bus con una señal de recepción (CAN\_RX) recibida por la unidad de conexión de bus, caracterizado por que el dispositivo comprende una unidad de retardo (310) apropiada que está equipada para producir una señal de emisión (CAN\_TX\_DEL) retardada en un tiempo de retardo (T\_DELAY) respecto a la señal de emisión (CAN\_TX), y porque el dispositivo presenta una unidad de conmutación (330) mediante la que se verifica la concordancia entre la señal de emisión no retardada (CAN\_TX) y la señal de recepción (CAN\_RX) o se verifica la concordancia entre la señal de emisión retardada (CAN\_TX\_DEL) y la señal de recepción (CAN\_RX), estando sujeto a una conmutación para la verificación del correcto funcionamiento de la transmisión de datos.
29. Dispositivo según la reivindicación 28, comprendiendo el dispositivo una unidad de comparación (320), la cual realiza un enlace de la señal de emisión (CAN\_TX\_DEL) retardada en un tiempo de retardo (T\_DELAY) con la señal de recepción (CAN\_RX) y la evalúa respecto a un momento de comparación (T\_CMP).
30. Dispositivo según una de las reivindicaciones 28 a 29, estando realizada la unidad de conmutación (330) de forma que se pueda conmutar alcanzando o evaluando un bit predeterminado o que se puede predeterminar dentro del mensaje emitido en ese momento y / o aplicando una señal (SWT) prevista para ello.
31. Dispositivo según una de las reivindicaciones 28 a 30, comprendiendo el dispositivo un contador de retardo (305), el cual determina un retardo en el tiempo (DELTA\_T) entre señal de emisión (CAN\_TX) y señal de recepción (CAN\_RX) y facilita un valor para el retardo en el tiempo (T\_DELAY) estando sujeto al resultado.
32. Dispositivo según una de las reivindicaciones 28 a 31, comprendiendo el dispositivo una zona de almacenamiento para N entradas de valores medidos del retardo en el tiempo (DELTA\_T\_1, ... hasta DELTA\_T\_N) y un mecanismo de control apropiado para la realización de una formación de valores medios (DELTA\_T\_MEAN) desde las entradas en la zona de almacenamiento.
33. Dispositivo según una de las reivindicaciones 28 a 32, estando el dispositivo equipado con medios adecuados para realizar al menos uno de los procedimientos según las reivindicaciones 2 a 24.



Formato estándar CAN FD "largo"



Formato extendido CAN FD "largo"

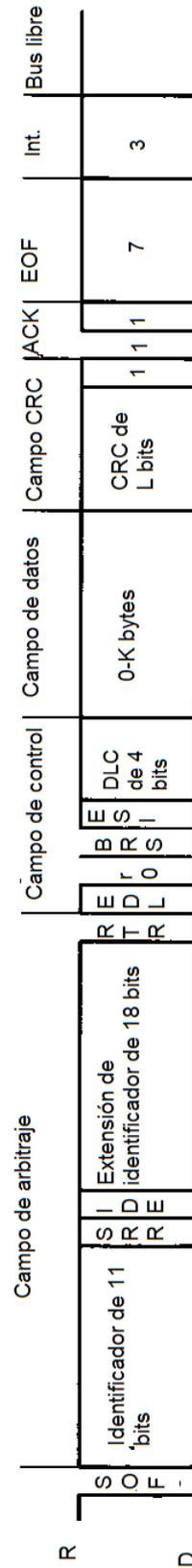
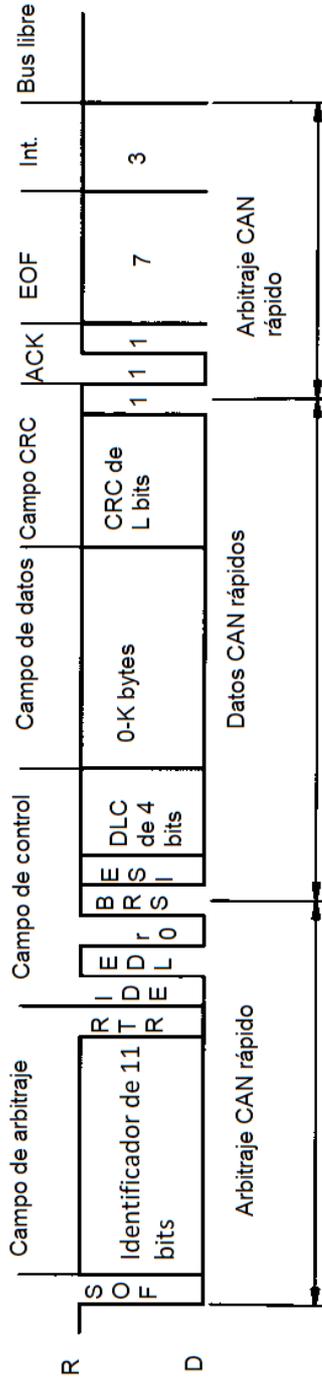


Fig. 1b

Formato estándar CAN "rápido"



Formato extendido CAN FD "rápido"

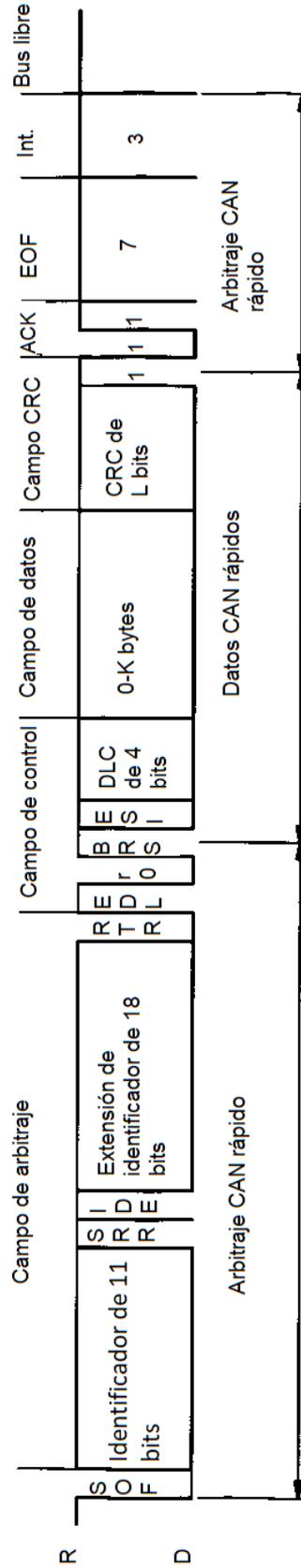


Fig. 1c

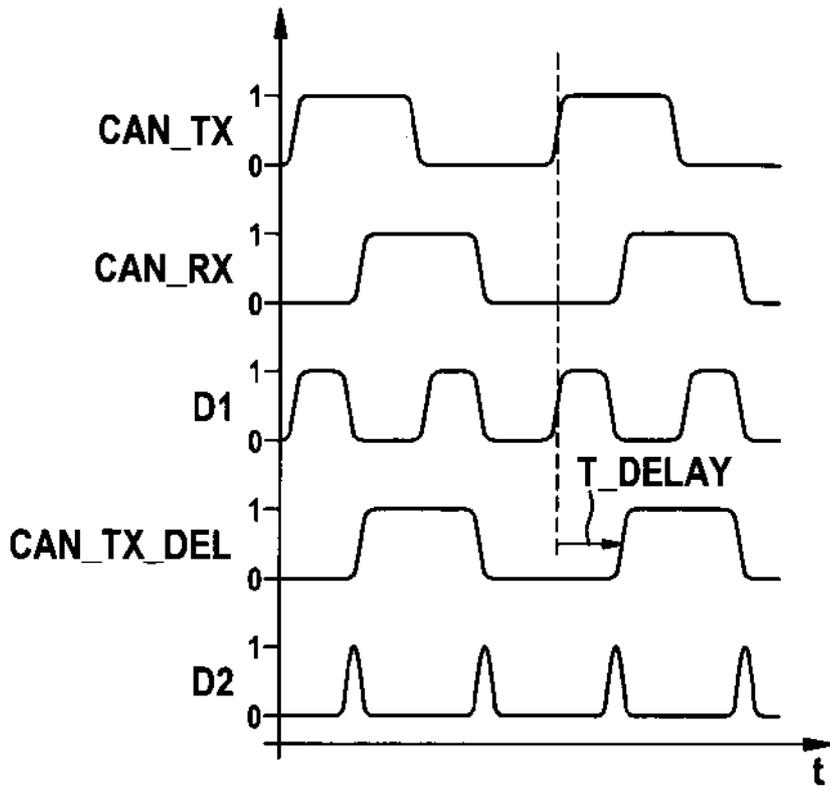


Fig. 2a

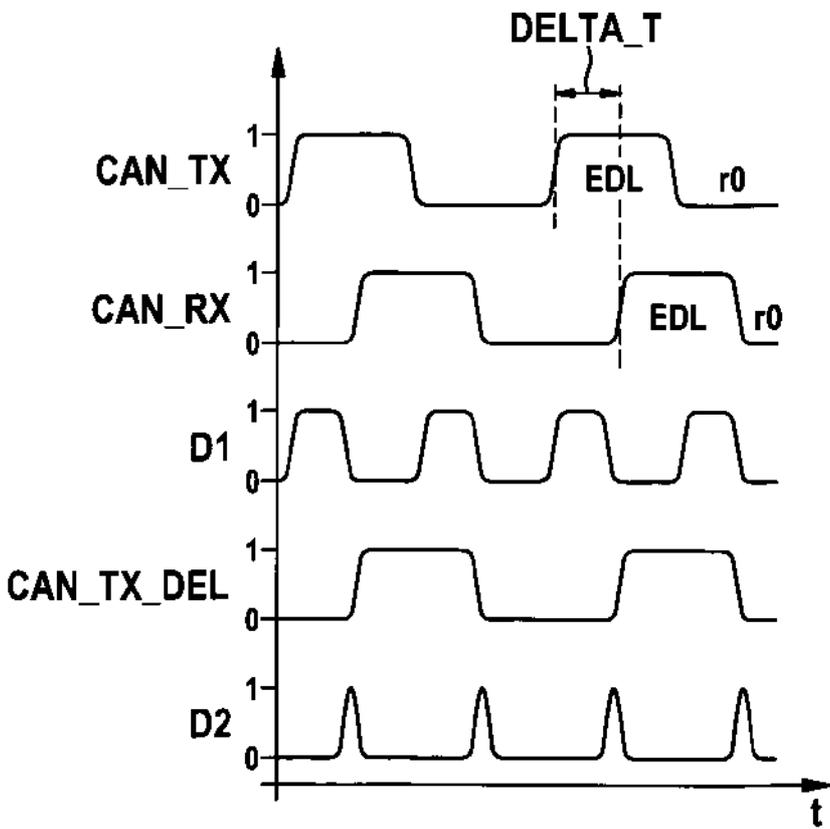


Fig. 2b

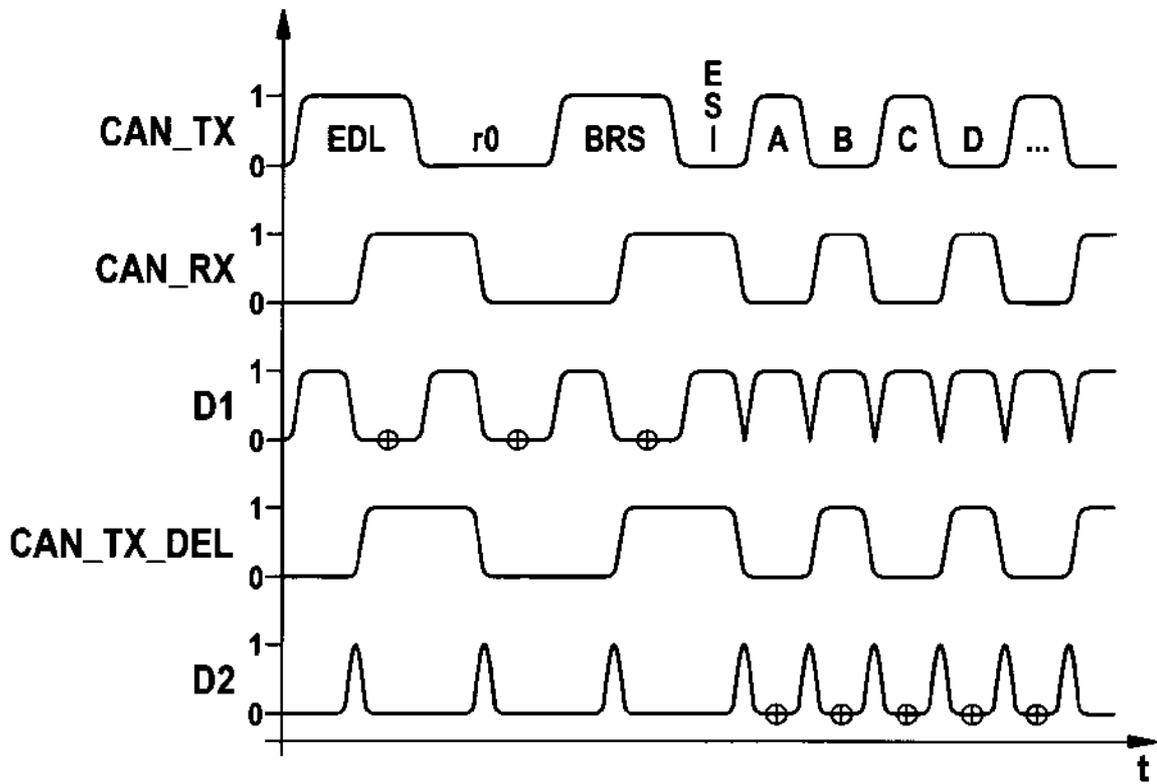


Fig. 2c

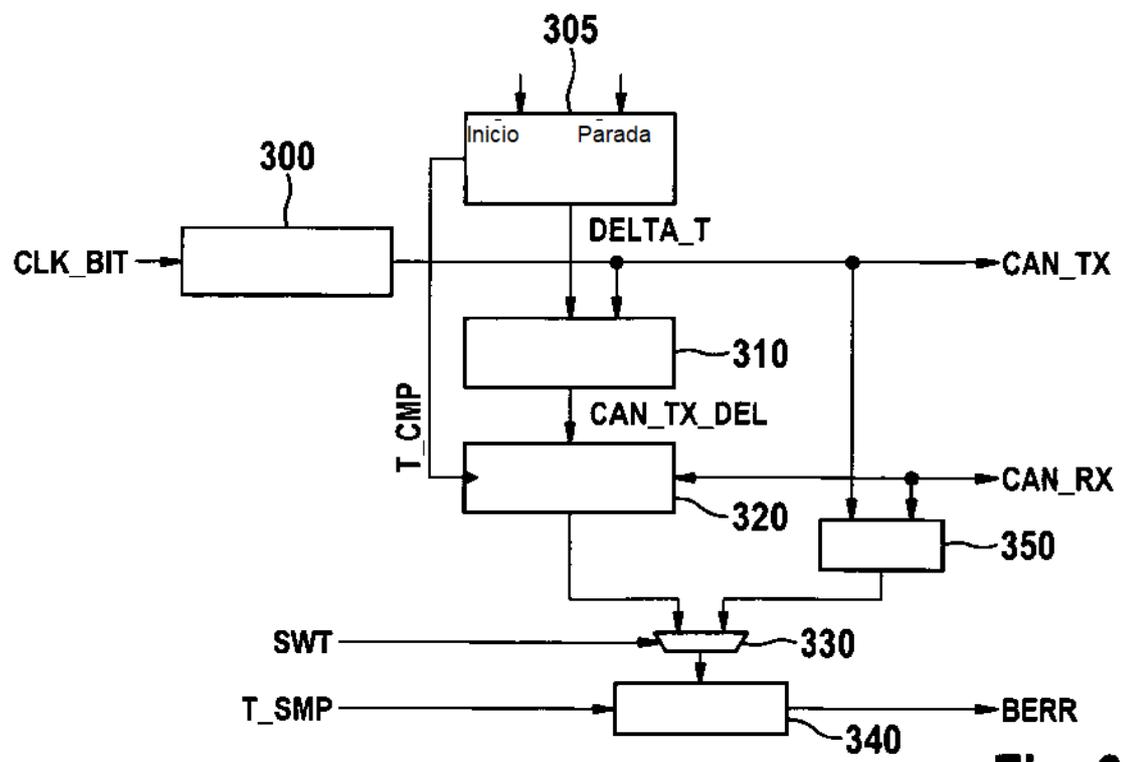


Fig. 3