

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 595 155**

51 Int. Cl.:

G06F 13/42 (2006.01)

H04L 12/413 (2006.01)

G06F 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.03.2012 PCT/EP2012/055579**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.10.2012 WO12136546**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2012 E 12713081 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.07.2016 EP 2695074**

54 Título: **Método y dispositivo para adaptar la seguridad de transmisión de datos en un sistema de bus en serie**

30 Prioridad:

06.04.2011 DE 102011006875

29.06.2011 DE 102011078266

05.08.2011 DE 102011080476

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

28.12.2016

73 Titular/es:

ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)

Postfach 30 02 20

70442 Stuttgart, DE

72 Inventor/es:

HARTWICH, FLORIAN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 595 155 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

Método y dispositivo para adaptar la seguridad de transmisión de datos en un sistema de bus en serie

Estado del arte

5 La presente invención hace referencia a un método, así como a un dispositivo, para adaptar la seguridad de transmisión de datos entre al menos dos participantes en un sistema de bus en serie.

10 A modo de ejemplo, por las normas de la clase ISO 11898-1 a -5 se conoce la red de controladores de área (Controller Area Network, CAN), así como una ampliación de CAN denominada como "CAN activado en el tiempo" ("Time Triggered CAN", TTCAN), denominada a continuación también como norma CAN. El método de control de acceso a los medios utilizado en CAN se basa en un arbitraje de bit a bit. En el arbitraje de bit a bit, varias estaciones participantes pueden transmitir datos al mismo tiempo mediante el canal del sistema bus, sin que por ello la transmisión de datos resulte perjudicada. Al enviar un bit mediante el canal, las estaciones participantes pueden determinar además el estado lógico (0 ó 1) del canal. Si el valor del bit enviado no corresponde al estado lógico determinado del canal, entonces la estación participante finaliza el acceso al canal. En el caso de CAN, el arbitraje bit a bit se efectúa generalmente mediante un identificador dentro de un mensaje que debe ser transmitido a través del canal. Después de que una estación participante ha enviado el identificador completamente al canal, dicha estación advierte que tiene acceso exclusivo al canal. De este modo, el final de la transmisión del identificador corresponde a un inicio de un intervalo de autorización, dentro del cual la estación participante puede utilizar el canal de forma exclusiva. De acuerdo con la especificación del protocolo de CAN, otras estaciones participantes no pueden acceder mientras tanto al canal, es decir enviar datos al canal, hasta que la estación participante emisora haya transmitido un campo de suma de comprobación (campo CRC) del mensaje. De este modo, un punto de finalización de la transmisión del campo CRC corresponde a un final del intervalo de autorización.

25 A través del arbitraje bit a bit se logra por tanto una transmisión no destructiva de aquellos mensajes que, mediante el canal, fueron obtenidos por el método de arbitraje. Los protocolos de CAN son especialmente adecuados para transmitir avisos breves bajo condiciones en tiempo real, donde a través de la asignación adecuada de los identificadores puede asegurarse que mensajes particularmente importantes casi siempre sean obtenidos en el arbitraje y sean enviados de forma exitosa.

30 Con la creciente comunicación en redes de los vehículos de motor modernos y la introducción de sistemas adicionales para mejorar por ejemplo la seguridad de manejo o el confort de manejo han crecido las demandas en cuanto a la cantidad de datos que deben ser transmitidos y a los tiempos de latencia admisibles durante la transmisión. A modo de ejemplo pueden mencionarse sistemas de control dinámico de manejo, como por ejemplo el programa electrónico de estabilidad ESP, los sistemas de asistencia al conductor, como por ejemplo el control de distancia automático ACC o sistemas de información para el conductor, como por ejemplo la detección de señales de tráfico (véanse por ejemplo descripciones en el manual "Bosch Kraftfahrtechnisches Handbuch", edición 27, 2011, de la editorial Vieweg+Teubner).

35 En la solicitud DE 103 11 395 A1 se describe un sistema en donde una comunicación asíncrona, en serie, puede efectuarse de forma alternativa mediante un protocolo CAN físico asimétrico o mediante el protocolo CAN físico simétrico, de manera que con ello es posible alcanzar una tasa de transmisión de datos o una seguridad de la transmisión de datos más elevadas para la comunicación asíncrona.

40 En la solicitud DE 10 2007 051 657 A1 se sugiere aplicar una transmisión de datos asíncrona, rápida, no acorde a CAN, en las ventanas temporales exclusivas del protocolo TTCAN para incrementar la cantidad de datos transmitida.

45 En la solicitud DE 10 2004 055 684 A1 se describe una posibilidad para utilizar sumas de verificación CRC de distinto tamaño durante el intercambio de mensajes de diferente longitud, donde respectivamente el software en el emisor y en el receptor evalúa la longitud del campo de datos y, en función de ello, calcula la CRC de diferente modo. La verificación de la corrección de la CRC tiene lugar en el receptor después de recibir el mensaje completo. No se describe ninguna reacción en cuanto a la determinación de una transmisión correcta o incorrecta.

G. Cena y A. Valenzano, en "Overclocking of controller area networks" (Electronics Letters, Vol. 35, Nº 22 (1999), S. 1924) tratan el tema de los efectos de un incremento de la frecuencia (overclocking) del bus en algunas partes de los mensajes a la tasa de datos alcanzada de forma efectiva. En dicha publicación no se trata la seguridad de la transmisión de datos.

50 Puede observarse que el estado del arte no arroja resultados satisfactorios en todos los aspectos.

Descripción de la invención

A continuación, la presente invención con sus ventajas se describen mediante dibujos y ejemplos de ejecución. El objeto de la invención no se limita a los ejemplos de ejecución representados y explicados.

Ventajas de la invención

- 5 La presente invención se basa en la transmisión de mensajes con una estructura lógica según el estándar CAN ISO 11898-1 en un sistema de bus con al menos dos unidades de procesamiento de datos participantes, donde la estructura lógica comprende un bit de inicio de trama, un campo de arbitraje, un campo de control, un campo de datos, un campo CRC, un campo de acuse de recibo y una secuencia de fin de trama, y donde el campo de control comprende un código de longitud de datos que contiene información sobre la longitud del campo de datos.
- 10 La invención brinda la posibilidad de utilizar un polinomio modificado para determinados mensajes enviados, para calcular la suma de verificación, y de transmitir un campo CRC con un tamaño que se desvía de la norma CAN, en donde el campo CRC de los mensajes transmitidos puede presentar al menos dos cantidades diferentes de bits y para al menos uno de los valores válidos del código de longitud de datos presenta una cantidad de bits que se desvía de la norma CAN ISO 11898-1, y donde para determinar el contenido de un campo CRC de esa clase, el cual presenta una cantidad de bits diferente, se utiliza al menos un polinomio generador que se desvía de la norma CAN
- 15 ISO 11898-1. Lo mencionado ofrece la ventaja de que la seguridad para la detección de errores se mantiene también para mayores cantidades de datos transmitidos.
- En una forma de ejecución particularmente ventajosa, al inicio de un mensaje se inician de forma paralela varios cálculos de sumas de verificación y, en función del contenido del código de longitud de datos, se decide qué resultado de uno de esos cálculos se utiliza, así como se transmite en el campo CRC. De este modo es posible
- 20 enviar el mensaje con la información sobre si un mensaje se transmite según el método acorde a la norma o según el método modificado, acorde a la invención, sin informar previamente al receptor sobre el método utilizado. Las sumas de verificación para comprobar la transmisión correcta de los datos se encuentran presentes para ambos métodos y pueden evaluarse según la necesidad.
- Una forma de ejecución ventajosa se logra proporcionando una posibilidad para ampliar el campo de datos de un mensaje transmitido, con el efecto de que, en comparación con un mensaje CAN estándar, puede transmitirse mediante el bus una cantidad de datos mayor con un único mensaje. De este modo, de manera ventajosa, se incrementa la relación de la cantidad de datos con respecto a la información de control en un mensaje y, con ello, se incrementa también la tasa media de transmisión de datos mediante el sistema bus.
- 25 Al establecer una asociación unívoca entre el contenido del código de longitud de datos y la longitud del campo de datos, de manera ventajosa, se alcanza una flexibilidad elevada con respecto al tamaño posible del campo de datos.
- Asimismo, se considera ventajoso que para los valores utilizados por lo general en la norma CAN de entre 0b0001 y 0b1000 del código de longitud de datos sean utilizados los tamaños del campo de datos correspondientes a la norma CAN, es decir que se asignen entre 1 y 8 bytes, y que los valores restantes del código de longitud de datos sean utilizados para los otros tamaños admisibles del campo de datos hasta el tamaño máximo posible. Esto reduce
- 35 la inversión para adaptar el software de aplicación al adecuarlo al método acorde a la invención de modo que pueda economizarse en cuanto a costes.
- Se considera además ventajoso que los bits de relleno eventualmente existentes que se presentan enfrente del campo CRC en el mensaje se consideren en el cálculo de la suma de verificación. Gracias a ello se mejora aún más la seguridad de la transmisión de datos, así como la probabilidad de detectar errores en la transmisión.
- 40 Si se combina el método además con una conmutación de la longitud del bit, por ejemplo al menos para los bits del campo de datos y del campo CRC, se logra entonces la ventaja adicional de que una cantidad mayor de datos se transmite de forma acelerada, en comparación con el caso de una limitación del campo de datos en 8 bytes. Debido a ello se incrementa aún más la tasa media de transmisión del sistema bus. En una variante ventajosa, en este caso, una identificación de los mensajes con una longitud reducida del bit tiene lugar a través de un bit de identificación en
- 45 el campo de control. De este modo, la conmutación de la longitud del bit se efectúa independientemente de la conmutación del cálculo CRC, así como del tamaño del campo de datos, y puede responder con flexibilidad frente a las condiciones del sistema bus.
- De manera ventajosa, el método puede utilizarse durante el funcionamiento normal de un vehículo de motor para transmitir datos entre al menos dos dispositivos de control del vehículo de motor, donde dichos dispositivos se encuentran conectados el uno al otro mediante un bus de datos adecuado. Sin embargo, de manera igualmente ventajosa, es posible utilizarlo durante la producción o el mantenimiento de un vehículo de motor para transmitir datos entre una unidad de programación conectada a un bus de datos adecuado con el fin de una programación y al menos un dispositivo de control del vehículo de motor que se encuentra conectado al bus de datos. Se considera igualmente ventajoso el hecho de que puede utilizarse en el área industrial cuando deben transmitirse cantidades
- 50

mayores de datos, por ejemplo con el fin de un control. En particular, cuando debido a la longitud del trayecto de transmisión durante el arbitraje debe aplicarse una tasa de datos reducida para que todos los participantes tengan la posibilidad de mantener el acceso al bus, a través del método, en particular en combinación con la conmutación de la longitud del campo de datos y la reducción de la longitud del bit, puede alcanzarse una tasa de transmisión de datos más elevada.

Otra ventaja reside en el hecho de que un controlador de la norma CAN sólo debe ser modificado mínimamente para poder operar conforme a la invención. Un controlador de comunicación acorde a la invención, el cual puede operar también como controlador de la norma CAN, sólo es apenas más grande que un controlador de la norma CAN convencional. El respectivo programa de aplicación no debe ser modificado, de manera que ya así se alcanzan ventajas en cuanto a la velocidad de la transmisión de datos.

De manera ventajosa pueden adoptarse gran parte de las pruebas de conformidad de CAN (ISO 16845). En una variante ventajosa, el método de transmisión acorde a la invención puede combinarse con los complementos de TTCAN (ISO 11898-4).

Dibujos

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

Figura 1a: muestra las dos alternativas para la estructura de mensajes en formato CAN según la norma CAN ISO 11898-1 correspondiente al estado del arte.

Figura 1b: muestra las dos alternativas análogas para el formato de los mensajes modificados de acuerdo con la invención.

Figura 2: representa diferentes posibilidades de cómo el contenido del código de longitud de datos, de acuerdo con la invención, puede interpretarse como desviado con respecto a la norma CAN ISO 11898-1.

Figura 3: representa esquemáticamente un ejemplo de ejecución del proceso de recepción acorde a la invención en una estación participante del sistema bus.

Figura 4: representa esquemáticamente otro ejemplo de ejecución del proceso de recepción acorde a la invención en una estación participante del sistema bus.

Figura 5: muestra dos ejemplos para el formato de mensajes modificados conforme a la invención, en donde adicionalmente se utiliza una longitud del bit diferente en áreas definidas dentro del mensaje.

Descripción de los ejemplos de ejecución

En la figura 1a se representa la estructura de mensajes tal como se utilizan en un bus CAN para la transmisión de datos. Se representan los dos formatos diferentes "estándar" y "extendido". El método acorde a la invención puede aplicarse del mismo modo en los dos formatos.

El mensaje comienza con un bit de "inicio de trama" (SOF) que señala el inicio del mensaje. Continúa una sección que en primer lugar sirve para identificar el mensaje, mediante la cual los participantes del sistema bus deciden si reciben el mensaje o no. Esta sección se denomina "campo de arbitraje" y contiene el identificador. Sigue un "campo de control" que, entre otras cosas, contiene el código de longitud de datos. El código de longitud de datos contiene información sobre el tamaño del campo de datos del mensaje. A continuación se encuentra el campo de datos propiamente dicho "campo de datos" que contiene los datos que deben ser intercambiados entre los participantes del sistema bus. Sigue el "campo CRC" con la suma de verificación que contiene 15 bits y un delimitador, y a continuación dos "bits de acuse de recibo" (ACK) que sirven para señalar a los emisores la recepción exitosa de un mensaje. El mensaje finaliza con una "secuencia de fin de trama" (EOF).

En el caso del método de transmisión CAN, según la norma, el campo de datos puede contener como máximo 8 bytes, es decir 64 bits de datos. El código de longitud de datos según la norma comprende cuatro bits, es decir que puede adoptar 16 valores diferentes. En los sistemas bus actuales, de este rango de valores se utilizan sólo ocho valores diferentes para los distintos tamaños del campo de datos, de 1 hasta 8 bytes. En la norma CAN no se recomienda un campo de datos de 0 bytes y no se admiten más de 8 bytes. En la figura 2, la asociación de los valores del código de longitud de datos a los tamaños del campo de datos se representa en la columna de la norma CAN.

En la figura 1b, en una representación análoga, se oponen los mensajes modificados que deben ser transmitidos conforme a la invención, respectivamente derivados de los dos formatos de la norma.

En el método de transmisión modificado conforme a la invención, el campo de datos puede contener también más de 8 bytes, a saber, en la variante representada hasta K bytes. De modo diferente en comparación con la norma CAN, los otros valores que puede adoptar el código de longitud de datos se utilizan para identificar campos de datos de mayor tamaño. A modo de ejemplo, los cuatro bits del código de longitud de datos pueden utilizarse para representar los valores desde cero hasta 15 bytes. Sin embargo, pueden efectuarse también otras asociaciones, donde por ejemplo una posibilidad consiste en utilizar el valor del código de longitud de datos DLC = 0b0000, no utilizado generalmente en los mensajes CAN actuales, para otro tamaño posible del campo de datos, por ejemplo para el tamaño de 16 bytes. Estas dos posibilidades se representan en la figura 2 en forma de tabla como DLC 1 y DLC 2. El tamaño máximo del campo de datos K en estos casos posee el valor 15, así como 16.

Otra posibilidad consiste en incrementar los respectivos tamaños del campo de datos, por ejemplo respectivamente en 2 bytes, para los valores del código de longitud de datos superiores a 0b1000 y de hasta 0b1111. Este caso se representa en la tabla como DLC 3. El tamaño máximo del campo de datos K alcanza en esta variante el valor 24. A través de la selección de un incremento mayor, por ejemplo de 4 bytes, podrían alcanzarse campos de datos más grandes de forma correspondiente.

En el ejemplo DLC3 se efectúa además una modificación adicional: en este ejemplo de ejecución el valor DLC = 0b0000 es utilizado por tramas remotas. Por el contrario, en la norma CAN se prevé que se envíe una trama remota con el mismo valor del DLC que el mensaje transmitido, como una respuesta frente a la trama remota. A través de la modificación aquí descrita se asegura que no puedan enviarse tramas remotas con DLC diferente y con el mismo identificador, lo cual puede conducir a colisiones irresolubles (véase ISO 11898-1, cap.10.8.8).

En las variantes del método que se representan en la figura 2 en las columnas DLC 1, DLC 2 y DLC 3 a modo de una tabla, la asociación de los valores desde 0b0001 hasta 0b1000 del código de longitud de datos, con respecto a los tamaños del campo de datos entre 1 y 8 bytes, corresponde a la asociación en la norma CAN. Gracias a ello es posible de modo sencillo alcanzar una compatibilidad con respecto a la norma CAN, es decir, diseñar el controlador de comunicación de manera que éste opere de un modo acorde al estándar en un sistema bus de la norma CAN. No obstante, también es posible realizar una asociación completamente nueva de los valores posibles del código de longitud de datos con respecto a los tamaños admisibles del campo de datos. Un ejemplo de ello se muestra igualmente en la figura 2 como DLC 4. En este caso, el tamaño máximo K alcanzado del campo de datos es de 30 bytes.

Para garantizar que un controlador de comunicación de este tipo pueda determinar de qué modo debe interpretar los contenidos del código de longitud de datos, se considera ventajoso que éste detecte de forma automática si la comunicación del sistema bus se desarrolla según la norma CAN o según el método acorde a la invención. Una posibilidad consiste en emplear para la identificación un bit reservado dentro del campo de arbitraje o del campo de control, de manera que a partir de esa primera identificación K1 el controlador de comunicación pueda deducir una primera condición de conmutación UB1, en función de la cual dicho controlador seleccione el método de transmisión. A modo de ejemplo, para la identificación puede utilizarse el segundo bit del campo de control, denominado en la figura 1b como r0. Otra posibilidad consiste en utilizar el bit SRR que debe ser enviado siempre de forma recesiva en la norma CAN, pero el cual es aceptado también de forma dominante por el participante del bus que recibe el mensaje. Es posible también evaluar combinaciones de bits para determinar la primera condición de conmutación UB1.

Otra posibilidad consistiría en imponer la utilización del formato extendido para el método de transmisión modificado conforme a la invención. Los mensajes en formato extendido son detectados por los participantes del bus en el valor del bit IDE (véase la figura 1a) y ese bit podría representar al mismo tiempo la primera condición de conmutación UB1, de manera que para los mensajes extendidos se utilice siempre el método de transmisión modificado. De forma alternativa también sería posible utilizar en los mensajes extendidos el bit r1 reservado como primera identificación K1 o para deducir la primera condición de conmutación UB1. Tal como se explica más adelante, sin embargo, el bit reservado puede ser utilizado también para deducir una segunda condición de conmutación UB2 para conmutar entre más de dos tamaños diferentes del campo de datos, así como para establecer asociaciones entre valores del código de longitud de datos y tamaños del campo de datos.

De manera alternativa también es posible sin embargo aplicar el método en controladores de comunicación adecuados que tampoco están diseñados para la comunicación CAN conforme al estándar. En este caso puede suprimirse también la determinación de la primera condición de conmutación UB1 mencionada, por ejemplo en función de una identificación K1 adecuada de los mensajes. En este caso, los controladores de comunicación operan más bien exclusivamente según uno de los métodos descritos y pueden emplearse de forma correspondiente sólo en sistemas bus en los cuales exclusivamente se utilizan controladores de comunicación acordes a la invención de ese tipo. El bit o los bits dentro del mensaje, los cuales además se utilizaron para identificar los mensajes acordes

a la invención con respecto a los mensajes según la norma, en este caso igualmente pueden suprimirse, o son ignorados por los participantes de la comunicación en cuanto al método para la transmisión de datos.

Si el campo de datos de mensajes se amplía, tal como se prevé en la presente invención, entonces puede ser conveniente adaptar también el método utilizado a la prueba de redundancia cíclica (CRC) para alcanzar una seguridad suficiente contra fallos. En particular puede ser ventajoso utilizar otro polinomio CRC, por ejemplo de un orden superior, y de forma correspondiente proporcionar un campo CRC con un tamaño diferente en los mensajes modificados conforme a la invención. En la figura 1b esto se representa de manera que el campo CRC de los mensajes acordes a la invención presenta una longitud de bits L en el ejemplo representado, donde L, desviándose de la norma CAN, puede ser diferente, en especial superior a 15.

La utilización de un método modificado para calcular la suma de verificación CRC puede ser señalizada a los participantes del bus a través de una tercera identificación K3 que representa una tercera condición de conmutación UB3. La identificación K3 y la tercera condición de conmutación UB3, sin embargo, también puede coincidir con la primera identificación K1 y/o con la condición de conmutación UB1. También en este caso, del modo antes descrito, el bit r0 reservado de la figura 1b puede servir también para la identificación, o puede utilizarse el bit SRR. También se considera una utilización del bit IDE en combinación con la aplicación del método en mensajes extendidos, así como también el bit r1.

En los controladores de la norma CAN, el código CRC de mensajes CAN a ser enviados es generado mediante un registro de desplazamiento con retroalimentación (feedback), en cuya entrada se ingresan secuencialmente los bits del mensaje enviados en forma de serie. El ancho del registro de desplazamiento corresponde al orden del polinomio CRC. La codificación CRC se efectúa vinculando el contenido del registro al polinomio CRC durante las operaciones de desplazamiento. Cuando se reciben mensajes CAN, los bits del mensaje recibidos en forma de serie son movidos al registro de desplazamiento CRC de forma correspondiente. La prueba CRC es exitosa cuando al final del campo CRC todos los bits del registro de desplazamiento se encuentran en cero. La generación del código CRC en el caso de un envío y la prueba CRC en el caso de una recepción tienen lugar en el hardware, sin que sea necesario interferir en el software. Por tanto, una modificación de la codificación CRC no produce ningún efecto sobre el software de la aplicación.

En el protocolo de la norma CAN, los bits de relleno dentro de los mensajes CAN (véase ISO 11898-1, cap. 10.5) no se incluyen en el cálculo o en la prueba del código CRC (véase ISO 11898-1, cap. 10.4.2.6: "... the bit stream given by the destuffed bit sequence ..."). Esto tiene como consecuencia que, en casos poco frecuentes, dos errores de bits no sean detectados en un mensaje, aunque el CRC en realidad debería detectar hasta cinco errores de bits distribuidos al azar en un mensaje. Esto puede suceder cuando bits de relleno se transforman en bits de datos a través de los errores de bits, y viceversa (véase Unruh, Mathony y Kaiser: "Error Detection Analysis of Automotive Communication Protocols", SAE International Congress, N° 900699, Detroit, USA, 1990).

Por otra parte, en el método de transmisión modificado conforme a la invención, la codificación CRC puede cambiarse de manera que también los bits de relleno dentro del mensaje puedan ser incluidos en el cálculo o en la prueba del código CRC. Esto significa que en esa forma de ejecución los bits de relleno pertenecientes al campo de arbitraje, al campo de control y al campo de datos se tratan como parte de los datos que deben ser protegidos por la prueba de redundancia cíclica. Los bits de relleno del campo CRC se ocultan como en la norma CAN.

En una posible forma de ejecución, el controlador de comunicación está diseñado de manera que presenta compatibilidad con respecto a la norma CAN, es decir que opera en un sistema bus CAN conforme al estándar, mientras que en un sistema bus modificado conforme a la invención, por una parte, se admiten campos de datos más grandes en los mensajes y, por otra parte, se realiza también el cálculo adaptado y la prueba del código CRC.

Puesto que al inicio de un mensaje aún no es certero si se va a recibir un mensaje CAN conforme al estándar o un mensaje modificado conforme a la invención, en un controlador de comunicación acorde a la invención se implementan dos registros de desplazamiento CRC que trabajan de forma paralela. Después de la recepción del delimitador CRC, cuando el código CRC se evalúa en el receptor, debido a la tercera identificación K3 acorde a la invención, así como a la tercera condición de conmutación UB3 deducida por ejemplo en base a la identificación o al contenido del código de longitud de datos, se establece qué método de transmisión fue utilizado, y se evalúa entonces el registro de desplazamiento asociado a ese método de transmisión. Del modo antes representado, la tercera condición de conmutación UB3 puede coincidir con la primera condición de conmutación UB1 que hace referencia al tamaño del campo de datos y a la interpretación del código de longitud de datos.

Al inicio del envío de un mensaje para el emisor ya es certero qué método de transmisión debe ser enviado. No obstante, puesto que puede ocurrir que el arbitraje se pierda al acceder al bus y el mensaje iniciado no sea enviado sino, en su lugar, otro mensaje sea recibido, aquí también los dos registros de desplazamiento CRC son activados de forma paralela.

La implementación descrita de dos registros de desplazamiento CRC que operan de forma paralela posibilita también otra mejora:

El polinomio CRC del protocolo de la norma CAN ($x^{15} + x^{14} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^4 + x^3 + 1$) está diseñado para una longitud de los mensajes menor a 127 bits. Si los mensajes transmitidos conforme a la invención utilizan también campos de datos más largos, entonces es conveniente utilizar otro polinomio CRC, en particular más largo, para mantener la seguridad de la transmisión. Conforme a ello, los mensajes transmitidos de acuerdo con la invención obtienen un campo CRC modificado, en particular más largo. Durante el funcionamiento, los controladores de comunicación cambian dinámicamente entre los dos registros de desplazamiento CRC, es decir entre el registro de desplazamiento según la norma CAN y el registro de desplazamiento según la invención, para utilizar el polinomio respectivamente adecuado.

Naturalmente pueden utilizarse también más de dos registros de desplazamiento y, de forma correspondiente, más de dos polinomios CRC de forma escalonada en función de la longitud del campo de datos o de la seguridad de transmisión deseada. En ese caso, siempre que deba mantenerse una compatibilidad con respecto a la norma CAN, debe adaptarse la identificación correspondiente y la condición de conmutación asociada a la misma. A modo de ejemplo, a través del bit r0 reservado o del bit SRR en la figura 1b, podría activarse una primera condición de conmutación UB1 que indique una conmutación a campos de datos más largos, por ejemplo conforme a DLC 1 en la figura 2, y un respectivo segundo polinomio CRC. De manera adicional, por ejemplo para mensajes en formato extendido, por ejemplo a través del bit r1 reservado o del bit IDE en la figura 1b (segunda identificación K2), podría activarse una segunda condición de conmutación UB2 que indicara la conmutación a otro registro de tamaños del campo de datos, por ejemplo DLC 3 de la figura 2, y un tercer polinomio CRC.

Es posible además que la primera condición de conmutación UB1, a través del bit r0 reservado o del bit SRR, cambie a la posibilidad de campos de datos más largos y a la interpretación correspondiente del contenido del código de longitud de datos, y que la determinación de la tercera condición de conmutación UB3 y, junto con ello, la selección del polinomio CRC que debe ser evaluado para la prueba CRC, se efectúe en función del contenido del código de longitud de datos. De manera correspondiente, la tercera condición de conmutación UB3 puede adoptar también más de dos valores. A modo de ejemplo, los tamaños de los campos de datos podrían seleccionarse según DLC3, es decir, adoptando los valores 0 (para tramas remotas) 1, ..., 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 y 24 bytes, y podrían calcularse paralelamente entonces tres polinomios CRC mediante registros de desplazamiento adecuados, por ejemplo el polinomio de la norma CRC para campos de datos de hasta 8 bytes, un segundo polinomio CRC para campos de datos de hasta 16 bytes y un tercer polinomio CRC para campos de datos de hasta 24 bytes.

La figura 3, en una representación simplificada, muestra una parte del proceso de recepción acorde a la invención, tal como se desarrolla en una estación participante del sistema bus. Se representa aquí el caso en donde se alcanza una compatibilidad con respecto a la norma CAN, adecuando el comportamiento del controlador de comunicación en función de la primera condición de conmutación UB1. Si bien en la figura 3 se seleccionó una representación habitual para la descripción de ejecuciones de programas en software, el método es adecuado en su totalidad igualmente para ser implementado en hardware. El desarrollo representado puede aplicarse también en formas de ejecución en las cuales puede prescindirse de condiciones de conmutación, por ejemplo como se describió anteriormente con respecto a la condición de conmutación UB1. Sin embargo, el proceso de recepción se simplifica, en tanto que efectivamente solamente se atraviesa una de las rutas que además son atravesadas en función de la condición de conmutación correspondiente. Se prescinde aquí de un diagrama de flujo separado simplificado de esa clase.

La estación participante se encuentra en primer lugar en un estado de exploración del bus, hasta que en el bus no haya ningún tráfico de comunicación. La consulta 302 espera por tanto a un bit dominante en el bus. Ese bit indica el comienzo de un nuevo mensaje.

Tan pronto como fue determinado el inicio de un nuevo mensaje, en el bloque 304 comienza el cálculo de al menos dos sumas de verificación que deben ser calculadas de forma paralela. La primera suma de verificación corresponde al cálculo CRC de la norma CAN, mientras que la segunda suma de verificación se calcula según el nuevo método. En el ejemplo de ejecución representado, al calcular la segunda suma de verificación se incluyen los bits de relleno, mientras que ése no es el caso en el cálculo según la norma CAN. Sin embargo, también es posible no considerar los bits de relleno tampoco para el cálculo de la segunda suma de verificación, de forma análoga a la norma CAN.

A continuación, a partir de la etapa 306, se reciben los otros bits del mensaje que siguen al bit SOF, iniciando con el campo de arbitraje. En el caso de que varios participantes del bus deseen enviar un mensaje, según el método habitual en base a la norma CAN, se acuerda qué participante del bus obtiene el acceso al bus. El bloque 306 representado indica la recepción de todos los bits hasta que la primera identificación K1 ha sido recibida, así como hasta que la primera condición de conmutación UB1 ha sido determinada. En los ejemplos mencionados, la primera condición de conmutación UB1 es determinada en base al campo de arbitraje, por ejemplo desde el bit SRR o desde el bit IDE, o en base al campo de control, por ejemplo en base a un bit reservado del mismo (véase la figura 1). A continuación, en el bloque 308 pueden recibirse aún otros bits del mensaje, hasta que a partir de un bit determinado

del mensaje se procede de forma diferente en función de la primera condición de conmutación UB1 determinada. Esta división en diferentes modos de proceder se garantiza a través de una consulta o bifurcación 310 correspondiente, tal como se representa a continuación a modo de ejemplo.

Si en la bifurcación 310, por ejemplo después de recibir los primeros dos bits del campo de control, se encuentra presente la información que indica que, de acuerdo con la primera condición de conmutación UB1, la comunicación se efectúa según la norma CAN (la ruta indicada con "1" en la figura 3), entonces en la etapa 312 son leídos los otros bits del campo de control. De acuerdo con la norma CAN, en base a esos bits se evalúa el código de longitud de datos y a continuación, en la etapa 316, se recibe la respectiva cantidad de datos, como máximo 8 bytes, en correspondencia con el campo de datos. En la etapa 320 se recibe después el campo CRC que comprende 15 bits. Si en la bifurcación 324 se encuentra presente la información que indica que la suma de verificación transmitida por el emisor y la suma de verificación CRC determinada por el propio receptor coinciden, entonces en el bloque 328 se envía un bit de acuse de recibo dominante. Debe tenerse en cuenta que en este caso la suma de verificación CRC acorde a la norma es comparada, ya que la comunicación se efectúa según la norma CAN. Si no se determina ninguna coincidencia, entonces el bit de acuse de recibo se envía de forma recesiva (bloque 330). A continuación siguen delimitadores ACK y bits EOF (véase la figura 1b, no se encuentra representado en la figura 3).

Por el contrario, si en la bifurcación 310, por ejemplo después de recibir los primeros dos bits del campo de control, se encuentra presente la información que indica que, de acuerdo con la primera condición de conmutación UB1, debe aplicarse el método de comunicación modificado según la invención (la ruta indicada con "2" en la figura 3), entonces en el bloque 314 son leídos los otros bits del campo de control. En base al resultado, el código de longitud de datos se determina según la nueva interpretación, para la cual en la figura 2 se representan algunos ejemplos en forma de una tabla. En el bloque 318 se recibe la cantidad de datos correspondiente, es decir, para el ejemplo DLC 1 en la tabla de la figura 2 hasta 15 bytes, para el ejemplo DLC 2 hasta 16 bytes, para el ejemplo DLC 3 hasta 24 bytes y para el ejemplo DLC 4 hasta 30 bytes de datos. En el bloque 322 se recibe el campo CRC que presenta una desviación, de forma acorde a la invención, en particular un campo más largo. Si en la bifurcación 324 se encuentra presente la información que indica que la suma de verificación transmitida por el emisor y la suma de verificación CRC determinada por el propio receptor coinciden, donde en ese caso la comparación se basa en la suma de verificación CRC que presenta una desviación, de forma acorde a la invención, entonces en el bloque 328 se envía un bit de acuse de recibo dominante. De lo contrario se envía el bit de acuse de recibo recesivo (bloque 330). A continuación, en la etapa 332, así como 334, siguen el delimitador ACK y los bits EOF. Con ello finaliza un proceso de recepción de un mensaje.

En la figura 3 se representa el caso en donde la tercera condición de conmutación UB3, la cual determina el CRC que debe ser utilizado, coincide con la primera condición de conmutación UB1 que hace referencia al tamaño del campo de datos y a la interpretación del código de longitud de datos. Antes de la recepción 320, así como 322, de las sumas de verificación CRC, no se consultó nuevamente qué CRC debe ser recibido y evaluado para la bifurcación 324 según la tercera condición de conmutación UB3. Esa consulta adicional puede incluirse en la secuencia a través de una simple modificación del diagrama de flujo de la figura 3, tal como se representa en la figura 4.

En el proceso de recepción modificado de ese modo, según la figura 4, después de la recepción de la cantidad de bytes de datos del campo de datos esperada según la información proveniente del código de longitud de datos, en el bloque 316, así como 318, en la consulta o bifurcación 410 se determina qué valor presenta la tercera condición de conmutación UB3. Esa información, del modo antes descrito, puede haber sido determinada por ejemplo en base a la tercera identificación K3 correspondiente o al contenido del código de longitud de datos. En el ejemplo representado existen tres valores diferentes para la tercera condición de conmutación UB3, a saber A, B y C. En función del valor de la condición de conmutación UB3, en los bloques 420, 422 y 424 se lee una cantidad diferente de bits del campo CRC, por ejemplo 15 bits para el valor A, 17 bits para el valor B y 19 bits para el valor C. A continuación, en la bifurcación 324, de forma análoga a la figura 3, se controla si la suma de verificación transmitida por el emisor y la suma de verificación CRC determinada por el propio receptor coinciden y se procede en función de ello.

La figura 5, para otros ejemplos de ejecución del método de transmisión acorde a la invención, muestra nuevamente la estructura de mensajes en las dos variantes posibles, en el formato estándar y en el formato extendido. En la figura 5, para las dos variantes se marcan áreas en donde se cambia entre dos estados, señalados aquí como arbitraje fast-CAN y datos fast-CAN. Esta conmutación entre los dos estados, en este ejemplo, tiene como consecuencia que después de finalizado el arbitraje para una parte del mensaje, en particular para el campo de datos y el campo CRC, las longitudes de los datos son reducidas y, con ello, los bits individuales son transmitidos más rápido mediante el bus. Gracias a ello, puede reducirse el tiempo de transmisión para un mensaje, en comparación con el método conforme al estándar. El respectivo cambio de la longitud temporal de bits, a modo de ejemplo, puede realizarse a través de al menos dos factores de escala diferentes para ajustar la unidad de tiempo del bus, relativamente con respecto a la unidad de tiempo menor o al ciclo del oscilador durante la operación. La conmutación de la longitud de bits, así como la modificación correspondiente del factor de escala, se representan en la figura 5 igualmente a modo de ejemplo.

El paso entre los estados de arbitraje fast-CAN y datos fast-CAN puede tener lugar en función de una cuarta condición de conmutación UB4 que se corresponde con la cuarta identificación K4 de los mensajes, la cual señala a los participantes de la transmisión de datos que se aplica la longitud de bits reducida. En el ejemplo de ejecución aquí representado, la posición seleccionada de esa identificación K4 es el "bit reservado" r0 que es transmitido antes del código de longitud de datos. Por tanto, éste corresponde a una posición posible de la primera identificación K1 que a su vez corresponde a la primera condición de conmutación K1 e indica la posible utilización de campos de datos más largos y una interpretación modificada del código de longitud de datos, correspondiendo también a la tercera identificación K3 que a su vez corresponde a un cálculo CRC modificado.

En la figura 6 se representa una posibilidad para identificar los mensajes acordes a la invención con una longitud de bits reducida. En este caso, los mensajes con campos de datos potencialmente más largos (pertenecientes a: la primera identificación K1) y el cálculo CRC modificado (pertenecientes a: la tercera identificación K3) se indican a través de un bit EDL recesivo (longitud de datos extendida) que se presenta de forma dominante en el lugar de un bit transmitido de forma dominante en la norma CAN, reemplazando ese bit o desplazándolo una posición hacia atrás. Para el direccionamiento estándar, el bit EDL se coloca en la segunda posición en el campo de control, desplazando una posición el bit r0 siempre dominante que se encuentra allí. Para el direccionamiento extendido, en el ejemplo mostrado, el bit EDL se coloca en la primera posición del campo de control, reemplazando al bit r1 reservado que se encuentra allí, el cual siempre es transmitido de forma dominante en la norma CAN. Bajo las otras condiciones antes descritas podría prescindirse también de la identificación a través del bit EDL.

Una cuarta identificación K4 (igualmente opcional) que anuncia la utilización de la longitud de bits reducida se representa a través de la inserción de un bit BRS (bit rate switch) adicional recesivo en el campo de control de mensajes acordes a la invención, los cuales se caracterizan por el bit EDL. En el ejemplo de ejecución representado, la posición del bit BRS es la cuarta (direccionamiento estándar), así como la tercera posición (direccionamiento extendido) en el campo de control.

Los mensajes llevan la identificación "CAN FD Fast". En la figura 6 se ilustran áreas para las dos variantes posibles de direccionamiento de mensajes, el formato estándar y el formato extendido, en donde se conmuta entre dos estados, denominados como arbitraje fast-CAN y datos fast-CAN. Del modo antes explicado, esta conmutación entre los dos estados tiene como consecuencia que, para la parte correspondiente del mensaje, la longitud de bits se reduce y, con ello, los bits individuales se transmiten más rápido mediante el bus. Gracias a ello, puede reducirse el tiempo de transmisión para un mensaje, en comparación con el método conforme al estándar. El paso entre los estados de arbitraje fast-CAN y datos fast-CAN se efectúa en mensajes que presentan la primera, así como la tercera identificación EDL, en función de la cuarta identificación BRS que señala a los participantes de la transmisión de datos que se aplica la longitud de bits reducida.

En el caso representado, en donde la segunda identificación BRS sigue a la primera identificación EDL, en el método de transmisión acorde a la invención se transmiten mensajes cuya longitud de bits se encuentra marcadamente reducida, cuyo tamaño de los campos de datos puede extenderse a valores superiores a 8 bytes, y cuyo CRC se encuentra adaptado al campo de datos de mayor tamaño. De este modo se alcanza un incremento considerable de la capacidad de transmisión mediante el sistema bus, al mismo tiempo que una seguridad mejorada de la transmisión.

En el ejemplo representado, la transmisión más rápida comienza inmediatamente después de enviar la respectiva identificación y finaliza inmediatamente después de alcanzar el bit determinado para la conmutación de retorno o cuando fue detectado un motivo para iniciar una trama de error.

En comparación con la figura 3, la figura 7 muestra un proceso de recepción modificado, en donde adicionalmente se conmuta entre los estados de arbitraje fast-CAN y datos fast-CAN en función de la segunda identificación BRS. Si en la bifurcación 310, por ejemplo después de recibir el segundo bit del campo de control como bit EDL recesivo, se encuentra presente información de que debe aplicarse el método de comunicación conforme a la invención, entonces en el bloque 408 se leen los siguientes bits del campo de control. Si el bit que se utiliza para la segunda identificación, por ejemplo el cuarto bit BRS del campo de control ampliado conforme a la invención, se recibe con el valor previsto, por ejemplo de forma recesiva, entonces en el punto de muestra de ese bit se adopta por ejemplo el estado de datos fast-CAN, es decir que se pasa a la longitud de bits reducida (ruta "C"). Si el respectivo bit presenta el valor inverso, es decir el valor dominante en este ejemplo, entonces no tiene lugar una reducción de la longitud de bits (ruta "B"). En los bloques 412, así como 414, tiene lugar la recepción de los bits restantes del campo de control, inclusive del código de longitud de datos, y la recepción del campo de datos según la información de los tamaños, en base al código de longitud de datos. En el bloque 412 se recibe con una longitud normal de los bits, en el bloque 414 con la longitud reducida de los bits. En los bloques 416, así como 418, se lee el campo CRC desviado, acorde a la invención, en particular más largo. En el último bit del campo CRC, en el delimitador CRC, en el bloque 418, se conmuta nuevamente al estado de arbitraje fast CAN con la tasa de bits habitual. A continuación, en la bifurcación 324, de forma análoga a la figura 3, se controla si la suma de verificación transmitida por el emisor y la suma de verificación CRC determinada por el propio receptor coinciden y se procede en función de ello, del mismo modo que en la figura 3.

El siguiente cálculo ilustra la utilidad del ejemplo de ejecución representado en la figura 5 en combinación con el ejemplo de ejecución del método, indicado mediante DLC 3, con un tamaño modificado del campo de datos, con respecto a la tasa de transmisión de datos alcanzada: Se toma como punto de partida una longitud del campo de datos de 24 bytes, una trama de datos en formato estándar con un direccionamiento de 11 bits, así como una velocidad de transmisión de 500 kBit/s. Asimismo, se supone que el factor de escala aumenta en un factor cuatro después del "bit reservado" r0. En ese caso, después del "bit reservado" r0, la longitud de bits se reduciría de 2 microsegundos a 0,5 microsegundos. En este ejemplo, en el caso de no considerar posibles bits de relleno, se transmiten por trama de datos 27 bits (SOF, identificador, RTR, IDE, r0, campo ACK, EOF, intermitencia) con la longitud de bits normal y 212 bits (DLC, datos, CRC, delimitador de CRC) con la longitud de bits reducida, donde aquí se tomó como punto de partida un CRC de 15 bits que, sin embargo, conforme a la invención, podría ser reemplazado por un CRC más largo.

Bajo las condiciones límite dadas resulta una potencia de transmisión efectiva de 293 bits en 160 microsegundos, lo cual, en el caso de una carga supuesta idéntica, corresponde a una tasa de transmisión de datos incrementada en un factor de 3,7 en comparación con la transmisión de la norma CAN no modificada. De manera adicional, la relación de datos útiles (campo de datos) se desplaza ventajosamente con respecto al protocolo-overhead.

El método es adecuado durante el funcionamiento normal de un vehículo de motor para transmitir datos entre al menos dos dispositivos de control del vehículo de motor, donde dichos dispositivos se encuentran conectados el uno al otro mediante un bus de datos adecuado. Sin embargo, de manera igualmente ventajosa, es posible utilizarlo durante la producción o el mantenimiento de un vehículo de motor para transmitir datos entre una unidad de programación conectada a un bus de datos adecuado con el fin de una programación y al menos un dispositivo de control del vehículo de motor que se encuentra conectado al bus de datos. A su vez, también es posible emplear el método en la automatización industrial, por ejemplo para la transmisión de información de control entre unidades de control que se encuentran conectadas unas a otras mediante el bus, las cuales controlan el desarrollo de una secuencia de producción industrial. En dicha área pueden presentarse también líneas del bus muy largas y puede ser especialmente conveniente operar la fase de arbitraje con una longitud de bits relativamente larga, por ejemplo con 16, 32 ó 64 microsegundos, de manera que las señales del bus puedan extenderse durante el proceso de arbitraje del modo necesario en todo el sistema de bus. A continuación, del modo antes descrito, puede conmutarse a longitudes de los bits más reducidas para una parte del mensaje, para que la tasa media de transmisión no sea tan reducida.

En conjunto, el método representa un método de transmisión que se caracteriza porque un controlador de la norma CAN sólo debe ser modificado mínimamente para poder operar conforme a la invención. Un controlador de comunicación acorde a la invención, el cual puede operar también como controlador de la norma CAN, sólo es apenas más grande que un controlador de la norma CAN convencional. El respectivo programa de aplicación no debe ser modificado, de manera que ya así se alcanzan ventajas en cuanto a la velocidad de la transmisión de datos. A través de la utilización del tamaño ampliado del campo de datos y de los respectivos DLC y RLC puede incrementarse aún más la velocidad de la transmisión de datos; las adaptaciones en el software de la aplicación son mínimas. Es posible adoptar gran parte de las pruebas de conformidad de CAN (ISO 16845). También es posible combinar el método de transmisión acorde a la invención con los complementos de TTCAN (ISO 11898-4).

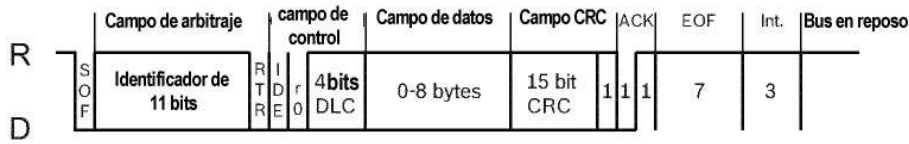
Cuando en la descripción precedente de la invención se hace referencia a los estándares ISO, respectivamente como estado del arte se considera la versión vigente del estándar ISO correspondiente al momento de la solicitud.

REIVINDICACIONES

1. Método para la transmisión de datos en serie en un sistema de bus con al menos dos unidades de procesamiento de datos participantes que intercambian mensajes mediante el bus, donde los mensajes enviados presentan una estructura lógica según la norma CAN ISO 11898-1, donde la estructura lógica comprende un bit de inicio de trama, un campo de arbitraje, un campo de control, un campo de datos, un campo CRC, un campo de acuse de recibo y una secuencia de fin de trama, donde el campo de control comprende un código de longitud de datos que contiene información sobre la longitud del campo de datos, caracterizado porque en función del contenido del código de longitud de datos el campo CRC de mensajes transmitidos puede presentar al menos dos cantidades de bits diferentes, donde al inicio de un mensaje el cálculo de al menos dos sumas de verificación CRC se inicia paralelamente mediante polinomios generadores diferentes.
2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque para determinar el contenido del campo CRC en función del contenido del código de longitud de datos se utilizan al menos dos polinomios generadores diferentes.
3. Método según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque para al menos un valor válido del código de longitud de datos la cantidad de bits en el campo CRC y el polinomio generador utilizado para determinar el campo CRC corresponden a la norma CAN ISO 11898-1.
4. Método según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la cantidad de bits en el campo CRC se deriva en función del contenido del código de longitud de datos, donde el proceso de recepción se adapta en función de la cantidad de bits derivada en el campo CRC.
5. Método según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque en función del contenido del código de longitud de datos se decide qué resultado se utiliza desde uno de los cálculos CRC iniciados de forma paralela.
6. Método según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque en el caso de al menos uno de los cálculos CRC realizados de forma paralela se consideran también bits de relleno eventuales dentro de las secciones del mensaje que se encuentran en frente del campo CRC.
7. Método según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el campo de control de los mensajes puede comprender más de ocho bytes desviándose de la norma CAN ISO 11898-1, donde para determinar el tamaño del campo de datos los valores del código de longitud de datos son interpretados al menos parcialmente como desviados de la norma CAN ISO 11898-1.
8. Método según la reivindicación 7, caracterizado porque cada una de las combinaciones posibles de valores de los bits del código de longitud de datos es asociada a uno de los tamaños admisibles del campo de datos.
9. Método según una de las reivindicaciones 7 a 8, caracterizado porque el contenido del código de longitud de datos es evaluado en las unidades de procesamiento de datos participantes para determinar el tamaño del campo de datos y el proceso de recepción se adapta al tamaño del campo de datos.
10. Método según una de las reivindicaciones 7 a 8, caracterizado porque los valores entre 0b0001 y 0b1000 del código de longitud de datos son utilizados para los tamaños del campo de datos de entre 1 y 8 bytes según la norma CAN ISO 11898-1 y los valores restantes del código de longitud de datos son utilizados para los otros tamaños admisibles del campo de datos hasta el tamaño máximo posible.
11. Método según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque la longitud temporal del bit dentro de un mensaje puede adoptar al menos dos valores diferentes, donde para al menos una primer área predeterminable dentro del mensaje, la longitud temporal del bit es mayor o igual que un valor mínimo predeterminado de aproximadamente un microsegundo y al menos en una segunda área predeterminable dentro del mensaje la longitud temporal del bit presenta un valor reducido en comparación con la primer área.
12. Método según la reivindicación 11, caracterizado porque al menos dos valores diferentes de la longitud temporal del bit son realizados dentro de un mensaje a través de la utilización de al menos dos factores de escala diferentes para ajustar la unidad temporal del bus relativamente con respecto a la unidad de tiempo menor o al ciclo del oscilador durante la operación.
13. Método según la reivindicación 11 ó 12, caracterizado porque los mensajes en los cuales la longitud temporal del bit dentro del mensaje puede adoptar al menos dos valores diferentes pueden identificarse a través de una identificación en el campo de control.
14. Método según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque los mensajes se transmiten controlados temporalmente según el método descrito en la norma TTCAN ISO 11898-4.

- 5 15. Dispositivo para la transmisión de datos en serie en un sistema de bus con al menos dos unidades de procesamiento de datos participantes que intercambian mensajes mediante el bus, donde los mensajes enviados presentan una estructura lógica según la norma CAN ISO 11898-1, donde la estructura lógica comprende un bit de inicio de trama, un campo de arbitraje, un campo de control, un campo de datos, un campo CRC, un campo de acuse de recibo y una secuencia de fin de trama, donde el campo de control comprende un código de longitud de datos que contiene información sobre la longitud del campo de datos, caracterizado porque en función del contenido del código de longitud de datos el campo CRC de los mensajes transmitidos puede presentar al menos dos cantidades de bits diferentes, donde al inicio de un mensaje el cálculo de al menos dos sumas de verificación CRC se inicia paralelamente mediante polinomios generadores diferentes.
- 10 16. Dispositivo según la reivindicación 15, caracterizado porque el dispositivo, a través de medios adecuados, está configurado para ejecutar al menos uno de los métodos para transmitir datos según las reivindicaciones 2 a 14.
17. Dispositivo según la reivindicación 16, caracterizado porque los medios adecuados comprenden una cantidad suficiente de registros de desplazamiento para calcular el contenido del campo CRC a través de al menos dos polinomios generadores diferentes.
- 15 18. Utilización del método según una de las reivindicaciones 1 a 14 en el funcionamiento normal de un vehículo de motor para transmitir datos entre al menos dos dispositivos de control del vehículo de motor, los cuales se encuentran conectados mediante un bus de datos adecuado.
- 20 19. Utilización del método según una de las reivindicaciones 1 a 14 durante la producción o el mantenimiento de un vehículo de motor para transmitir datos entre una unidad de programación conectada a un bus de datos adecuado con el fin de una programación y al menos un dispositivo de control del vehículo de motor que se encuentra conectado al bus de datos.

Formato estándar CAN



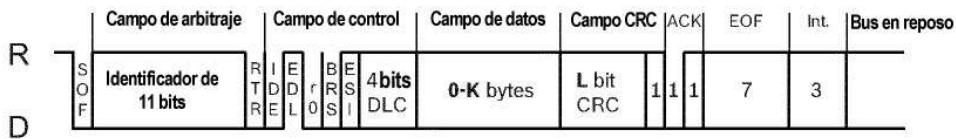
Formato extendido CAN



SOF = Inicio de trama
 RTR = Petición de transmisión remota
 SRR = Petición remota de sustitución
 IDE = Bit de extensión de identificador

Fig. 1a

Formato estándar CAN FD Long



Formato extendido CAN FD Long

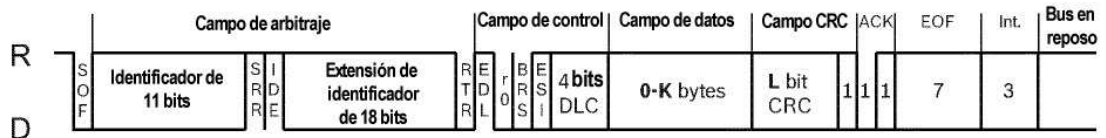


Fig. 1b

DLC	Norm CAN	DLC 1	DLC 2	DLC 3	DLC 4
0000	0 (no utilizado)	0 (no utilizado)	16	c. remoto	c. remoto
0001	1	1	1	1	2
0010	2	2	2	2	4
0011	3	3	3	3	6
0100	4	4	4	4	8
0101	5	5	5	5	10
0110	6	6	6	6	12
0111	7	7	7	7	14
1000	8	8	8	8	16
1001	8	9	9	10	18
1010	8	10	10	12	20
1011	8	11	11	14	22
1100	8	12	12	16	24
1101	8	13	13	18	26
1110	8	14	14	20	28
1111	8	15	15	24	30

Fig. 2

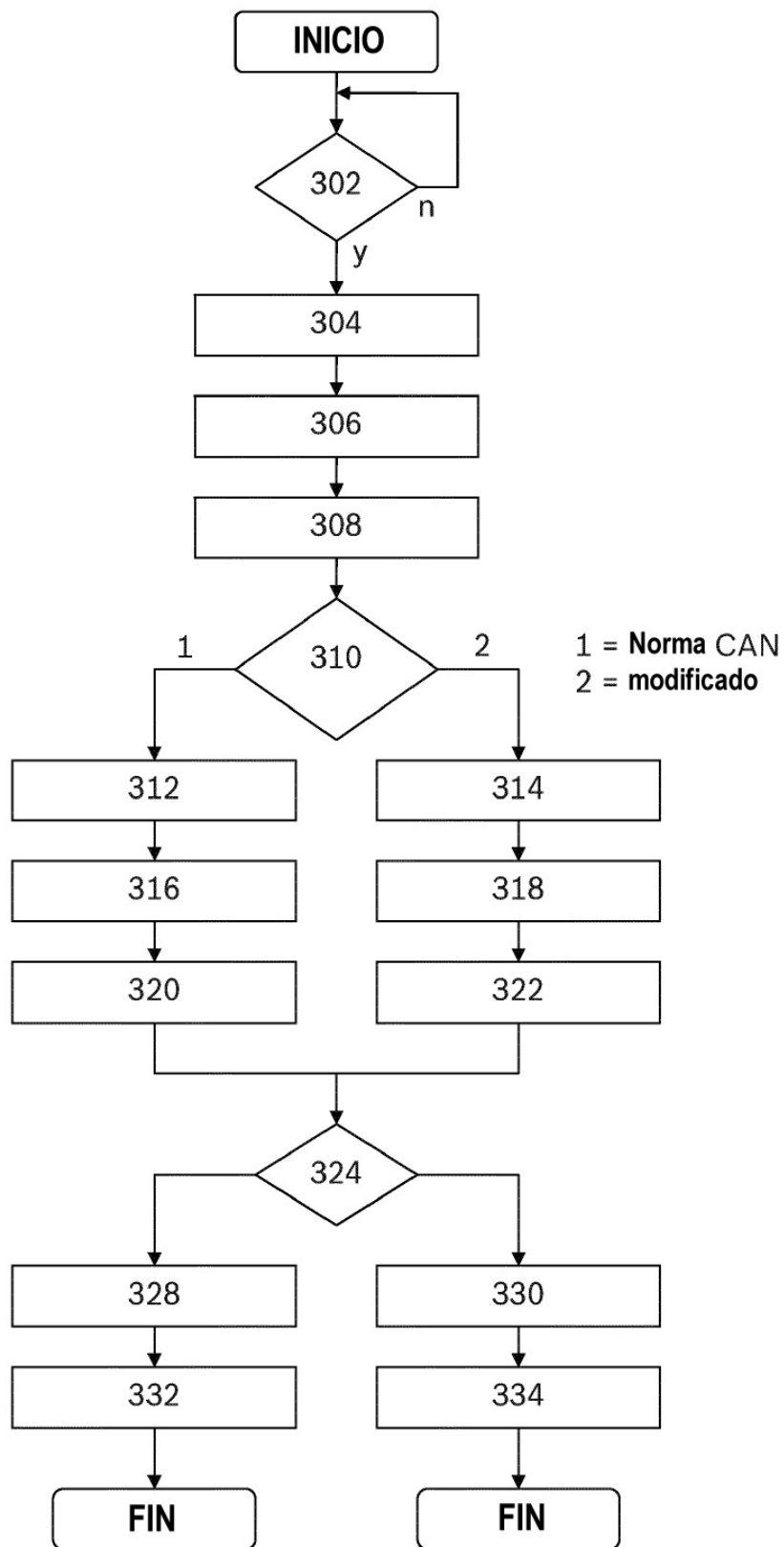


Fig. 3

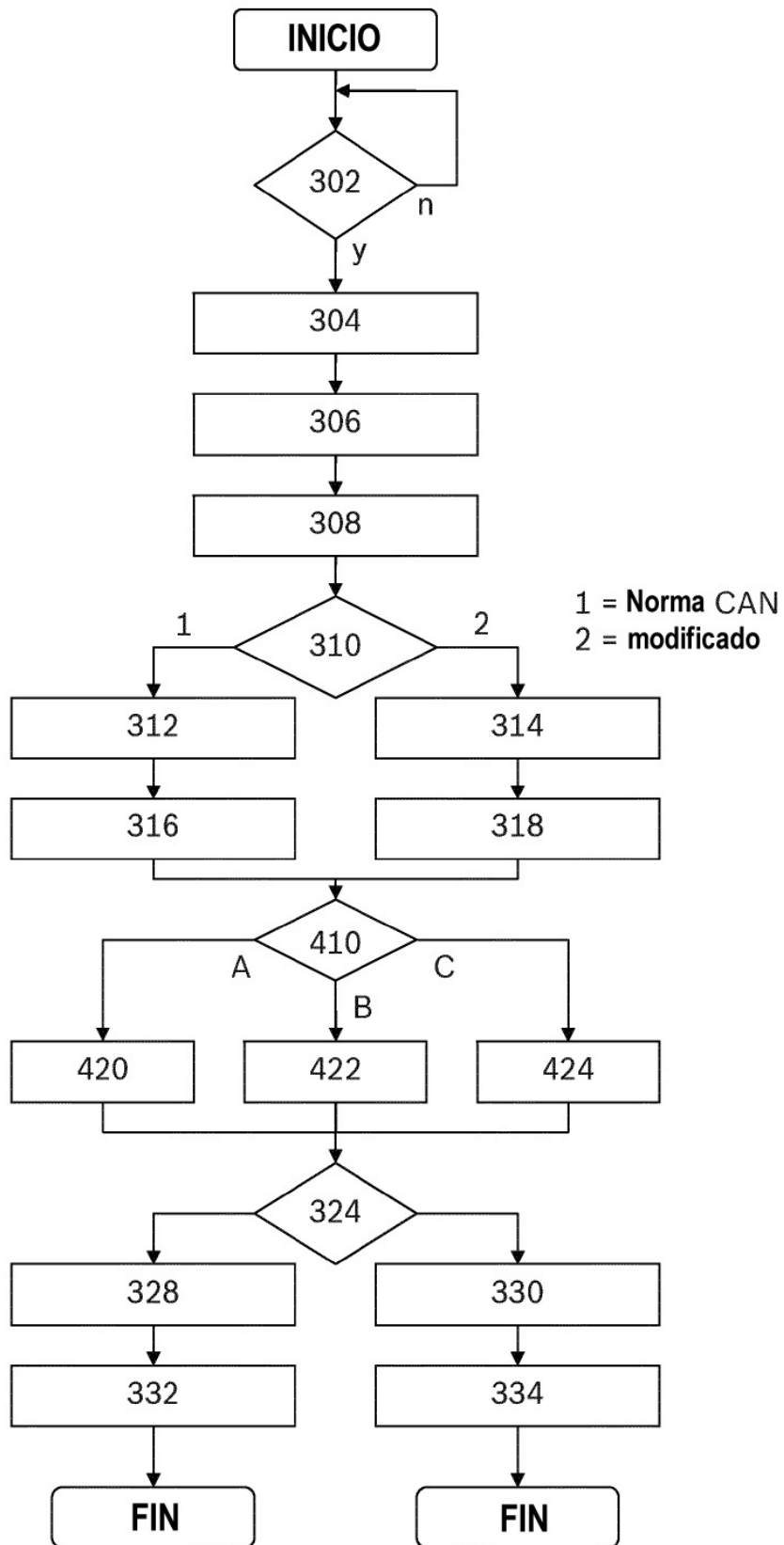
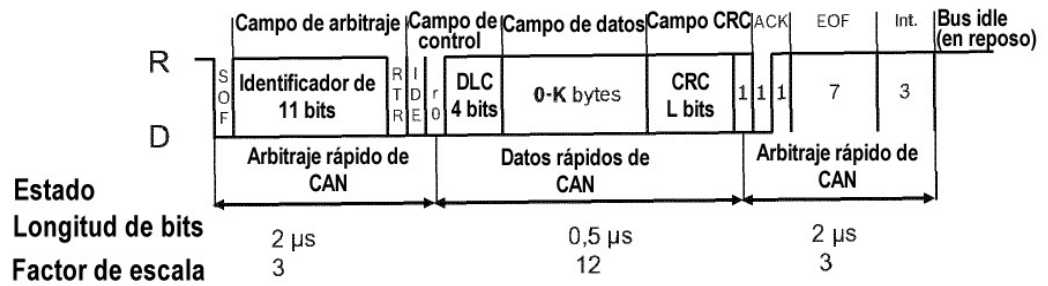


Fig. 4

Formato Estándar



Formato Extendido

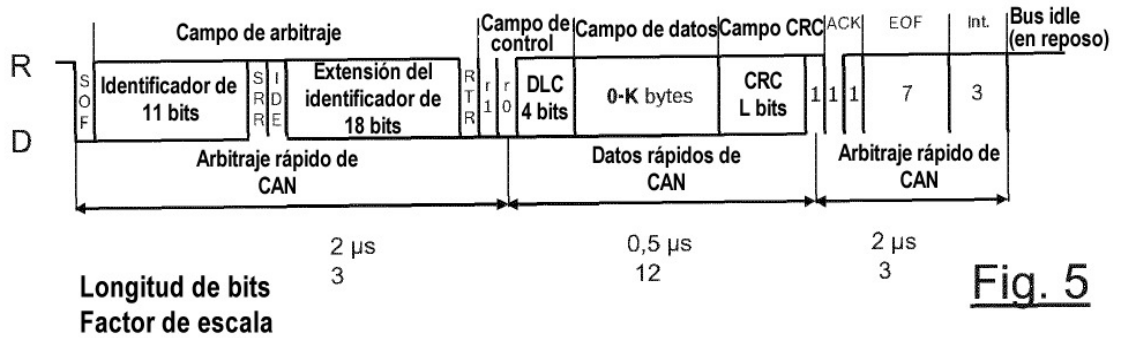
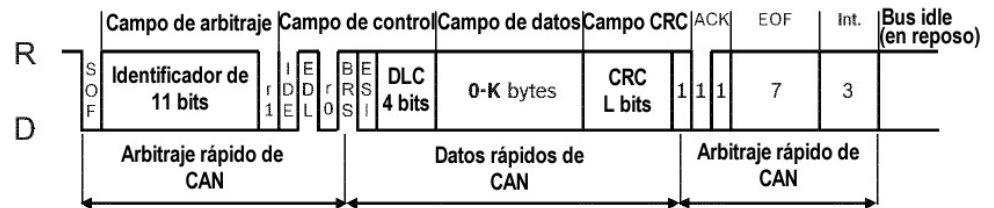


Fig. 5

Formato Estándar CAN FD „RÁPIDO“



Formato Extendido CAN FD „RÁPIDO“

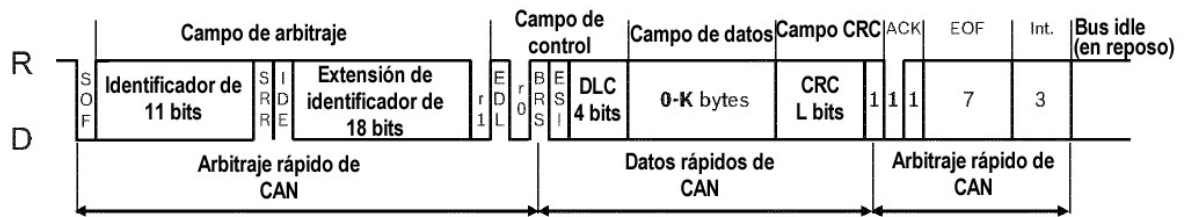


Fig. 6

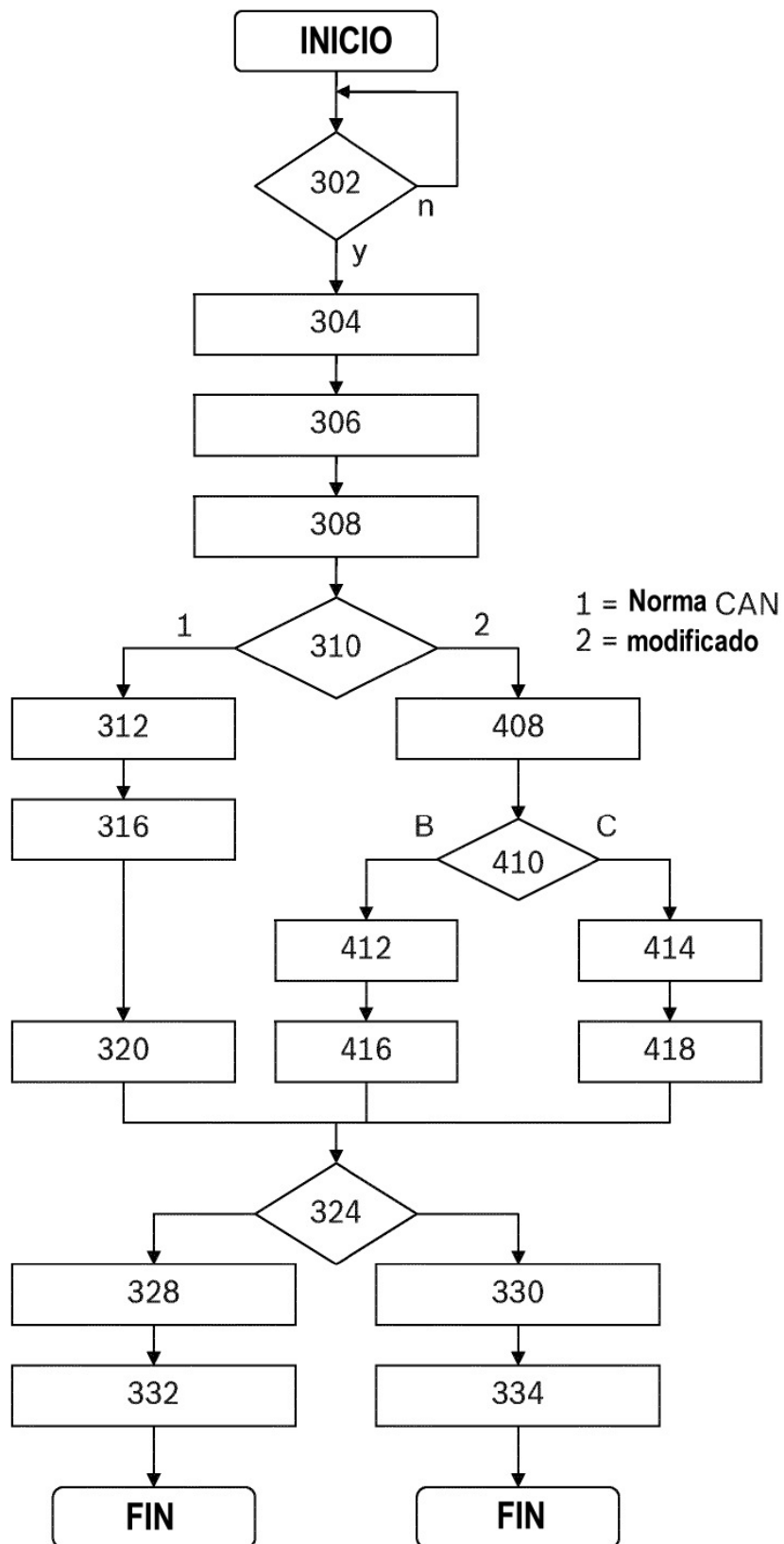


Fig. 7