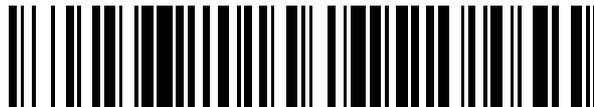


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 549 640**

51 Int. Cl.:

G06F 13/42 (2006.01)

H04L 12/413 (2006.01)

H04L 12/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.04.2012 E 12721435 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2015 EP 2702495**

54 Título: **Método y dispositivo de transmisión en serie de datos adaptada a la capacidad de memoria**

30 Prioridad:

26.04.2011 DE 102011017539

29.06.2011 DE 102011078266

05.08.2011 DE 102011080476

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

30.10.2015

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 2 549 640 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 de transmisión en serie de datos adaptada a la capacidad de memoria.

Estado actual de la técnica

5 La presente invención hace referencia a un método, así como un dispositivo, de transmisión en serie de datos adaptada a la capacidad de memoria 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 mediante el 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, mediante el canal, se logra por tanto una transmisión no destructiva de aquel mensaje que fue obtenido 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 las crecientes comunicaciones en redes de los vehículos de motor modernos y la introducción de sistemas adicionales para mejorar por ejemplo la seguridad de conducción o el confort de conducción 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 conducción, 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.

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.

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

45 Revelación de la invención

A continuación se describe la invención con sus ventajas en base a los dibujos y ejemplos de ejecución. El objeto de la invención se limita a los ejemplos de ejecución representados y descritos.

Ventajas de la Invención

50 La presente invención se basa en la transmisión de mensajes con una estructura lógica conforme a la norma 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 arranque 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, conteniendo el campo de control un código de longitud de datos, que comprende un elemento relativo a la longitud del campo de datos.

5 El método conforme a la invención, que se distingue porque el campo de datos de los mensajes puede incluir más de ocho bytes difiriendo de la norma CAN-ISO 11898-1, donde los valores de los cuatro bits del código de longitud de datos se interpretan al menos parcialmente difiriendo de la norma CAN-ISO 11898-1 para determinar el tamaño del campo de datos, y se prevé al menos una memoria intermedia a emplear para ajustar la transmisión de datos entre el campo de datos y el software de aplicación y la cantidad de datos transmitida, al menos si el tamaño del campo de datos difiere del tamaño de la memoria intermedia, correspondiente a la diferencia de tamaños entre el campo de datos y la memoria intermedia empleada. De este modo, se obtiene la ventaja de que el software de aplicación pueda continuar utilizándose inalterado, y que el tamaño del controlador de comunicación no se tenga que elevar innecesariamente, incluso si el tamaño del campo de datos puede elevarse en comparación a la norma CAN. Más favorablemente, del campo de datos de un mensaje recibido por el bus se selecciona una cantidad de datos correspondiente al tamaño de la memoria intermedia, en particular un gran campo de datos de ocho bytes mediante un método de selección predeterminado o predeterminable, y se transmiten a la memoria intermedia, si el tamaño del campo de datos es mayor que el tamaño de la memoria intermedia, habitualmente de ocho bytes. En el campo de datos de un mensaje a enviar por el bus, se introduce el contenido de la memoria intermedia en al menos una zona predeterminada o predeterminable del campo de datos del mensaje y la(s) demás zona(s) del campo de datos se rellena(n) según un método predeterminado o predeterminable, si el tamaño del campo de datos es mayor que el tamaño de la memoria intermedia. Para que la longitud del mensaje no crezca innecesariamente, resulta beneficioso rellenar los bits en las zonas rellenas del campo de datos de un mensaje a enviar por el bus de forma que, conforme a las reglas de la norma CAN-ISO 11898-1, no se inserte ningún bit de relleno en estas zonas.

Mediante la formulación de una coordinación no ambigua entre el contenido del código de longitud de datos y la longitud del campo de datos se logra, más favorablemente, una alta flexibilidad respecto al tamaño representable del campo de datos.

En una ejecución ventajosa del método, se lleva a cabo la ampliación del campo de datos y la adaptación de la interpretación del contenido del código de longitud de datos en función de una primera condición de conmutación, de forma que, al existir la primera condición de conmutación, se utilice el método conforme a la invención, mientras que de lo contrario la transmisión de datos se lleva a cabo conforme al estándar CAN normal. Mediante una identificación en el campo de arbitraje y/o en el campo de control pueden distinguirse los mensajes conformes a la invención de los conformes a la norma CAN. La identificación se evalúa en las unidades de procesamiento de datos participantes para determinar la primera condición de conmutación, de forma que el proceso de recepción se adapte al tamaño del campo de datos en función de la primera condición de conmutación. De este modo, se obtiene la ventaja de que los dispositivos según la invención, pueden utilizarse tanto en sistemas de bus estándar CAN, como también en nuevos sistemas de bus según la invención, con campos de datos potencialmente mayores. Además es posible, cuando el campo de datos aumente conforme a la invención, emplear un polinomio modificado para calcular la suma de verificación y transmitir en el campo CRC. Esta característica ofrece la ventaja de mantener la seguridad del reconocimiento de errores también para mayores cantidades de datos transmitidas. En un modo de operación especialmente favorable, al inicio de un mensaje se inician en paralelo varios cálculos de sumas de verificación y, en función de la existencia de una condición de conmutación, posiblemente la misma, y o del contenido del código de longitud de datos, se decide qué resultado de estos cálculos se usa o se transmite en el campo CRC. De este modo es posible enviar con el mensaje la información respecto a si un mensaje se transmite por el método conforme a la norma o por el método modificado conforme a la invención, sin informar al receptor por adelantado del método empleado. Las sumas de verificación para comprobar la correcta transmisión de datos son para ambos métodos y se pueden evaluar cuando sea necesario.

Si se combina el método con una conmutación de la longitud de bits, por ejemplo, para los bits del campo de datos y del campo CRC, se obtiene la ventaja adicional de que se transmite una mayor cantidad de datos aceleradamente y se eleva la tasa media de transmisión de datos del sistema de bus. También aquí es ventajoso asociar la conmutación con una condición de conmutación y proporcionar un correspondiente identificador a los mensajes transmitidos modificados con cambio en la longitud de bits.

Las condiciones de conmutación presentes en cada caso se comunican a los receptores mediante uno o varios identificadores. Aquí es especialmente favorable, si al menos una de las identificaciones se lleva a cabo mediante un primer bit identificador, cuya posición se encuentra entre el último bit del identificador y el primer bit del código de longitud de datos, y en cuya posición hay, en los mensajes conformes a la norma CAN-ISO 11898-1, un bit con un valor fijo, para poder emplear los dispositivos conforme a la invención tanto en sistemas de bus estándar CAN, como también en los nuevos sistemas de bus conforme a la invención.

La identificación adicional mediante otro bit identificador (BRS) se lleva a cabo favorablemente mediante un bit, que se encuentra entre el primer bit identificador y el primer bit del código de longitud de datos. De este modo, se permite

que la conmutación de la longitud de bits sea independiente de la conmutación del cálculo CRC o del tamaño del campo de datos, y puede responder con flexibilidad a las condiciones particulares del sistema de bus.

5 Es ventajoso prever la fiabilidad del método de transmisión de datos empleado en cada caso, o varios bits de estado adicionales mediante los que puede proporcionarse información al software de aplicación relativa al método de transmisión que difiere de la norma CAN-ISO 11898-1. Esto puede implicar bits de estado comunican el envío exitoso, comunican la recepción exitosa o comunican la naturaleza del último error aparecido. En función de la frecuencia de aparición de errores en un método de transmisión de datos que difiere de la norma CAN-ISO 11898-1, de manera ventajosa puede conmutarse nuevamente al método de transmisión de datos conforme a la norma CAN-ISO 11898-1, lo que se indica con otro bit de estado.

10 En la memoria de mensajes y/o memoria intermedia pueden estar previstos, favorablemente, uno o varios bits adicionales de mensaje que identifique(n) el método de transmisión de datos empleado o a emplear para el respectivo mensaje. Aquí se pueden introducir, por ejemplo, identificadores previstos en el mensaje.

15 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 puede emplear de manera igualmente beneficiosa en el ámbito industrial, si se transmiten mayores cantidades de datos, por ejemplo, para propósitos de control. Particularmente cuando, debido a la longitud del tramo de transmisión durante el arbitraje, tenga que utilizarse una tasa de datos reducido, para que todos los participantes tengan la posibilidad de obtener acceso al bus, el método puede proporcionar una mayor tasa de transmisión de datos, particularmente en combinación con la conmutación de la longitud del campo de datos y la reducción de la longitud de bits.

25 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.

30 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.

35 La Figura 1a muestra dos alternativas (estándar/extendida) de la estructura de los mensajes en el formato CAN conforme a la norma CAN-ISO 11898-1 del estado actual de la técnica.

La Figura 1b muestra las dos alternativas análogas del formato de los mensajes modificados en contraste conforme a la invención conforme a un ejemplo de ejecución de la invención.

40 La Figura 2 representa diversas posibilidades de cómo puede interpretarse el contenido del código de longitud de datos conforme a la invención difiriendo de la norma CAN-ISO 11898-1.

La Figura 3 representa esquemáticamente el proceso de recepción conforme a la invención en una estación participante del sistema de bus conforme a un ejemplo de ejecución de la invención

La Figura 4 representa esquemáticamente el proceso de recepción conforme a la invención en una estación participante del sistema de bus conforme a otro ejemplo de ejecución de la invención

45 La Figura 5 muestra un ejemplo de ejecución de la invención del formato de los mensajes modificados conforme a la invención, en los que además en zonas fijas dentro del mensaje se usa una longitud de bits distinta.

La Figura 6 muestra un ejemplo de ajuste conforme a la invención de la cantidad de datos transmitida entre el campo de datos y el software de aplicación.

La Figura 7 muestra ambas alternativas (estándar/extendida) del formato de los mensajes modificados conforme a otro ejemplo de ejecución de la invención, en el que se emplean bits separados para conmutar el tamaño del campo de datos y la longitud de bits y aún se incorporan bits adicionales en el campo de control.

5 La Figura 8 muestra el proceso de recepción adaptado correspondientemente a este ejemplo de ejecución de la invención, que transcurre en una estación participante del sistema de bus.

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 de acuerdo a la invención puede aplicarse en los dos formatos en formas de ejecución adecuadas.

10 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
15 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 indicar a los emisores la recepción exitosa de un mensaje. El mensaje finaliza con una "secuencia de fin de trama" (EOF).

20 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
25 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.

30 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
35 utilizado generalmente en los mensajes CAN actuales, para otro tamaño posible del campo de datos, por ejemplo para el tamaño de 16 bytes.

40 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 posee en esos casos el valor 15 y/o 16. Otra posibilidad consiste en que para los valores del código de longitud de datos mayores a 0b1000 y hasta 0b1111 se acrecientan los respectivos tamaños del campo de datos a un incremento mayor. Un ejemplo de ese caso se representa en la tabla como DLC 3. El tamaño máximo del campo de datos K alcanza en esta variante el valor de 64 bytes. Naturalmente otra opción es posible, por ejemplo un incremento de respectivamente 4 bytes.

45 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 de acuerdo a la invención. Una posibilidad para ello consiste en utilizar un bit, reservado dentro del campo de arbitraje o del campo de control para la identificación, de forma que a partir de esta identificación el controlador de comunicación pueda deducir una primera condición de conmutación en función de la cual selecciona el método de transmisión de datos. Por ejemplo puede utilizarse el segundo bit del campo de control designado en la Figura 1b como r0, para la identificación.

50 La determinación puede seleccionarse también en función del formato del identificador. En el direccionamiento estándar es una posibilidad de identificación de los mensajes según la invención, la inserción de un bit recesivo EDL (Extended Data Length – Longitud de dato extendido) en el campo de control en la posición del bit r0, siempre dominante en la norma CAN. En el direccionamiento extendido, puede insertarse el bit recesivo EDL en el campo de control en la posición del bit r1, siempre dominante en la norma CAN.

Otra posibilidad es emplear el bit SRR, que ha de enviarse en la Norma CAN siempre de forma recesiva, pero se acepta también de forma dominante por los participantes del bus que reciben el mensaje. También se pueden evaluar combinaciones de bits para determinar la primera condición de conmutación.

5 Otra posibilidad sería especificar el uso del formato extendido para el método de transmisión de datos conforme a la invención. Los mensajes en formato extendido los reconocen los participantes del bus por el valor del bit IDE (ver la Figura 1a) y este bit podría representar simultáneamente la primera condición de conmutación, de forma que los mensajes extendidos empleen siempre el método de transmisión de datos modificado. Alternativamente, sería también posible, en mensajes extendidos emplear el bit reservado r1 para identificar o deducir la primera condición de conmutación. Sin embargo, el bit reservado puede implantarse también, tal y como se explica posteriormente, para deducir una segunda condición de conmutación para conmutar entre más de dos tamaños diferentes del campo de datos o asignar entre valores del código de longitud de datos y tamaños del campo de datos.

15 Sin embargo, alternativamente también es posible aplicar el método en controladores de comunicación adecuados que tampoco están diseñados para la comunicación CAN conforme al estándar. En este caso puede suprimirse la determinación de la primera condición de conmutación mencionada, por ejemplo en función de una identificación 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.

20 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.

25 El uso de un método modificado para el cálculo de la suma de verificación CRC puede señalizarse para los participantes del bus mediante una identificación, que representa una tercera condición de conmutación. Esta identificación y la tercera condición de conmutación puede coincidir, sin embargo, también con la primera identificación y / o condición de conmutación. También aquí puede servir, tal y como se ha descrito, por ejemplo el bit reservado r0 de la Figura 1b para la identificación, o puede utilizarse el bit SRR. También es posible un uso del bit IDE en cooperación con la utilización del método en mensajes extendidos, o también del bit r1.

35 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.

40 En un posible modo de operación, 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.

45 Como al inicio de la recepción de un mensaje aún no se ha determinado si se va a recibir un mensaje conforme a la Norma CAN o un mensaje conforme a la invención, en un controlador de comunicación conforme a la invención se implantan dos registros de cambio CRC, que operan en paralelo. Tras la recepción del delimitador CRC, si se evalúa el código CRC en el receptor, debido a la identificación conforme a la invención o, por ejemplo, la tercera condición de conmutación derivada de la identificación o el contenido del código de longitud de datos, también se confirma qué método de transmisión de datos se va a utilizar, y es evaluado entonces por el registro de cambio asignado a este método de transmisión de datos. La tercera condición de conmutación puede, como ya se ha explicado, coincidir con la primera condición de conmutación, relacionada con el tamaño del campo de datos y la interpretación del código de longitud de datos.

55 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. Por ejemplo, un bit reservado r0 o el bit SRR en la Figura 1b podría representar una primera condición de conmutación que identifique una conmutación a campos de datos más largos, por ejemplo según DLC 1 en la Figura 2, y un segundo polinomio CRC correspondiente. Para mensajes en formato extendido, un bit reservado r1 o el bit IDE en la Figura 1b podría representar una segunda condición de conmutación que presenta una conmutación a otro conjunto de tamaños de campo de datos, por ejemplo DLC 3 de la Figura 2, y un tercer polinomio CRC.

Además, es también posible conmutar la primera condición de conmutación mediante el bit reservado r0 o el bit SRR, a la posibilidad de campos de datos más largos y la correspondiente interpretación del contenido del código de longitud de datos, y entonces se lleva a cabo la determinación de la tercera condición de conmutación, y por tanto la selección del polinomio CRC a evaluar en el examen CRC en función del contenido del código de longitud de datos. La tercera condición de conmutación puede asumir correspondientemente también más de dos valores. Por ejemplo, podrían seleccionarse los tamaños de campo de datos conforme a DLC 3, o sea adquirir valores entre 0 y 64 bytes, y podrían entonces calcular los registros de cambio apropiados para tres polinomios CRC en paralelo, por ejemplo, el polinomio de la Norma CRC para los campos de datos hasta 8 bytes, un segundo polinomio CRC para los campos de datos hasta 24 bytes y un tercer polinomio CRC para los campos de datos hasta 64 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. 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 para ser implementado en hardware.

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.

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 haya sido recibida, o hasta que se haya determinado la primera condición de conmutación. En los ejemplos representados se determina la primera condición de conmutación desde el campo de arbitraje, por ejemplo a partir del bit SRR o del bit IDE, o a partir del campo de control, por ejemplo a partir de un bit reservado del mismo (ver la Figura 1). A continuación se pueden recibir en el bloque 308 aún otros bits del mensaje, hasta que a partir de un determinado bit del mensaje se procede con un método diferente en función de la primera condición de conmutación 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 tras la recepción de los dos primeros bits del campo de control, se encuentra presente la información que indica que, de acuerdo con la primera condición de conmutación la comunicación se lleva a cabo según la Norma CAN (la ruta indicada con "1" en la Figura 3), entonces en la etapa 312 se leerán los demás bits del campo de control. De acuerdo con la norma CAN, a partir de estos 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 la suma de verificación CRC, enviada por el emisor y la determinada por el receptor coinciden, entonces en el bloque 328 se envía un bit de acuse de recibo dominante. Debe observarse que, en este

caso la suma de verificación CRC conforme a la norma se compara porque la comunicación se lleva a cabo según la norma CAN. Si no se determina ninguna coincidencia, se envía de forma recesiva (bloque 330) el bit de acuse de recibo. A continuación, siguen el delimitador ACK y los bits EOF (ver la Figura 1b, no representado en la Figura 3).

5 Por el contrario, si en la bifurcación 310, por ejemplo tras la recepción de los dos primeros bits del campo de control, se encuentra la información que indica que, de acuerdo a la primera condición de conmutación, debe aplicarse el método de comunicación modificado según la invención (la ruta indicada con "2" en la Figura 3), en el bloque 314 se leen los demás bits del campo de control. A partir del resultado se determina el código de longitud de datos según la nueva interpretación, de la que se especifican algunos ejemplos en forma de tabla en la Figura 2. 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 64 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.

20 En la Figura 3 se representa el caso en donde la tercera condición de conmutación, que determina el CRC que debe ser utilizado, coincide con la primera condición de conmutación, que hace referencia al tamaño del campo de datos y a la interpretación del código de longitud de datos. Por consiguiente, antes de la recepción 320, así como 322 de las sumas de verificación CRC, no se consulta nuevamente qué CRC se va a recibir y evaluar para la bifurcación 324 según la tercera condición de conmutación. Mediante una sencilla modificación del diagrama de secuencia de la Figura 3, puede incorporarse esta respuesta adicional en la secuencia, tal y como se representa en la Figura 4.

25 En el proceso de recepción modificado de este modo según la Figura 4, tras la recepción de los bytes de datos del campo de datos, conforme al número esperado a partir del código de longitud de datos en el bloque 316 o 318 en la respuesta o bifurcación 410, se determina qué valor tendrá la tercera condición de conmutación. Como ya se ha descrito, ésta puede determinarse por ejemplo a partir de la correspondiente tercera identificación, o a partir del contenido del código de longitud de datos. En el ejemplo representado existen tres valores distintos de la tercera condición de conmutación, es decir A, B y C. En función del valor de la condición de conmutación se leerán entonces en los bloques 420, 422 y 424, un número diferente de bits del campo CRC, por ejemplo para el valor A 15 bits, para el valor B 17 bits y para el valor C 19 bits. A continuación se examina en la bifurcación 324 análoga a la Figura 3, si la suma de verificación transmitida por el emisor y la determinada por el receptor coinciden y el método continúa en función de ello.

35 La Figura 5 muestra otros ejemplos de ejecución del método de transmisión de datos conforme a la invención, nuevamente con la estructura de los mensajes en las dos posibles variantes, el formato estándar y el formato extendido. Para ambas variantes se muestran en la Figura 5 zonas en donde se conmuta entre dos estados, denominados como arbitraje FAST-CAN y datos FAST-CAN. Esta conmutación entre ambos estados tiene como consecuencia en este ejemplo que tras la conclusión del arbitraje, para una parte del mensaje, particularmente para el campo de datos y el campo CRC, se reducen las longitudes de bits y por consiguiente los bits individuales se transmiten más rápido al bus. De este modo, puede reducirse el tiempo de transmisión de un mensaje en comparación con el método conforme al estándar. El respectivo cambio de la longitud temporal de bits, por 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 correspondiente modificación del factor de escala se representa en la Figura 5 igualmente a modo de ejemplo.

40 La transición entre los estados arbitraje Fast-CAN y datos Fast-CAN puede realizarse en función de otra condición de conmutación correspondiente a una identificación de los mensajes, que indique a los participantes de la transmisión de datos que se está utilizando la longitud reducida de bits. En el ejemplo de ejecución aquí representado la posición seleccionada de esta identificación es el " bit reservado " r0, transmitido antes del código de longitud de datos. Corresponde, por consiguiente, a una posible posición del primer identificador, que corresponde a la primera condición de conmutación e identifica el posible uso de campos de datos más largos y una interpretación modificada del código de longitud de datos, y también a la tercera identificación, que corresponde a un cálculo CRC modificado.

45 Una posibilidad de identificación de los mensajes conforme a la invención con longitud de bits reducida se representa en la Figura 7. Aquí los mensajes con campos de datos potencialmente más largos (correspondientes a la primera identificación) y cálculo CRC modificado (correspondiente a la tercera identificación), mediante un bit recesivo EDL (Extended Data Length – Longitud de dato extendido) que entra en la posición de un bit transmitido de forma dominante en los mensajes según la Norma CAN, y sustituye a este bit o lo desplaza en una posición hacia atrás. Para el direccionamiento estándar el bit EDL tiene lugar en segunda posición en el campo de control y

desplaza en una posición al Bit r0 allí presente, siempre dominante. En el direccionamiento extendido el bit EDL tiene lugar en el ejemplo mostrado en primera posición del campo de control y sustituye al bit reservado r1 allí presente, transmitido en la Norma CAN siempre de forma dominante. La cuarta identificación, que indica el uso de la longitud de bits reducida, se representa mediante la inserción de un bit BRS (Bit Rate Switch) adicional recesivo en el campo de control de los mensajes conforme a la invención, identificado mediante el bit EDL. En el ejemplo de ejecución aquí representado, la posición del bit BRS es la cuarta (direccionamiento estándar) y/o tercera (direccionamiento extendido) posición en el campo de control.

Los mensajes tienen la denominación "CAN FD Fast". Para las dos posibles variantes de direccionamiento de los mensajes, el formato estándar y el extendido, se muestran en la Figura 7 zonas en las que se conmuta entre dos estados, calificados como Arbitraje Fast-CAN y Datos Fast-CAN. Esta conmutación entre ambos estados, tal y como ya se ha descrito, tiene como consecuencia que para la correspondiente parte del mensaje se reducen las longitudes de bits y, por consiguiente, los bits individuales se transmiten más rápido por el bus. De este modo puede reducirse el tiempo de transmisión de un mensaje en comparación con el método según el estándar. La transición entre los estados Arbitraje Fast-CAN y Datos Fast-CAN se lleva a cabo en los mensajes que presenten la primera y/o tercera identificación EDL, en función de la otra identificación BRS, que indica a los participantes de la transmisión de datos que se utiliza 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 8 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 sobre 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 de bits normal, en el bloque 414 con la longitud de bits reducida. 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.

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.

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, conectados a un bus de datos apropiado. 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 para el propósito de la programación y al menos un dispositivo de control del vehículo de motor que se encuentra conectado al bus de datos.

Además, es también posible aplicar el método en la automatización industrial, es decir, por ejemplo, para transmitir información de control entre unidades de control distribuidas, conectadas por el bus, que controlen la secuencia de un proceso de fabricación industrial. En este entorno pueden aparecer también líneas de bus muy largas y puede ser especialmente conveniente operar el sistema de bus para la fase de arbitraje con una longitud de bits relativamente larga, por ejemplo con 16, 32 o 64 microsegundos, de forma que las señales del bus puedan propagarse durante el proceso de arbitraje tanto como sea necesario por todo el sistema de bus. A continuación, puede conmutarse

entonces una parte del mensaje, tal como se ha descrito, a longitudes de bits reducidas, para no reducir demasiado la tasa media de transmisión.

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 los softwares 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).

Al menos para determinados propósitos de aplicación o en una fase introductoria, es conveniente prever una variante del proceso de transmisión de datos conforme a la invención y de los dispositivos que lo desarrollan, que sea completamente o considerablemente compatible en lo que se refiere al software de aplicación. Este software de aplicación puede ser, por ejemplo, el software de regulación de un programa de estabilidad electrónica de un vehículo, o el software de control de un motor de combustión interna de un vehículo de motor: El software de aplicación, particularmente para sistemas críticos de seguridad, está sometido a programas extensivos de seguridad y es por tanto favorable poder efectuar la introducción de dispositivos de transmisión de datos modificados conforme a la invención con software de aplicación sin modificar.

La transmisión de datos entre el campo de datos de un mensaje y el software de aplicación se lleva a cabo en controladores de comunicación empleando una memoria intermedia prevista, que en la Norma CAN presenta un tamaño predeterminado de, por ejemplo, ocho bytes, y una memoria de mensajes asociada. Con la memoria intermedia y la memoria de mensajes puede hacerse referencia en el contexto de la presente invención también al correspondiente uso de una zona dentro de una mayor unidad de memoria.

Correspondientemente, en sistemas que realizan una transmisión de datos según la Norma CAN, el software de aplicación intercambia paquetes de datos de, como máximo, ocho bytes de tamaño mediante numerosas memorias de mensajes y memorias intermedia con el campo de datos de los mensajes CAN. Si el software de aplicación permanece inalterado, la memoria de mensajes y la memoria intermedia pueden dejarse también al tamaño especificado de, por ejemplo, ocho bytes, para elevar innecesariamente el tamaño o área de chip del controlador de comunicación conforme a la invención. Si el tamaño del campo de datos de un mensaje conforme a la invención (por ejemplo 16 bytes) se distingue ahora del tamaño de la memoria intermedia (por ejemplo 8 bytes), será necesario ajustar la unidad de control del protocolo del controlador de comunicación correspondiente a la diferencia de tamaños entre el campo de datos y la memoria intermedia.

Otro ejemplo de ejecución del método de transmisión de datos conforme a la invención, ilustrado en la Figura 6 como ejemplo de un mensaje en formato estándar con un campo de datos de 16 bytes de tamaño, prevé, por tanto, respecto a la transmisión en serie de bits por el bus, desarrollar toda la funcionalidad del método, aunque únicamente se transmitan ocho bytes de datos útiles relevantes en el campo de datos. Mientras que, por consiguiente, dada la correspondiente existencia de una condición de conmutación, por el bus se transmite, por ejemplo, un mensaje con un campo de datos de 16 bytes de tamaño y una identificación asociada, y se comprueba la correcta transmisión del mensaje mediante el correspondiente polinomio CRC adaptado al software de aplicación 640, únicamente ocho bytes de datos útiles se transmiten a través de la memoria intermedia 620 y por ejemplo una memoria de mensajes 630 en el controlador de comunicación conforme a la invención. En caso de emisión, el software de aplicación 640 escribe ocho bytes de datos útiles, por ejemplo a través de otra o de la misma memoria de mensajes 630 en la memoria intermedia 620, introducidos por un método predeterminado o predeterminable en un gran campo de datos de por ejemplo 16 bytes del mensaje a enviar. Naturalmente, también es posible limitar el método a un tamaño de la memoria intermedia diferente de ocho bytes, por ejemplo, a seis o cuatro bytes. Esto es especialmente conveniente, cuando el software de aplicación prevea asimismo esta limitación. También la selección del tamaño del campo de datos de 16 bytes debe entenderse sólo a modo de ejemplo y puede incluir, por ejemplo, también valores de 24, 32 o 64 bytes. Otras numerosas posibilidades pueden extraerse por ejemplo de la Figura 2. Existe una relación entre la cantidad de datos proporcionada por el mensaje al software de aplicación, o por el software de aplicación para la introducción en el campo de datos del mensaje, y el tamaño de la memoria intermedia 620.

La unidad de control de protocolo del controlador de comunicación, tal como se simboliza en la Figura 6 con la doble flecha 600, durante la señalización de los datos a transmitir, por ejemplo, sitúa en este ejemplo de ejecución los ocho bytes de datos útiles de la memoria intermedia 620 en los primeros ocho bytes en serie del campo de datos y rellena los demás bits del campo de datos, tal como se representa en la Figura 6 con la flecha 610, con datos de relleno predeterminados, predeterminables o también arbitrarios, por ejemplo con un determinado patrón de bits. Es conveniente en este contexto utilizar una secuencia de bits que no conlleve una inserción de bits de relleno adicionales según las normas del estándar CAN-ISO 11898-1, porque de lo contrario el campo de datos crecería

innecesariamente. Por consiguiente, por ejemplo para cada byte no utilizado del campo datos se puede insertar una secuencia de bits 0b00110011 o 0b11001100.

Es también posible introducir, por ejemplo, los ocho bytes de datos útiles de la memoria intermedia 620 no en los primeros ocho bytes del campo de datos, sino en otra posición o en otras zonas diversas dentro del campo de datos. La posición de los bytes de datos útiles sólo tiene que especificarse uniformemente a los participantes del bus.

El bus receptor de los participantes lee el mensaje según el método conforme a la invención, llevan a cabo por ejemplo el examen CRC y confirman la correcta recepción mediante aceptación. La unidad de control de protocolo en el controlador de comunicación del bus receptor de los participantes convierte los bits del mensaje recibidos en serie y extrae de, por ejemplo, los 16 bytes del campo de datos además los ocho bytes de datos útiles que se escriben en la memoria intermedia 620. Esto se representa en la Figura 6 asimismo con la doble flecha 600. Los demás datos de relleno se descartan. Al software de aplicación 640 se transmiten, por consiguiente, únicamente los ocho bytes de datos útiles a través de la memoria intermedia 620 y por ejemplo la memoria de mensajes 630. El software de aplicación 640 no determina ninguna diferencia en comparación con el uso del método de transmisión de datos conforme a la norma.

Son convenientes otros suplementos, para la implementación a prueba de errores de las formas de ejecución del método de transmisión de datos conforme a la invención, también en particular del método con longitud de bits reducida en zonas parciales del mensaje, con longitud modificada del campo de datos e interpretación modificada, eventualmente también en múltiples etapas del contenido del código de longitud de datos, con uso de diferentes sumas de verificación CRC o también con ajuste de la cantidad de datos transmitida a la diferencia de tamaños entre el campo de datos y la memoria intermedia.

Mediante registros de estado adecuados se asegura, por ejemplo en la Norma CAN, que la obtención de un estado de error (aviso de error, error pasivo, Bus apagado), que ocurre cuando hay una correspondiente acumulación de errores en la transmisión de datos, pueda leerse por ejemplo mediante el microcontrolador o el software de aplicación. Además, los procesos de envío y recepción exitosos se indican mediante banderas (TxOK, RxOK) y se obtiene un elemento de información en cada caso respecto al último evento del bus (LEC, código del último error). Alguna o toda esta información puede mantenerse lista en los controladores de comunicación conforme a la invención en zonas de almacenamiento previstas para ello, de forma que, por ejemplo, mediante el microcontrolador asociado o el software de aplicación en curso pueda adquirirse por separado y almacenarse la respectiva información en función del método de transmisión de datos actualmente en ejecución. De este modo puede indicarse si en un método de transmisión de datos modificado en comparación con la norma CAN, por ejemplo un mayor campo de datos o una menor longitud de bits en zonas del mensaje, aparece un determinado cuadro de error más a menudo que en el método de transmisión de datos conforme a la Norma CAN.

Se puede introducir un estado de error adicional e indicarse mediante un bit de estado que cuando hay una acumulación de errores en el modo de transmisión modificado la transmisión de datos realiza una conmutación de retorno permanente al método de transmisión de datos conforme a la Norma CAN. Las informaciones TxOK, RxOK y LEC se pueden registrar por separado para los diversos métodos de transmisión de datos. Alternativamente, además del LEC, se puede almacenar en qué modo de transmisión se ha producido el error.

Además, puede ser de utilidad determinar, para los mensajes recibidos, el método mediante el cual fueron recibidos y con qué identificador se recibieron, y, para los mensajes que se van a enviar, con el fin de determinar individualmente de acuerdo al método que se van a enviar, con qué identificador se enviarán. Con este fin, algunas o todas las unidades de memoria y/o unidades de memoria para los mensajes a recibir pueden complementarse con un número de bits adicionales que corresponden a los posibles identificadores. También se puede almacenar por separado en otros bits previstos para ello, en qué estado o condición de conmutación se ha recibido el respectivo mensaje. De forma análoga se pueden proporcionar determinadas memorias de envío de mensajes y/o memorias intermedia con bits adicionales en las que el respectivo mensaje se va a enviar en un método modificado y/o con una correspondiente identificación.

Finalmente, puede ser conveniente proporcionar un controlador de comunicación conforme a la invención, de forma que pueda conmutar mediante una reconfiguración apropiada entre el modo compatible con el software de aplicación, con una limitación de la cantidad de datos a transmitir entre el campo de datos del mensaje y el software de aplicación, por ejemplo, a 8 bytes y un modo de transmisión de datos optimizado con el uso del tamaño completo del campo de datos, utilizando una memoria intermedia correspondiente grande. En este caso no puede obtenerse en realidad el correspondiente ahorro en tamaño o área de chip mediante el uso de una memoria intermedia y / o memoria de mensajes correspondientemente menor, el controlador de comunicación es sin embargo muy flexible en cuanto a participantes del bus, que continúan usando un software de aplicación estable y también en participantes del bus, que empleen un nuevo software optimizado para la transmisión de datos.

Este controlador de comunicación conmutable debería entonces también hacer visible el modo que se utiliza actualmente, o sea el modo compatible con el software de aplicación o el de modo optimizado para la transmisión de datos, en una zona de almacenamiento prevista para ello, por ejemplo, mediante el correspondiente bit de estado.

- 5 Cuando en la anterior descripción de la invención se haga referencia a los estándares ISO, ha de entenderse como referencia en cada caso a la versión del correspondiente del estándar ISO válido en el momento de la presente solicitud, tomando como base el arte previo.

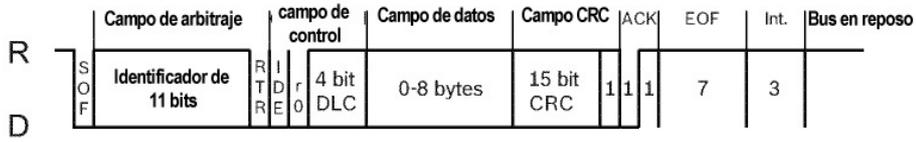
REIVINDICACIONES

1. Método de transmisión en serie de datos en un sistema de bus con al menos dos unidades de procesamiento de datos participantes que intercambian mensajes a través del bus, donde los mensajes enviados tienen una estructura lógica de acuerdo al estándar CAN-ISO 11898-1, donde la estructura lógica comprende un bit de arranque 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 contiene un código de longitud de datos, que comprende un elemento de información relativo a la longitud del campo de datos, caracterizado porque, cuando existe una primera condición de conmutación, el campo de datos de los mensajes puede comprender más de ocho bytes en una manera que difiere del estándar CAN-ISO 11898-1, interpretándose los valores del código de longitud de datos, para determinar el tamaño del campo de datos cuando existe una primera condición de conmutación, que difieren al menos parcialmente de la norma CAN-ISO 11898-1, en cuyo caso se prevé al menos una memoria intermedia (620) para transmitir datos entre el campo de datos y el software de aplicación (640), y se ajusta la cantidad de datos transmitida si al menos el tamaño del campo de datos difiere del tamaño de la memoria intermedia (620) utilizada, de acuerdo a la diferencia de tamaños entre el campo de datos y la memoria intermedia (620) empleada.
2. Método acorde a la reivindicación 1, caracterizado porque se selecciona, a partir del campo de datos de un mensaje a recibir a través del bus, una cantidad de datos correspondiente al tamaño de la memoria intermedia según un método de selección predefinido o predefinible, y se transmite a la memoria intermedia si el tamaño del campo de datos es mayor que el tamaño de la memoria intermedia.
3. Método según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque en el campo de datos de un mensaje a enviar a través del bus se introduce el contenido de la memoria intermedia en al menos una zona predefinida o predefinible del campo de datos del mensaje, y la(s) demás área(s) del campo de datos se rellena(n) según un método predefinido o predefinible si el tamaño del campo de datos es superior al tamaño de la memoria intermedia empleada.
4. Método según al menos una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque, si el tamaño del campo de datos de un mensaje a recibir a través del bus es de más de ocho bytes, ocho bytes predefinidos o predefinibles del campo de datos se transmiten al software de aplicación a través de al menos una memoria intermedia.
5. Método según al menos una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque, si el tamaño del campo de datos de un mensaje a ser enviado a través del bus es de más de ocho bytes, los demás bits del campo de datos se rellenan con valores predefinidos o predefinibles.
6. Método según al menos una de las reivindicaciones 3 a 5, caracterizado porque los bits en las áreas rellenas del campo de datos de un mensaje a ser enviado a través del bus se rellenan de tal forma que, conforme a las normas del estándar CAN-ISO 11898-1, en estas áreas no haya de insertarse ningún bit de relleno.
7. Método según al menos una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque, en función del valor de la primera condición de conmutación, cada una de las posibles combinaciones de valores de los cuatro bits del código de longitud de datos se asigna a uno de los tamaños permisibles del campo de datos.
8. Método según al menos una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque los mensajes, en los que el campo de datos de los mensajes puede comprender más de ocho bytes, de manera diferente al estándar CAN-ISO 11898-1, y, en los que para determinar el tamaño del campo de datos, los valores del código de longitud de datos se interpretan de manera diferente al menos parcialmente del estándar CAN-ISO 11898-1, pueden diferenciarse de los mensajes de acuerdo al estándar CAN mediante una primera identificación en el campo de arbitraje y/o de control.
9. Método según al menos una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque la primera identificación se evalúa en las unidades de procesamiento de datos participantes para determinar la primera condición de conmutación, de forma que el proceso de recepción pueda ajustarse al tamaño del campo de datos en función de la primera condición de conmutación.
10. Método según al menos una de las reivindicaciones 8 a 9, caracterizado porque la primera identificación se lleva a cabo mediante un primer bit de identificación (EDL), cuya posición se encuentra entre el último bit del identificador y el primer bit del código de longitud de datos y en cuya posición, en mensajes conforme al estándar CAN-ISO 11898-1, hay un bit con un valor fijo.
11. Método según al menos una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque, en función del valor de una condición de conmutación, el campo CRC de los mensajes puede tener al menos dos números de bits diferentes, siendo al menos uno de los números de bits válidos en el campo CRC un número de bits que difiere del estándar CAN-ISO 11898-1, utilizándose un polinomio generador diferente del estándar CAN-ISO 11898-1 para estipular el contenido del tal campo CRC que presenta un número de bits que difieren del estándar CAN-ISO 11898-1.

- 5 12. Método según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque, en función del valor de una condición de conmutación adicional, la longitud temporal de bits dentro de un mensaje puede asumir al menos dos valores diferentes, siendo la longitud temporal de bits, para al menos una primera zona predefinible dentro del mensaje, mayor o igual a un valor mínimo determinado anteriormente de aproximadamente un microsegundo, y teniendo la longitud temporal de bits un valor reducido en comparación con la primera zona, en al menos una segunda zona predefinible dentro del mensaje.
- 10 13. Método según la reivindicación 12, caracterizado porque al menos los dos valores diferentes de la longitud temporal de bits dentro de un mensaje se implementan empleando al menos dos factores de escala diferente para ajustar la unidad de tiempos de bus respecto a una menor unidad de tiempos o al reloj del oscilador durante la operación en curso.
- 15 14. Método según la reivindicación 12 o 13, caracterizado porque los mensajes, en los que, en función del valor de una condición de conmutación adicional, la longitud temporal de bits dentro de un mensaje puede asumir al menos dos valores diferentes, puede identificarse mediante una identificación adicional en el campo de arbitraje y/o de control, pudiendo la identificación adicional coincidir con la primera.
- 20 15. Método según la reivindicación 14, caracterizado porque el valor de la otra condición de conmutación se determina en las unidades de procesamiento de datos participantes en función de la otra identificación o coincide con la primera condición de conmutación o se obtiene de la primera condición de conmutación, donde el proceso de recepción, en función del valor de la otra condición de conmutación, se adapta a los diversos valores de longitud de bits dentro de un mensaje.
- 25 16. Método según al menos una de las reivindicaciones 14 a 15, caracterizado porque la identificación adicional se lleva a cabo mediante un bit de identificación (BRS) adicional que se encuentra entre el primer bit de identificación y el primer bit del código de longitud de datos.
- 30 17. Método según al menos una de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizado porque se prevé al menos un bit adicional de estado, mediante el cual se proporciona al software de aplicación la información relacionada con el método de transmisión de datos que difiere de la norma CAN-ISO 11898-1.
- 35 18. Método según la reivindicación 17, caracterizado porque al menos un bit de estado adicional comprende un bit de estado para comunicar la emisión exitosa y/o un bit de estado para comunicar la recepción exitosa y/o uno o varios bits de estado para comunicar el tipo del último error ocurrido.
- 40 19. Método según la reivindicación 17 o 18, caracterizado porque, en función de la frecuencia de aparición de errores en un método de transmisión de datos que difiere del estándar CAN-ISO 11898-1 se realiza una conmutación de retorno al método de transmisión de datos conforme al estándar CAN-ISO 11898-1, y se prevé al menos un bit de estado para comunicar la conmutación de retorno.
- 45 20. Método según al menos una de las reivindicaciones 1 a 19, caracterizado porque en al menos una memoria intermedia y/o al menos una memoria de mensajes asignada se prevé, al menos, un bit adicional de mensaje que identifica al método de transmisión de datos empleado o a ser empleado para el respectivo mensaje.
- 50 21. Método según la reivindicación 20, caracterizado porque al menos un bit adicional de mensaje corresponde a al menos uno de los valores de la identificación primera o adicional, o se obtiene de los valores de esta última o corresponde a al menos uno de los valores de los bits r1 o r0 del campo de control o SRR del campo de arbitraje.
22. Dispositivo de transmisión en serie de datos en un sistema de bus con al menos dos unidades de procesamiento de datos participantes que intercambian mensajes a través del bus, teniendo los mensajes enviados una estructura lógica conforme al estándar CAN-ISO 11898-1, donde la estructura lógica comprende un bit de arranque 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, conteniendo el campo de control un código de longitud de datos que comprende un elemento relativo a la longitud del campo de datos, caracterizado porque, cuando existe una primera condición de conmutación, el campo de datos de los mensajes puede comprender más de ocho bytes de manera que difiere del estándar CAN-ISO 11898-1, en cuyo caso, para determinar el tamaño del campo de datos cuando existe una primera condición de conmutación, se interpretan los valores del código de longitud de datos de manera que difiere al menos parcialmente del estándar CAN-ISO 11898-1, donde está prevista al menos una memoria intermedia para transmitir datos entre el campo de datos y el software de aplicación, y, al menos si el tamaño del campo de datos se diferencia del tamaño de la memoria intermedia utilizada, se ajusta la cantidad de datos transmitida según la diferencia de tamaños entre el campo de datos y la memoria intermedia utilizada.
23. Dispositivo según la reivindicación 22, caracterizado porque el dispositivo está orientado, mediante medios apropiados, a desarrollar al menos uno de los métodos de transmisión de datos según las reivindicaciones 2 a 21.

24. Dispositivo según la reivindicación 23, caracterizado porque los medios apropiados comprenden al menos una unidad de control de protocolo para ajustar la cantidad de datos transmitida entre el campo de datos y la memoria intermedia correspondiente a la diferencia de tamaño entre el campo de datos y la memoria intermedia.
- 5 25. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones 23 o 24, caracterizado porque los medios apropiados comprenden al menos un registro de datos adicional o ampliado, cuyo contenido identifica el tipo y/o el éxito y/o el resultado del método de transmisión de datos utilizado respectivamente.
- 10 26. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones 23 a 25, caracterizado porque los medios apropiados comprenden al menos una memoria de mensajes y/o memoria intermedia adicional o ampliada, en la que al menos un bit de mensaje adicional identifica el método de transmisión de datos empleado o a emplear para el respectivo mensaje.
27. Uso del método según al menos una de las reivindicaciones 1 a 21 durante el funcionamiento normal de un vehículo de motor o de una instalación industrial para transmitir datos entre al menos dos dispositivos de control del vehículo de motor o de la instalación industrial, conectado con un bus de datos apropiado.
- 15 28. Uso del método según al menos una de las reivindicaciones 1 a 21 durante la producción o mantenimiento de un vehículo de motor o de una instalación industrial para transmitir datos entre una unidad de programación conectada para el propósito de programación con un bus de datos apropiado, y al menos un dispositivo de control del vehículo de motor o de la instalación industrial, conectado con el bus de datos.

Formato estándar CAN



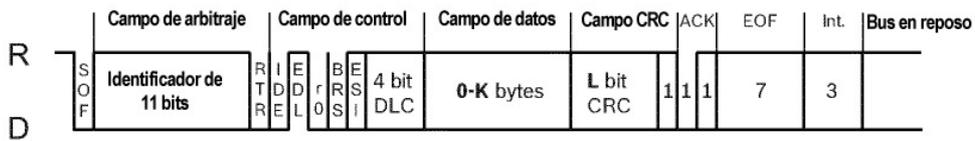
Formato extendido CAN



- 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

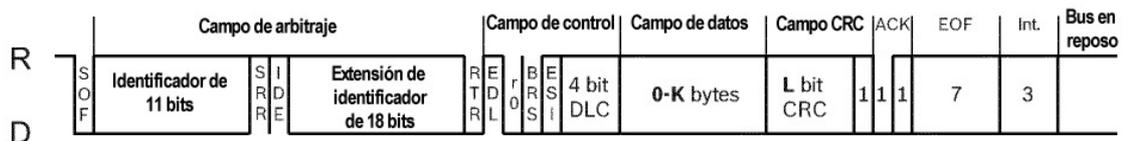


Fig. 1b

DLC	Norma CAN	DLC 1	DLC 2	DLC 3
0000	0 (no utilizado)	0 (no utilizado)	16	0
0001	1	1	1	1
0010	2	2	2	2
0011	3	3	3	3
0100	4	4	4	4
0101	5	5	5	5
0110	6	6	6	6
0111	7	7	7	7
1000	8	8	8	8
1001	8	9	9	12
1010	8	10	10	16
1011	8	11	11	20
1100	8	12	12	24
1101	8	13	13	32
1110	8	14	14	48
1111	8	15	15	64

Fig. 2

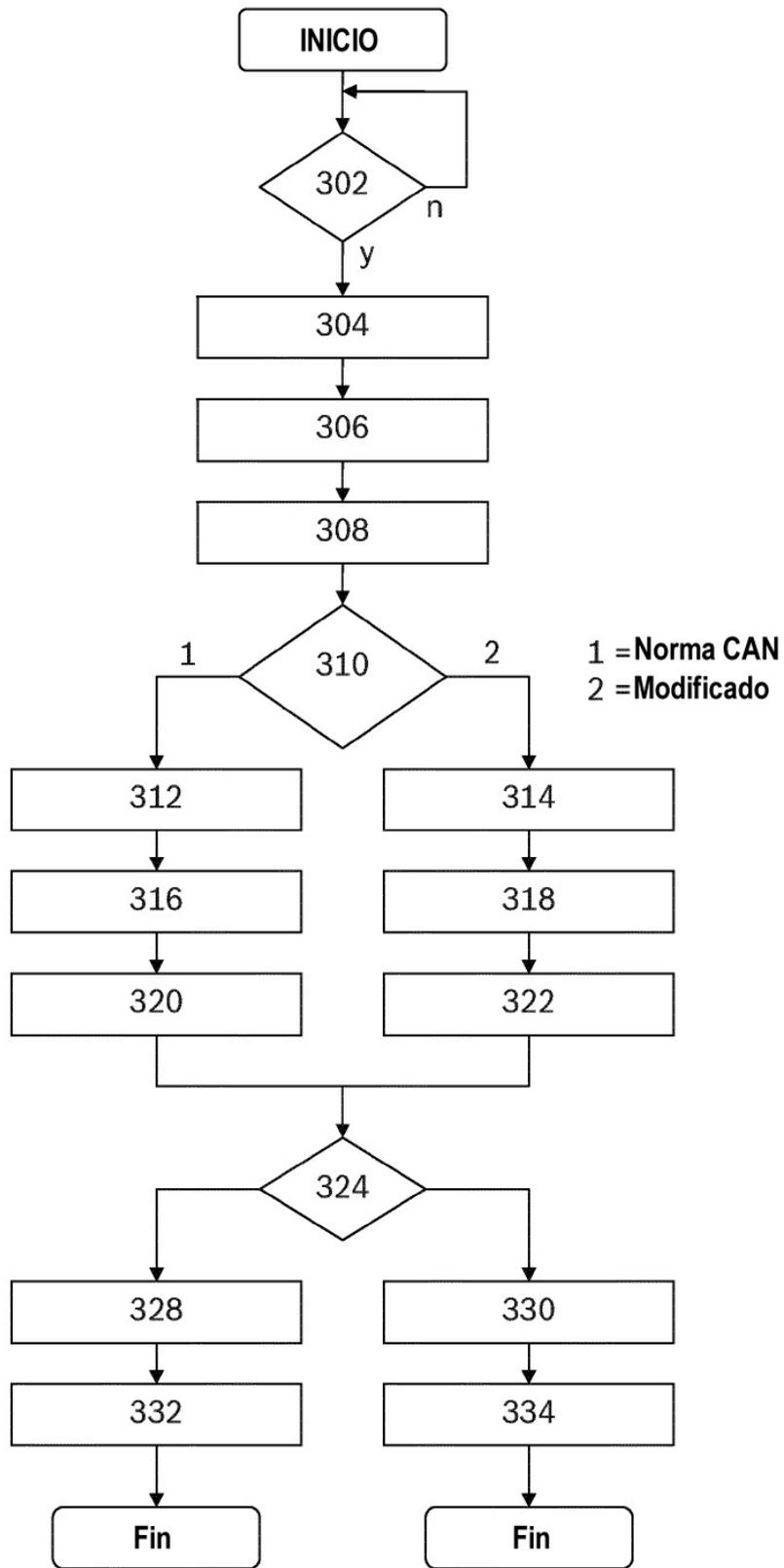


Fig. 3

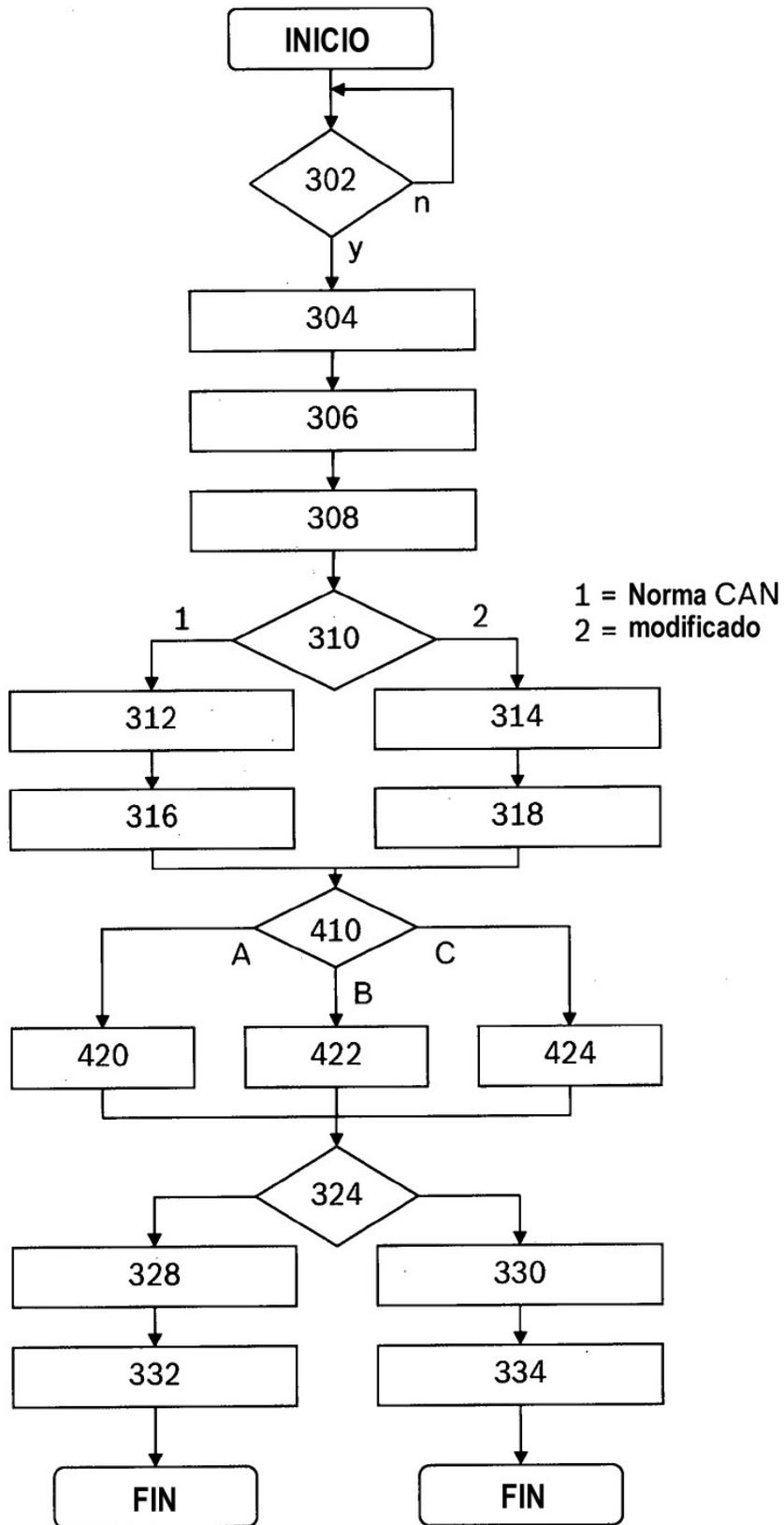
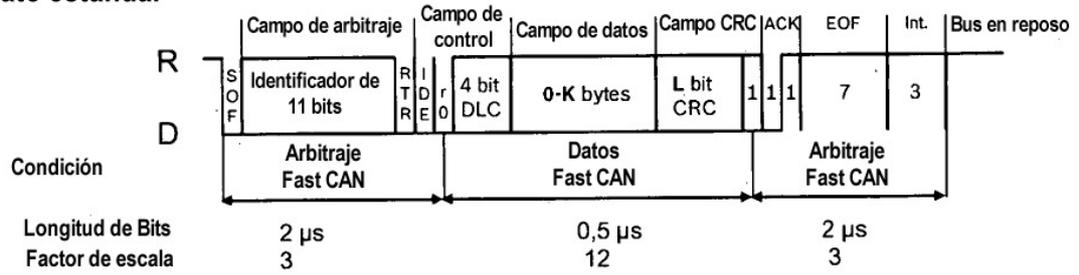


Fig. 4

Formato estándar



Formato extendido

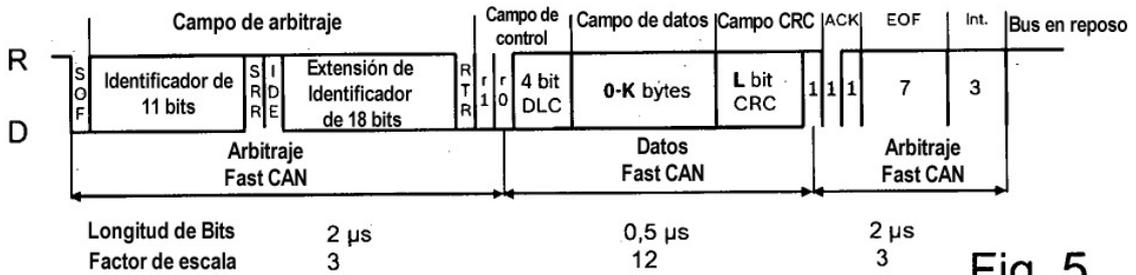


Fig. 5

Mensaje (Formato estándar)

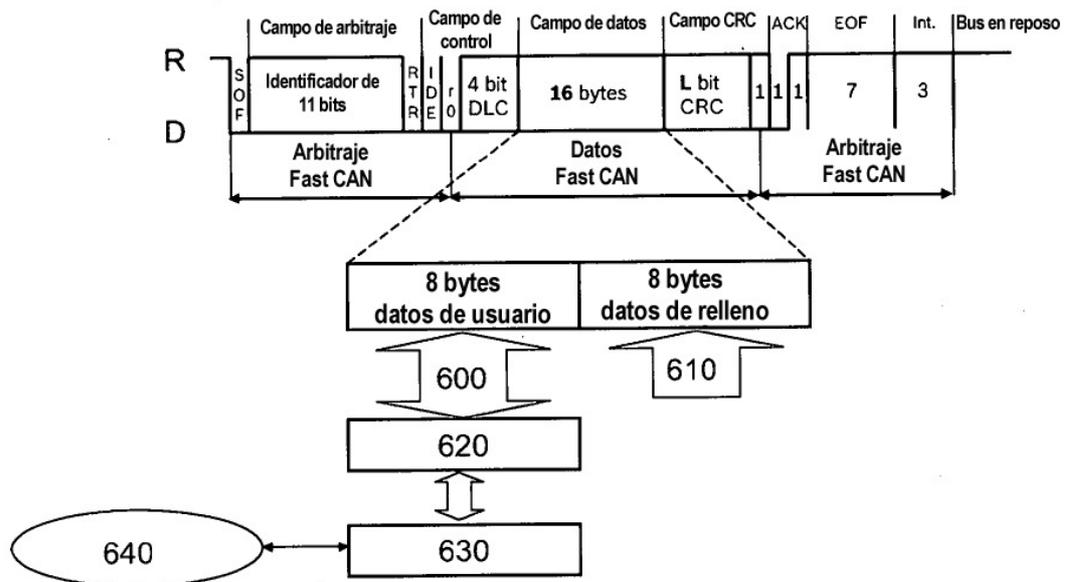
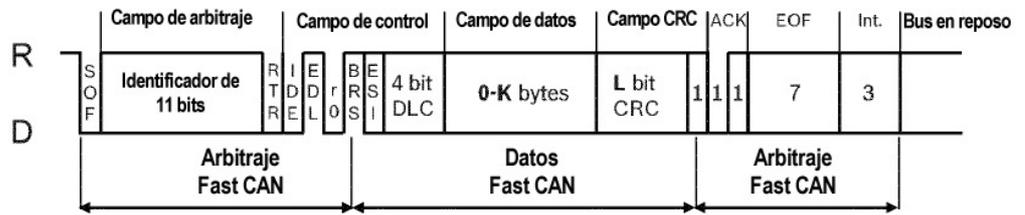


Fig. 6

Formato estándar CAN FD, Fast"



Formato extendido CAN FD, Fast"

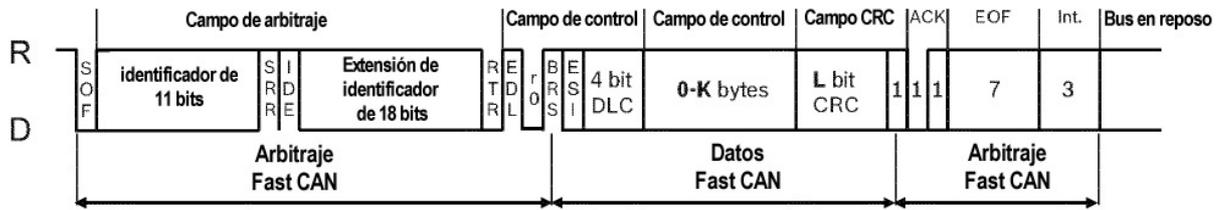


Fig.7

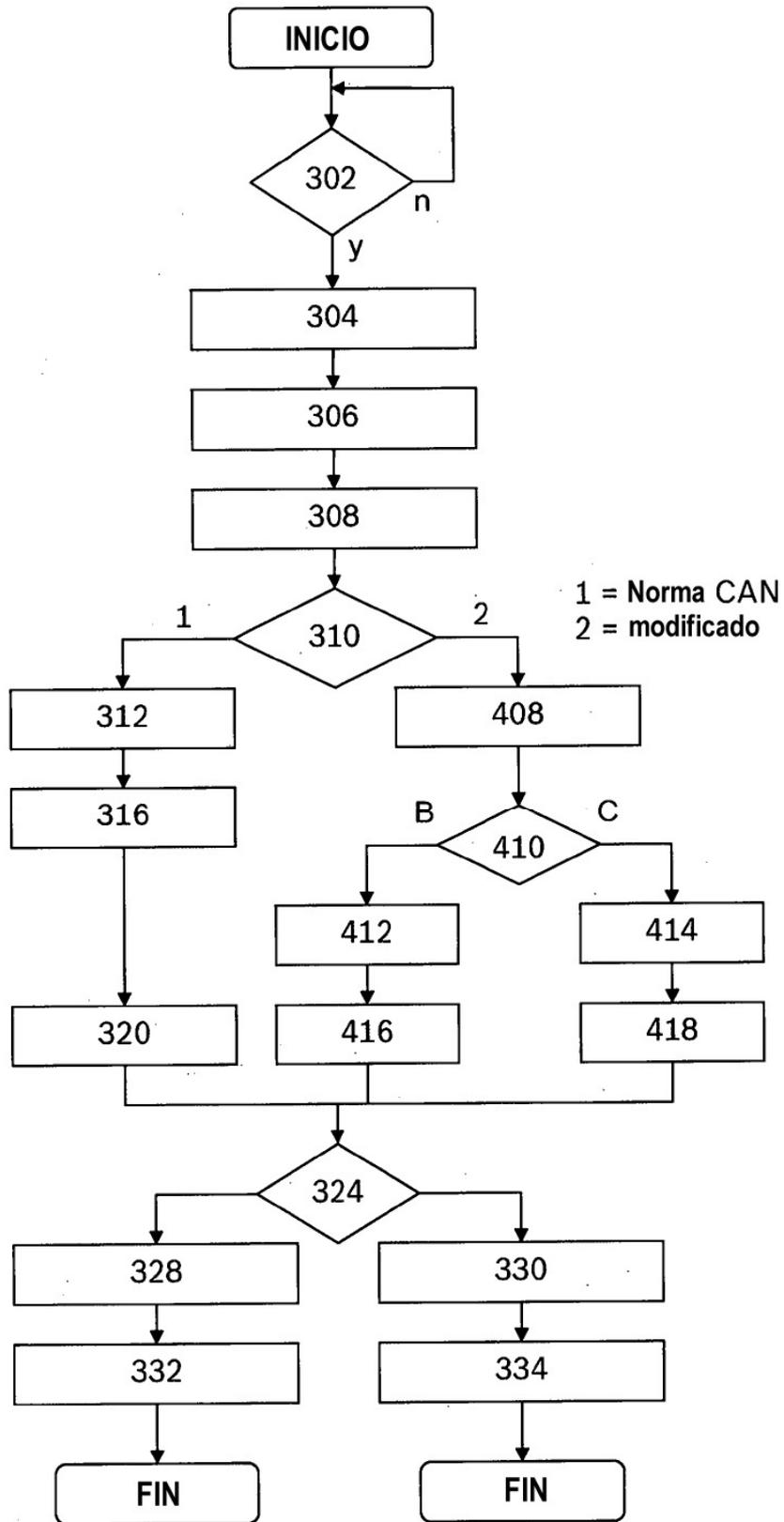


Fig. 8