

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. Oktober 2012 (11.10.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/136547 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
G06F 13/42 (2006.01) *H04L 12/413* (2006.01)
- (74) **Gemeinsamer Vertreter:** ROBERT BOSCH GMBH, Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2012/055588
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
29. März 2012 (29.03.2012)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2011 006 884.8 6. April 2011 (06.04.2011) DE
10 2011 078 266.4 29. Juni 2011 (29.06.2011) DE
10 2011 080 476.5
5. August 2011 (05.08.2011) DE
- (71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): HARTWICH, Florian [DE/DE]; Lerchenstr. 17/1, 72762 Reutlingen (DE).
- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR INCREASING THE DATA TRANSMISSION CAPACITY IN A SERIAL BUS SYSTEM

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERHÖHUNG DER DATENÜBERTRAGUNGSKAPAZITÄT IN EINEM SERIELLEN BUSSYSTEM

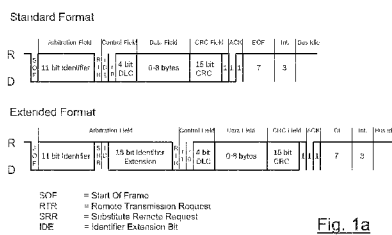


Fig. 1a

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for the serial data transmission in a bus system with at least two participating data processing units. The data processing units exchange messages via the bus, and the transmitted messages have a logical structure in accordance with CAN standard ISO 11898-1, said logical structure comprising a start-of-frame bit, an arbitration field, a control field, a data field, a CRC field, an acknowledge field, and an end-of-frame sequence. The control field comprises a data length code that contains information on the length of the data field. When a first switching condition is present, the data field of the messages can comprise more than eight bytes, deviating from CAN standard ISO 11898-1, wherein the values of the four bits of the data length code are interpreted in a manner at least partly deviating from CAN standard ISO 11898-1 in order to determine the size of the data field when the first switching condition is present.

(57) **Zusammenfassung:** Es wird ein Verfahren zur seriellen Datenübertragung in einem Bussystem mit mindestens zwei teilnehmenden Datenverarbeitungseinheiten beschrieben, wobei die Datenverarbeitungseinheiten über den Bus Nachrichten austauschen, wobei die gesendeten Nachrichten einen logischen Aufbau gemäß der CAN-Norm ISO 11898-1 aufweisen, wobei der logische Aufbau ein Start-of-Frame-Bit, ein Arbitration Field,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

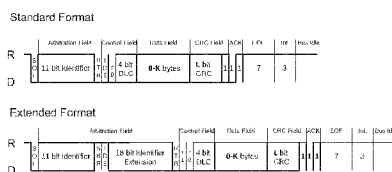
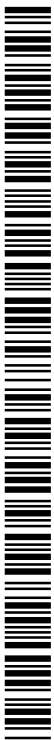


Fig. 1b



WO 2012/136547 A1



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

ein Control Field, ein Data Field, ein CRC Field, ein Acknowledge Field und eine End-of- Frame Sequenz umfasst, wobei das Control Field einen Data Length Code umfasst, der eine Information über die Länge des Data Fields enthält. Bei Vorliegen einer ersten Umschaltbedingung kann das Datenfeld der Nachrichten abweichend von der CAN-Norm ISO 11898-1 mehr als acht Bytes umfassen, wobei zur Feststellung der Größe des Datenfeldes bei Vorliegen der ersten Umschaltbedingung die Werte der vier Bits des Data Length Codes zumindest teilweise abweichend von der CAN-Norm ISO 11898-1 interpretiert werden.

5 Beschreibung

Titel

10 Verfahren und Vorrichtung zur Erhöhung der Datenübertragungskapazität in
einem seriellen Bussystem

Stand der Technik

15 Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Erhöhung der
Datenübertragungskapazität zwischen wenigstens zwei Teilnehmern in einem
seriellen Bussystem.

20 Beispielsweise aus den Normen der Familie ISO 11898-1 bis -5 ist das Controller
Area Network (CAN) sowie eine als „Time Triggered CAN“ (TTCAN) bezeichnete
Erweiterung des CAN bekannt, im Folgenden auch als Norm CAN bezeichnet.
Das beim CAN verwendete Medienzugriffssteuerungsverfahren beruht auf einer
bitweisen Arbitrierung. Bei der bitweisen Arbitrierung können mehrere
Teilnehmerstationen gleichzeitig Daten über den Kanal des Bussystems
übertragen, ohne dass hierdurch die Datenübertragung gestört wird. Die
25 Teilnehmerstationen können weiterhin beim Senden eines Bits über den Kanal
den logischen Zustand (0 oder 1) des Kanals ermitteln. Entspricht ein Wert des
gesendeten Bits nicht dem ermittelten logischen Zustand des Kanals, dann
beendet die Teilnehmerstation den Zugriff auf den Kanal. Bei CAN wird die
bitweise Arbitrierung üblicherweise anhand eines Identifiers innerhalb einer über
30 den Kanal zu übertragenden Nachricht vorgenommen. Nachdem eine
Teilnehmerstation den Identifier vollständig an den Kanal gesendet hat, weiß sie,
dass sie exklusiven Zugriff auf den Kanal hat. Somit entspricht das Ende der
Übertragung des Identifiers einem Beginn eines Freigabeintervalls, innerhalb
dessen die Teilnehmerstation den Kanal exklusiv nutzen kann. Gemäß der
35 Protokollspezifikation des CAN dürfen andere Teilnehmerstationen so lange nicht

auf den Kanal zugreifen, das heißt Daten an den Kanal senden, bis die sendende Teilnehmerstation ein Prüfsummenfeld (CRC Field) der Nachricht übertragen hat. Somit entspricht ein Endzeitpunkt der Übertragung des CRC Fields einem Ende des Freigabeintervalls.

5

Durch die bitweise Arbitrierung wird also eine zerstörungsfreie Übertragung derjenigen Nachrichten über den Kanal erreicht, die das Arbitrierungsverfahren gewonnen hat. Die Protokolle des CAN eignen sich besonders zum Übertragen kurzer Meldungen unter Echtzeitbedingungen, wobei durch geeignete Zuweisung der Identifier sichergestellt werden kann, dass besonders wichtige Nachrichten nahezu immer die Arbitrierung gewinnen und erfolgreich gesendet werden.

10

Mit der zunehmenden Vernetzung moderner Fahrzeuge und dem Einzug zusätzlicher Systeme zur Verbesserung beispielsweise der Fahrsicherheit oder des Fahrkomforts wachsen die Anforderungen an die zu übertragenden Datenmengen und die bei der Übertragung zulässigen Latenzzeiten. Beispiele sind Fahrdynamikregelsysteme wie z.B. das elektronische Stabilitätsprogramm ESP, Fahrerassistenzsysteme wie z.B. die automatische Abstandsregelung ACC, oder Fahrerinformationssysteme wie z.B. die Verkehrszeichenerkennung (vgl. beispielsweise Beschreibungen in „Bosch Kraftfahrtechnisches Handbuch“, 27. Auflage, 2011, Vieweg+Teubner).

15

20

DE 103 11 395 A1 beschreibt ein System, bei welchem asynchrone, serielle Kommunikation alternativ über ein asymmetrisches physikalisches oder über das symmetrische physikalische CAN-Protokoll erfolgen kann, und dadurch eine höhere Datenübertragungsrate oder –sicherheit für die asynchrone Kommunikation erzielbar ist.

25

DE 10 2007 051 657 A1 schlägt vor, in den exklusiven Zeitfenstern des TTCAN Protokolles eine asynchrone, schnelle, nicht CAN-konforme Datenübertragung anzuwenden, um die übertragene Datenmenge zu erhöhen.

30

G. Cena und A. Valenzano behandeln in „Overclocking of controller area

networks“ (Electronics Letters, Vol. 35, No. 22 (1999), S. 1924) die Auswirkungen einer Übertaktung der Busfrequenz in Teilbereichen der Nachrichten auf die effektiv erzielte Datenrate.

5 Es zeigt sich, dass der Stand der Technik nicht in jeder Hinsicht befriedigende Ergebnisse liefert.

Offenbarung der Erfindung

10 Im Folgenden wird die Erfindung mit ihren Vorteilen anhand von Zeichnungen und Ausführungsbeispielen beschrieben. Der Gegenstand der Erfindung ist nicht auf die dargestellten und geschilderten Ausführungsbeispiele beschränkt.

Vorteile der Erfindung

15

Die vorliegende Erfindung geht aus von der Übertragung von Nachrichten mit einem logischen Aufbau nach dem CAN Standard ISO 11898-1 in einem Bussystem mit mindestens zwei teilnehmenden Datenverarbeitungseinheiten, wobei der logische Aufbau ein Start-of-Frame-Bit, ein Arbitration Field, ein Control Field, ein Data Field, ein CRC Field, ein Acknowledge Field und eine End-of-Frame Sequenz umfasst, und wobei das Control Field einen Data Length Code umfasst, der eine Information über die Länge des Data Fields enthält.

20

Die Erfindung erzielt durch die Bereitstellung einer Möglichkeit zur Vergrößerung des Datenfeldes einer übertragenen Nachricht den Effekt, dass gegenüber einer normgemäßen CAN Nachricht eine größere Menge an Daten mit einer einzigen Nachricht über den Bus übermittelt werden kann, indem bei Vorliegen einer ersten Umschaltbedingung das Datenfeld der Nachrichten abweichend von der CAN-Norm ISO 11898-1 mehr als acht Bytes umfassen kann, wobei zur Feststellung der Größe des Datenfeldes bei Vorliegen der ersten Umschaltbedingung die Werte der Bits des Data Length Codes zumindest teilweise abweichend von der CAN-Norm ISO 11898-1 interpretiert werden. Somit steigt in vorteilhafter Weise das Verhältnis von Datenmenge zu Kontrollinformation in einer Nachricht, und somit auch die mittlere Datenübertragungsrate über das Bussystem.

30

35

Durch das Aufstellen einer eindeutigen Zuordnung zwischen dem Inhalt des Data Length Code und der Länge des Datenfeldes wird in vorteilhafter Weise eine hohe Flexibilität bezüglich der darstellbaren Größe des Datenfeldes erreicht.

5

Es ist weiterhin von Vorteil, dass für die im Norm CAN üblicherweise genutzten Werte 0b0001 bis 0b1000 des Data Length Code die dem Norm CAN entsprechenden Größen des Datenfeldes, also 1 Byte bis 8 Byte zugeordnet werden und die restlichen Werte des Data Length Code für die weiteren zulässigen Größen des Datenfeldes bis zur maximal möglichen Größe genutzt werden. Dies verringert den Anpassungsaufwand von Anwendungssoftware bei der Umstellung auf das erfindungsgemäße Verfahren in kostensparender Weise.

10

Die Vergrößerung des Datenfeldes und die Anpassung der Interpretation des Inhaltes des Data Length Code erfolgt in Abhängigkeit von einer ersten Umschaltbedingung, so dass bei Vorliegen der ersten Umschaltbedingung das erfindungsgemäße Verfahren zur Anwendung kommt, während sonst die Datenübertragung gemäß dem normalen CAN Standard erfolgt. Dadurch können erfindungsgemäßen Vorrichtungen sowohl in Standard CAN Bussystemen eingesetzt werden, als auch in neuen, erfindungsgemäßen Bussystemen mit potenziell größeren Datenfeldern.

15

20

Zusätzlich kann vorgesehen werden, dass bei Vorliegen einer zweiten Umschaltbedingung die Bits des Data Length Codes zumindest teilweise abweichend von der CAN-Norm ISO 11898-1 und auch abweichend von der Zuordnung, wenn diese zweite Umschaltbedingung nicht vorliegt, interpretiert werden. Die derartig übertragenen Nachrichten können durch eine zweite Kennzeichnung im Arbitration Field und/oder im Control Field erkennbar gemacht werden. Dadurch wird eine noch höhere Flexibilität bezüglich der Auswahl an gültigen Größen des Datenfeldes erreicht. Die zweite Kennzeichnung wird in den teilnehmenden Datenverarbeitungseinheiten zur Ermittlung der zweiten Umschaltbedingung ausgewertet, und es wird abhängig von der zweiten Umschaltbedingung der Empfangsprozess an die Größe des Datenfeldes angepasst wird.

25

30

35

Es kann von Vorteil hinsichtlich des Änderungsaufwandes gegenüber dem Norm CAN Protokoll sein, dass die zweite Kennzeichnung nur in Nachrichten, deren Arbitration Field das Format einer CAN-Nachricht im Extended Format aufweist, auftritt und/oder mit der Kennzeichnung des Extended Format übereinstimmt.

5

Weiterhin ist es möglich, im Falle, dass das Datenfeld erfindungsgemäß vergrößert ist, ein geändertes Polynom zur Berechnung der Checksumme heranzuziehen und im CRC Feld zu übertragen. Dies hat den Vorteil, dass die Sicherheit der Fehlererkennung auch für größere übertragene Datenmengen erhalten bleibt. In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform werden zu Beginn einer Nachricht parallel mehrere Berechnungen von Checksummen gestartet und es wird abhängig vom Vorliegen einer, eventuell derselben Umschaltbedingung und oder dem Inhalt des Data Length Code entschieden welches Ergebnis einer dieser Berechnungen verwendet beziehungsweise im CRC Feld übertragen wird. Dadurch ist es möglich, die Information darüber, ob eine Nachricht nach dem Norm-gemäßen Verfahren oder nach dem erfindungsgemäß modifizierten Verfahren übertragen wird, mit der Nachricht zu versenden, ohne die Empfänger im Voraus über das verwendete Verfahren zu informieren. Die Checksummen zur Prüfung der korrekten Datenübertragung liegen für beide Verfahren vor und können nach Bedarf ausgewertet werden.

10

15

20

25

Die vorliegenden Umschaltbedingungen werden durch eine oder mehrere Kennzeichnungen den Empfängern mitgeteilt. Hier ist es besonders vorteilhaft, wenn wenigstens eine der Kennzeichnungen durch ein erstes Kennzeichen-Bit erfolgt, dessen Position zwischen dem letzten Bit des Identifiers und dem ersten Bit des Data Length Code liegt und an dessen Position sich in Nachrichten gemäß der CAN-Norm ISO 11898-1 ein Bit mit einem festgelegten Wert befindet.

30

Es ist weiter von Vorteil, dass eventuell vorhandene Stuff-Bits, welche vor dem CRC Feld in der Nachricht auftreten, in die Berechnung der Checksumme mit aufgenommen werden. Hierdurch wird die Sicherheit der Datenübertragung beziehungsweise die Erkennungswahrscheinlichkeit für Datenübertragungsfehler weiter verbessert.

Kombiniert man das Verfahren weiter mit einer Umschaltung der Bitlänge beispielsweise für zumindest die Bits des Datenfeldes und des CRC Feldes, so erzielt man den weiteren Vorteil, dass eine größere Menge an Daten beschleunigt übertragen wird, als dies bei einer Begrenzung des Datenfeldes auf 8 Byte der Fall ist. Dadurch wird die mittlere Datenübertragungsrate des Bussystems weiter gesteigert. In einer vorteilhaften Ausprägung erfolgt in diesem Fall eine Kennzeichnung der Nachrichten mit verkürzter Bitlänge durch ein Kennzeichen-Bit im Control Field. Dadurch kann die Umschaltung der Bitlänge unabhängig von der Umschaltung der CRC Berechnung beziehungsweise der Größe des Datenfeldes erfolgen und es kann flexibel auf Gegebenheiten des Bussystems reagiert werden.

Das Verfahren ist vorteilhaft einsetzbar im normalen Betrieb eines Kraftfahrzeuges zur Übertragung von Daten zwischen wenigstens zwei Steuergeräten des Kraftfahrzeuges, welche über einen geeigneten Datenbus verbunden sind. Es ist aber gleichermaßen vorteilhaft einsetzbar während der Fertigung oder Wartung eines Kraftfahrzeuges zur Übertragung von Daten zwischen einer zum Zwecke der Programmierung mit einem geeigneten Datenbus verbundenen Programmierungseinheit und wenigstens einem Steuergerät des Kraftfahrzeuges, welches mit dem Datenbus verbunden ist. Es ist ebenfalls vorteilhaft einsetzbar im industriellen Bereich, wenn größere Datenmengen beispielsweise zu Steuerungszwecken übertragen werden müssen. Insbesondere, wenn aufgrund der Länge der Übertragungsstrecke während der Arbitrierung eine reduzierte Datenrate angewendet werden muss, damit alle Teilnehmer die Möglichkeit haben, den Zugriff auf den Bus zu erhalten, kann durch das Verfahren, insbesondere in Kombination mit der Umschaltung der Länge des Datenfeldes und der Reduktion der Bitlänge, eine höhere Datenübertragungsrate erzielt werden.

Ein weiterer Vorteil ist, dass ein Norm-CAN Controller nur minimal geändert werden muss, um erfindungsgemäß arbeiten zu können. Ein erfindungsgemäßer Kommunikationscontroller, der auch als Norm-CAN Controller arbeiten kann, ist nur unwesentlich größer als ein herkömmlicher Norm-CAN Controller. Das zugehörige Anwendungs-Programm muss nicht geändert werden, und schon dann werden Vorteile in der Geschwindigkeit der Datenübertragung erzielt.

Es können in vorteilhafter Weise erhebliche Teile des CAN-Conformance-Tests (ISO 16845) übernommen werden. In einer vorteilhaften Ausprägung kann das erfindungsgemäße Übertragungsverfahren mit den Ergänzungen des TTCAN (ISO 11898-4) kombiniert werden.

Zeichnungen

Die Erfindung wird im Weiteren anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Figur 1a zeigt die zwei Alternativen für den Aufbau von Nachrichten im CAN Format gemäß der CAN-Norm ISO 11898-1 aus dem Stand der Technik. Figur 1b zeigt die zwei analogen Alternativen für das Format der demgegenüber erfindungsgemäß modifizierten Nachrichten.

Figur 2 stellt verschiedene Möglichkeiten dar, wie der Inhalt des Data Length Code erfindungsgemäß abweichend von der CAN-Norm ISO 11898-1 interpretiert werden kann.

Figur 3 stellt schematisch ein Ausführungsbeispiel für den erfindungsgemäßen Empfangsprozess auf einer Teilnehmerstation des Bussystems dar.

Figur 4 stellt schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel für den erfindungsgemäßen Empfangsprozess auf einer Teilnehmerstation des Bussystems dar.

Figur 5 zeigt zwei Beispiele für das Format von erfindungsgemäß modifizierten Nachrichten, bei denen zusätzlich in festgelegten Bereichen innerhalb der Nachricht eine unterschiedliche Bitlänge verwendet wird.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 1a ist der Aufbau von Nachrichten, wie sie auf einem CAN Bus zur Datenübertragung verwendet werden, dargestellt. Die beiden unterschiedlichen

Formate „Standard“ und „Extended“ sind dargestellt. Das erfindungsgemäße Verfahren ist auf beide Formate gleichermaßen anwendbar.

5 Die Nachricht beginnt mit einem „Start of Frame“(SOF)-Bit, das den Beginn der Nachricht signalisiert. Es schließt sich ein Abschnitt an, der in erster Linie zur Identifizierung der Nachricht dient, und anhand dessen die Teilnehmer des Bussystems entscheiden, ob sie die Nachricht empfangen oder nicht. Dieser Abschnitt wird mit „Arbitration Field“ bezeichnet und enthält den Identifier. Es folgt ein „Control Field“, das unter anderem den Data Length Code enthält. Der
10 Data Length Code enthält Informationen über die Größe des Datenfeldes der Nachricht. Hieran schließt sich das eigentliche Datenfeld „Data Field“ an, das die zwischen den Teilnehmern des Bussystems auszutauschenden Daten enthält. Es folgt das „CRC Field“ mit der 15 Bit umfassenden Checksumme und einem Delimiter, und anschließend zwei „Acknowledge“(ACK)-Bits, die dazu dienen,
15 den erfolgreichen Empfang einer Nachricht an den Sender zu signalisieren. Abgeschlossen wird die Nachricht durch eine „End of Frame“(EOF)-Sequenz.

Bei dem CAN Übertragungsverfahren nach der Norm darf das Datenfeld maximal 8 Byte, also 64 Bit an Daten enthalten. Der Data Length Code umfasst gemäß
20 der Norm vier Bits, kann also 16 verschiedene Werte annehmen. Benutzt werden aus diesem Wertebereich in heutigen Bussystemen lediglich acht verschiedene Werte für die unterschiedlichen Größen des Datenfeldes von 1 Byte bis zu 8 Byte. Ein Datenfeld von 0 Byte ist im Norm CAN nicht empfohlen, Größen oberhalb von 8 Byte sind nicht zulässig. Die Zuordnung der Werte des Data
25 Length Code zu den Größen des Datenfeldes ist in Figur 2 in der Spalte CAN Norm dargestellt.

In Figur 1b sind in analoger Darstellung die erfindungsgemäß zu übertragenden, modifizierten Nachrichten, jeweils abgeleitet von den beiden Norm-Formaten,
30 gegenübergestellt.

Bei dem erfindungsgemäß modifizierten Übertragungsverfahren darf das Datenfeld auch mehr als 8 Byte enthalten, nämlich in der dargestellten Ausprägung bis zu K Byte. Anders als im Norm CAN werden weitere Werte, die
35 der Data Length Code einnehmen kann, ausgenutzt, um größere Datenfelder zu

kennzeichnen. Beispielsweise können die vier Bits des Data Length Code benutzt werden, um die Werte von null bis 15 Byte darzustellen. Es können aber auch andere Zuordnungen getroffen werden, beispielsweise ist es eine Möglichkeit, den in heutigen CAN-Nachrichten üblicherweise nicht genutzten Wert des Data Length Code DLC = 0b0000 für eine weitere mögliche Größe des Datenfeldes zu benutzen, beispielsweise für die Größe 16 Byte. Diese beiden Möglichkeiten sind in Figur 2 in Tabellenform als DLC 1 und DLC 2 dargestellt. Die Maximalgröße des Datenfeldes K hat in diesen Fällen den Wert 15 bzw. 16.

Eine weitere Möglichkeit ist es, dass für die Werte des Data Length Code größer 0b1000 und bis 0b1111 die zugehörigen Größen des Datenfeldes um beispielsweise jeweils 2 Byte anwachsen. Dieser Fall ist in der Tabelle als DLC 3 dargestellt. Die Maximalgröße des Datenfeldes K erreicht in dieser Variante den Wert 24. Durch Wahl eines größeren Inkrements, beispielsweise 4 Byte, wären entsprechend größere Datenfelder erreichbar.

Im Beispiel DLC3 ist außerdem noch eine weitere Modifikation vorgenommen: der Wert DLC = 0b0000 wird in diesem Ausführungsbeispiel von Remote-Frames verwendet. Im Norm CAN ist es demgegenüber vorgesehen, dass ein Remote-Frame mit demselben Wert des DLC gesendet wird, welchen die als Reaktion auf den Remote-Frame versendete Nachricht aufweist. Durch die hier beschriebene Modifikation wird sichergestellt, dass nicht Remote-Frames mit unterschiedlicher DLC und gleichem Identifier versendet werden können, was (vgl. ISO 11898-1, Kap. 10.8.8) zu unauflösbaren Kollisionen führen kann.

In den Ausprägungen des Verfahrens, die in Figur 2 in den Spalten DLC 1, DLC 2 und DLC 3 tabellenartig dargestellt sind, entspricht die Zuordnung der Werte von 0b0001 bis 0b1000 des Data Length Code zu Größen des Datenfeldes zwischen 1 Byte und 8 Byte der Zuordnung im Norm CAN. Dadurch ist es in einfacher Weise möglich, Kompatibilität zum Norm CAN zu erreichen, also den Kommunikationscontroller so auszulegen, dass er in einem Norm CAN Bussystem normgemäß arbeitet, während er in einem erfindungsgemäß modifizierten Bussystem größere Datenfelder in den Nachrichten zulässt. Es ist aber auch möglich, eine vollkommen neue Zuordnung der möglichen Werte des Data Length Code zu zulässigen Größen des Datenfeldes vorzunehmen. Ein

Beispiel hierfür ist als DLC 4 ebenfalls in Figur 2 aufgeführt. Die erreichte Maximalgröße K des Datenfeldes ist in diesem Fall 30 Bytes.

5 Um zu gewährleisten, dass ein solcher Kommunikationscontroller feststellen kann, in welcher Art er die Inhalte des Data Length Code zu interpretieren hat, ist vorteilhaft, dass er selbständig erkennt, ob die Kommunikation des Bussystems nach Norm CAN oder dem erfindungsgemäßen Verfahren abläuft. Eine Möglichkeit hierzu besteht darin, ein reserviertes Bit innerhalb des Arbitration Field oder des Control Field zur Kennzeichnung heranzuziehen, so dass aus 10 dieser ersten Kennzeichnung K1 der Kommunikationscontroller eine erste Umschaltbedingung UB1 ableiten kann, abhängig von der er das Übertragungsverfahren auswählt. Beispielsweise kann das in Figur 1b mit r0 bezeichnete, zweite Bit des Control Field zur Kennzeichnung verwendet werden.

15 Die Festlegung kann auch abhängig vom Identifier-Format gewählt werden. Für Standard Adressierung ist so eine Möglichkeit zur Kennzeichnung der erfindungsgemäßen Nachrichten das Einfügen eines rezessiven Bits (EDL-Bit, Extended Data Length) in das Control Field an der Position des im Norm-CAN stets dominanten r0-Bits. Für Extended Adressierung kann das rezessive EDL- 20 Bit im Control Field an die Position des im Norm-CAN stets dominanten r1-Bits treten.

Eine andere Möglichkeit ist, das SRR-Bit zu verwenden, welches im Norm CAN immer rezessiv gesendet werden muss, aber von den die Nachricht 25 empfangenden Busteilnehmern auch dominant akzeptiert wird. Es können auch Bitkombinationen zur Feststellung der ersten Umschaltbedingung UB1 ausgewertet werden.

Eine weitere Möglichkeit wäre, für das erfindungsgemäß modifizierte 30 Übertragungsverfahren die Verwendung des Extended Formates vorzuschreiben. Nachrichten im Extended Format werden von den Busteilnehmern am Wert des IDE-Bits erkannt (vgl. Figur 1a) und dieses Bit könnte gleichzeitig die erste Umschaltbedingung UB1 darstellen, so dass für Extended Nachrichten immer das modifizierte Übertragungsverfahren zur Anwendung kommt. Alternativ wäre 35 es auch möglich, in Extended Nachrichten das reservierte Bit r1 als erste

Kennzeichnung K1 beziehungsweise zur Ableitung der ersten Umschaltbedingung UB1 zu verwenden. Das reservierte Bit kann aber auch, wie weiter unten ausgeführt, zur Ableitung einer zweiten Umschaltbedingung UB2 zur Umschaltung zwischen mehr als zwei verschiedenen Größen des Datenfeldes beziehungsweise Zuordnungen zwischen Werten des Data Length Code und Datenfeldgrößen genutzt werden. Eine solche zweite Umschaltbedingung oder auch mehrere weitere Umschaltbedingungen können flexibel ind

Es ist alternativ aber auch möglich, das Verfahren in dazu geeigneten Kommunikationscontrollern zur Anwendung zu bringen, die nicht auch zur normgemäßen CAN Kommunikation ausgelegt sind. In diesem Fall kann auch die Festlegung der genannten ersten Umschaltbedingung UB1, beispielsweise abhängig von einer geeigneten Kennzeichnung K1 der Nachrichten, entfallen. Die Kommunikationscontroller arbeiten in diesem Fall vielmehr ausschließlich gemäß einem der beschriebenen Verfahren und sind dementsprechend nur in Bussystemen einsetzbar, in welchen ausschließlich solche erfindungsgemäßen Kommunikationscontroller im Einsatz sind.

Wird, wie in der Erfindung vorgesehen, das Datenfeld von Nachrichten vergrößert, so kann es sinnvoll sein, auch das verwendete Verfahren zum Cyclic Redundancy Check (CRC) anzupassen, um eine ausreichende Fehlersicherheit zu erhalten. Insbesondere kann es vorteilhaft sein, ein anderes CRC-Polynom, beispielsweise mit höherer Ordnung, zu verwenden und entsprechend eine CRC Field abweichender Größe in den erfindungsgemäß modifizierten Nachrichten vorzusehen. Dies ist in Figur 1b dadurch dargestellt, dass das CRC Field der erfindungsgemäßen Nachrichten im dargestellten Beispiel eine Länge von L Bit aufweist, wobei L abweichend vom Norm CAN ungleich, insbesondere größer als 15 sein kann.

Die Verwendung eines modifizierten Verfahrens zur Berechnung der CRC Checksumme kann durch eine dritte Kennzeichnung K3, welche eine dritte Umschaltbedingung UB3 darstellt, den Busteilnehmern signalisiert werden. Diese Kennzeichnung K3 und die dritte Umschaltbedingung UB3 kann aber auch mit der ersten Kennzeichnung K1 und / oder Umschaltbedingung UB1 übereinstimmen. Auch hier kann, wie weiter oben beschrieben, beispielsweise

das reservierte Bit r0 aus Figur 1b zur Kennzeichnung dienen, oder es kann das SRR-Bit verwendet werden. Auch eine Verwendung des IDE-Bit in Verbindung mit der Anwendung des Verfahrens in Extended Nachrichten, oder auch des Bit r1 kommt in Frage.

5

In den Norm CAN-Controllern wird der CRC-Code von zu sendenden CAN-Nachrichten mittels eines rückgekoppelten Schieberegisters erzeugt, in dessen Eingang die seriell gesendeten Bits der Nachricht sequenziell eingespeist werden. Die Breite des Schieberegisters entspricht der Ordnung des CRC-Polynoms. Die CRC-Codierung erfolgt durch eine Verknüpfung des Registerinhalts mit dem CRC-Polynom während der Shift-Operationen. Wenn CAN-Nachrichten empfangen werden, werden entsprechend die seriell empfangenen Bits der Nachricht in das CRC-Schieberegister geschoben. Der CRC-Test ist erfolgreich, wenn am Ende des CRC-Feldes alle Bits des Schieberegisters auf Null stehen. Die CRC-Code-Generierung im Sendefall und der CRC-Test im Empfangsfall erfolgen beide in Hardware, ohne dass ein Eingriff der Software notwendig ist. Eine Modifikation der CRC-Codierung hat also keine Auswirkung auf die Anwendungs-Software.

10

15

20

Im Norm CAN-Protokoll werden die Stuff-Bits innerhalb des CAN-Nachrichten (vgl. ISO 11898-1, Kap. 10.5) nicht in die Berechnung oder Prüfung des CRC-Codes miteinbezogen (vgl. ISO 11898-1, Kap. 10.4.2.6: „... the bit stream given by the destuffed bit sequence ...“). Das hat zur Folge, dass in seltenen Fällen zwei Bit-Errors in einer Nachricht nicht erkannt werden, obwohl der CRC eigentlich bis zu fünf zufällig verteilte Bit-Errors in einer Nachricht erkennen sollte. Dies kann vorkommen, wenn sich durch die Bit-Fehler Stuff-Bits in Daten-Bits verwandeln, und umgekehrt (vgl. Unruh, Mathony und Kaiser: "Error Detection Analysis of Automotive Communication Protocols", SAE International Congress, Nr. 900699, Detroit, USA, 1990).

25

30

Im erfindungsgemäß modifizierten Übertragungsverfahren kann die CRC-Codierung demgegenüber so geändert werden, dass auch die Stuff-Bits innerhalb der Nachricht bei der Berechnung oder Prüfung des CRC-Codes miteinbezogen werden. Das heißt, es werden in dieser Ausführungsform die zum Arbitration Field, Control Field und Data Field gehörenden Stuff-Bits als Teil der

35

durch den Cyclic Redundancy Check zu schützenden Daten behandelt. Die Stuf-Bits des CRC-Fields werden wie im Norm CAN ausgeblendet.

5 In einer möglichen Ausführungsform wird der Kommunikationscontroller so ausgelegt, dass er Kompatibilität zum Norm CAN aufweist, also in einem Norm CAN Bussystem normgemäß arbeitet, während er in einem erfindungsgemäß modifizierten Bussystem einerseits größere Datenfelder in den Nachrichten zulässt und andererseits auch die angepasste Berechnung und Prüfung des CRC-Code durchführt.

10 Da am Anfang des Empfanges einer Nachricht noch nicht feststeht, ob eine Norm-konforme CAN-Nachricht oder eine erfindungsgemäß modifizierte Nachricht empfangen wird, werden in einem erfindungsgemäßen Kommunikationscontroller zwei CRC-Schieberegister implementiert, die parallel
15 arbeiten. Nach dem Empfang des CRC Delimiter, wenn der CRC-Code im Empfänger ausgewertet wird, steht aufgrund der erfindungsgemäßen dritten Kennzeichnung K3 beziehungsweise der beispielsweise aus der Kennzeichnung oder dem Inhalt des Data Length Code abgeleiteten dritten Umschaltbedingung UB3 auch fest, welches Übertragungsverfahren angewendet wurde, und es wird
20 dann das diesem Übertragungsverfahren zugeordnete Schieberegister ausgewertet. Die dritte Umschaltbedingung UB3 kann, wie früher bereits dargestellt, mit der ersten Umschaltbedingung UB1, die die Größe des Datenfeldes und die Interpretation des Data Length Code betrifft, übereinstimmen.

25 Am Anfang des Sendens einer Nachricht steht zwar für den Sender bereits fest, nach welchem Übertragungsverfahren gesendet werden soll. Da es jedoch vorkommen kann, dass die Arbitration um den Buszugriff verloren wird und die begonnene Nachricht nicht gesendet, sondern stattdessen eine andere Nachricht
30 empfangen wird, werden auch hier beide CRC-Schieberegister parallel angesteuert.

Die beschriebene Implementation zweier parallel arbeitender CRC-Schieberegister ermöglicht auch eine weitere Verbesserung:

Das CRC-Polynom des Norm CAN-Protokolls ($x^{15} + x^{14} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^4 + x^3 + 1$) ist für eine Nachrichten-Länge von weniger als 127 Bits ausgelegt. Wenn erfindungsgemäß übertragene Nachrichten auch längere Datenfelder verwenden, ist es sinnvoll, zur Aufrechterhaltung der Übertragungssicherheit ein anderes, insbesondere längeres CRC-Polynom zu verwenden. Die erfindungsgemäß übermittelten Nachrichten erhalten dementsprechend ein geändertes, insbesondere längeres CRC Field. Im laufenden Betrieb wechseln die Kommunikationscontroller dynamisch zwischen den beiden CRC-Schieberegistern, also dem Norm CAN-gemäßen und dem erfindungsgemäßen Schieberegister, um das jeweils passende Polynom zu verwenden.

Natürlich können auch mehr als zwei Schieberegister und dementsprechend mehr als zwei CRC-Polynome abgestuft in Abhängigkeit von der Länge des Datenfeldes oder der gewünschten Übertragungssicherheit zum Einsatz kommen. In diesem Fall muss, sofern eine Kompatibilität zum Norm CAN erhalten bleiben soll, die entsprechende Kennzeichnung und die damit verbundene Umschaltbedingung angepasst werden. Beispielsweise könnte durch das reservierte Bit r0 oder das SRR-Bit in Figur 1b eine erste Umschaltbedingung ausgelöst werden, welche ein Umschalten auf längere Datenfelder, beispielsweise gemäß DLC 1 auf Figur 2, und ein zugehöriges zweites CRC-Polynom kennzeichnet. Zusätzlich könnte, beispielsweise für Nachrichten im Extended Format durch das reservierte Bit r1 oder das IDE-Bit in Figur 1b, eine zweite Umschaltbedingung UB2 ausgelöst werden, welche die Umschaltung auf einen weiteren Satz von Datenfeldgrößen, beispielsweise DLC 3 aus Figur 2, und ein drittes CRC-Polynom kennzeichnet. Es können aber auch durch weitere, entsprechende Umschaltbedingungen und Kennzeichnungen, die nach der ersten Kennzeichnung K1 in die Nachricht eingefügt beziehungsweise aufgenommen werden, die Variationsmöglichkeiten hinsichtlich der verfügbaren gültigen Datenfeldgrößen weiter vergrößert werden. Die teilnehmenden Datenverarbeitungseinheiten können dann nach Empfang der ersten Kennzeichnung beziehungsweise Auswertung der zugehörigen Umschaltbedingung ihren Übertragungsprozess entsprechend anpassen und diese weitere zweite, oder weitere Kennzeichnungen oder Umschaltbedingungen auswerten und das Übertragungsverfahren an an die jeweils aus den

Umschaltbedingungen und dem Inhalt des Data Length Code ermittelte Datenfeldgröße anpassen.

5 Es ist im übrigen auch möglich, dass die erste Umschaltbedingung UB1, etwa durch das reservierte Bit r0 oder das SRR-Bit, auf die Möglichkeit längerer Datenfelder und die entsprechende Interpretation des Inhaltes des Data Length Code umschaltet, und dass Ermittlung der dritten Umschaltbedingung UB3 und damit einhergehend die Auswahl des für die CRC-Prüfung auszuwertenden CRC-Polynoms dann abhängig vom Inhalt des Data Length Code erfolgt. Die
10 dritte Umschaltbedingung UB3 kann dementsprechend auch mehr als zwei Werte annehmen. Beispielsweise könnten die Datenfeldgrößen gemäß DLC 3 ausgewählt werden, also die Werte 0 (für Remote-Frames) 1, ..., 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 und 24 Byte annehmen, und es könnten dann drei CRC-Polynome parallel über geeignete Schieberegister gerechnet werden, zum Beispiel das
15 Norm CRC-Polynom für Datenfelder bis zu 8 Byte, ein zweites CRC-Polynom für Datenfelder bis zu 16 Byte und ein drittes CRC-Polynom für Datenfelder bis zu 24 Byte.

Figur 3 zeigt in vereinfachter Darstellung einen Ausschnitt des
20 erfindungsgemäßen Empfangsprozesses, wie er auf einer Teilnehmerstation des Bussystems abläuft. Dargestellt ist hier der Fall, bei welchem eine Kompatibilität zum Norm CAN erreicht wird, indem abhängig von der ersten Umschaltbedingung UB1 das Verhalten des Kommunikationscontrollers angepasst wird. Obwohl in Figur 3 eine für die Beschreibung von
25 Programmabläufen in Software übliche Darstellung gewählt wurde, ist das Verfahren gleichermaßen vollständig zur Implementierung in Hardware geeignet.

Die Teilnehmerstation befindet sich zunächst in einem den Bus abtastenden Zustand, so lange auf dem Bus kein Kommunikationsverkehr herrscht. Die
30 Abfrage 302 wartet also auf ein dominantes Bit auf dem Bus. Dieses Bit kennzeichnet den Beginn einer neuen Nachricht.

Sobald der Beginn einer neuen Nachricht festgestellt wurde beginnt im Block 304 die Berechnung der wenigstens zwei parallel zu berechnenden Checksummen.
35 Die erste Checksumme entspricht der CRC Berechnung des Norm CAN,

während die zweite Checksumme nach dem neuen Verfahren berechnet wird. Bei der Berechnung der zweiten Checksumme werden im dargestellten Ausführungsbeispiel die Stuff-Bits miteinbezogen, während dies bei der Berechnung gemäß Norm CAN nicht der Fall ist. Es ist aber auch möglich, analog zum Norm CAN die Stuff-Bits auch für die Berechnung der zweiten Checksumme nicht zu berücksichtigen.

Es werden anschließend ab dem Schritt 306 die weiteren, auf das SOF-Bit folgenden Bits der Nachricht, beginnend mit dem Arbitration Field, empfangen. Falls mehrere Busteilnehmer eine Nachricht versenden wollen, wird hierbei nach dem aus dem Norm CAN üblichen Verfahren unter den Busteilnehmern ausgehandelt, welcher Busteilnehmer den Zugriff auf den Bus erhält. Der dargestellte Block 306 kennzeichnet den Empfang aller Bits, bis die erste Kennzeichnung K1 empfangen wurde beziehungsweise die erste Umschaltbedingung UB1 feststeht. In den aufgeführten Beispielen wird die erste Umschaltbedingung UB1 aus dem Arbitration Field, beispielsweise aus dem SRR-Bit oder dem IDE-Bit, oder aus dem Control Field, beispielsweise aus einem reservierten Bit desselben, ermittelt (vgl. Figur 1). Anschließend können in Block 308 noch weitere Bits der Nachricht empfangen werden, bis ab einem bestimmten Bit der Nachricht abhängig von der ermittelten ersten Umschaltbedingung UB1 unterschiedlich verfahren wird. Diese Aufspaltung in unterschiedliche Verfahrensweisen wird durch eine entsprechende Abfrage oder Verzweigung 310 gewährleistet, wie im Folgenden beispielhaft dargestellt.

Liegt bei der Verzweigung 310, beispielsweise nach Empfang der ersten zwei Bits des Control Field, die Information vor, dass gemäß der ersten Umschaltbedingung UB1 die Kommunikation nach Norm CAN erfolgt (der mit „1“ bezeichnete Pfad der Figur 3), so werden im Schritt 312 die weiteren Bits des Control Field eingelesen. Aus diesen Bits wird gemäß Norm CAN der Data Length Code ausgewertet und es wird anschließend in Schritt 316 die zugehörige Menge an Daten, maximal 8 Byte, entsprechend dem Datenfeld, empfangen. Im Schritt 320 wird dann das 15 Bit umfassende CRC Feld empfangen. Liegt bei der Verzweigung 324 die Information vor, dass die die vom Sender übermittelte und die vom Empfänger selbst ermittelte CRC Checksumme übereinstimmen, wird in Block 328 ein dominantes Acknowledge-Bit gesendet. Es ist zu beachten, dass in

diesem Fall die normgemäße CRC Checksumme verglichen wird, da die Kommunikation nach Norm CAN erfolgt. Wird keine Übereinstimmung festgestellt, wird (Block 330) das Acknowledge-Bit rezessiv gesendet. Anschließend folgen ACK Delimiter und EOF Bits (siehe Figur 1b, in Figur 3 nicht dargestellt).

Liegt hingegen bei der Verzweigung 310, beispielsweise nach Empfang der ersten zwei Bits des Control Field, die Information vor, dass gemäß der ersten Umschaltbedingung UB1 das erfindungsgemäß modifizierte Kommunikationsverfahren anzuwenden ist (der mit „2“ bezeichnete Pfad der Figur 3), so werden im Block 314 die weiteren Bits des Control Field eingelesen. Aus dem Ergebnis wird der Data Length Code nach der neuen Interpretation, für die einige Beispiele tabellenartig in Figur 2 aufgeführt sind, ermittelt. Im Block 318 wird die entsprechende Menge an Daten, also für das Beispiel DLC 1 aus der Tabelle in Figur 2 bis zu 15 Byte, für das Beispiel DLC 2 bis zu 16 Byte, für das Beispiel DLC 3 bis zu 24 Byte und für das Beispiel DLC 4 bis zu 30 Byte Daten empfangen. Im Block 322 wird das erfindungsgemäß abweichende, insbesondere längere CRC Feld empfangen. Liegt bei der Verzweigung 324 die Information vor, dass die vom Sender übermittelte und die vom Empfänger selbst ermittelte CRC Checksumme übereinstimmen, wobei in diesem Fall der Vergleich auf der erfindungsgemäß abweichenden CRC Checksumme basiert, wird in Block 328 ein dominantes Acknowledge-Bit gesendet. Andernfalls wird (Block 330) das Acknowledge-Bit rezessiv gesendet. Anschließend folgen in Schritt 332 beziehungsweise 334 der ACK Delimiter und die EOF Bits. Damit ist ein Empfangsprozess für eine Nachricht beendet.

In Figur 3 wurde der Fall dargestellt, in welchem die dritte Umschaltbedingung UB3, welche die zu verwendende CRC bestimmt, mit der ersten Umschaltbedingung UB1, die die Größe des Datenfeldes und die Interpretation des Data Length Code betrifft, übereinstimmt. Es wurde also vor dem Empfang 320 beziehungsweise 322 der CRC Checksummen nicht nochmals abgefragt, welche CRC gemäß der dritten Umschaltbedingung UB3 zu empfangen und für die Verzweigung 324 auszuwerten ist. Durch eine einfache Modifikation des Ablaufdiagrammes aus Figur 3 ist diese zusätzliche Abfrage in den Ablauf aufnehmbar, wie in Figur 4 dargestellt ist.

Bei dem derartig modifizierten Empfangsprozess gemäß Figur 4 wird nach Empfang der gemäß der Information aus dem Data Length Code erwarteten Anzahl von Datenbytes des Datenfeldes in Block 316 beziehungsweise 318 in der Abfrage oder Verzweigung 410 ermittelt, welchen Wert die dritte Umschaltbedingung UB3 aufweist. Diese Information kann, wie früher beschrieben, beispielsweise aus der entsprechenden dritten Kennzeichnung, oder aus dem Inhalt des Data Length Code ermittelt worden sein. Im dargestellten Beispiel gibt es drei verschiedene Werte für die dritte Umschaltbedingung UB3, nämlich A, B und C. Abhängig vom Wert der Umschaltbedingung UB3 wird dann in den Blöcken 420, 422 und 424 eine unterschiedliche Anzahl von Bits des CRC Field eingelesen, beispielsweise für den Wert A 15 Bits, für den Wert B 17 Bits und für den Wert C 19 Bits. Anschließend wird bei der Verzweigung 324 analog zu Figur 3 geprüft, ob die vom Sender übermittelte und die vom Empfänger selbst ermittelte CRC Checksumme übereinstimmen und abhängig davon weiter verfahren.

Figur 5 zeigt für weitere Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Übertragungsverfahrens nochmals die Struktur von Nachrichten in den zwei möglichen Varianten, dem Standard Format und dem Extended Format. Für beide Varianten sind in Figur 5 Bereiche eingezeichnet, in denen zwischen zwei Zuständen, hier bezeichnet mit Fast-CAN-Arbitration und Fast-CAN-Data umgeschaltet wird. Diese Umschaltung zwischen den beiden Zuständen bewirkt in diesem Beispiel, dass nach Abschluss der Arbitrierung für einen Teil der Nachricht, insbesondere für das Datenfeld und das CRC Feld, die Bitlängen verkürzt und somit die einzelnen Bits schneller über den Bus übertragen werden. Dadurch kann die Übertragungszeit für eine Nachricht gegenüber dem normgemäßen Verfahren verkürzt werden. Der zugehörige Wechsel der zeitlichen Bitlänge kann beispielsweise durch Verwendung mindestens zweier unterschiedlicher Skalierungsfaktoren zur Einstellung der Bus-Zeiteinheit relativ zu einer kleinsten Zeiteinheit oder dem Oszillatortakt im laufenden Betrieb realisiert werden. Die Umschaltung der Bitlänge, sowie die entsprechende Veränderung des Skalierungsfaktors sind in Figur 5 ebenfalls beispielhaft dargestellt.

Der Übergang zwischen den Zuständen Fast-CAN-Arbitration und Fast-CAN-Data kann abhängig von einer vierten Umschaltbedingung UB4 erfolgen, welche mit einer vierten Kennzeichnung K4 der Nachrichten korrespondiert, die den Teilnehmern der Datenübertragung signalisiert, dass die verkürzte Bitlänge angewendet wird. In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel ist die gewählte Position dieser Kennzeichnung K4 das „reserved bit“ r0, das vor dem Data Length Code übertragen wird. Sie entspricht also einer möglichen Position der ersten Kennzeichnung K1, welche zur ersten Umschaltbedingung UB1 korrespondiert und die mögliche Verwendung längerer Datenfelder und einer geänderten Interpretation des Data Length Code kennzeichnet, und auch der dritten Kennzeichnung K3, welche zu einer geänderten CRC Berechnung korrespondiert.

Eine andere Möglichkeit zur Kennzeichnung der erfindungsgemäßen Nachrichten mit verkürzter Bitlänge ist in Figur 6 dargestellt. Hier sind die Nachrichten mit potenziell längeren Datenfeldern (zugehörig: erste Kennzeichnung K1) und geänderter CRC-Berechnung (zugehörig: dritte Kennzeichnung K3) durch ein rezessives EDL-Bit (Extended Data Length) gekennzeichnet, welches an die Stelle eines in Norm CAN Nachrichten dominant übertragenen Bits tritt und dieses Bit ersetzt oder um eine Position nach hinten verschiebt. Für die Standard-Adressierung tritt das EDL-Bit an die zweite Position im Control Field und verschiebt das dort befindliche, stets dominante r0-Bit um eine Position. Für die Extended Adressierung tritt das EDL-Bit im gezeigten Beispiel an die erste Position des Control Field und ersetzt das dort befindliche reservierte r1-Bit, das im Norm-CAN stets dominant übertragen wird.

Sofern mehrere unterschiedliche Zuordnungen zwischen dem Inhalt des Data Length Code und der Größe des Datenfeldes verwendbar sein sollen, können an Bit-Positionen innerhalb des Control Fields, die auf das EDL-Bit folgen, auch noch weitere Kennzeichnungen in die erfindungsgemäßen Nachrichten aufgenommen werden, die dann zur Auswahl der jeweiligen Zuordnung von Werten des Data Length Code zu Größen des Datenfeldes ausgewertet werden.

Die vierte Kennzeichnung K4, die die Verwendung der verkürzten Bitlänge ankündigt, ist durch das Einfügen eines zusätzlichen, rezessiven BRS-Bits (Bit

Rate Switch) in das Control Field von erfindungsgemäßen Nachrichten, welche durch das EDL-Bit gekennzeichnet sind, dargestellt. In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Position des BRS-Bits die vierte (Standard Adressierung) bzw. dritte (Extended Adressierung) Position im Control Field.

5

Die Nachrichten tragen die Bezeichnung „CAN FD Fast“. Für die zwei möglichen Adressierungsvarianten von Nachrichten, das Standard Format und das Extended Format, sind in Figur 6 Bereiche eingezeichnet, in denen zwischen zwei Zuständen, bezeichnet mit Fast-CAN-Arbitration und Fast-CAN-Data umgeschaltet wird. Diese Umschaltung zwischen den beiden Zuständen bewirkt, wie bereits geschildert, dass für den entsprechenden Teil der Nachricht die Bitlängen verkürzt und somit die einzelnen Bits schneller über den Bus übertragen werden. Dadurch kann die Übertragungszeit für eine Nachricht gegenüber dem normgemäßen Verfahren verkürzt werden. Der Übergang zwischen den Zuständen Fast-CAN-Arbitration und Fast-CAN-Data erfolgt in Nachrichten, welche die erste bzw. dritte Kennzeichnung EDL aufweisen, abhängig von der vierten Kennzeichnung BRS, die den Teilnehmern der Datenübertragung signalisiert, dass die verkürzte Bitlänge angewendet wird

10

15

20

In dem dargestellten Fall, in dem also auf die erste Kennzeichnung EDL die zweite Kennzeichnung BRS folgt, werden im erfindungsgemäßen Übertragungsverfahren Nachrichten übertragen, deren Bitlänge deutlich verkürzt, deren Datenfeldgröße auf Werte oberhalb 8 Byte ausdehnbar, und deren CRC an das größere Datenfeld angepasst ist. Erhebliche Steigerung der Übertragungskapazität über das Bussystem bei gleichzeitig verbesserter Übertragungssicherheit werden so erreicht.

25

Die schnellere Übertragung beginnt im dargestellten Beispiel unmittelbar nach Versenden der zugehörigen Kennzeichnung und wird unmittelbar nach Erreichen des für die Rückumschaltung festgelegten Bits beendet oder dann, wenn ein Grund zum Start eines Error-Frames erkannt wurde.

30

Figur 7 zeigt einen gegenüber Figur 3 modifizierten Empfangsprozess, bei welchem zusätzlich abhängig von der zweiten Kennzeichnung BRS zwischen den Zuständen Fast-CAN-Arbitration und Fast-CAN-Data umgeschaltet wird.

35

Liegt bei der Verzweigung 310, beispielsweise nach Empfang des zweiten Bits des Control Field als rezessivem Bit EDL, die Information vor, dass das erfindungsgemäß modifizierte Kommunikationsverfahren anzuwenden ist, so werden im Block 408 die nächsten Bits des Control Field eingelesen. Wird das zur zweiten Kennzeichnung dienende Bit, beispielsweise das vierte Bit BRS des erfindungsgemäß erweiterten Control Field, mit dem vorgesehenen Wert, beispielsweise rezessiv, empfangen, so wird beispielsweise am Sample Point dieses Bits der Zustand Fast-CAN-Data eingenommen, also auf die verkürzte Bitlänge umgeschaltet (Pfad „C“). Weist das betreffende Bit den umgekehrten Wert auf, also in diesem Beispiel dominant, so erfolgt keine Verkürzung der Bitlänge (Pfad „B“). In den Blöcken 412 beziehungsweise 414 erfolgt der Empfang der verbleibenden Bits des Control Field inklusive des Data Length Code und der Empfang des Datenfeldes gemäß der Größeninformation aus dem Data Length Code. Im Block 412 wird mit normaler Bitlänge empfangen, im Block 414 mit der verkürzten Bitlänge. In den Blöcken 416 beziehungsweise 418 wird das erfindungsgemäß abweichende, insbesondere längere CRC Field eingelesen. Am letzten Bit des CRC Field, dem CRC Delimiter wird im Block 418 wieder in den Zustand Fast-CAN-Arbitration mit gewöhnlicher Bitrate umgeschaltet. Anschließend wird bei der Verzweigung 324 analog zu Figur 3 geprüft, ob die vom Sender übermittelte und die vom Empfänger selbst ermittelte CRC Checksumme übereinstimmen und es wird abhängig davon weiter verfahren, wie schon in Figur 3.

Den Nutzen des in Figur 5 dargestellten Ausführungsbeispiels in Kombination mit dem mit DLC 3 bezeichneten Ausführungsbeispiel des Verfahrens mit geänderter Größe des Datenfeldes hinsichtlich der erzielten Datenübertragungsrate veranschaulicht die folgende Rechnung: Es wird von einer Länge des Datenfeldes von 24 Byte, von Datenrahmen im Standard Format mit 11 Bit Adressierung, sowie von einer Baudrate von 500 kBit/s ausgegangen. Des weiteren wird angenommen, dass der Skalierungsfaktor nach dem „reserved bit“ r0 um einen Faktor vier erhöht wird. In diesem Fall würde die Bitlänge also nach dem „reserved bit“ r0 von 2 Mikrosekunden auf 0,5 Mikrosekunden reduziert. Es werden bei Vernachlässigung von möglichen Stuff-Bits in diesem Beispiel pro Datenrahmen 27 Bit (SOF, Identifier, RTR, IDE, r0, ACK-Field, EOF,

Intermission) mit der normalen Bitlänge und 212 Bit (DLC, Data, CRC, CRCDelimitter) mit der verkürzten Bitlänge übertragen, wobei hier noch von einer 15-Bit CRC ausgegangen wurde, welche aber erfindungsgemäß durch eine längere CRC ersetzt werden könnte.

5

Es ergibt sich unter den gegebenen Randbedingungen eine effektive Übertragungsleistung von 293 Bit in 160 Mikrosekunden, was bei gleicher angenommener Busauslastung einer Datenübertragungsrate entspricht, die gegenüber der nicht modifizierten Norm CAN-Übertragung um einen Faktor 3,7 erhöht ist. Zusätzlich verschiebt sich das Verhältnis von Nutzdaten (Data Field) zu Protokoll-Overhead in vorteilhafter Weise.

10

Das Verfahren eignet sich im normalen Betrieb eines Kraftfahrzeuges zur Übertragung von Daten zwischen wenigstens zwei Steuergeräten des Kraftfahrzeuges, welche über einen geeigneten Datenbus verbunden sind. Es ist aber gleichermaßen vorteilhaft einsetzbar während der Fertigung oder Wartung eines Kraftfahrzeuges zur Übertragung von Daten zwischen einer zum Zwecke der Programmierung mit einem geeigneten Datenbus verbundenen Programmierungseinheit und wenigstens einem Steuergerät des Kraftfahrzeuges, welches mit dem Datenbus verbunden ist.

15

20

Weiterhin ist es auch möglich, das Verfahren in der industriellen Automatisierung einzusetzen, also beispielsweise zur Übertragung von Steuerinformation zwischen verteilten, durch den Bus miteinander verbundenen Steuereinheiten, die den Ablauf eines industriellen Fertigungsablaufes steuern. In diesem Umfeld können auch sehr lange Busleitungen auftreten und es kann besonders sinnvoll sein, das Bussystem für die Arbitrierungsphase mit einer relativ langen Bitlänge zu betreiben, beispielsweise mit 16, 32 oder 64 Mikrosekunden, so dass die Bussignale sich während des Arbitrierungsvorganges wie erforderlich auf dem gesamten Bussystem ausbreiten können. Anschließend kann dann für einen Teil der Nachricht, wie beschrieben, auf kürzere Bitlängen umgeschaltet werden, um die mittlere Übertragungsrate nicht zu klein werden zu lassen.

25

30

Insgesamt stellt das Verfahren ein Übertragungsverfahren dar, welches sich dadurch auszeichnet, dass ein Norm-CAN Controller nur minimal geändert werden muss, um erfindungsgemäß arbeiten zu können. Ein erfindungsgemäßer

35

Kommunikationscontroller, der auch als Norm-CAN Controller arbeiten kann, ist nur unwesentlich größer als ein herkömmlicher Norm-CAN Controller. Das zugehörige Anwendungs-Programm muss nicht geändert werden, und schon dann werden Vorteile in der Geschwindigkeit der Datenübertragung erzielt. Durch
5 Verwendung der erweiterten Größe des Datenfeldes und der zugehörigen DLC und CRC kann die Geschwindigkeit der Datenübertragung weiter gesteigert werden, die Anpassungen in der Anwendungs-Software sind minimal. Es können weite Teile des CAN-Conformance-Tests (ISO 16845) übernommen werden. Es ist auch möglich, das erfindungsgemäße Übertragungsverfahren mit den
10 Ergänzungen des TTCAN (ISO 11898-4) zu kombinieren.

Wo in der vorangegangenen Beschreibung der Erfindung auf ISO-Standards Bezug genommen wurde, ist jeweils die zum Anmeldezeitpunkt geltende
15 Fassung des entsprechenden ISO-Standards als Stand der Technik zugrundezulegen.

5 Ansprüche

- 1) Verfahren zur seriellen Datenübertragung in einem Bussystem mit mindestens zwei teilnehmenden Datenverarbeitungseinheiten, die über den Bus Nachrichten austauschen,
10 wobei die gesendeten Nachrichten einen logischen Aufbau gemäß der CAN-Norm ISO 11898-1 aufweisen,
wobei der logische Aufbau ein Start-of-Frame-Bit, ein Arbitration Field, ein Control Field, ein Data Field, ein CRC Field, ein Acknowledge Field und eine
15 End-of-Frame Sequenz umfasst,
wobei das Control Field einen Data Length Code umfasst, der eine Information über die Länge des Data Fields enthält,
dadurch gekennzeichnet, dass bei Vorliegen einer ersten Umschaltbedingung (UB1) das Datenfeld der Nachrichten abweichend von der CAN-Norm ISO
20 11898-1 mehr als acht Bytes umfassen kann,
wobei zur Feststellung der Größe des Datenfeldes bei Vorliegen der ersten Umschaltbedingung die Werte der Bits des Data Length Codes zumindest teilweise abweichend von der CAN-Norm ISO 11898-1 interpretiert werden.
- 25 2) Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit vom Wert der ersten Umschaltbedingung jede der möglichen Wertekombinationen der Bits des Data Length Code einer der zulässigen Größen des Datenfeldes zugeordnet ist.
- 30 3) Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Nachrichten, in denen das Datenfeld der Nachrichten abweichend von der CAN-Norm ISO 11898-1 mehr als acht Bytes umfassen kann und zur Feststellung der Größe des Datenfeldes die Werte der Bits des Data Length Codes zumindest teilweise abweichend von der CAN-Norm
35 ISO 11898-1 interpretiert werden, durch eine erste Kennzeichnung (K1) im

Arbitration Field und/oder im Control Field von CAN-normgemäßen Nachrichten unterscheidbar sind.

4) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
5 **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Kennzeichnung in den teilnehmenden Datenverarbeitungseinheiten zur Ermittlung der ersten Umschaltbedingung ausgewertet wird und abhängig von der ersten Umschaltbedingung der Empfangsprozess an die Größe des Datenfeldes angepasst wird.

10 5) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass bei Vorliegen der ersten Umschaltbedingung das Datenfeld 16 unterschiedliche Größen umfassen kann und den 16 unterschiedlichen Größen des Datenfeldes 16 Wertekombinationen der Bits des Data Length Code zugeordnet sind.

15 6) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass bei Vorliegen der ersten Umschaltbedingung die maximal mögliche Größe des Datenfeldes größer als 16 Byte ist.

20 7) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Werte zwischen 0b0001 und 0b1000 des Data Length Codes für die Größen des Datenfeldes zwischen 1 und 8 Bytes gemäß der CAN-Norm ISO 11898-1 genutzt werden und bei Vorliegen der ersten Umschaltbedingung die restlichen Werte des Data Length Code für die weiteren
25 zulässigen Größen des Datenfeldes bis zur maximal möglichen Größe genutzt werden.

8) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
30 **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Vorliegen einer zweiten Umschaltbedingung (UB2) oder mehrere weiterer Umschaltbedingungen die Bits des Data Length Codes zumindest teilweise abweichend von der CAN-Norm ISO 11898-1 und abweichend von der Zuordnung, wenn die zweite Umschaltbedingung nicht vorliegt oder die weiteren Umschaltbedingungen nicht vorliegen, interpretiert
35 werden.

- 9) Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass die Nachrichten, in denen bei Vorliegen einer zweiten Umschaltbedingung oder mehrerer weiterer Umschaltbedingungen die Bits des Data Length Codes zumindest teilweise abweichend von der CAN-Norm ISO 11898-1 und abweichend von der Zuordnung, wenn die zweite
5 Umschaltbedingung nicht vorliegt oder die weiteren Umschaltbedingungen nicht vorliegen, interpretiert werden sollen, durch eine zweite Kennzeichnung (K2) oder weitere Kennzeichnungen im Arbitration Field und/oder im Control Field erkennbar sind.
- 10) Verfahren nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Kennzeichnung oder die weiteren Kennzeichnungen in den teilnehmenden Datenverarbeitungseinheiten zur Ermittlung der zweiten Umschaltbedingung oder der weiteren
15 Umschaltbedingungen ausgewertet wird oder werden und abhängig vom Ergebnis der Auswertung der Empfangsprozess an die Größe des Datenfeldes angepasst wird.
- 11) Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Kennzeichnung nur in Nachrichten, deren Arbitration Field das Format einer CAN-Nachricht im Extended Format aufweist, auftritt und/oder mit der Kennzeichnung des Extended Format
20 übereinstimmt.
- 12) Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass die erste Kennzeichnung (K1) durch ein erstes Kennzeichen-Bit (EDL) erfolgt, dessen Position zwischen dem letzten Bit des Identifiers und dem ersten Bit des Data Length Code liegt und an dessen
25 Position sich in Nachrichten gemäß der CAN-Norm ISO 11898-1 ein Bit mit einem festgelegten Wert befindet.
- 13) Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, dass im Control Field für die zweite Kennzeichnung (K2) ein zweites Kennzeichen-Bit auf das erste Kennzeichen-Bit (EDL) folgt oder
30

für die weiteren Kennzeichnungen weitere Kennzeichen-Bits auf das erste Kennzeichen-Bit (EDL) folgen.

14) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13,

5 **dadurch gekennzeichnet, dass** in Abhängigkeit vom Wert einer dritten Umschaltbedingung (UB3) das CRC Field der Nachrichten wenigstens zwei unterschiedliche Anzahlen von Bits aufweisen kann, wobei wenigstens eine der gültigen Anzahlen von Bits im CRC Field eine von der CAN-Norm ISO 11898-1 abweichende Anzahl von Bits ist,
10 wobei zur Festlegung des Inhaltes eines solchen CRC Field, welches eine abweichende Anzahl von Bits aufweist, ein von der CAN-Norm ISO 11898-1 abweichendes Generator-Polynom verwendet wird.

15) Verfahren nach Anspruch 14,

15 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nachrichten, in denen in Abhängigkeit vom Wert einer dritten Umschaltbedingung (UB3) das CRC Field der Nachrichten wenigstens zwei unterschiedliche Anzahlen von Bits aufweisen kann, durch eine dritte Kennzeichnung (K3) im Arbitration Field und/oder im Control Field erkennbar sind, wobei die dritte Kennzeichnung mit der ersten Kennzeichnung
20 übereinstimmen kann.

16) Verfahren nach Anspruch 14 oder 15,

dadurch gekennzeichnet, dass der Wert der dritten Umschaltbedingung (UB3) in den teilnehmenden Datenverarbeitungseinheiten in Abhängigkeit von der
25 dritten Kennzeichnung (K3) ermittelt wird oder mit der ersten Umschaltbedingung übereinstimmt oder aus der ersten Umschaltbedingung und / oder dem Inhalt des Data Length Code abgeleitet wird, wobei abhängig vom Wert der dritten Umschaltbedingung der Empfangsprozess an die Größe des CRC Field angepasst wird.

30

17) Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16,

dadurch gekennzeichnet, dass zu Beginn einer Nachricht die Berechnung von wenigstens zwei CRC Checksummen mittels unterschiedlicher Generator-Polynome parallel gestartet wird und abhängig vom Wert der dritten
35 Umschaltbedingung entschieden wird, welches Ergebnis aus einer der parallel

gestarteten CRC-Berechnungen verwendet wird.

5 18) Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17,
dadurch gekennzeichnet, dass bei Vorliegen der dritten Umschaltbedingung
bei wenigstens einer durchgeführten CRC-Berechnung auch eventuelle Stuff-Bits
innerhalb der Abschnitte der Nachricht, welche vor dem CRC Field liegen,
berücksichtigt werden.

10 19) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18,
dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit vom Wert einer vierten
Umschaltbedingung (UB4) die zeitliche Bitlänge innerhalb einer Nachricht
mindestens zwei unterschiedliche Werte annehmen kann, wobei für wenigstens
einen ersten vorgebbaren Bereich innerhalb der Nachricht die zeitliche Bitlänge
15 größer oder gleich einem vorgegebenen Minimalwert von etwa einer
Mikrosekunde ist und in mindestens einem zweiten vorgebbaren Bereich
innerhalb der Nachricht die zeitliche Bitlänge eine im Vergleich zum ersten
Bereich reduzierten Wert aufweist.

20 20) Verfahren nach nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei unterschiedlichen Werte
der zeitlichen Bitlänge innerhalb einer Nachricht durch Verwendung mindestens
zweier unterschiedlicher Skalierungsfaktoren zur Einstellung der Bus-Zeiteinheit
relativ zu einer kleinsten Zeiteinheit oder dem Oszillatortakt im laufenden Betrieb
realisiert werden.

25 21) Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 20,
dadurch gekennzeichnet, dass die Nachrichten, in denen in Abhängigkeit vom
Wert einer vierten Umschaltbedingung die zeitliche Bitlänge innerhalb einer
Nachricht mindestens zwei unterschiedliche Werte annehmen kann, durch eine
vierte Kennzeichnung im Arbitration Field und / oder im Control Field erkennbar
30 sind, wobei die vierte Kennzeichnung mit der ersten und / oder dritten
Kennzeichnung übereinstimmen kann.

35 22) Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21,
dadurch gekennzeichnet, dass der Wert der vierten Umschaltbedingung in den

teilnehmenden Datenverarbeitungseinheiten in Abhängigkeit von der vierten Kennzeichnung ermittelt wird oder mit der ersten Umschaltbedingung und / oder der dritten Umschaltbedingung übereinstimmt oder aus der ersten Umschaltbedingung und / oder der dritten Umschaltbedingung abgeleitet wird, wobei abhängig vom Wert der vierten Umschaltbedingung der Empfangsprozess an die unterschiedlichen Werte der Bitlänge innerhalb einer Nachricht angepasst wird.

23) Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 22,

dadurch gekennzeichnet, dass die vierte Kennzeichnung (K4) durch ein weiteres Kennzeichen-Bit (BRS) erfolgt, welches zwischen dem ersten Kennzeichen-Bit (EDL) und dem ersten Bit des Data Length Code liegt.

24) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 23,

dadurch gekennzeichnet, dass die Nachrichten zeitgesteuert gemäß dem in der TTCAN-Norm ISO 11898-4 beschriebenen Verfahren übertragen werden.

25) Vorrichtung zur seriellen Datenübertragung in einem Bussystem mit mindestens zwei teilnehmenden Datenverarbeitungseinheiten, die über den Bus Nachrichten austauschen,

wobei die gesendeten Nachrichten einen logischen Aufbau gemäß der CAN-Norm ISO 11898-1 aufweisen,

wobei der logische Aufbau ein Start-of-Frame-Bit, ein Arbitration Field, ein Control Field, ein Data Field, ein CRC Field, ein Acknowledge Field und eine End-of-Frame Sequenz umfasst,

wobei das Control Field einen Data Length Code umfasst, der eine Information über die Länge des Data Fields enthält,

dadurch gekennzeichnet, dass bei Vorliegen einer ersten Umschaltbedingung (UB1) das Datenfeld der Nachrichten abweichend von der CAN-Norm ISO 11898-1 mehr als acht Bytes umfassen kann,

wobei zur Feststellung der Größe des Datenfeldes bei Vorliegen der ersten Umschaltbedingung die Werte der Bits des Data Length Codes zumindest teilweise abweichend von der CAN-Norm ISO 11898-1 interpretiert werden.

26) Vorrichtung nach Anspruch 25,
dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung durch geeignete Mittel dafür
eingrichtet ist, zumindest eines der Verfahren zur Datenübertragung gemäß
Anspruch 2 bis 24 auszuführen.

5

27) Vorrichtung nach Anspruch 25,
dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung durch eine ausreichende
Anzahl von Schieberegistern zur Berechnung der wenigstens zwei CRC
Checksummen gemäß Anspruch 17 eingerichtet ist.

10

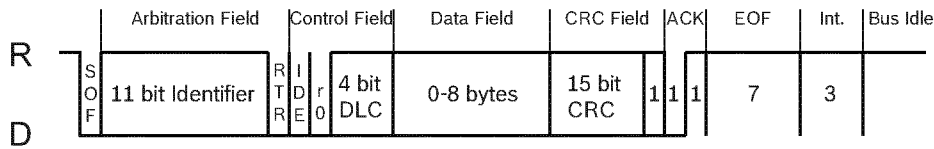
28) Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 24
im normalen Betrieb eines Kraftfahrzeuges oder einer industriellen Anlage zur
Übertragung von Daten zwischen wenigstens zwei Steuergeräten des
Kraftfahrzeuges oder der industriellen Anlage, welche über einen geeigneten
Datenbus verbunden sind.

15

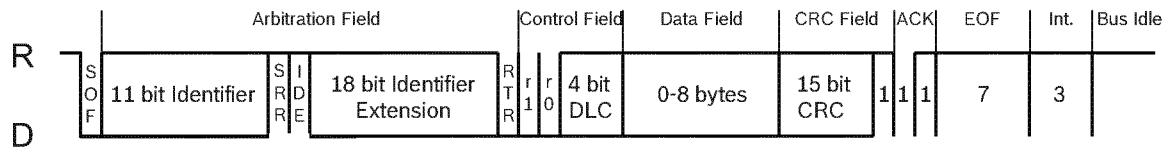
29) Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 24
während der Fertigung oder Wartung eines Kraftfahrzeuges oder einer
industriellen Anlage zur Übertragung von Daten zwischen einer zum Zwecke der
Programmierung mit einem geeigneten Datenbus verbundenen
Programmierungseinheit und wenigstens einem Steuergerät des Kraftfahrzeuges
oder der industriellen Anlage, welches mit dem Datenbus verbunden ist.

20

Standard Format



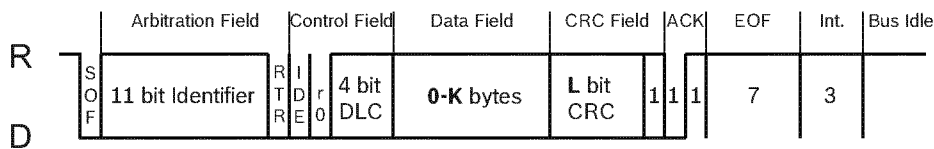
Extended Format



- SOF = Start Of Frame
- RTR = Remote Transmission Request
- SRR = Substitute Remote Request
- IDE = Identifier Extension Bit

Fig. 1a

Standard Format



Extended Format

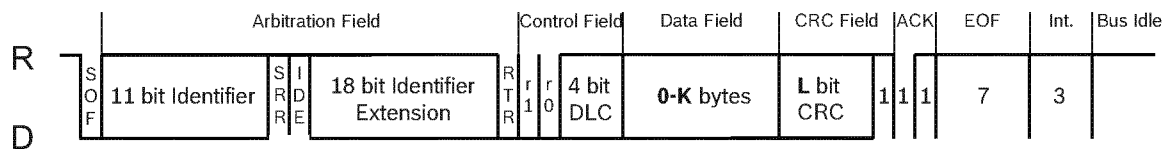


Fig. 1b

DLC	Norm CAN	DLC 1	DLC 2	DLC 3	DLC 4
0000	0 (not used)	0 (not used)	16	remote f.	remote f.
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

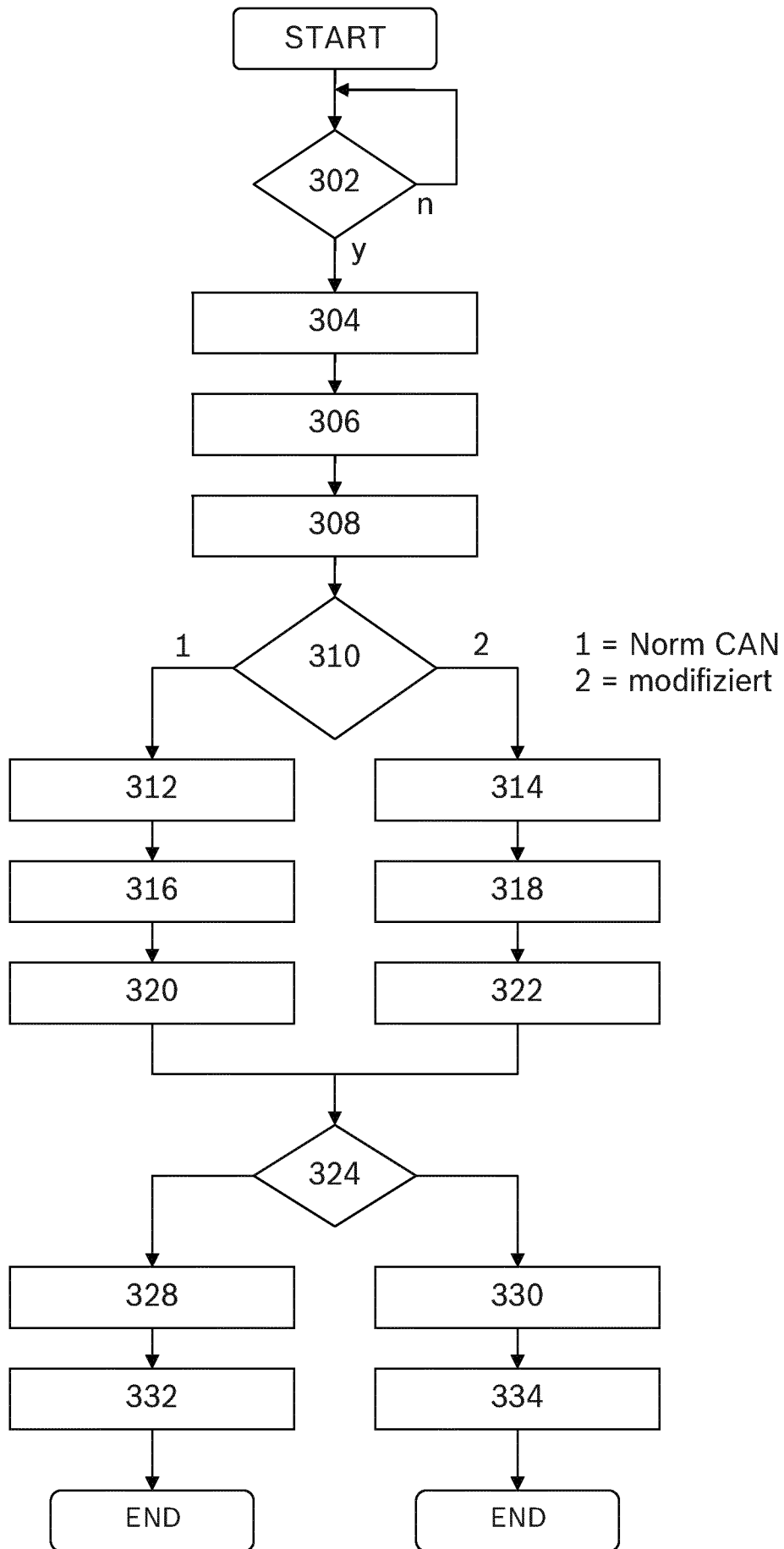


Fig. 3

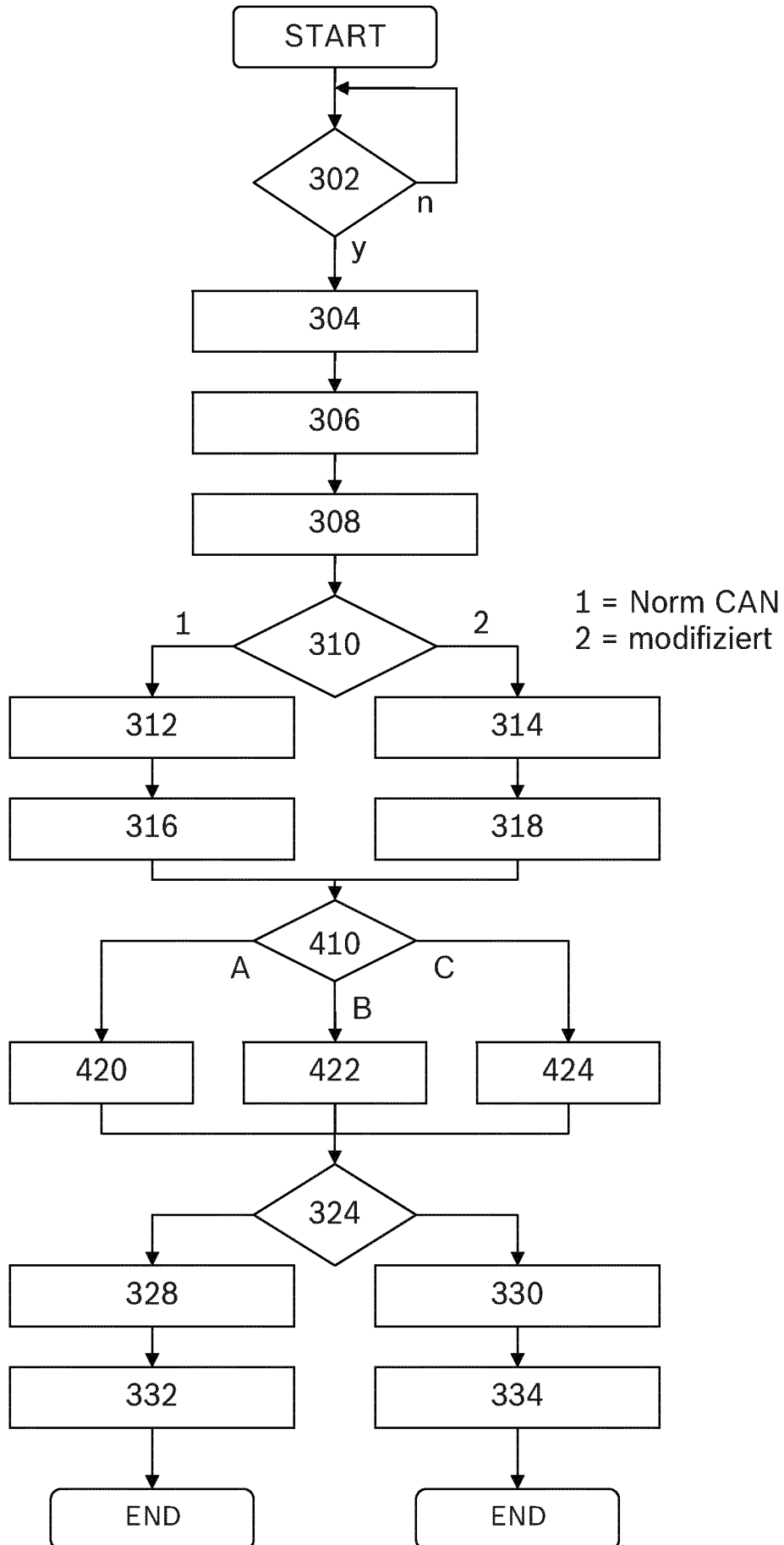
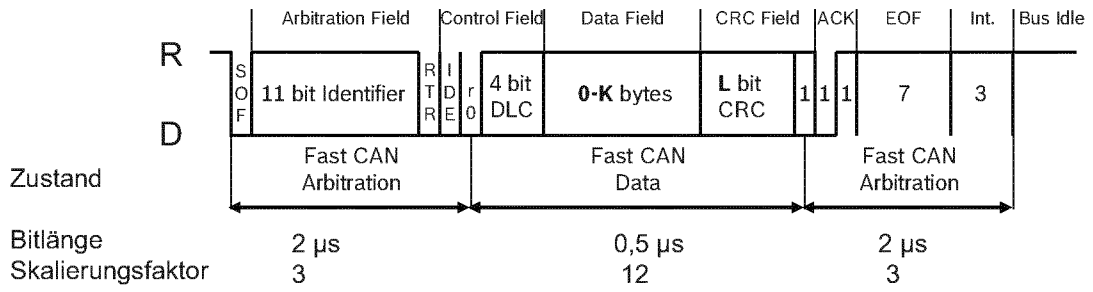


Fig. 4

Standard Format



Extended Format

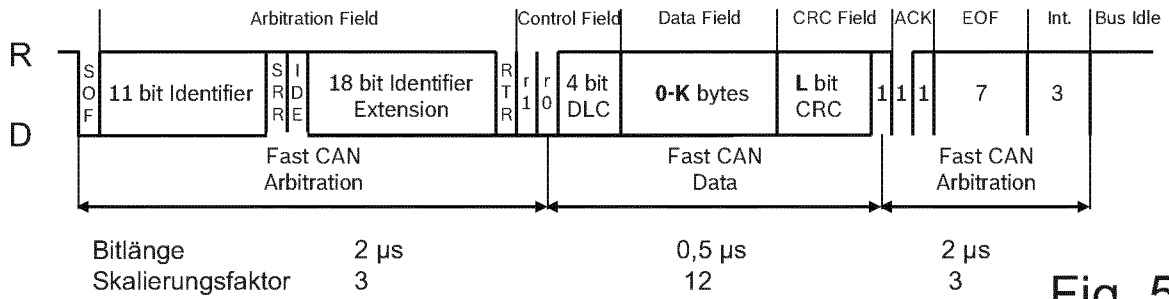
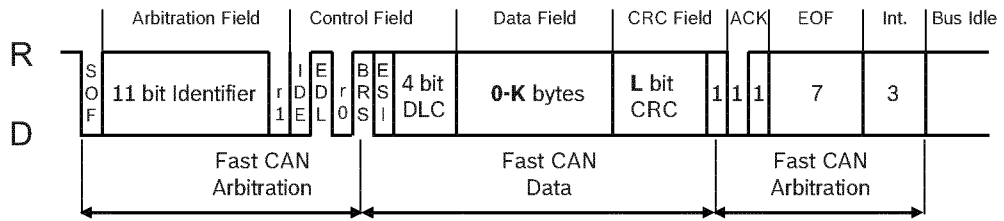


Fig. 5

Standard Format CAN FD „Fast“



Extended Format CAN FD „Fast“

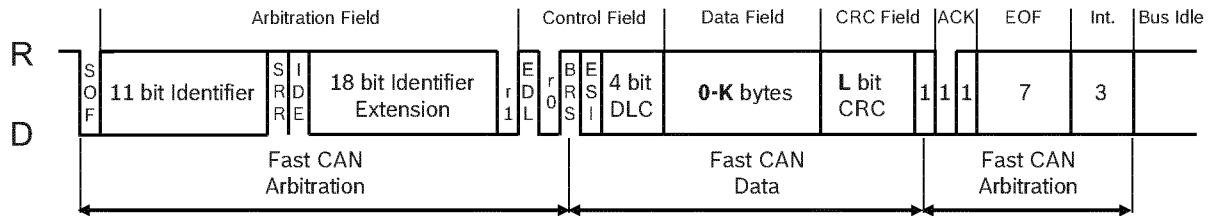


Fig. 6

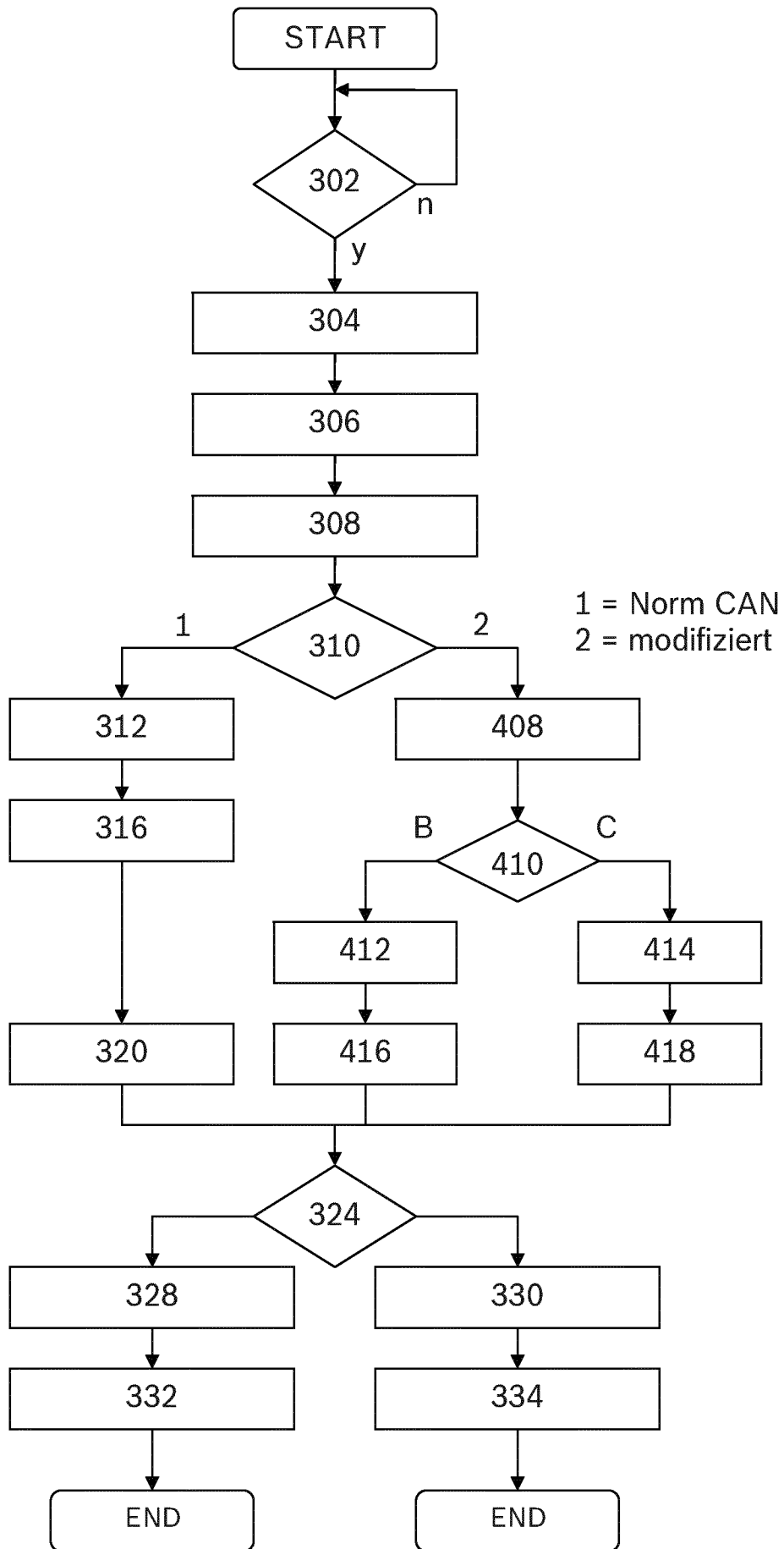


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/055588

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G06F13/42 H04L12/413
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G06F H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2007/091932 A1 (HWANG H C) 26 April 2007 (2007-04-26) paragraph [0056] figure 3	1-29
A	----- "Road vehicles - Controller area network (CAN) - Part 1: Data link layer and physical signalling ; ISO 11898-1-2003", IEEE DRAFT; ISO+11898-1-2003, IEEE-SA, PISCATAWAY, NJ USA, vol. msc.upamd, 18 November 2010 (2010-11-18), pages 1-52, XP017637056, paragraph 8.4.2.3 - page 15 -----	1-29

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 7 August 2012	Date of mailing of the international search report 22/08/2012
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Braccini, Guido
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/055588

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2007091932 A1	26-04-2007	KR 20070041870 A US 2007091932 A1	20-04-2007 26-04-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2012/055588

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G06F13/42 H04L12/413
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G06F H04L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2007/091932 A1 (HWANG H C) 26. April 2007 (2007-04-26) Absatz [0056] Abbildung 3	1-29
A	----- "Road vehicles - Controller area network (CAN) - Part 1: Data link layer and physical signalling ; ISO 11898-1-2003", IEEE DRAFT; ISO+11898-1-2003, IEEE-SA, PISCATAWAY, NJ USA, Bd. msc.upamd, 18. November 2010 (2010-11-18), Seiten 1-52, XP017637056, Absatz 8.4.2.3 - Seite 15 -----	1-29

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- | | |
|--|---|
| <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> | <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> |
|--|---|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
7. August 2012	22/08/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Braccini, Guido
--	--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/055588

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2007091932 A1	26-04-2007	KR 20070041870 A	20-04-2007
		US 2007091932 A1	26-04-2007
