



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 040 229 A1** 2006.02.23

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 040 229.9**

(22) Anmeldetag: **18.08.2004**

(43) Offenlegungstag: **23.02.2006**

(51) Int Cl.⁸: **H04L 12/40** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München,
DE**

(72) Erfinder:

**Olender, Grzegorz, 81369 München, DE; Schedl,
Anton, Dr., 80798 München, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu
ziehende Druckschriften:

DE 101 57 680 A1

DE 101 32 971 A1

DE 100 00 302 A1

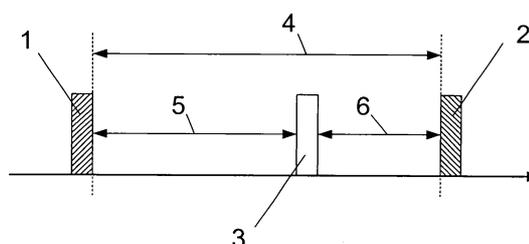
US 50 52 029

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Durchführung einer sicheren Datenkommunikation**

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zur Durchführung einer sicheren Datenkommunikation der Teilnehmer eines nicht zeitlich synchronisierten Datenbusses, welche im Wesentlichen zyklisch innerhalb von durch den jeweiligen Teilnehmer angeforderten Buszugriffsintervallen auf den Datenbus zugreifen, wird der zeitliche Abstand eines von einem Teilnehmer anzufordernden Buszugriffsintervalls zum vorigen Buszugriffsintervall desselben Teilnehmers gegenüber einer festen Teilnehmerzykluszeit angepasst in Abhängigkeit von der Lage des vorigen Buszugriffsintervalls des Teilnehmers in einem Bezugszeitintervall, welches begrenzt ist durch das dem vorigen Buszugriffsintervall des Teilnehmers unmittelbar vorausgehende Buszugriffsintervall eines anderen Teilnehmers und das dem vorigen Buszugriffsintervall des Teilnehmers unmittelbar nachfolgende Buszugriffsintervall eines anderen Teilnehmers.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Durchführung einer sicheren Datenkommunikation der Teilnehmer eines nicht zeitlich synchronisierten Datenbusses, welche im Wesentlichen zyklisch innerhalb von durch den jeweiligen Teilnehmer angeforderten Buszugriffsintervallen auf den Datenbus zugreifen.

Stand der Technik

[0002] Bei herkömmlichen ereignisgesteuerten Datenbussen (z. B. CAN) werden die von den Teilnehmern des Datenbusses zum Versenden von Nachrichten angeforderten Buszugriffsintervalle zwar hinsichtlich der Vermeidung von Kollisionen, nicht aber hinsichtlich der Vermeidung einer zeitlichen Verdichtung von Buszugriffen unterschiedlicher Teilnehmer kontrolliert.

[0003] In dem Fall, dass solche Verdichtungen nicht vermieden werden können, kann es bei anderen Teilnehmern, welche z. B. im Abfragebetrieb arbeiten, sporadisch zu Datenverlusten kommen, indem Nachrichten, welche zeitlich sehr eng aufeinander folgen von anderen Teilnehmern „überhört“ werden. Grund hierfür ist der zu geringe zeitliche Abstand zwischen benachbarten Buszugriffsintervallen unterschiedlicher Teilnehmer. Das Verhalten des Datenbusses kann unter solchen Umständen undeterministisch sein.

[0004] Unter der Voraussetzung, dass die über den Datenbus kommunizierenden Teilnehmer einen im Wesentlichen zyklischen Kommunikationsbedarf besitzen, sind solche Verdichtungen jedoch prinzipiell vermeidbar und die Sicherheit der Kommunikation somit verbesserbar. Hierzu existieren Verfahren, in welchen die Teilnehmer zum Zweck der gegenseitigen Synchronisation über den Datenbus Nachrichten mit einer zentralen Kontrolleinheit oder mit anderen Teilnehmern austauschen. Solche Verfahren besitzen jedoch den Nachteil, dass die zeitliche Synchronisation der Teilnehmer ein zusätzliches Datenaufkommen auf dem Datenbus verursacht und eine Spezifikation der diesbezüglich auszutauschenden Information erfordert. Durch die Notwendigkeit einer solchen Spezifikation wird der Anschluss von Teilnehmern an den Datenbus erschwert, welche nicht in die bisherige Spezifikation einbezogen sind.

Aufgabenstellung

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, ein einfaches Verfahren zur sicheren Datenkommunikation der Teilnehmer eines nicht zeitlich synchronisierten Datenbusses zu schaffen, durch welches die zeitliche Verdichtung von Buszugriffen unterschiedlicher Teilnehmer auf dem Datenbus vermieden wird, ohne zusätz-

liches Datenaufkommen zu verursachen.

[0006] Die Aufgabe wird gelöst, indem der zeitliche Abstand eines von einem Teilnehmer anzufordernden Buszugriffsintervalls zum vorigen Buszugriffsintervall desselben Teilnehmers gegenüber einer festen Teilnehmerzykluszeit, welche sich aus dem zyklischen Kommunikationsbedarf der Teilnehmer ergibt, verändert wird. Die Veränderung erfolgt im Sinne einer Anpassung in Abhängigkeit von der Lage des vorigen Buszugriffsintervalls des Teilnehmers in einem Bezugszeitintervall, welches begrenzt ist durch das dem vorigen Buszugriffsintervall des Teilnehmers unmittelbar vorausgehende Buszugriffsintervall eines anderen Teilnehmers und das dem vorigen Buszugriffsintervall des Teilnehmers unmittelbar nachfolgende Buszugriffsintervall eines anderen Teilnehmers.

[0007] Bevorzugt wird der zeitliche Abstand des anzufordernden Buszugriffsintervalls zum vorigen Buszugriffsintervall desselben Teilnehmers gegenüber der Teilnehmerzykluszeit verringert, wenn das vorige Buszugriffsintervall des Teilnehmers in der zweiten Hälfte des Bezugszeitintervalls gelegen hat. Dagegen wird der zeitliche Abstand des anzufordernden Buszugriffsintervalls zum vorigen Buszugriffsintervall desselben Teilnehmers gegenüber einer festen Teilnehmerzykluszeit vergrößert, wenn das vorige Buszugriffsintervall des Teilnehmers in der ersten Hälfte des Bezugszeitintervalls gelegen hat.

[0008] Durch ein solches Verfahren kann erreicht werden, dass das Buszugriffsintervall des Teilnehmers bei unverändertem Kommunikationsverhalten der anderen Teilnehmer nach mehreren erfindungsgemäßen Anpassungen etwa in der Mitte des Bezugszeitintervalls liegt oder sich dieser annähert.

[0009] Gemäß einer besonders vorteilhaften und in einfacher Weise computerimplementiert umsetzbaren Ausführungsform der Erfindung wird der zeitliche Abstand des anzufordernden Buszugriffsintervalls zum vorigen Buszugriffsintervall desselben Teilnehmers gewählt als die Summe aus einer festen Teilnehmerzykluszeit und der mit einem Schrittweitenfaktor gewichteten Differenz zwischen dem zeitlichen Abstand des vorigen Buszugriffsintervall des Teilnehmers von dem diesem unmittelbar nachfolgenden Buszugriffsintervall eines anderen Teilnehmers und dem zeitlichen Abstand des vorigen Buszugriffsintervall des Teilnehmers von dem diesem unmittelbar vorausgehenden Buszugriffsintervall eines anderen Teilnehmers.

[0010] Mit mathematischen Mitteln kann gezeigt werden, dass ein Verfahren gemäß der beschriebenen vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung konvergiert, wenn der Schrittweitenfaktor, bei Bildung der Differenz in der angegebenen Art, größer als Null

und kleiner als 0,5 gewählt wird.

[0011] Der Schrittweitenfaktor kann für alle Teilnehmer eines Datenbusses gleich oder für unterschiedliche Teilnehmer unterschiedlich gewählt werden. Ein Schrittweitenfaktor gleich Null entspricht einer Vorgehensweise gemäß dem Stand der Technik, d.h. es wird keine Anpassung vorgenommen.

[0012] Der wesentliche Vorteil eines erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, dass das Verfahren selbstorganisierend ablaufen kann, d. h. durch die Anwendung des Verfahrens auf jeden einzelnen Teilnehmer des Datenbusses ergibt sich eine Form der systemweiten zeitlichen Synchronisation, und somit Organisation, der Teilnehmer, ohne dass eine gegenseitige Abstimmung erfolgen muss.

[0013] Auch die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens auf nur einen Teil der Teilnehmer eines Datenbusses trägt bereits in erheblichem Maße zur Vermeidung einer zeitlichen Verdichtung von Buszugriffen und somit zu einer Erhöhung der Sicherheit der Kommunikation durch eine Absenkung der Gefahr von Datenverlusten bei.

[0014] Die Einfachheit eines erfindungsgemäßen Verfahrens erlaubt die Realisierung des Verfahrens alleine durch die Hardware der Teilnehmer eines Datenbusses.

[0015] Ein weiterer Vorteil eines erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, dass auch die Hinzunahme neuer Teilnehmer zu einem Datenbus-System, dessen bisherige Teilnehmer gemäß einem erfindungsgemäßen Verfahren kommunizieren, erleichtert wird. Es wird vorausgesetzt, dass der neu hinzugenommene Teilnehmer zunächst nicht selbst auf den Datenbus zugreift, sondern nur „zuhört“. In dem Fall, dass die bisher über den Datenbus kommunizierenden Teilnehmer gemäß einem Verfahren nach dem Stand der Technik betrieben werden, ist es insbesondere bei hoher Teilnehmerzahl für einen neuen Teilnehmer sehr schwierig, Gesetzmäßigkeiten der Busbelegung zu erkennen und die Gefahr einer zeitlichen Verdichtung durch eigene Buszugriffe zu vermeiden. Durch die Selbstorganisation im Datenbus-System bei Anwendung eines erfindungsgemäßen Verfahrens stellen sich hingegen auf Dauer in etwa gleiche Abstände zwischen aufeinanderfolgenden Buszugriffsintervallen ein. Dementsprechend einfach kann ein neuer Teilnehmer bereits nach kurzer Zeit des „Zuhörens“ diese Gesetzmäßigkeit erkennen und sein erstes Buszugriffsintervall zeitlich konfliktfrei festlegen. Ist dem neuen Teilnehmer die Anwendung eines erfindungsgemäßen Verfahrens durch die bisherigen Teilnehmer bekannt, entfällt auch die Notwendigkeit zur Erkennung der Gesetzmäßigkeit. In diesem Fall genügt meist das Abwarten von nur zwei Buszugriffen anderer Teilnehmer, um

ein erstes eigenes Buszugriffsintervall konfliktfrei zu planen.

[0016] Nach der Aufnahme des Buszugriffs auch durch den neu hinzugefügten Teilnehmer tritt bei Anwendung eines erfindungsgemäßen Verfahrens auf alle Teilnehmer des Datenbusses ein neuer Prozess der schrittweisen Selbstorganisation ein.

[0017] Alternativ zur Hinzunahme eines Teilnehmers im laufenden Kommunikationsbetrieb kann zur Hinzunahme eines oder mehrerer neuer Teilnehmer eine vollständige Neuinitialisierung erfolgen. Da ein erfindungsgemäßes Verfahren unabhängig ist von der Zahl der Teilnehmer des Datenbusses wird sich das Datenbus-System in jeder beliebigen Konstellation schrittweise selbst organisieren.

[0018] Zur konfliktfreien Initialisierung kann ein erfindungsgemäßes Verfahren problemlos mit verschiedenen an sich bekannten Verfahren zur Initialisierung eines oder mehrerer Teilnehmer eines Datenbusses kombiniert werden.

[0019] Ist in einem Datenbus, dessen Teilnehmer nach einem erfindungsgemäßen Verfahren betrieben werden, ein stabiler zeitlich organisierter, d.h. synchronisierter, Zustand erreicht, wird dieser durch die Hinzunahme neuer Teilnehmer zunächst verlassen. Nach einer endlichen Anzahl von Schritten des erfindungsgemäßen Verfahrens stellt sich jedoch ein neuer synchronisierter Zustand ein. Ein Datenbus, dessen Teilnehmer nach einem erfindungsgemäßen Verfahren betrieben werden, ist somit als anpassbares zeitsynchrones Kommunikationssystem anzusehen.

[0020] Bei einem im Wesentlichen zyklischen Kommunikationsverhalten mehrerer Teilnehmer eines Datenbusses kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass innerhalb eines Zeitintervalls der Länge der Teilnehmerzykluszeit seit dem vorigen Buszugriffsintervall eines Teilnehmers ein Buszugriff eines anderen Teilnehmers erfolgt. Sollte ein solcher Buszugriff dennoch nicht erfolgen oder nicht von dem Teilnehmer festgestellt werden, kann in unterschiedlicher Weise verfahren werden. Zum einen kann zur regulären Fortsetzung der Kommunikationsfunktion des Teilnehmers der zeitliche Abstand des anfordernden Buszugriffsintervalls zum vorigen Buszugriffsintervall desselben Teilnehmers gleich der Teilnehmerzykluszeit gewählt werden. Zum anderen kann der zeitliche Abstand des anfordernden Buszugriffsintervalls zum vorigen Buszugriffsintervall des Teilnehmers gezielt verlängert werden, um lediglich eine Restfunktion aufrechtzuerhalten. Schließlich kann der Buszugriff des Teilnehmers vollständig unterbleiben, wenn innerhalb eines Zeitintervalls der Länge der Teilnehmerzykluszeit seit dem vorigen Buszugriffsintervall des Teilnehmers kein Buszugriff eines anderen Teilnehmers erfolgt.

[0021] Bei jeder der beschriebenen Vorgehensweisen kann es sinnvoll sein, das Ausbleiben der Buszugriffe anderer Teilnehmer an einen anderen Teilnehmer des Datenbusses oder an eine zentrale Kontrolleinheit mitzuteilen und/oder mittels einer dazu geeigneten Anzeigeeinheit anzuzeigen.

Ausführungsbeispiel

[0022] Anhand der beigefügten Zeichnungen wird die Erfindung weiter erläutert. Dabei zeigen jeweils schematisch

[0023] [Fig. 1](#) die Buszugriffsintervalle mehrerer Teilnehmer eines zeitlich nicht synchronisierten Datenbusses und die in einem erfindungsgemäßen Verfahren verwendeten Zeitintervalle,

[0024] [Fig. 2](#) beispielhaft einen Ausschnitt aus einem Busdiagramm für einen Datenbus mit drei Teilnehmern, welches sich unter Anwendung eines Verfahrens gemäß dem Stand der Technik ergibt und

[0025] [Fig. 3](#) beispielhaft einen Ausschnitt aus einem Busdiagramm für einen Datenbus mit drei Teilnehmern, welches sich unter Anwendung eines erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt.

[0026] [Fig. 1](#) zeigt auf einer Zeitachse aufgetragen die Buszugriffsintervalle mehrerer Teilnehmer eines zeitlich nicht synchronisierten Datenbusses. Das Buszugriffsintervall **3** eines Teilnehmers liegt dabei zwischen den Buszugriffsintervallen **1** und **2** anderer Teilnehmer. Die Buszugriffsintervalle **1** und **2** können dabei demselben anderen Teilnehmer oder unterschiedlichen anderen Teilnehmern zugeordnet sein. Das Zeitintervall **4** zwischen dem unmittelbar vorausgehenden Buszugriffsintervall eines anderen Teilnehmers **1** und dem unmittelbar nachfolgenden Buszugriffsintervallen eines anderen Teilnehmers **2** wird als Bezugszeitintervall des Buszugriffsintervalls **3** bezeichnet. Die Lage des Buszugriffsintervalls **3** im Bezugszeitintervall **4** wird eindeutig beschrieben durch die Länge des Zeitintervalls **5** zwischen dem unmittelbar vorausgehenden Buszugriffsintervall eines anderen Teilnehmers **1** und dem Buszugriffsintervall **3** sowie die Länge des Zeitintervalls **6** zwischen dem Buszugriffsintervall **3** und dem unmittelbar nachfolgenden Buszugriffsintervall eines anderen Teilnehmers **2**.

[0027] Es wird vorausgesetzt, dass alle Teilnehmer des Datenbusses einen im Wesentlichen zyklischen Kommunikationsbedarf besitzen. Ferner wird vorausgesetzt, dass die Zykluszeit, welche für Buszugriffe eines Teilnehmers im Wesentlichen einzuhalten ist, im Folgenden Teilnehmerzykluszeit genannt, für alle Teilnehmer gleich sei.

[0028] Gemäß dem Stand der Technik greifen in ei-

nem solchen Fall sämtliche Teilnehmer jeweils innerhalb von Buszugriffsintervallen, die mit fester Teilnehmerzykluszeit voneinander beabstandet sind, auf den Datenbus zu. [Fig. 2](#) zeigt ein beispielhaftes Busdiagramm für ein Verfahren gemäß dem Stand der Technik mit drei Teilnehmern. Buszugriffe unterschiedlicher Teilnehmer sind dabei durch unterschiedliche Schraffuren gekennzeichnet. Bei der Verwendung einer festen Teilnehmerzykluszeit für alle Teilnehmer können jedoch, wie in [Fig. 2](#) zu erkennen, zeitliche Verdichtungen auf dem Datenbus entstehen, wodurch wiederum Datenverluste verursacht werden können.

[0029] Erfindungsgemäß wird der Abstand des von einem Teilnehmer angeforderten Buszugriffsintervalls zum vorigen Buszugriffsintervall desselben Teilnehmers nun in Abhängigkeit von der Lage des vorigen Buszugriffsintervalls des Teilnehmers in dessen Bezugszeitintervall gegenüber der Teilnehmerzykluszeit angepasst. Der Abstand wird verkleinert, wenn das vorige Buszugriffsintervall in der zweiten Hälfte seines Bezugszeitintervalls gelegen hat. Der Abstand wird vergrößert, wenn das vorige Buszugriffsintervall in der ersten Hälfte seines Bezugszeitintervalls gelegen hat. Bei einem geeignet gewählten Ausmaß dieser Anpassung und wiederholter Anwendung einer solchen Anpassung strebt die Lage der Buszugriffsintervalle des Teilnehmers im jeweiligen Bezugszeitintervall somit der Mitte des Bezugszeitintervalls entgegen. Bei Anwendung des Verfahrens auf sämtliche Teilnehmer eines Datenbusses ergibt sich nach einer Vielzahl von Schritten eine gleichmäßige zeitliche Verteilung der Buszugriffe aller Teilnehmer ohne zeitliche Verdichtungen.

[0030] Da ein erfindungsgemäßes Verfahren keinen Austausch von der Synchronisation dienenden Nachrichten unter den Teilnehmern vorsieht, kann ein erfindungsgemäßes Verfahren als selbstorganisierend bezeichnet werden.

[0031] Je größer das Ausmaß der Anpassung gewählt wird, umso schneller kann der Zustand der gleichmäßigen zeitlichen Verteilung erreicht werden. Wird das Ausmaß der Anpassung jedoch zu groß gewählt, droht eine Divergenz des Verfahrens bzw. ein instabiles Verhalten.

[0032] Ein erfindungsgemäßes Verfahren kann in einfacher Weise computerimplementiert umgesetzt werden, wenn die Anpassung folgendermaßen erfolgt: Der zeitliche Abstand des anzufordernden Buszugriffsintervalls zum vorigen Buszugriffsintervall desselben Teilnehmers wird gewählt als die Summe aus der Teilnehmerzykluszeit und der mit einem Schrittweitenfaktor gewichteten Differenz zwischen dem zeitlichen Abstand des vorigen Buszugriffsintervall des Teilnehmers von dem diesem unmittelbar nachfolgenden Buszugriffsintervall eines anderen

Teilnehmers und dem zeitlichen Abstand des vorigen Buszugriffsintervall des Teilnehmers von dem diesem unmittelbar vorausgehenden Buszugriffsintervall eines anderen Teilnehmers.

[0033] Unter Einführung der Benennungen

- $T(i)$ für den festzulegenden Abstand zwischen dem Buszugriffsintervall eines Teilnehmers im Zeitschritt i vom Buszugriffsintervall desselben Teilnehmers im Zeitschritt $i - 1$,
- T_z für die Teilnehmerzykluszeit,
- $dT(i)$ für die Anpassung des Abstands $T(i)$ gegenüber der Teilnehmerzykluszeit,
- $T^-(i)$ für den zeitlichen Abstand des Buszugriffsintervalls eines Teilnehmers im Zeitschritt i vom unmittelbar vorhergehenden Buszugriffsintervall eines anderen Teilnehmers (vgl. Länge des Zeitintervalls **5** in [Fig. 1](#)),
- $T^+(i)$ für den zeitlichen Abstand des Buszugriffsintervalls eines Teilnehmers im Zeitschritt i vom unmittelbar nachfolgenden Buszugriffsintervall eines anderen Teilnehmers (vgl. Länge des Zeitintervalls **6** in [Fig. 1](#)) und
- a für den Schrittweitenfaktor

kann ein solcher Algorithmus formelmäßig folgendermaßen ausgedrückt werden:

$$T(i) = T_z + dT(i)$$

mit

$$dT(i) = a \cdot (T^+(i - 1) - T^-(i - 1))$$

[0034] Als Startwerte für das schrittweise ablaufende Verfahren werden die Größen $T^+(-1)$ und $T^-(-1)$ im Zeitschritt -1 als gleich vorausgesetzt ($T^+(-1) = T^-(-1)$). Der festzulegende Abstand $T(0)$ im Zeitschritt 0 wird somit gleich der Teilnehmerzykluszeit festgelegt ($T(0) = T_z$).

[0035] [Fig. 3](#) zeigt, ausgehend vom gleichen Anfangszustand wie [Fig. 2](#), ein Busdiagramm, welches sich bei Anwendung des beschriebenen Algorithmus unter Verwendung einer Schrittweite $a=0,2$ ergibt.

[0036] Nach einer Phase des „Einschwingens“, in welcher die Abstände zwischen den Buszugriffsintervallen eines Teilnehmers gegenüber der Teilnehmerzykluszeit teils deutlich angepasst werden, greifen alle Teilnehmer zyklisch mit in etwa der Teilnehmerzykluszeit auf den Datenbus zu. Die Differenz $T^+(i - 1) - T^-(i - 1)$ und somit der Term $dT(i)$ für die Anpassung des Abstands geht für alle Teilnehmer gegen Null.

[0037] Mathematisch kann gezeigt werden, dass der Algorithmus bei Schrittweiten $a \leq 0,5$ konvergiert.

[0038] Statt der Verwendung eines festen Schritt-

weitenfaktors kann es zur Beschleunigung der Konvergenz eines erfindungsgemäßen Verfahrens und/oder zur Gewährleistung eines deterministischen Verhaltens sinnvoll sein, den Schrittweitenfaktor im Verlauf des Verfahrens anzupassen. Bevorzugt werden die ersten Schritte eines erfindungsgemäßen Verfahrens beispielsweise zunächst unter Verwendung eines kleinen Schrittweitenfaktors durchgeführt. Im Verlauf des Verfahrens wird dieser erhöht. Das Verfahren kann dann auch konvergieren, wenn der Schrittweitenfaktor a auf Werte größer als $0,5$ erhöht wird.

[0039] Die Anwendung eines erfindungsgemäßen Verfahrens verursacht eine Form der zeitlichen Selbstorganisation in einem Datenbus-System. Durch ein erfindungsgemäßes Verfahren werden ausgehend von einem weitgehend konfliktfreien Anfangszustand zeitliche Verdichtungen in der Auslastung eines Datenbusses abgebaut. Zeitliche Konflikte, welche durch die Initialisierung mehrerer Teilnehmer mit zeitlich überlappenden Buszugriffsintervallen verursacht werden, können durch ein erfindungsgemäßes Verfahren nicht vermieden werden. Ein erfindungsgemäßes Verfahren kann jedoch problemlos mit verschiedenen an sich bekannten Verfahren zur Initialisierung eines oder mehrerer Teilnehmer eines Datenbusses kombiniert werden. Auf die Erleichterung der Hinzunahme eines einzelnen Teilnehmers zu einem Datenbus-System, dessen bisherige Teilnehmer gemäß einem erfindungsgemäßen Verfahren kommunizieren, wurde bereits an früherer Stelle eingegangen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Durchführung einer sicheren Datenkommunikation der Teilnehmer eines nicht zeitlich synchronisierten Datenbusses, welche im Wesentlichen zyklisch innerhalb von durch den jeweiligen Teilnehmer angeforderten Buszugriffsintervallen auf den Datenbus zugreifen, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zeitliche Abstand eines von einem Teilnehmer anzufordernden Buszugriffsintervalls zum vorigen Buszugriffsintervall desselben Teilnehmers gegenüber einer festen Teilnehmerzykluszeit angepasst wird in Abhängigkeit von der Lage des vorigen Buszugriffsintervalls des Teilnehmers in einem Bezugszeitintervall, welches begrenzt ist durch das dem vorigen Buszugriffsintervall des Teilnehmers unmittelbar vorausgehende Buszugriffsintervall eines anderen Teilnehmers und das dem vorigen Buszugriffsintervall des Teilnehmers unmittelbar nachfolgende Buszugriffsintervall eines anderen Teilnehmers.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zeitliche Abstand des anzufordernden Buszugriffsintervalls zum vorigen Buszugriffsintervall desselben Teilnehmers gegenüber der Teilnehmerzykluszeit verringert wird, wenn das vorige Buszugriffsintervall des Teilnehmers in der zwei-

ten Hälfte des Bezugszeitintervalls gelegen hat, und dass der zeitliche Abstand des anfordernden Buszugriffsintervalls zum vorigen Buszugriffsintervall desselben Teilnehmers gegenüber einer festen Teilnehmerzykluszeit vergrößert wird, wenn das vorige Buszugriffsintervall des Teilnehmers in der ersten Hälfte des Bezugszeitintervalls gelegen hat.

kein anderer Teilnehmer auf den Bus zugegriffen hat, das Ausbleiben der Buszugriffe anderer Teilnehmer an einen anderen Teilnehmer oder an eine zentrale Kontrolleinheit mitgeteilt und/oder mittels einer dazu geeigneten Anzeigeeinheit angezeigt wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der zeitliche Abstand des anfordernden Buszugriffsintervalls zum vorigen Buszugriffsintervall desselben Teilnehmers gewählt wird als die Summe aus einer festen Teilnehmerzykluszeit und der mit einem Schrittweitenfaktor gewichteten Differenz zwischen dem zeitlichen Abstand des vorigen Buszugriffsintervall des Teilnehmers von dem diesem unmittelbar nachfolgenden Buszugriffsintervall eines anderen Teilnehmers und dem zeitlichen Abstand des vorigen Buszugriffsintervall des Teilnehmers von dem diesem unmittelbar vorausgehenden Buszugriffsintervall eines anderen Teilnehmers.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Schrittweitenfaktor größer als Null und kleiner als 0,5 gewählt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der zeitliche Abstand des anfordernden Buszugriffsintervalls zum vorigen Buszugriffsintervall desselben Teilnehmers gleich der Teilnehmerzykluszeit gewählt wird, wenn innerhalb eines Zeitintervalls der Länge der Teilnehmerzykluszeit seit dem vorigen Buszugriffsintervall des Teilnehmers kein anderer Teilnehmer auf den Bus zugegriffen hat.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der zeitliche Abstand des anfordernden Buszugriffsintervalls zum vorigen Buszugriffsintervall desselben Teilnehmers größer als die Teilnehmerzykluszeit gewählt wird, wenn innerhalb eines Zeitintervalls der Länge der Teilnehmerzykluszeit seit dem vorigen Buszugriffsintervall des Teilnehmers kein anderer Teilnehmer auf den Bus zugegriffen hat.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass durch einen Teilnehmer des Datenbusses vorerst keine Nachricht gesendet wird, wenn innerhalb eines Zeitintervalls der Länge der Teilnehmerzykluszeit seit dem vorigen Buszugriffsintervall des Teilnehmers kein anderer Teilnehmer auf den Bus zugegriffen hat.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass durch einen Teilnehmer des Datenbusses in dem Fall, dass innerhalb eines Zeitintervalls der Länge der Teilnehmerzykluszeit seit dem vorigen Buszugriffsintervall des Teilnehmers

Anhängende Zeichnungen

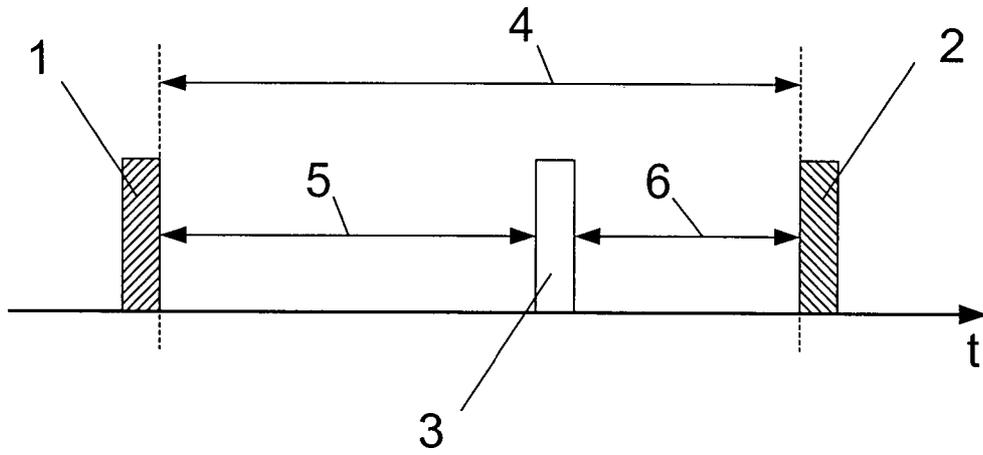


Fig. 1

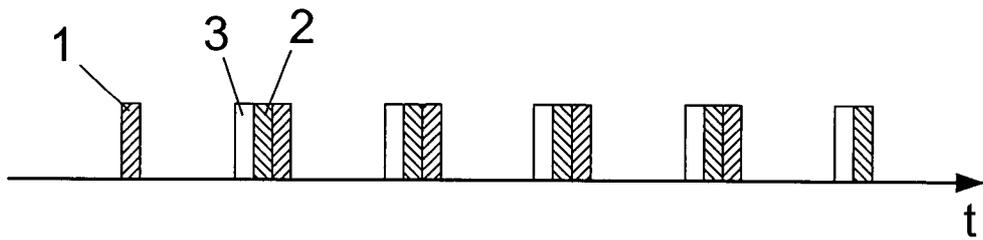


Fig. 2

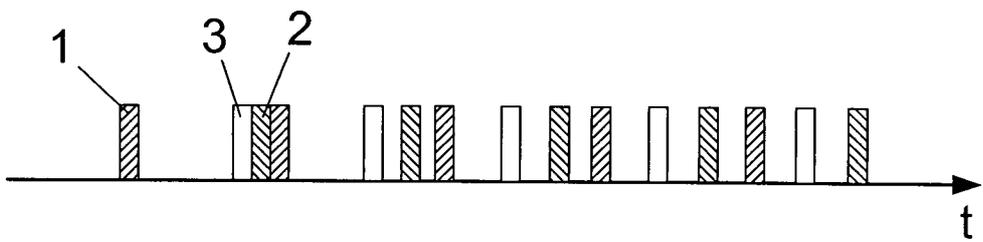


Fig. 3