

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 112/2006**
(22) Anmeldetag: **25.01.2006**
(43) Veröffentlicht am: **15.08.2007**

(51) Int. Cl.⁸: **H04L 29/08** (2006.01),
H04L 12/16 (2006.01),
H04L 12/24 (2006.01),
H04L 12/403 (2006.01)

(73) Patentanmelder:

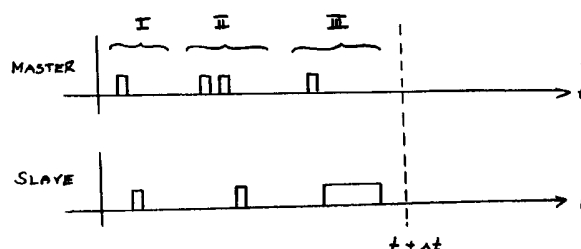
SIGMATEK GMBH & CO KG
A-5112 LAMPRECHTSHAUSEN (AT)

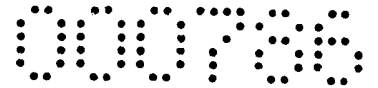
(72) Erfinder:

KUSEJKO THEODOR
LAMPRECHTSHAUSEN (AT)
MELKUS ANDREAS
OBERNDORF (AT)

(54) **VERFAHREN UND SYSTEM ZUR ÜBERTRAGUNG VON DATEN**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Übertragung von Daten zwischen Teilnehmern in einem Bussystem zur Steuerung von Maschinen und Anlagen, wobei von einem Master Befehle an Teilnehmer des Bussystems gesendet werden, um Daten zu den Teilnehmern zu senden oder von den Teilnehmern zu empfangen. Zur Schaffung eines derartigen Verfahrens bzw. Systems, welches eine Datenübertragung in Echtzeit zulässt und möglichst sicher, einfach und zuverlässig funktioniert ist vorgesehen, dass die Datenbereiche der Teilnehmer des Bussystems aus Sicht des Masters als Speicher mit entsprechenden Adressen angeordnet sind, und dass die Befehle des Masters in willkürlicher Reihenfolge unangekündigt gesendet werden, und die Daten zwischen dem Master und den Teilnehmern von bzw. auf beliebige(n) Adressen dieses Speichers mit variabler Blocklänge übertragen werden, wobei die Befehle von den Teilnehmern sofort ausgeführt und die Ausführung unmittelbar an den Master zurückgemeldet wird.





Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Übertragung von Daten zwischen Teilnehmern in einem Bussystem in Echtzeit, wobei von einem als Master agierenden Teilnehmer Befehle an Teilnehmer gesendet und Daten von Teilnehmern empfangen werden. Zur Schaffung eines derartigen Verfahrens bzw. Systems, welches eine Datenübertragung in Echtzeit zulässt und möglichst sicher, einfach und zuverlässig funktioniert ist vorgesehen, dass die Datenbereiche der Teilnehmer aus Sicht des Masters als Speicheranordnung mit entsprechender Adressierung erscheinen, und mindestens ein Befehl enthalten ist, der die Übertragung zu und/oder von diesem Teilnehmer auf beliebige Adressen erlaubt.

(Fig.2)



Die Erfindung betrifft ein Verfahren bzw. System zur Übertragung von Daten zwischen Teilnehmern in einem Bussystem in Echtzeit, wobei von einem als Master agierenden Teilnehmer Befehle an Teilnehmer gesendet und Daten von Teilnehmern empfangen werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren und System zur Datenübertragung findet in verschiedensten Bussystemen, insbesondere zur Steuerung von Maschinen und Anlagen, beispielsweise in der Hausleittechnik Anwendung.

Im Falle der Steuerung einer Maschine oder Anlage werden Informationen bzw. Daten zwischen einer oder mehreren Steuereinheit(en) und einer Vielzahl von Ein-/Ausgabe-Geräten ausgetauscht. Zumindest ein Teil dieser Informationen bzw. Daten ist für den zuverlässigen Betrieb der Maschine oder Anlage unbedingt erforderlich. Die Informationen müssen daher in einer Form übertragen werden, dass sie in den, durch den zu steuernden Prozess vorgegebenen Zeitintervallen so zuverlässig transportiert werden, dass dieser Prozess stabil und reproduzierbar läuft. Die Zeitintervalle können deutlich kürzer als 1 Millisekunde sein.

Da die Teilnehmer physikalisch auch in größeren Abständen angeordnet sein können, ist zur Datenübertragung ein Bussystem sinnvoll. Damit kann einerseits die Verkabelung vereinfacht werden, andererseits eine Verfälschung der zum Teil analogen Messgrößen durch lange Leitungen vermieden werden.

Seit vielen Jahren werden solche Bussysteme verwendet. Dabei existieren grundsätzlich folgende Ausprägungen, welche spezifische Vor- und Nachteile aufweisen:

- Linienstruktur
- Ringstruktur
- Sternstruktur

Nur die Sternstruktur erlaubt das beliebige Hinzufügen bzw. Entfernen von Teilnehmern innerhalb des Bussystems. Speziell Ring- oder Linienstrukturen sind für Änderungen der Konfiguration kompliziert.



Eine zusätzliche Anforderung an das Bussystem besteht in der Möglichkeit der Einbindung in standardisierte Netzwerke, insbesondere nach der Ethernet-Technologie, der TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol), oder das Internet-Protokoll.

Bekannte Verfahren und Systeme zur Datenübertragung in Bussystemen weisen eine oder mehrere der folgenden Einschränkungen auf:

- zu teuer für einfache Teilnehmer
- zu langsam für viele kleine Datenmengen
- zu langsam für große Datenmengen
- zu unsicher für wichtige Daten
- zu eingeschränkt in der Reichweite
- nicht in der Lage ohne Beeinträchtigung des Echtzeitverhaltens Teilnehmer zu entfernen oder hinzuzufügen
- nicht in der Lage die Teilnehmer in einem Zeitbereich unter 1 ms in ausreichender Genauigkeit taktsynchron zu betreiben
- nicht in der Lage Ethernet-Pakete von anderen Daten zu isolieren und in vertretbarer Zeit unzerstückelt zu einer Zieladresse zu transportieren.

Bekannte Ansätze versuchen diese Problematik zu umgehen. Als Beispiele seien angeführt:

- POWERLINK: Stellt eine Protokollerweiterung zum Ethernet-Standard nach IEEE 802.3 dar. Es handelt sich um ein Master-gesteuertes Frage-Antwort-System. Im Bussystem sind jedoch nur so genannte HUBS zulässig. Standard Ethernet muss mit speziellen Switches eingeschleust werden. Zerstörte Nachrichten werden nicht wiederholt, zumindest nicht im gleichen Zyklus.

- ETHERCAT: Es handelt sich dabei um ein Verfahren, bei dem der Master einen Datenrahmen ringförmig durch alle Teilnehmer schickt. Jeder Teilnehmer entnimmt seine Daten und stellt seine in den Datenrahmen hinein und modifiziert am Ende die CRC (Cyclic Redundancy Check)-Information. Standard Ethernet muss mit speziellen Switches eingeschleust werden. Zerstörte Nachrichten werden nicht wiederholt, zumindest nicht im gleichen Zyklus.

- PROFINET V3: Es handelt sich dabei um einen Industrial Ethernet-Standard nach einem Master-Slave-Prinzip. Die Slaves bekommen eine Art Fahrplan zugewiesen, der bezogen auf eine



allen Teilnehmern bekannte Zeit die jeweiligen Sendezeitpunkte so festlegt, dass die Antwortdaten ohne Kollisionen beim Master ankommen. Standard Ethernet muss mit speziellen Switches eingeschleust werden. Zerstörte Nachrichten werden nicht wiederholt, zumindest nicht im gleichen Zyklus.

Andere Verfahren versuchen durch Zeitstempelverfahren zumindest ein eingeschränktes Echtzeitverhalten zu erreichen.

Allen diesen Verfahren ist gemeinsam, dass trotz der Verwendung von Standard Ethernet Protokollen nur spezielle Produkte im Echtzeitnetz verwendet werden können, die für dieses spezielle Netz entwickelt wurden.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher in der Schaffung eines oben genannten Verfahrens bzw. Systems, welches eine Übertragung von Daten zwischen Teilnehmern eines Bussystems in Echtzeit zulässt. Das Verfahren soll möglichst sicher, möglichst einfach und zuverlässig funktionieren. Nachteile bekannter Verfahren sollen vermieden oder zumindest reduziert werden.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird durch ein oben genanntes Verfahren bzw. System gelöst, bei dem die Datenbereiche der Teilnehmer aus Sicht des Masters als Speicheranordnung mit entsprechender Adressierung erscheinen, und mindestens ein Befehl enthalten ist, der die Übertragung zu und/oder von diesem Teilnehmer auf beliebige Adressen erlaubt. Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. System zeichnet sich dadurch aus, dass nur die Information übertragen wird, welche für die Datenübertragung unbedingt notwendig ist. Dadurch wird im Gegensatz zu TCP/IP eine extreme Schnelligkeit und 100%ige Sicherheit erreicht. Um die Echtzeitbedingungen zu erfüllen, werden die im Ethernet üblichen TCP/IP und Ethernet-Header weggelassen. Das erfindungsgemäße Protokoll zeichnet sich durch besondere Einfachheit aus.

Da, wie ausgeführt, ein Standard Ethernet-Netzwerk nach IEC 802.3 für das beschriebene Verfahren, das auf einer Vielzahl kleiner, quittierter Einzelaufträge (mit gegebenenfalls erforderlichen Retries) beruht, deren Anzahl und Reihenfolge sich



laufend ändern kann, nicht verwendbar ist, werden daher nur jene Teile aus der IEC 802.3 verwendet, welche die Übertragung mit:

- Standard Leitungen (z.B. CAT5 Twisted Pair)
- Standard Übertragern („magnetics“)
- Standard Modulatoren, Codierern („phy“)
- Wahlweise auch die Stecker (RJ45)

erlauben.

Die im Ethernet definierten Inhalte können komplett durch das oben angeführte Protokoll ersetzt werden.

Da das Verfahren auf dem Transport von Datenblöcken beruht, können nun in jenen Zeiten, in denen der Master keine Echtzeitaufgaben zu erfüllen hat, über spezielle Ein-/Ausgabe-Einheiten beliebige Datenblöcke eingelesen und ausgegeben werden. Diese Datenblöcke können auch Standard Ethernet-Pakete nach IEC 802.3 sein.

Dadurch ist der Datentransport durch das Netz und damit auch von und zu Teilnehmern, die Ethernet-Frames decodieren können, möglich.

Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens ist, dass durch diese Änderung des Protokollaufbaues das Netz gegen alle Störungen und Angriffe, die durch die Internetwelt entstehen können, gesichert ist.

Der Befehl zur Übertragung zu und/oder von diesem Teilnehmer kann in beliebiger Reihenfolge erfolgen.

Weiters kann der Befehl zur Übertragung zu und/oder von diesem Teilnehmer in variabler Blockgröße erfolgen.

Der Befehl zur Übertragung zu und/oder von diesem Teilnehmer wird vorzugsweise sofort ausgeführt.

Die Ausführung des Befehls wird in einer Form an den Master zurückgemeldet, dass dieser vor dem Absenden des nächsten Befehls



entscheiden kann, ob der Befehl im Fehlerfall wiederholt werden muss.

Schließlich werden die Befehle des Masters in willkürlicher Reihenfolge ohne vorherige Ankündigung ausgeführt.

Die Nutzdatenlänge kann größer als 2 Byte sein bzw. die Übertragungsgeschwindigkeit höher als 21 Megabit/s.

Die theoretische Übertragung eines einzigen Datenbytes benötigt in Summe weniger als 24 Byte Protokoll-Overhead.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass (zumindest für alle Teilnehmer, die keine Standard Ethernet-Frames benötigen) weder MAC (Media Access Control)- noch IP (Internet Protocol)-Adressen erforderlich sind.

Die physikalische Übertragung der Daten mit einem in der IEC 802 beschriebenen Verfahren ist kompatibel, der Protokollinhalt jedoch inkompatibel.

Die maximale durch das erfindungsgemäße Bussystem verursachte Verzögerung zwischen zwei Befehlen ist 150 μ s.

Vorteilhafterweise sind am Verfahren bzw. am System mehr als ein Master am Bussystem beteiligt.

Im Falle einer redundanten Ausführung dieser Master kann beim Ausfall eines Masters ein anderer die Arbeit des ausgefallenen Teilnehmers übernehmen.

Die Erfindung wird anhand der beigefügten Abbildungen näher erläutert. Darin zeigen Fig. 1 ein prinzipielles Funktionsschema der Übertragung von Daten gemäß dem erfindungsgemäßen Bussystem; Fig. 2 ein prinzipielles Zeitdiagramm bei der erfindungsgemäßen Übertragung von Daten; Fig. 3 ein Blockschaltbild einer Verbindung zwischen zwei Teilnehmern in einem Bussystem; Fig. 4A und Fig. 4B prinzipielle Zeitdiagramme der Datenübertragung zwischen den Teilnehmern gemäß Fig. 3 ohne TCP/IP und mit TCP/IP-Datenverkehr; und Fig. 5 ein Blockschaltbild einer Topologie



eines Bussystems mit zwei Mastern.

Fig. 1 zeigt ein prinzipielles Funktionsschema der Übertragung von Daten gemäß dem erfindungsgemäßen Bussystem. Das Grundprinzip der vorliegenden Erfindung kann mit einem großen verteilten Warenlager verglichen werden, in welchem ein Meister den Warenfluss leitet. Es können in beliebiger Reihenfolge, unterschiedlich große Artikel zwischen den Lieferanten zum Lager bzw. vom Lager zu den Abnehmern transportiert werden. Natürlich auch von einem Lagerplatz zu einem anderen. Fig. 1 veranschaulicht ein Warenlager, deren Plätze durch entsprechende Adressen gekennzeichnet sind. Zusätzlich können alle Teilnehmer gemeinsam mit speziellen Informationen versorgt werden.

Ein Auftrag an den Spediteur könnte beispielsweise lauten:

Bis morgen Mittag 12:00.00 mache bitte folgendes:

- a) Hole aus Platz 4312, 5 Stück und bringe diese auf Platz 2216
- b) Hole aus der Fertigung auf Platz 4530 ein Teil ab und lege es auf Platz 3319, Das Teil ist ab Morgen 8:12.22 abholbereit.
- c) Pass bitte auf, wenn da was schief geht, hole sofort noch eines.
- d) Falls du siehst, dass du irgend einen Teil nicht liefern kannst, ruf sofort an, damit wir die Planung ändern können.

1. Der Auftraggeber muss sich keine Gedanken machen wo die Teile genau liegen.

2. Der Lagerleiter kann nun die Planung machen:

- Er weiß, wie lange der Arbeiter zu den Plätzen braucht (das hat er einmal gemessen).
- Er weiß, dass er Auftrag a) sofort ausführen kann.
- Er weiß, dass Auftrag b) erst ab Morgen 8:12.22 erledigt werden kann.
- Er weiß, dass er notfalls den Arbeiter 2 oder gar 3 Mal schicken muss bis das richtige Teil da ist.
- Er weiß, dass er Morgen vor 12:00.00 alle Aufträge erfüllt haben muss.



Damit ist festgelegt, wann er den Arbeiter die einzelnen Arbeiten anschaffen muss.

Ebenso sieht er, falls weitere Aufträge hereinkommen, ob und wann er Zeit hat diese auszuführen.

3. Der Arbeiter muss sich keine Gedanken machen, wofür die Teile benötigt werden und wie diese genau ausschauen. Er muss nur wissen, wie viele Stück jeweils transportiert werden müssen und wie groß jedes ist, damit er einen passenden Behälter für den Transport bereitstellt. Er muss auch wissen, wie er die Plätze findet.

4. Jeden Tag um 12:00.00 läutet die Firmenglocke und teilt das Datum mit, damit alle Mitarbeiter ihre Uhren nachstellen können.

Ein Lesebefehl des Masters für 4 Bytes ab Adresse 65538 kann daher folgendermaßen lauten:

<Start><Länge><CMD><ADRESSE><Anzahl Bytes><CRC16><Stopp>

worin bedeuten:

- < Start >, < Stopp > (je 1 Byte): abhängig vom physikalischen Bussystem. Bei Ethernet macht das der PHY (Physical Layer)
- <Länge> (2 Byte) : Anzahl der Bytes im Telegramm ab inklusiv <Länge> bis <CRC16>
- <CMD> (1 Byte) enthält den Befehl „READ“
- <ADRESSE>(4Byte) Startadresse im Adressraum (im Beispiel gemäß Fig. 1 ist die Adresse = 65538)
- <Anzahl Bytes> (2Byte): (im Beispiel gemäß Fig. 1: 4)
- <CRC16> (2 Byte): eine 16 Bit CRC (Cyclic Redundancy Check) über inklusiv < Länge > bis zu <CRC16>

Der Sendebefehl ist daher $1+2+1+4+2+2+1 = 13$ Byte bzw. 104 Bit lange.

Der als Slave agierende Teilnehmer mit der Adresse 65538 (65538 = 16#0001 0002): der Zugriff beginnt im Slave ab Offset 2) antwortet mit einem Befehl der Art:

<Start><Länge><State><Byte[x]Byte[Anzahl Bytes-1]>< CRC 16><Stop>



worin bedeuten:

- <Start>, <Stopp> (je 1 Byte): abhängig vom physikalischen Bussystem. Bei Ethernet macht das der PHY (Physical Layer)
- <Länge> (2 Byte) : Anzahl der Bytes im Telegramm ab inklusiv <Länge> bis <CRC16>
- <State> (1 Byte) enthält Statusinformationen des Slave
- Byte[x][x+ Byte[Anzahl Bytes-1]: Nutzdaten. (im Beispiel gemäß Fig. 1 ab Adresse 65538 des Teilnehmers 4 Bytes = 1,9,5,4))
- <CRC16> (2 Byte) eine 16 Bit CRC (Cyclic Redundancy Check) über inklusiv <Länge> bis zu <CRC16>

Der Antwortbefehl ist daher $1+2+1+4+2+1 = 11$ Byte bzw. 88 Bit lange. Bei einer Anforderung von nur einem Byte wäre die Antwort entsprechend um 3 Byte bzw. 24 Bit kürzer daher nur 64 Bit lang.

In einem Bussystem mit einer Netto-Übertragungsrate von 100 mB/s dauern der Sendebefehl und der Antwortbefehl daher $104 + 88$ Bit = 192 Bit $\times 10$ ns = $1,92$ μ s. Bei der Anforderung nur eines Bytes würden der Sendebefehl und Antwortbefehl daher $104 + 64 = 168$ Bit $\times 10$ ns = $1,68$ μ s dauern. Da der als Master agierende Teilnehmer des Bussystems die Laufzeiten kennt, kann er theoretisch schon nach dem Sendebefehl, d.h. nach $1,04$ μ s + der doppelten Laufzeit und Leitungszugriffszeit feststellen, wann eine Wiederholung (ein so genanntes „Retry“) gestartet werden muss. Spätestens jedoch nach $1,92$ bzw. $1,68$ μ s + $2 \times$ (Laufzeit + Leitungszugriffszeit). Eine einmalige Störung würde daher durch das Senden einer Wiederholung im ungünstigsten Fall lediglich zu einer Verdoppelung der Ausführungszeit führen.

Fig. 2 zeigt ein prinzipielles Zeitdiagramm der Befehle eines Masters und eines Slaves in einem Bussystem in Echtzeit. Im ersten Fall (Bereich I) sendet der Master einen Sendebefehl, worauf bei einer guten Verbindung ohne Störung der Slave unmittelbar seinen Antwortbefehl ausgibt. Im zweiten dargestellten Fall (Bereich II) sendet der Master einen Sendebefehl und erhält beispielsweise aufgrund einer Störung keinen Antwortbefehl des Slaves, weshalb der Sendebefehl wiederholt (retry) wird. Nach Sendung des zweiten Sendebefehls antwortet nunmehr der Slave mit einem entsprechenden Antwortbefehl. Im dritten dargestellten



Beispiel (Bereich III) wird auf den Sendebefehl des Masters vom Slave ein Datenpaket gesendet, was in einem System, welches nicht Echtzeit-Übertragung erfordert, möglich ist. Auf diese Weise können auch TCP/IP-Protokolle übertragen werden. Die in Fig. 2 strichlierte eingezeichnete Linie zeigt den Takt innerhalb des Bussystems an, der beispielsweise eine Millisekunde betragen kann, jedoch entsprechend variabel ist.

Fig. 3 zeigt ein Blockschaltbild einer Verbindung zwischen zwei Teilnehmern in einem Bussystem. Ein Teilnehmer agiert als Master und der andere Teilnehmer als Slave. Im Bussystem befindet sich ein Verteiler bzw. Switch, über den auch die Daten im Ethernet-Standard ins Bussystem eingebracht werden.

Fig. 4A zeigt Zeitdiagramme für den Fall ohne Daten im Ethernet-Standard (beispielsweise TCP/IP-Protokoll). Im Idealfall (Bereich I) sendet der Master einen Sendebefehl und unmittelbar darauf der Slave einen entsprechenden Antwortbefehl. Die dafür benötigte Zeit ist, wie bereits oben beschrieben, besonders kurz und lässt somit einen Echtzeit-Betrieb zu. Auch im Fehlerfall gemäß Bereich II im Diagramm gemäß Fig. 4A, wenn der Slave aufgrund einer Störung keinen Antwortbefehl sendet, wird der Sendebefehl des Masters wiederholt, worauf der Slave seinen Antwortbefehl abgibt. Auch die im Fehlerfall benötigte Zeit ist, wie bereits oben beschrieben, relativ kurz.

Fig. 4B zeigt den Fall mit Datenübertragung nach dem Ethernet-Standard (beispielsweise TCP/IP-Protokoll). Im fehlerfreien Fall (Bereich I) sendet der Master seinen Sendebefehl, sobald das Ethernet-Datenpaket beendet ist. Der Slave sendet seinen Antwortbefehl in einem freien Zeitschlitz über den Bus, beispielsweise nach einem weiteren Ethernet-Datenpaket. Im Fehlerfall gemäß Bereich II im Diagramm gemäß Fig. 4B verzögert sich die Antwort aufgrund der Ethernet-Datenpakete am Bus entsprechend.

Würden diese Information bzw. diese Daten in einem 100 MBit Standard Ethernet nach IEC 802.3 übertragen, müssten aufgrund der minimal zulässigen Paketgrößen 2 mal 64 Byte übertragen werden, was 1024 Bit oder 10,24 Mikrosekunden entspricht. Die Performance würde daher gegenüber dem erfindungsgemäßen Über-



tragungsverfahren um einen Faktor von ca. 5 sinken bei nur einem Byte Nutzdaten sogar um einen Faktor von ca. 6.

Zusätzlich könnte in einem Standard Ethernetsystem selbst ohne Kollision eine Verzögerung von 2 Frames mit je ca. 1500 Byte noch einmal ca. $2 \cdot 120,0$ Mikrosekunden + 4 Interframe Zeiten dazukommen ($240+4$) daher ca. 244 Mikrosekunden.

Die Übertragungszeit würde schon alleine dadurch zwischen 10,24 und ca. 250 Mikrosekunden jittern.

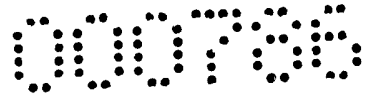
Im Fehlerfall würde sich diese Zeit bei einer Wiederholung (Retry) verdoppeln und auf ca. $250 \cdot 2 = 500$ Mikrosekunden verlängern.

Dieses Beispiel zeigt, dass ein Standard Ethernet-Netzwerk nach IEC 802.3 für viele kurze Aufträge nur sehr beschränkt verwendbar ist.

Fig. 5 zeigt ein Blockschaltbild einer Topologie eines Bussystems mit zwei Mastern. Das Bussystem besteht aus zwei zentralen Steuereinheiten 1, welche dem Auftraggeber entsprechen. Die Busmaster 2 entsprechen beim obigen Beispiel dem Spediteur, der die Abarbeitung übernimmt. Über Leitungen 3 und Verteiler 4 sind die Master bzw. zentralen Steuereinheiten 1 untereinander und mit weiteren Teilnehmern im Bussystem verbunden. Die Leitungen 3 und Verteiler 4 entsprechen dem Transportsystem, das einen Zugang in beliebiger Reihenfolge mit variablen Paketgrößen zu beliebigen Orten in vorhersehbaren Transportzeiten erlaubt. Ein-/Ausgabegeräte 5 entsprechen diversen Lagerplätzen, die in einer Form gekennzeichnet sind, dass sie eindeutig auffindbar sind. Schließlich können Informations-Speicher 6 vorgesehen sein.

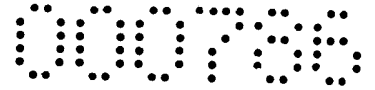
Die Transportarbeit übernimmt ein Softwareprotokoll, das folgende Hauptfunktionalitäten ermöglicht:

- a) Schreiben bzw. Lesen von Daten mit variabler Länge zwischen dem Master und beliebigen Zieladressen in vorhersehbaren Ausführungszeiten.
- b) Bei Bedarf ein oder mehrmaliges Wiederholen der letzten Aktion falls diese nicht fehlerfrei rückbestätigt wurde.



- c) Bei Bedarf Transport von Datenpaketen beliebigen Inhalts von einem Teilnehmer zu einem oder mehreren anderen Teilnehmern.
- d) Gleichzeitiges Ansprechen mehrerer oder aller Teilnehmer für Sonderfunktionen, wie beispielsweise Zeitsynchronisierung oder das Setzen von Teilnehmern in einen vordefinierten Zustand (Reset, Betriebsart ...).

In einer beispielhaften Ausführung besteht der Adressraum aus 32 Bit, womit sich ein Adressraum von mehr als 4 Milliarden Byte ergibt. Die höchsten 16 Bit werden für die Auswahl des Bussteilnehmers verwendet. Dadurch sind 65536 Teilnehmer mit einem linearen Adressraum von je 65536 Adressen mit je 8 Bit Daten möglich. Die Decodierung der höchsten 16 Bit kann wahlweise im Ein-/Ausgabe-Gerät 5 oder in den Verteilern 4 erfolgen, oder in einer Kombination (Gruppenbildung) davon. Die Adresseinstellung kann in einer beliebigen Mischung über Adressschalter elektronische Speicher oder feste Verdrahtung erfolgen.



Patentansprüche:

1. Verfahren zur Übertragung von Daten zwischen Teilnehmern in einem Bussystem in Echtzeit, wobei von einem als Master agierenden Teilnehmer Befehle an Teilnehmer gesendet und Daten von bestimmten Teilnehmern empfangen werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenbereiche der Teilnehmer aus Sicht des Masters als Speicheranordnung mit entsprechender Adressierung erscheinen, und mindestens ein Befehl enthalten ist, der die Übertragung zu und/oder von diesem Teilnehmer auf beliebige Adressen erlaubt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Befehl zur Übertragung zu und/oder von diesem Teilnehmer in beliebiger Reihenfolge erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Befehl zur Übertragung zu und/oder von diesem Teilnehmer in variabler Blockgröße erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Befehl zur Übertragung zu und/oder von diesem Teilnehmer sofort ausgeführt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausführung des Befehls in einer Form an den Master zurückgemeldet wird, dass dieser vor dem Absenden des nächsten Befehls entscheiden kann, ob der Befehl im Fehlerfall wiederholt werden muss.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Befehle des Masters in willkürlicher Reihenfolge ohne vorherige Ankündigung ausgeführt werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Nutzdaten mit einer Länge größer als 2 Byte übertragen werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein einzelnes Datenbyte mit weniger als 24 Byte



Protokoll-Overhead übertragen wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Daten ohne MAC Adressen nach IEC 802.3 übertragen werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die physikalische Übertragung der Daten mit einem in der IEC 802 beschriebenen Verfahren kompatibel, der Protokollinhalt jedoch inkompatibel ist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die maximale durch das Bussystem verursachte Verzögerung zwischen 2 Befehlen kleiner als 150 μ s ist.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass im Bussystem mehrere als Master agierende Teilnehmer beteiligt sind.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein als Master agierender Teilnehmer die Aufgaben eines ausgefallenen als Master agierenden Teilnehmers übernimmt.

000785

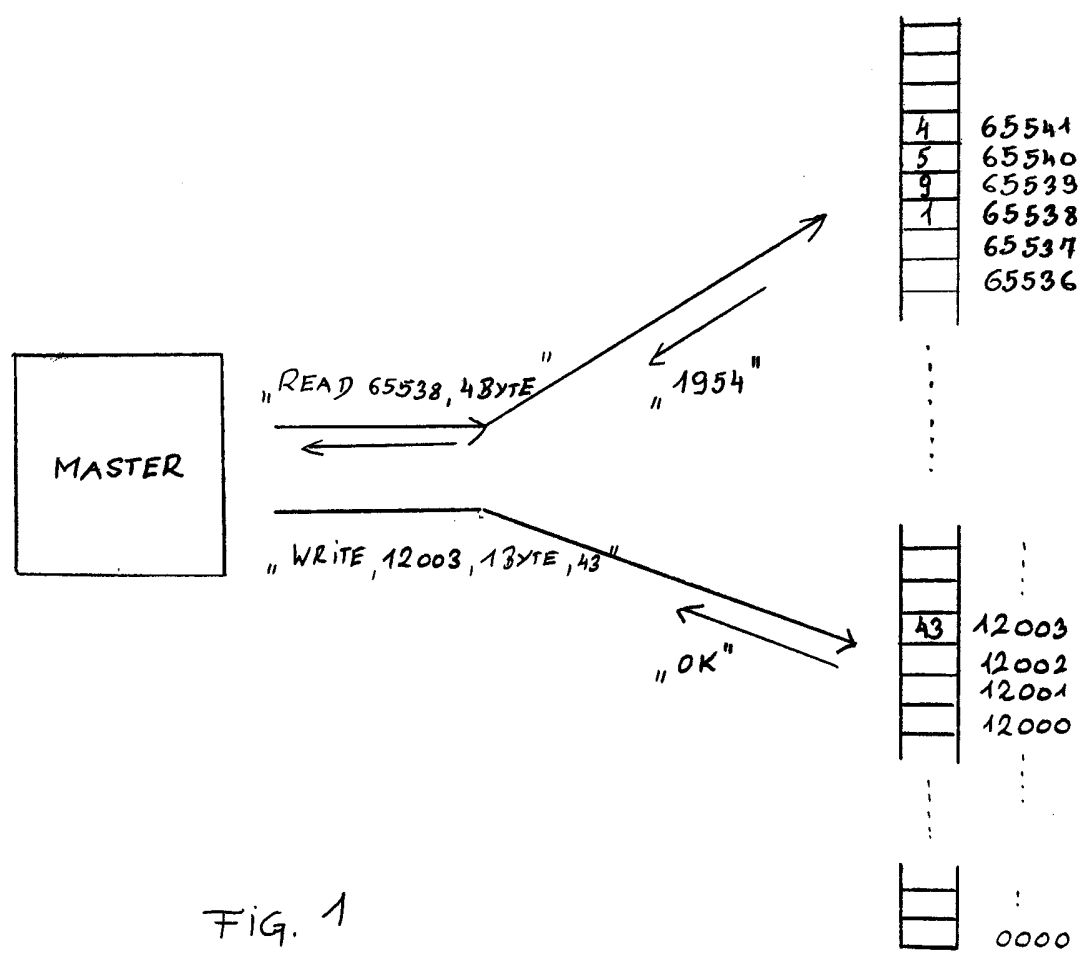


FIG. 1

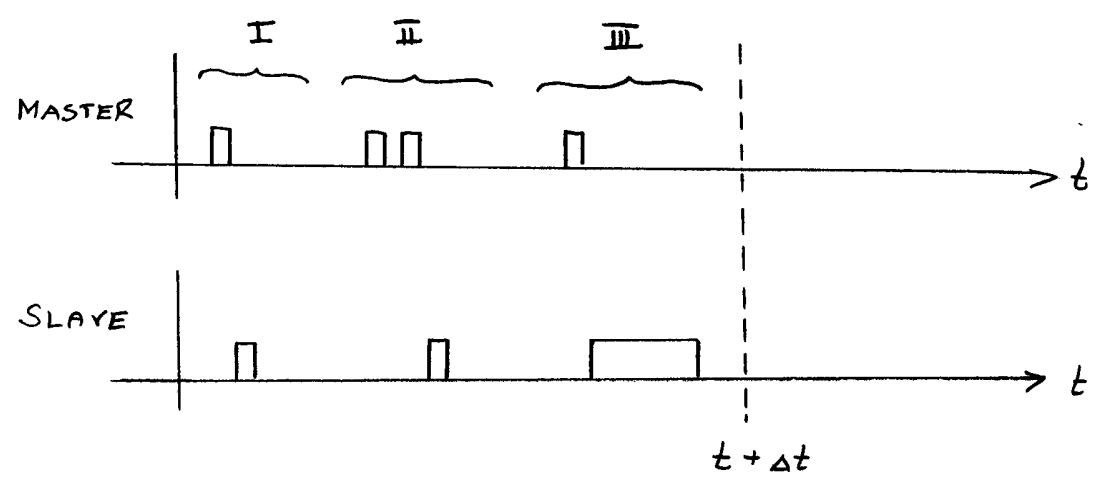


FIG. 2

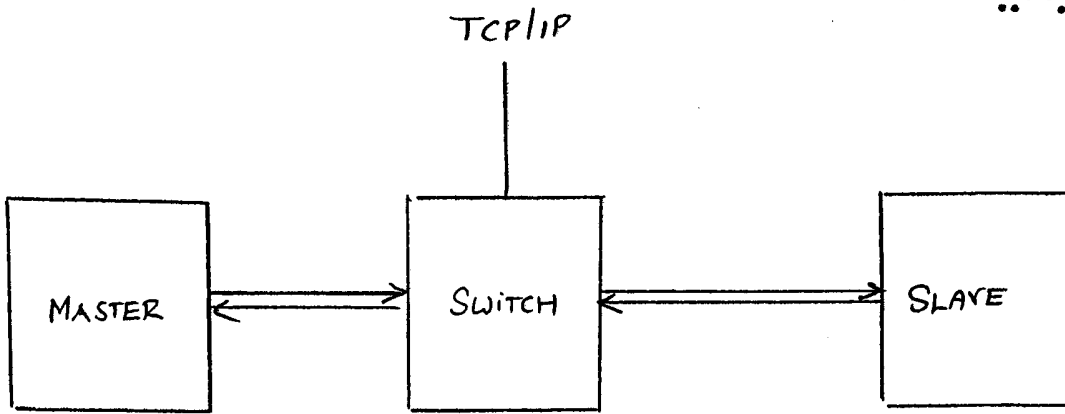


FIG. 3

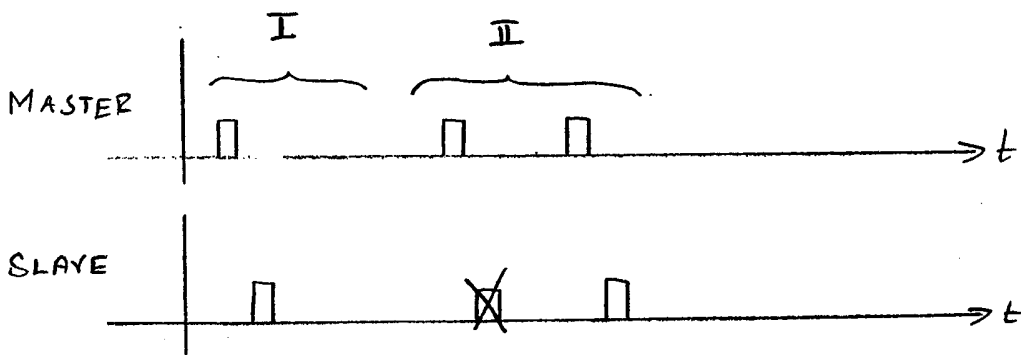


FIG. 4A

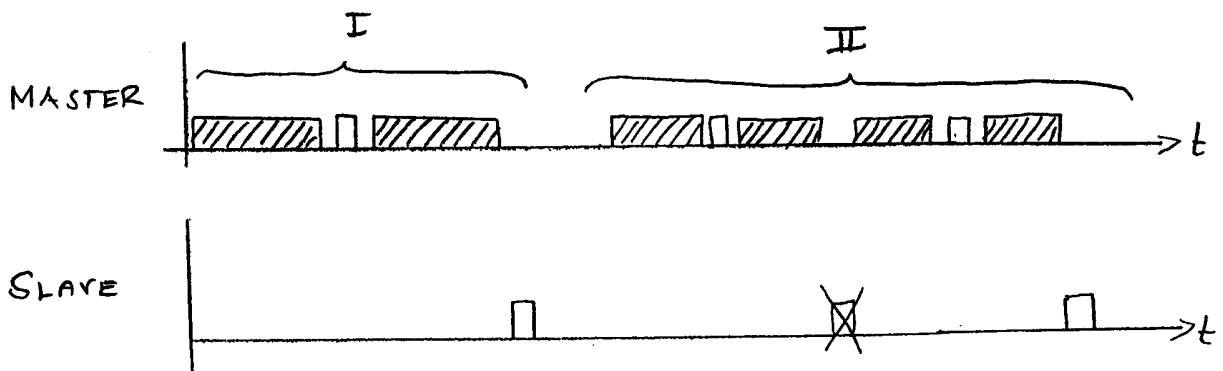


FIG. 4B

000788

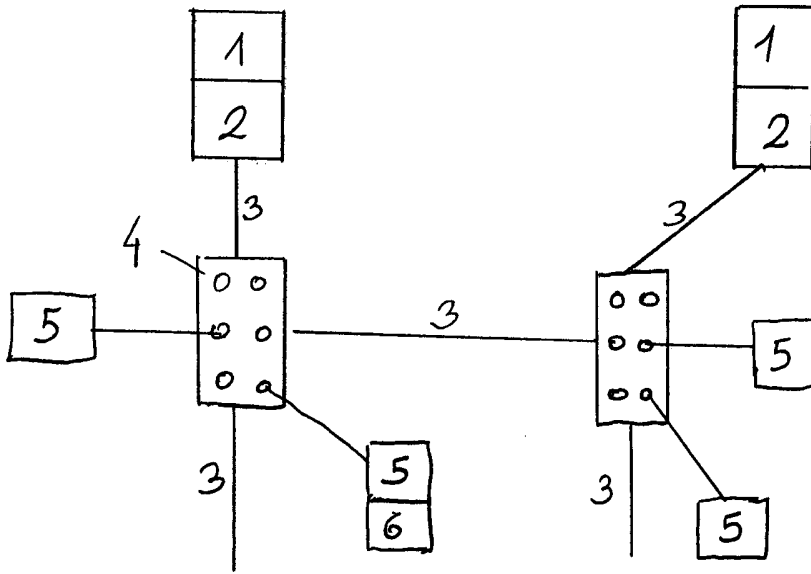


FIG. 5

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Übertragung von Daten zwischen Teilnehmern in einem Bussystem zur Steuerung von Maschinen und Anlagen, wobei von einem Master Befehle an Teilnehmer des Bussystems gesendet werden, um Daten zu den Teilnehmern zu senden oder von den Teilnehmern zu empfangen, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenbereiche der Teilnehmer des Bussystems aus Sicht des Masters als Speicher mit entsprechenden Adressen angeordnet sind, und dass die Befehle des Masters in willkürlicher Reihenfolge unangekündigt gesendet werden, und die Daten zwischen dem Master und den Teilnehmern von bzw. auf beliebige(n) Adressen dieses Speichers mit variabler Blocklänge übertragen werden, wobei die Befehle von den Teilnehmern sofort ausgeführt und die Ausführung unmittelbar an den Master zurückgemeldet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Befehle des Masters zur Übertragung von Daten zu und/oder von den Teilnehmern in beliebiger Reihenfolge gesendet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausführung des Befehls durch einen Teilnehmer in einer Form an den Master zurückgemeldet wird, dass der Master den Befehl im Fehlerfall wiederholen kann, bevor der nächste Befehl gesendet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Nutzdaten mit einer Länge größer als 2 Byte übertragen werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Daten mit weniger als 24 Byte Protokoll-Overhead übertragen werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Befehle mit einer maximalen durch das Bussystem verursachten Verzögerung von 150 μ s gesendet werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass Befehle von mehreren Mastern gesendet werden.

001700

- 12 -

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass im Falle eines Ausfalls eines Masters die Befehle durch einen anderen Master gesendet werden.

NACHGEREICHT

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC ⁸ : H04L 29/08 (2006.01); H04L 12/16 (2006.01); H04L 12/24 (2006.01); H04L 12/403 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA: H04L 29/08N11, H04L 12/16, H04L 12/24E, H04L 12/403		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): H04L		
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, WPI		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 25. Jänner 2006 eingereichten Ansprüchen erstellt.		
Kategorie ⁷	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	Weber, Prof. Dr. Michael, 'Verteilte Systeme, Universität Ulm, WS 99/2000' [online] [Ermittelt am: 4. Dezember 2006 (04.12.2006)]. Ermittelt im Internet: <URL: https://www-vs.informatik.uni-ulm.de/teach/ws99/vs2/folienvs_kap9.pdf >	1-13
	--	
X	Fairhurst G. et al., RFC 3366, 1. August 2002 (01.08.2002) [online] [Ermittelt am: 04.12.2006]. Ermittelt im Internet: <URL: http://www.rfc-archive.org/getrfc.php?rfc=3366 >	1-13

Datum der Beendigung der Recherche: 6. Dezember 2006		<input type="checkbox"/> Fortsetzung siehe Folgeblatt
		Prüfer(in): Dipl.-Ing. ENGLISCH
⁷ Kategorien der angeführten Dokumente:		
X	Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.	A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert.
Y	Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.	P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde.
		E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
		& Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.