

(12)

PATENT-SCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2409/90

(51) Int.Cl.⁶ : H04L 12/40
G06F 13/40

(22) Anmeldetag: 27.11.1990

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 2.1995

(45) Ausgabetag: 27.11.1995

(56) Entgegenhaltungen:

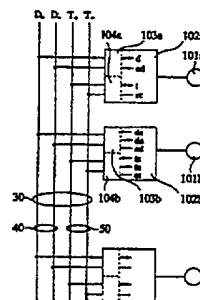
EP 0051332B1 EP 0323525A1 DE 3941531A1

(73) Patentinhaber:

MECANOTRONIC PRODUKTION VON ELEKTRISCHEN UND
ELEKTRONISCHEN GERÄTEN GESELLSCHAFT M.B.H.
A-2301 GROSSENZERSDORF, NIEDERÖSTERREICH (AT).

(54) MEHRDRAHTBUSLEITUNGSSYSTEM

(57) Mehrdrahtbusleitungssystem zur Übertragung von Daten- und Taktsignalen zwischen mehreren an einen Bus (30) angeschlossenen Stationen (102a,b,...), umfassend einen Datenbus (40), einen Taktbus (50) und Sendeempfangsschaltungen (104a,b,... bzw. 103a,b,...) für die Ankopplung der Stationen (102a,b,...) an den Daten-(40) bzw. den Taktbus (50), wobei der Daten-(40) und der Taktbus (50) jeweils aus 2-Draht-Leitungen gebildet ist und wobei die Sendeempfangsschaltungen (104a,b,... bzw. 103a,b,...) je einen einschaltbaren Leitungstreiber (5) zur Umwandlung eines massebezogenen Takt- bzw. Dateneingangssignals (t,ts bzw. d,ds) in ein Differenz- Ausgangssignal (T+,T- bzw. D+,D-) und einen Leitungsempfänger (8, 88) zur Umwandlung des Differenzsignals auf dem Daten-(40) bzw. Taktbus (50) in ein massebezogenes Ausgangssignal (t,te bzw. d,de) aufweisen.



AT 400 205 B

Die Erfindung betrifft ein Mehrdrahtbusleitungssystem zur Übertragung von Daten- und Taktsignalen zwischen mehreren an einen Bus angeschlossenen Stationen, umfassend einen Datenbus, einen Taktbus und Sendeempfangsschaltungen für die Ankopplung der Stationen an den Daten- bzw. den Taktbus.

Bekannte Systeme dieser Art haben den Nachteil einer relativ hohen Störanfälligkeit, wodurch die Übertragungsrate entsprechend gering gehalten werden muß.

Die EP-B1-0 051 332 beschreibt ein 2-Draht-Bussystem, welches eine Daten- und eine Taktleitung umfaßt und beliebig viele Sendeempfangsstationen miteinander verbindet, sodaß bidirektionale Kommunikation durchgeführt werden kann. Die einzelnen Stationen beinhalten dabei neben Verstärkern und Datenquellen bzw. -senken MOS-Transistoren, die entsprechend den zu empfangenden bzw. zu sendenden Daten und dem Busleitungsprotokoll angesteuert werden. Die Übertragung der Daten ist bei größeren Leitungslängen störanfällig.

Weiters ist aus der DE-A1-39 41 531 eine Bustreiberschaltung bekannt geworden, die aus einem Differenz-Sender/Empfänger zum Aussenden bzw. Empfangen von Daten gebildet und an einen seriellen Bus bestehend aus einer 2-Draht-Leitung angekoppelt ist. Ein separater Taktbus ist hier nicht vorgesehen, sodaß sich eine relativ hohe Störanfälligkeit der Übertragung ergibt.

Die EP-A1-0 323 525 beschreibt eine Vorrichtung zur differentiellen Signalübertragung, wobei ein massebezogenes Datensignal in einem Sender in ein differentielles Signal umgewandelt, über eine Zweidrahtleitung übertragen und schließlich in einem Empfänger wieder in ein massebezogenes Signal rückgewandelt wird. Auch bei dieser Vorrichtung ist kein eigener Taktbus vorgesehen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Mehrdrahtleitungssystem der eingangs genannten Art zu schaffen, welches eine störsichere, bidirektionale Kommunikation bei großen Leitungslängen und hohen Übertragungsgeschwindigkeiten erlaubt. Weitere Aufgabe ist es, eine automatische Synchronisation der Übertragung zu ermöglichen.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß der Daten- und der Taktbus jeweils aus 2-Draht-Leitungen gebildet ist und daß die Sendeempfangsschaltungen je einen einschaltbaren Leitungstreiber zur Umwandlung eines massebezogenen Takt- bzw. Dateneingangssignals in ein Differenz-Ausgangssignal und einen Leitungsempfänger zur Umwandlung des Differenzsignals auf dem Daten- bzw. Taktbus in ein massebezogenes Ausgangssignal aufweisen.

Durch die Differenzsignalbildung für Daten- und Taktbus wird die Störsicherheit gegenüber bekannten Systemen erhöht und dadurch sehr hohe Übertragungsraten ermöglicht.

In weiterer Ausbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß je eine Strombegrenzungsvorrichtung in die Versorgungsleitung der Leitungstreiber geschaltet ist.

Da ein Zustand von mehreren in unterschiedlichem logischen Zustand befindlichen Sendeempfangsschaltungen möglich ist, verhindert diese Maßnahme die thermische Überlastung der dabei kurzgeschlossenen Leitungstreiber.

Eine andere Ausführungsform der Erfindung kann darin bestehen, daß weitere Sendeempfangsschaltungen vorgesehen sind, welche zwischen den Sendeempfangsschaltungen der Stationen und dem Daten- bzw. dem Taktbus angeordnet sind und bei welchen der massebezogene Eingang des Leitungstreibers mit dem massebezogenen Ausgang des Leitungsempfängers verbunden ist und eine massebezogene, bidirektionale Ein-Ausgabeleitung bildet.

Dadurch können einfache Sendeempfangsschaltungen, nur für das Senden und Empfangen von Daten ohne Taktgenerierung verwendet werden, sodaß der Aufwand dafür gering ist.

Weiters kann vorgesehen sein, daß die Eingänge der Leitungstreiber und die Ausgänge der Leitungsempfänger aller Sendeempfangsschaltungen in verdrahteter, logischer UND-Funktion geschaltet sind.

Dadurch wird eine automatische Synchronisation des Taktsignals mit den Sendeempfangsschaltungen hergestellt.

Nachfolgend ist die Erfindung beispielhaft anhand der Zeichnungen beschrieben. Es zeigt dabei:

Fig. 1 schematisch die Zusammenschaltung von N Datenquellen oder -senken mittels N Stationen über einen Bus;

Fig. 2a schematisch die Zusammenschaltung über einen erfindungsgemäßen Mehrdrahtbus;

Fig. 2b den Zusammenhang zwischen einem typischen Signalverlauf einer Datenleitung und den diesem Verlauf entsprechenden Signalverlauf auf den beiden Busleitungen des Mehrdrahtbusses;

Fig. 3a ein Prinzipschaltbild einer ersten erfindungsgemäßen Sendeempfangsschaltung;

Fig. 3b ein Prinzipschaltbild einer zweiten Ausführung einer erfindungsgemäßen Sendeempfangsschaltung;

Fig. 4 einen beispielhaften Signalverlauf auf dem Takt- und Datenbus zu Beginn einer Übertragungssequenz und während der Übertragung zweier Bytes über den Bus; und

Fig. 5 erläutert die Signalverläufe auf dem Bus während des Endes einer Übertragungssequenz.

Die Fig. 1 zeigt die prinzipielle Zusammenschaltung von N-Datenquellen bzw. Datensenken 1a,b, c etc. mittels N-Stationen 2a,b,c etc. über einen gemeinsamen Bus 30 bestehend aus einem bidirektionalen Datenbus 40 und einem bidirektionalen Taktbus 50. Jede Station beinhaltet je eine Sendeempfangsschaltung 3a,b,c usw. für die Ankopplung der Station an den Datenbus und eine Sendeempfangsschaltung 4a,b,c usw. für die Ankopplung an den Adreßbus. Jeder der N Stationen ist mindestens eine Adresse zugeordnet.

Die Stationen können vier Zustände einnehmen, den Meister-Sende-Zustand, den Sklaven-Empfangs-Zustand, den Sklaven-Sende-Zustand und den Meister-Empfangs-Zustand. Es ist jedoch nicht notwendig, daß jede Station jeden Zustand einnehmen kann, so wird z.B. eine Rechnerstation üblicherweise alle Zustände einnehmen können, eine Ausgabestation nur den Sklaven-Empfangs-Zustand und eine Eingabestation nur den Sklaven-Sende-Zustand.

Jede Station benötigt eine bidirektionale Sende-Empfangsschaltung zumindest für die Daten, jede Meisterstation auch für den Takt, eine Sklavenstation braucht den Takt nur empfangen zu können.

Bei der Inbetriebnahme des Gesamtsystems nehmen alle Stationen den Sklaven-Empfangs-Zustand ein. Die Initiierung des Überganges einer Station in den Meister-Zustand geht in der Regel von der an die Station angeschlossenen Daten-Quelle oder Senke aus. Das Einnehmen eines Sklaven-Zustandes wird durch Signale auf den Bus in noch zu beschreibender Weise angeregt. Den Meister-Sende-Zustand nimmt eine Station ein, die den Bus für sich belegen konnte und an eine andere Station, die sich im Sklaven-Empfangs-Zustand befindet, Daten sendet. Es ist dabei durch ein Busbelegungsverfahren sichergestellt, daß jeweils nur eine Station gleichzeitig den Bus belegen kann und daher auch nur eine Station gleichzeitig einen Meister-Zustand einnehmen kann. Eine von den restlichen N-1 Stationen wird als Sklave adressiert. Da die Adresse einer Station nur sieben Bit lang ist und die Übertragung auf den Bus wie byteweise erfolgt, kann das achte Bit im Byte der Adresse als Schreib/Lese-Umschaltebit (direction bit) verwendet werden. Ist dieses Bit logisch Null, so zeigt die Meisterstation der Sklavenstation an, daß die den Adressen nachfolgenden Datenbyte von der Meisterstation zur Sklavenstation übertragen werden, d.h. daß die adressierte Sklavenstation den Sklaven-Empfänger-Zustand einzunehmen hat. Im Fall, daß die Meisterstation dieses Bit als logisch Eins sendet, schaltet sich die Meisterstation nach der Aussendung der Adressen in den Meister-Empfangs-Zustand um, die Sklavenstation in den Sklaven-Sende-Zustand und die Datenbyte werden von der Sklavenstation gesendet und von der Meisterstation empfangen. Den Abschluß der gesamten Übertragungssequenz bildet eine von der Meisterstation an den Bus gelegte Stopp-Sequenz, wodurch der Bus für nachfolgende Übertragungen wieder frei gegeben wird. Nach dem Aussenden der Stopp-Sequenz verläßt die Meisterstation den Meister-Zustand und geht wiederum in den Sklaven Empfangs-Zustand über. Alle weiteren an den Bus angeschlossenen Stationen befinden sich bzw. gehen ebenfalls in den Sklaven-Empfangs-Zustand über.

Eine Ausgestaltung dieses Busses und des Übertragungsverfahrens zur Übertragung von Daten über einen derartigen Bus ist als I2C-Bus bekannt (EP 0 051 332 B 1: "Zweidraht-Bussystem mit einem Takt draht und einem Datendraht zum Verbinden einiger Stationen untereinander"). Dabei bestehen die Sendeempfangsschaltungen 3a,b,c bzw. 4a,b,c empfangsseitig aus einem Element mit Schmitt-Trigger-Charakteristik, sendeseitig durch eine Schaltung mit Open-Collektor bzw. Open-Drain-Charakteristik zur Realisierung einer Verdrahteten-Und-Funktion und stellen üblicherweise einen Bestandteil jedes handelsüblichen I2C-Bus-Bausteins dar.

Um eine störsicherere Arbeitsweise, größere Leitungslängen und höhere Übertragungsgeschwindigkeiten zu ermöglichen, kann der Bus erfindungsgemäß zu einem 4-Draht-Bus mit differentiell betriebenem Daten- und Taktbus erweitert werden.

Es werden entsprechend der Fig.2a N Datenquellen bzw. Datensenken 101a,b,c etc. mittels N Stationen 102a,b,c etc. über einen gemeinsamen 4-Draht-Bus 30 bestehend aus einem bidirektionalen, differentiell betriebenen Datenbus 40 und einem bidirektionalen, differentiell betriebenen Taktbus 50 verbunden. Jede Station beinhaltet je eine Sendeempfangsschaltung 103a,b,c usw. für die Ankopplung der Station an den Datenbus und eine Sendeempfangsschaltung 104a,b,c usw. für die Ankopplung an den Adreßbus.

Die Verbindung jeder der Sendeempfangsschaltungen 103a,b,c bzw. 104a,b,c mit dem Rest der Station 102a,b,c erfolgt dabei - wie im Falle der Sendeempfangsschaltungen 103a bzw. 104a angedeutet - über je eine, der massebezogenen Busleitung D,T der Fig. 1 entsprechenden, bidirektionale Leitung d,t oder - wie im Falle der Sendeempfangsschaltungen 103b bzw. 104b - über je zwei unidirektionale, massebezogene Leitungen, nämlich je einer Sendeleitung ds,ts und je einer Empfangsleitung de,te und einer Umschalteleitung ed,et. Der Rest der Station kann - wie in einer Station 102a - durch eine herkömmliche, für den I2C-Bus geeignete Baugruppe mit bidirektionaler Daten- und Taktleitung gebildet werden, welche durch je einen Steuerausgang ed bzw. et erweitert ist; oder - wie in der Station 102b - durch eine Baugruppe gebildet werden, welche I2C-Bus verträgliche Signale mit unidirektionalen Daten- wie Taktleitungen erzeugt.

Im folgenden werden die Signale auf dem Bus und die Sendeempfangsschaltungen näher erläutert.

Die Fig. 2b erläutert die Pegelverhältnisse auf den Busleitungen näher. Sowohl der Takt- als auch der Datenbus bestehen aus jeweils zwei Leitungen, welche differentiell betrieben werden. Soll etwa ein erster logischer Zustand (in Figur 2b mit 'L' angedeutet) gefolgt von einem zweiten logischen Zustand ('H') und wieder einem ersten logischen Zustand ('L') übertragen werden, so wird in der Sendeempfangsschaltung der Sendestation diese Signalfolge in eine Zustandsfolge 'L', 'H', 'L' für die D+ Leitung bzw. T+ Leitung und in eine Zustandsfolge 'H', 'L', 'H' für die D- bzw. T- -Leitung umgesetzt und an die Busleitungen angelegt. In der Sendeempfangsschaltung der Empfängerstation wird nicht der absolute Spannungswert auf den beiden Leitungen D+ und D- bzw. T+ und T- ausgewertet, sondern die Spannungsdifferenz zwischen der D+ und der D- bzw. zwischen der T+ und T- -Leitung ist ausschlaggebend. Auf diese Weise erreicht man eine wesentlich höhere Störsicherheit der Übertragung, verglichen mit dem Einsatz von massebezogenen Signalen.

Die Fig. 3a zeigt eine bevorzugte Ausführungsform einer Sendeempfangsschaltung (103a bzw. 104a) zur Erzeugung der oben erwähnten Signale. Die Sendeempfangsschaltung wandelt im Sendebetrieb massebezogene, bidirektionale Signale, welche am Eingang d bzw. t anliegen in differentielle Signale um, welche an den Ausgängen D+, D- bzw. T+, T- ausgegeben werden und im Empfangsbetrieb die an den Eingängen D+, D- bzw. T+, T- anliegenden differentiellen Signale in massebezogene Signale um, welche am Ausgang d bzw. t abgegriffen werden können. Die Umschaltung zwischen Sende- und Empfangsbetrieb erfolgt durch den Zustand des am Eingang ed bzw. et anliegenden Umschaltesignals, wobei niedriger Pegel Empfangsbetrieb und hoher Pegel Sendebetrieb einstellt. Die Sendeempfangsschaltung weist einen differentiellen Leitungstreiber 5 auf, welcher mit seinem Dateneingang über einen Entkoppelwiderstand 6 mit dem Anschluß d bzw. t der Sendeempfangsschaltung verbunden ist. Sein nicht invertierter Ausgang ist mit dem Ausgang D+ bzw. T+, der invertierte Ausgang mit dem Ausgang D- bzw. T- der Sendeempfangsschaltung verbunden. Als Leitungstreiberbaustein ist z.B. eine integrierte Schaltung der Type 75156 verwendbar. Die Ausgänge des Leitungstreibers 5 sind über einen Steuereingang, welcher über einen Schutzwiderstand 7 mit dem Steuereingang ed bzw. et der Sendeempfangsschaltung verbunden ist, in einen hochohmigen Zustand schaltbar. Wenn am Eingang ed bzw. et niedriger Pegel anliegt und damit die Sendeempfangsschaltung in Empfangsbetrieb geschaltet ist, wird ein Leitungsempfänger 8 mit Schmitt-Trigger-Funktion, der mit seinem nicht invertierten Eingang mit dem Anschluß D+ bzw. T+, mit dem invertierten Eingang mit dem Anschluß D- bzw. T- der Sendeempfangsschaltung verbunden ist, und dessen Ausgang über eine mit ihrer Kathode an dem Ausgang anliegenden Schutzdiode 9 und dem Entkoppelwiderstand 6 an den Anschluß d bzw. t der Sendeempfangsschaltung geführt ist, über einen negierten Steuereingang eingeschaltet, wobei der negierte Steuereingang des Leitungsempfängers 8 mit dem Steuereingang des Leitungstreibers 5 verbunden ist. Da wegen der in Sperrichtung gepolten Schutzdiode 9 der Leitungsempfänger am Anschluß d bzw. t keinen High-Pegel erzeugen kann, ist ein Pullup-Widerstand 10 vom Anschluß d bzw. t zur positiven Versorgungsspannung vorgesehen. Um bei hochohmigem Leitungstreiber 5 die Busleitungen D+ bzw. T+ und D- bzw. T- mit definiertem Widerstand abzuschließen, verbindet ein Spannungsteiler bestehend aus den Widerständen 11a, 11b, und 11c die beiden Leitungen miteinander und mit der Masse und der positiven Versorgungsspannung V+. Dabei sind die Widerstände so dimensioniert, daß einerseits die Parallelschaltung des Widerstandes 11a mit der Serienschaltung der Widerstände 11b und 11c an den Wellenwiderstand des Adernpaares D+, D- bzw. T+, T- angepaßt ist, und daß außerdem im Ruhezustand, d.h. wenn sämtliche an ein Adernpaar angeschlossenen Treiberschaltungen hochohmig sind, sich eine Differenzspannung an dem Adernpaar einstellt, welche dem "H"-Zustand entspricht. Der Abschlußwiderstand 11a ist zur Funktion nicht unbedingt nötig, er erlaubt jedoch einen behelfsmäßigen Leitungsabschluß, falls die Masse und die Versorgung, an welche die beiden anderen Widerstände mit je einem Ende angeschlossen sind, ausfallen sollte.

Für das erfindungsgemäße Verfahren zur Übertragung von Daten ist der 'verdrahtete Und-Betrieb' (wired and) mehrerer Leitungstreiber von Vorteil, d.h. falls eine erste Sendeempfangsschaltung in Sendebetrieb einen Ausgangszustand wie er in Figur 2 mit 'H' bezeichnet ist, sendet, so dürfen die diesem Zustand entsprechenden Signale auf den Busleitungen D+ und D- bzw. T+ und T- nur dann 'H' entsprechen, wenn nicht eine zweite Sendeempfangsschaltung gleichzeitig eine Signalkombination, welche 'L' entspricht, an die Busleitungen anlegt. Sollte dieser Fall eintreten, so erkennen alle Stationen am Bus diesen 'L'-Zustand. Dies ist durch die Schaltungstechnik des Leitungsempfängers 8 gewährleistet. Da bei diesem Betrieb Leitungstreiber zweier verschiedener Sendeempfangsschaltungen gleichzeitig zueinander inverse Ausgangssignale zu erzeugen versuchen, besteht die Gefahr der thermischen Überlastung eines oder beider im Kurzschluß betriebenen Leitungstreiber. Es ist daher zur Begrenzung des Kurzschlußstroms auf zulässige Werte in die Versorgungsleitung des Leitungstreibers zur positiven Versorgung V+ eine Strombegrenzungseinheit 12 zur Begrenzung des Betriebsstromes jedes Leitungstreibers eingeschleift.

Eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Sendeempfangsschaltung entsprechend 103b, 104b mit getrennten Sende- und Empfangsleitungen zeigt die Fig. 3b. Ein nicht ausschaltbarer Leitungsempfänger 88 mit Schmitt-Trigger-Charakteristik ist mit seinem nichtinvertierten Eingang mit der nichtinvertierten Busleitung D+, T+ verbunden, der invertierte Eingang ist mit der invertierten Busleitung D-, T- verbunden, der
 5 Ausgag an einen Empfangs-Ausgang der Sendeempfangsschaltung de, te geführt. Der Sende-Eingang ds, ts der Sendeempfangsschaltung ist an den Dateneingang des differentiellen Leitungstreibers 5 geführt, welcher in bereits beschriebener Weise an die Busleitungen D+, T+ und D-, T- angeschlossen ist und dessen Steuereingang an den Steuereingang ed, et der Sendeempfangsschaltung geführt ist.

Zur näheren Erläuterung der Übertragung der Daten über den Bus ist in Fig. 4 ein typisches
 10 Zeitablaufdiagramm für die Übertragung zweier Datenbytes gezeigt. Betrachtet man dabei nur die Signale D+ und T+, so entsprechen die Signalzeitverläufe denen eines unter der Bezeichnung I2C-Bus bekannten Bussystems. Die Übertragung der Daten erfolgt byteweise, wobei die einzelnen Bit jedes Bytes beginnend mit den höchstwertigen Bit seriell übertragen werden. Vor Beginn der Übertragung liegen die Datenbusleitung D+ wie auch die Taktleitung T+ auf dem Ruhepegel 'H'. (Entsprechend liegen die Datenbusleitung D-
 15 und die Taktleitung T- auf dem Ruhepegel 'L'). In der Folge werden zur Vereinfachung der Beschreibung nur die Pegel auf den Busleitungen D+ bzw. T+ erwähnt, die Leitungen D- bzw. T- weisen jeweils den zu D+ bzw. T+ komplementären Pegel auf. Die Übertragungssequenz wird von der Sendestation, welche den Meister-Sende-Zustand einnimmt, durch Erzeugen einer Startsequenz begonnen. Dazu werden die Sendeempfangsschaltungen für den Datenbus wie auch für den Taktbus auf Sendebetrieb geschaltet und ein
 20 Übergang der D+ Leitung von 'H' auf 'L' während die T+ Leitung 'H' bleibt, erzeugt. Dies ist ein für die Datenübertragung auf dem Bus verbotener Übergang und wird von allen an den Bus angeschlossenen Stationen erkannt, welche dadurch in den Sklaven-Empfangs-Zustand versetzt werden. Anschließend setzt die Sendestation die Taktleitung T+ kurzzeitig auf 'L'-Pegel und legt während dieses Zeitintervalls den dem höchstwertigen Bit entsprechenden Pegel an den Datenbus an. Dieser Pegel bleibt unverändert, während
 25 die Taktleitung T+ einen Übergang 'L' auf 'H' und wieder 'H' auf 'L' ausführt. Damit ist die Übertragung des ersten Bit beendet und während die Taktleitung + 'L'-Pegel aufweist, legt die Sendestation den dem nächsten Bit entsprechenden Pegel an den Datenbus an. Mit dem nächsten 'L' auf 'H' und 'H' auf 'L'-Übergang der Taktleitung wird dieses Bit übertragen. Diese Sequenz wird wiederholt, bis mit dem achten Taktimpuls auch das niedrigstwertige Bit übertragen wurde. Die Übertragungsrate des Busverkehrs wird
 30 durch die Rate der Taktimpulse, die die Sendestation ausgibt, bestimmt. Eine langsame Sklavenstation kann jedoch auf einfache Weise die Ausgabe des jeweils nächsten Bit verzögern, indem sie auf der Taktleitung einen 'L'-Pegel ausgibt, wodurch trotz des eventuell bereits von der Sendestation erzeugten 'H'-Taktpegels sich über die verdrahtete Und-Verknüpfung ein Gesamt- 'L'-Pegel auf der Taktleitung ergibt. Dies kann wiederum die Sendestation detektieren, indem sie ständig das intern erzeugte Taktsignal mit den
 35 tatsächlich auf der Busleitung auftretenden Pegel vergleicht und in dem beschriebenen Fall die Übertragung verlangsamen. Zum Abschluß der Übertragung des ersten Bytes wird über die Sendeempfangsschaltung für den Taktbus von der Sendestation ein neunter Taktimpuls ausgegeben, während die dem Datenbus zugeordnete Sendeempfangsschaltung der sendenden Station auf Empfang geschaltet wird. Die an der Übertragung beteiligte Empfangsstation legt über ihre kurzfristig in Sendebetrieb umgeschaltete Sendeempfangsschaltung für den Datenbus während dieser Zeit ein Bestätigungsbit mit 'L'-Pegel an den Datenbus an. Der Empfang dieses Bestätigungsbits gibt der Sendestation Auskunft darüber, daß das vorangegangene Byte von zumindest einer Sklavenstation empfangen worden ist. Sollen im Anschluß an das erste Byte noch weitere Byte übertragen werden, so geschieht dies unmittelbar im Anschluß an das erste Byte durch Anlegen der Informationen an den Datenbus und Takten des Taktbusses durch die Sendestation. Der
 45 Empfang jedes Bytes wird dabei wiederum durch das während eines neunten Taktimpulses von der Empfangsstation an die Sendestation zurückgesandte Bestätigungsbit quittiert. Auch wenn, wie bereits früher erwähnt, eine Meisterstation eine Sklavenstation auffordert, Daten zu senden, das heißt die Meisterstation den Meister-Empfangs-Zustand und die Sklavenstation den Sklaven-Sende-Zustand einnimmt, werden die Taktimpulse für die Übertragung der jeweils acht Datenbit und des Bestätigungsbits von der
 50 Meisterstation erzeugt und an den Bus gelegt. Die Datenbit werden dabei jedoch von der Sklavenstation, die Bestätigungsbit von der Meisterstation gesendet. Die Fig.5 zeigt schematisch den Zeitverlauf der Signale zum Ende der Übertragungssequenz. Die Übertragung wird in jedem Fall von der Meisterstation beendet indem, nachdem das Bestätigungsbit des letzten Datenbytes übertragen worden ist, eine Stoppbedingung über den Bus ausgegeben wird. Dazu wird während die Taktleitung T+ 'L' Pegel aufweist, die
 55 Datenleitung D+ auf 'L' Pegel gelegt, danach die Taktleitung T+ auf 'H' Pegel umgeschaltet und bei andauerndem 'H' Pegel auf der Taktleitung T+ die Datenleitung D+ von 'L' auf 'H' Pegel umgeschaltet. Auch dieser Übergang tritt während einer Datenübertragungssequenz nicht auf und kann daher von allen an den Bus angeschlossenen Stationen leicht erkannt werden. Durch das Anlegen der Stoppbedingung gibt die

Meisterstation den Bus für weitere Übertragungssequenzen frei. Sie selbst geht wieder vom Meisterzustand in den Sklavenzustand über.

Patentansprüche

5

1. Mehrdrahtbusleitungssystem zur Übertragung von Daten- und Taktsignalen zwischen mehreren an einen Bus (30) angeschlossenen Stationen (102a,b,...), umfassend einen Datenbus (40), einen Taktbus (50) und Sendeempfangsschaltungen (104a,b,... bzw. 103a,b,...) für die Ankopplung der Stationen (102a,b,...) an den Daten-(40) bzw. den Taktbus (50), **dadurch gekennzeichnet**, daß der Daten-(40) und der Taktbus (50) jeweils aus 2-Draht-Leitungen gebildet ist und daß die Sendeempfangsschaltungen (104a,b,... bzw. 103a,b,...) je einen einschaltbaren Leitungstreiber (5) zur Umwandlung eines massebezogenen Takt- bzw. Dateneingangssignals (t,ts bzw. d,ds) in ein Differenz- Ausgangssignal (T+,T- bzw. D+,D-) und einen Leitungsempfänger (8, 88) zur Umwandlung des Differenzsignals auf dem Daten-(40) bzw. Taktbus (50) in ein massebezogenes Ausgangssignal (t,te bzw. d,de) aufweisen.

15

2. Mehrdrahtbusleitungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß je eine Strombegrenzungsvorrichtung (12) in die Versorgungsleitung der Leitungstreiber (5) geschaltet ist.

3. Mehrdrahtbusleitungssystem nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß weitere Sendeempfangsschaltungen vorgesehen sind, welche zwischen den Sendeempfangsschaltungen (104a,b,... bzw. 103a,b,...) der Stationen (102a,b,...) und dem Daten-(40) bzw. dem Taktbus (50) angeordnet sind und bei welchen der massebezogene Eingang des Leitungstreibers (5) mit dem massebezogenen Ausgang des Leitungsempfängers (8,88) verbunden ist und eine massebezogene, bidirektionale Ein-Ausgabeleitung bildet.

25

4. Mehrdrahtbusleitungssystem nach einem der Ansprüche 1,2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Eingänge der Leitungstreiber (5) und die Ausgänge der Leitungsempfänger (8, 88) aller Sendeempfangsschaltungen (104a,b,... bzw. 103a,b,...) in verdrahteter, logischer UND-Funktion geschaltet sind.

30

Hiezu 4 Blatt Zeichnungen

35

40

45

50

55

Fig. 1

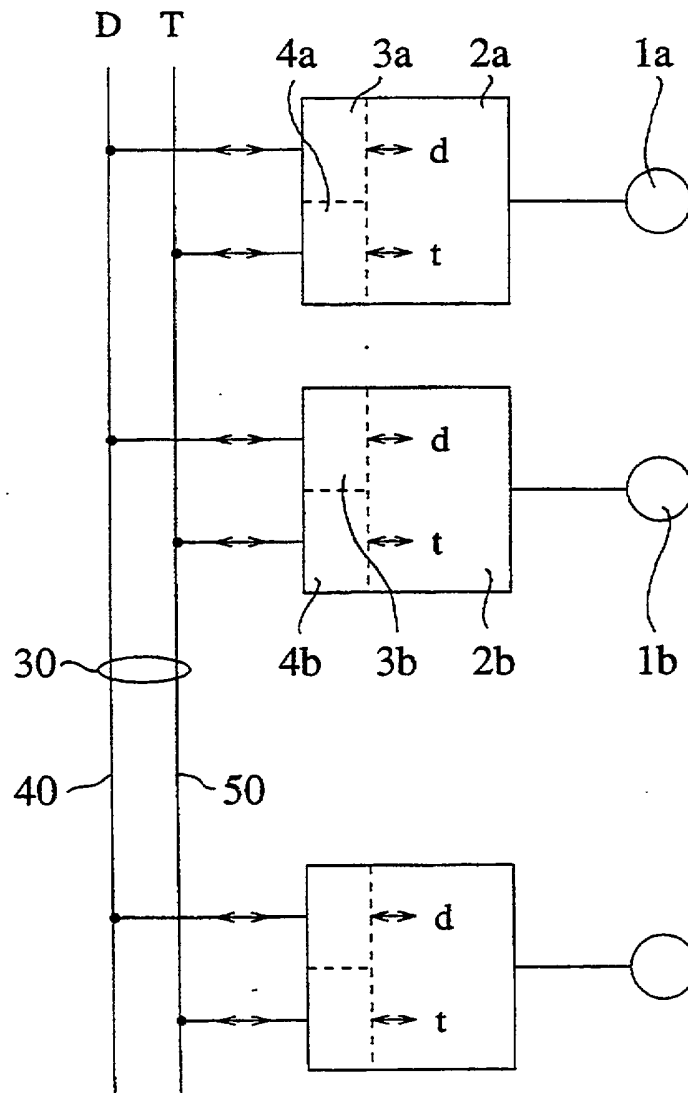


Fig. 2a

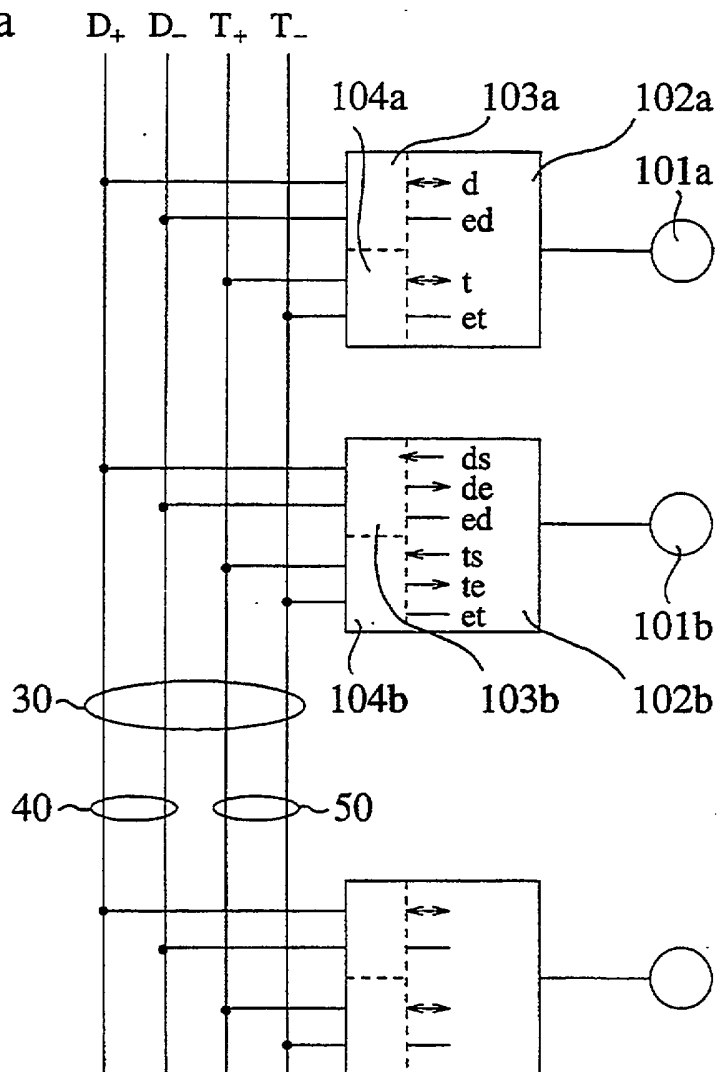
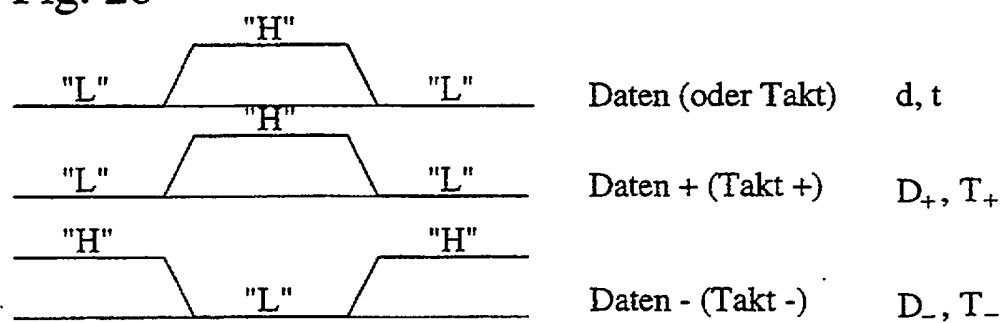


Fig. 2b



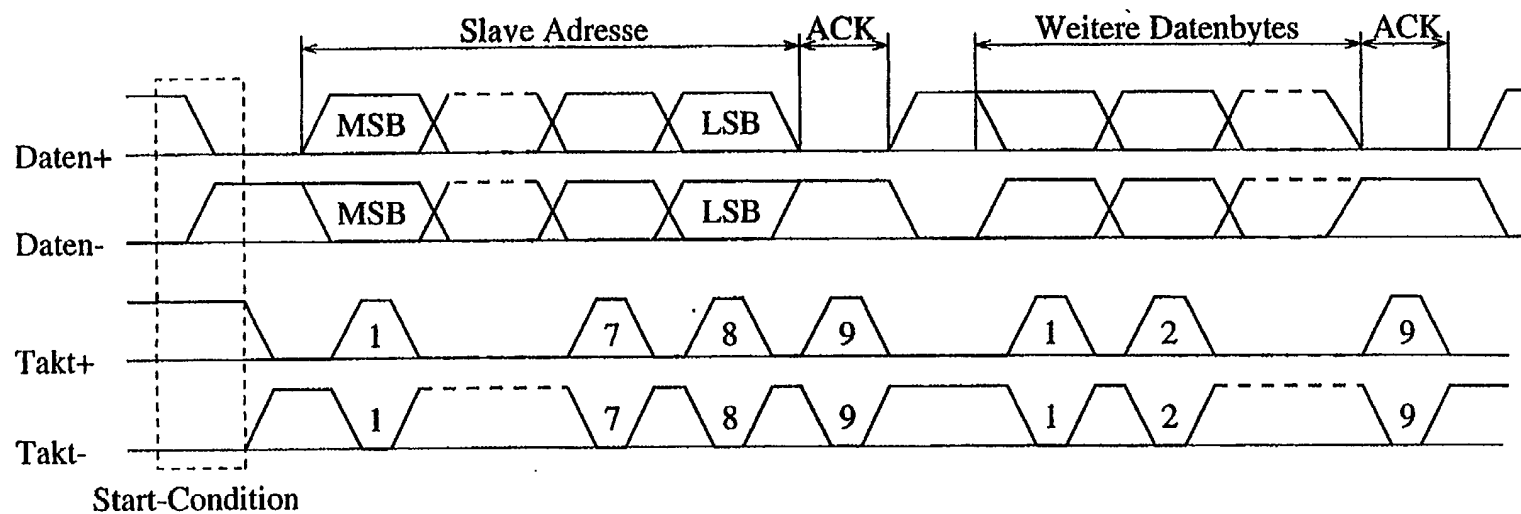


Fig. 4

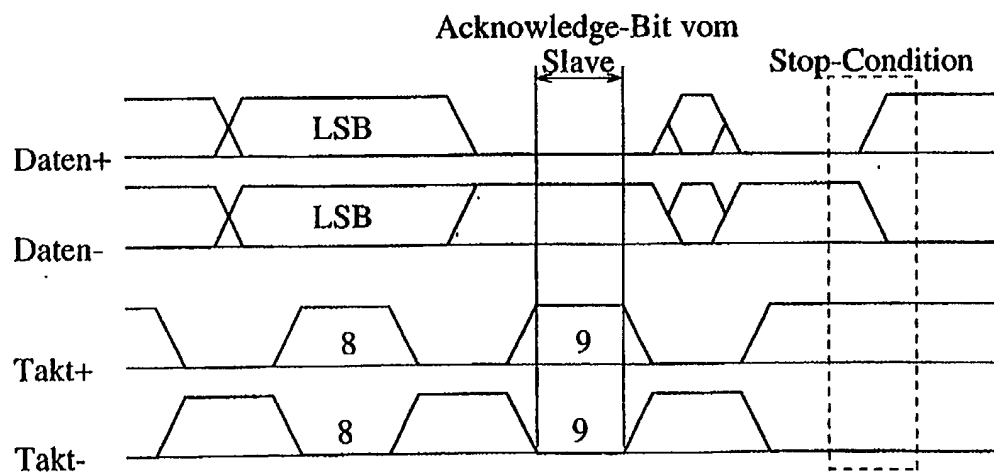


Fig. 5