

(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  
24. Dezember 2003 (24.12.2003)

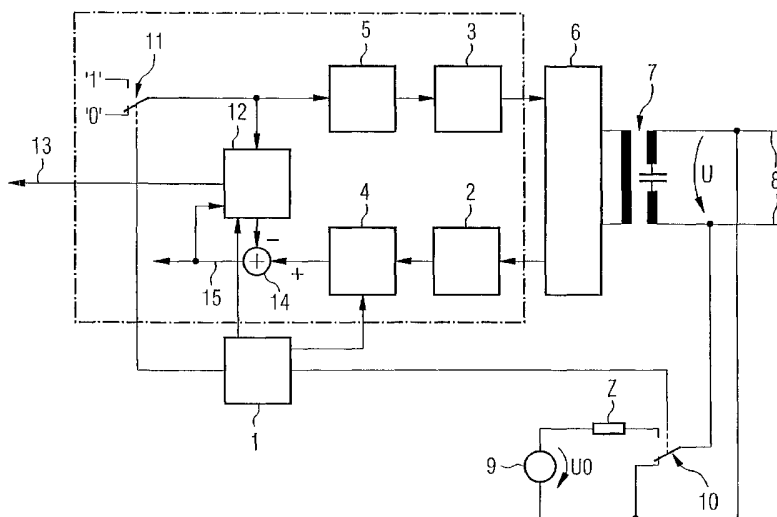
PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/107559 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H04B 3/54, 3/23** (72) **Erfinder; und**  
(75) **Erfinder/Anmelder (nur für US): KRAMER, Ronalf**  
[DE/DE]; Mergenthalerstr. 6, 81247 München (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/04994 (74) **Anwalt: BANZER, Hans-Jörg;** Kraus & Weisert,  
Thomas-Wimmer-Ring 15, 80539 München (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
13. Mai 2003 (13.05.2003) (81) **Bestimmungsstaaten (national):** CN, KR, US.
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
102 26 350.7 13. Juni 2002 (13.06.2002) DE **Veröffentlicht:**  
— mit internationalem Recherchenbericht
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von**  
**US): INFINEON TECHNOLOGIES AG** [DE/DE]; St.-  
Martin-Strasse 53, 81669 München (DE). *Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-  
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-  
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der  
PCT-Gazette verwiesen.*

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING THE ELECTRICAL PROPERTIES OF A DATA LINE

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ERMITTELN DER ELEKTRISCHEN EIGENSCHAFTEN EINER DATENLEITUNG



(57) **Abstract:** According to the invention, the electrical properties of a data transmission line (8) with power feeding, which can be subjected to a direct-current voltage in order to supply a current to the appliances connected thereto, are measured by subjecting the data transmission line (8) to voltage variations by connecting the voltage source in a controlled manner. The echoes occurring as a result of the voltage variation are detected and evaluated, even highly damped echoes still having sufficient voltage to be accurately detected due to the high voltage of the voltage source (9). Advantageously, the echoes of the voltage variation are evaluated by means of an echo compensation device (12) which is subjected to an emission signal variation in parallel, said emission signal variation being applied to the data transmission line (8) before the application of the voltage variation, so as to be synchronous with the echo of the voltage variation after the group delay.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 03/107559 A1



---

**(57) Zusammenfassung:** Bei einer Datenübertragungsleitung (8) mit Powerfeeding, die mit einer Gleichspannung beaufschlagbar ist, um an die Datenübertragungsleitung (8) angeschlossene Geräte mit Strom versorgen zu können, werden die elektrischen Eigenschaften vermessen, indem durch gesteuertes Aufschalten der Spannungsquelle die Datenübertragungsleitung (8) mit Spannungswechseln beaufschlagt wird. Die in Folge der Spannungswechsel auftretenden Echos werden erfasst und ausgewertet, wobei auf Grund der hohen Spannung der Spannungsquelle (9) auch stark gedämpfte Echos noch eine ausreichende Spannung besitzen, um präzise erfasst werden zu können. Vorteilhafterweise werden die Echos der Spannungswechsel mit Hilfe einer Vorrichtung (12) zur Echokompensation ausgewertet, wobei diese Vorrichtung (12) parallel mit einem Sendesignalwechsel beaufschlagt wird, der zeitlich vor dem Aufschalten des Spannungswechsels auf die Datenübertragungsleitung (8) gelegt wird, um nach Verzögerung der Gruppenlaufzeit synchron zu dem Echo des Spannungswechsels zu sein.

## Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zum Ermitteln der elektrischen Eigenschaften einer Datenleitung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zum Ermitteln der elektrischen Eigenschaften einer Datenübertragungsleitung, über die Daten übertragen und an die Datenübertragungsleitung angeschlossene Geräte mit Strom versorgt werden.

10

Eine derartige Datenübertragungsleitung ist beispielsweise eine von einer Vermittlungsstelle zu einem Endteilnehmer führende Telekommunikationsleitung, wie beispielsweise eine Telefonleitung. Dabei ist vorgesehen, dass an die Datenübertragungsleitung angeschlossene Endgeräte ihre Stromversorgung von der Datenübertragungsleitung beziehen können. Dazu wird allgemein die Datenübertragungsleitung mit einem elektrischen Signal hoher Stärke beaufschlagt, das sich in einem anderen Frequenzbereich als die zur Datenübertragung verwendeten Signale befindet und insbesondere eine Gleichspannung ist. Bei derartigen Datenübertragungsleitungen besteht oft das Bedürfnis, deren Übertragungseigenschaften bzw. elektrische Eigenschaften zu ermitteln, beispielsweise um zu ermitteln, welche Art von Datenübertragung bzw. welche Datenübertragungsraten mittels dieser Datenübertragungsleitung möglich sind.

20

25

Dazu ist es bekannt, in die Datenübertragungsleitung ein Sendesignal mit Signalwechseln einzuspeisen und an der gleichen Stelle der Datenübertragungsleitung ein Empfangssignal abzugreifen. Die Auswirkungen der Signalwechsel des Sendesignals auf das Empfangssignal werden erfasst und ausgewertet, um Reflexionen der Signalwechsel des Sendesignals zu erfassen.

30

35

Bei dieser sog. "Time Domain Reflectometry" (TDR) wird entsprechend ein Sendeimpuls erzeugt, auf die zu messende Daten-

übertragungsleitung aufgeschaltet und dann das komplette Echo gemessen. Das Echo besteht aus dem nur wenig gedämpften Nah-echoanteil, der durch nahe der Einspeisestelle des Sendeimpuls angeordnete Komponenten verursacht wird und dem stark gedämpften Fernecho, in dem alle Reflexionen des Sendeimpulses innerhalb der Datenübertragungsleitung enthalten sind. Diese Reflexionen entstehen am Ende der Datenübertragungsleitung, insbesondere da meist mit offenem oder nahezu offenem Leitungsende gemessen wird, an den Verzweigungspunkten und an Enden von Bridgetaps (BT), an Leistungsdiskontinuitäten auf Grund beispielsweise eines Wechsels des Leistungstyps oder an den ggf. eingebauten Induktivitäten. Somit kann man aus der Form, der Verzögerung und dem Vorzeichen der einzelnen Anteile des Fernechos umgekehrt die Konfiguration der Datenübertragungsleitung ermitteln. Der Sendeimpuls und die hieraus entstehenden Reflexionen werden durch die Leitung gedämpft, so dass für lange Leitungen das ferne Echo sehr stark gegenüber dem Nahecho gedämpft ist und es sehr schwierig wird, diese voneinander zu trennen, sowie die einzelnen Anteile des Fernechos voneinander zu unterscheiden.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zum Ermitteln der elektrischen Eigenschaften einer Datenübertragungsleitung der oben genannten Art zu schaffen, bei denen auch stark gedämpfte Reflexionen erfasst werden können.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Die Unteransprüche definieren jeweils vorteilhafte und bevorzugte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung.

Erfindungsgemäß wird die Spannungsquelle zum Einspeisen der Stromversorgung in die Datenübertragungsleitung dazu verwendet, die Datenübertragungsleitung mit wenigstens einem Spannungswechsel zu beaufschlagen. Dazu muss eine steuerbare Ver-

bindung zwischen der Spannungsquelle und der Datenübertra-  
gungsleitung vorgesehen sein. Vorzugsweise werden in Folge  
mehrere Spannungswechsel auf die Datenübertragungsleitung ge-  
geben, um eine Mittelwertbildung bei der Auswertung der von  
5 den Spannungswechseln auf der Datenübertragungsleitung er-  
zeugten Echos zu ermöglichen.

Vorzugsweise wird zur Auswertung des durch den aufgeschalte-  
ten Spannungswechsel in der Datenübertragungsleitung erzeug-  
10 ten Spannungsverlaufs eine Vorrichtung zur Echokompensation  
verwendet. Die Echokompensation wird im normalen Datenüber-  
tragungsbetrieb, bei dem ein Sendesignal in die Datenübertra-  
gungsleitung eingespeist und ein Empfangssignal von der Da-  
tenübertragungsleitung abgegriffen wird, dazu verwendet, die  
15 Auswirkungen des an einer Stelle eingespeisten Sendesignals  
auf ein an dieser Stelle abgegriffenes Empfangssignal zu kom-  
pensieren. Dazu wird die Echokompensation bzw. ein Echokom-  
pensator mit dem Sendesignal beaufschlagt und erzeugt ein  
Korrektursignal, das dem Echo des Sendesignals im Empfangs-  
20 signal entspricht, aber umgekehrtes Vorzeichen besitzt, so  
dass durch Linearkombination des Korrektursignals der Echo-  
kompensation und des Empfangssignals das Echo des Sendesig-  
nals aus dem Empfangssignal entfernt werden kann. In der Re-  
gel wird ein Differenzsignal zwischen dem Korrektursignal der  
25 Echokompensation und dem Empfangssignal auf die Echokompensa-  
tion rückgekoppelt, die das Korrektursignal sukzessive so  
einstellt, dass das Differenzsignal zu Null wird.

Um den durch gesteuertes Aufschalten der Spannungsquelle auf  
30 die Datenübertragungsleitung verursachten Spannungsverlauf  
mit Hilfe der Echokompensation auswerten zu können, wird die-  
se bei jedem von der Spannungsquelle verursachten Spannungs-  
wechsel auf der Datenübertragungsleitung mit einem Sendesig-  
nalwechsel beaufschlagt. Dabei wird vorzugsweise berücksich-  
35 tigt, dass das Echo eines Sendesignalwechsels eine andere und  
insbesondere längere Zeit benötigt, um ein Echo im Empfangs-  
signal zu erzeugen, als ein von der Spannungsquelle verur-

sachter Spannungswechsel auf der Datenübertragungsleitung selbst, da der Sendesignalwechsel bis zum Umschalten auf die Datenübertragungsleitung in der Regel noch weitere Komponenten durchlaufen muss.

5

Um die unterschiedlichen Laufzeiten zu berücksichtigen, kann der durch Umschalten der Spannungsquelle verursachte Spannungswechsel eine gewisse erste Zeitdauer nach dem Umschalten des Sendesignalwechsels auf die Echokompensation erzeugt werden, wobei diese erste Zeitdauer so bemessen ist, dass das Echo des Sendesignalwechsels gleichzeitig mit dem Echo des Spannungswechsels im Empfangssignal auftritt, und insbesondere der Laufzeit entsprechen kann, die der Sendesignalwechsel bis zum Auftreten an der Stelle benötigt, an der der Spannungswechsel auf die Datenübertragungsleitung umgeschaltet wird.

Die Echokompensation kann insbesondere zusätzlich zu dem Korrektursignal Auswertinformationen insbesondere in Form von Koeffizienten erzeugen, die eine Übertragungsfunktion kennzeichnen, mittels der aus dem Sendesignal das Korrektursignal zur Entfernung des Sendesignalechos im Empfangssignal erzeugt wird.

Weiterhin kann vorgesehen sein, dass der Spannungsverlauf auf der Datenübertragungsleitung erst eine gewisse Zeit nach Umschalten eines Spannungswechsels auf die Datenübertragungsleitung gemessen wird. Auf diese Weise kann das Nahecho, das sehr hohe Spannungswerte erreichen kann, ausgeblendet werden und somit das wesentlich schwächere Fernecho mit Hilfe einer empfindlichen Spannungsmessvorrichtung besser erfasst werden. Insbesondere kann auf diese Weise das Übersteuern eines Analog-Digital-Wandlers vermieden werden, der zur Messung der üblicherweise kleinen Empfangssignale ausgelegt ist.

Vorzugsweise wird das vorgenannte Verfahren von einem integrierten Halbleiter durchgeführt, in dem Komponenten zum Senden und Empfangen von Daten über die Datenübertragungsleitung

integriert sind. Dies können neben der Echokompensation insbesondere ein Digital-Analog-Wandler zum Umwandeln eines digitalen Sendesignals in ein auf die Datenübertragungsleitung aufzuschaltendes Analogsignal, ein Analog-Digital-Wandler zum Digitalisieren eines analog von der Datenübertragungsleitung abgegriffenen Empfangssignals, digitale und/oder analoge Filter für den Sendesignalpfad und/oder den Empfangssignalpfad sowie eine Steuerung sein, die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingerichtet ist. Dazu wirkt die Steuerung insbesondere auf ein Schaltelement ein, mit dem die Spannungsquelle gesteuert mit der Datenübertragungsleitung verbunden werden kann. Weiterhin kann die Steuerung mit der Echokompensation in Verbindung stehen, um diese zur Auswertung zu veranlassen und Auswertergebnisse aus der Echokompensation auszulesen, um eine Information über den Zustand der Datenübertragungsleitung erzeugen zu können.

Die Steuerung kann zusätzlich die Erfassung des Spannungsverlaufs auf der Datenübertragungsleitung bzw. die Auswertung des Empfangssignals für eine gewisse Zeit nach dem Aufschalten des Spannungswechsels unterdrücken, um auf diese Weise die sehr starken Nachechos auszublenden. Dazu kann die Steuerung beispielsweise entweder einen Analog-Digital-Wandler zum Digitalisieren des Empfangssignals oder ein nachgeschaltetes Digitalfilter inaktivieren.

Vorzugsweise ist die Zeitdauer zwischen aufeinanderfolgend auf die Datenübertragungsleitung aufgeschalteten Spannungswechseln länger als die Zeit, die zwischen dem Aufschalten eines Spannungswechsels und dem Eintreffen des spätesten Fernechos vergeht. Grundsätzlich kann jeder Spannungswechsel zum Ermitteln der elektrischen Eigenschaften der Datenübertragungsleitung verwendet werden, also sowohl ein Spannungswechsel mit steigender als auch mit fallender Flanke. Somit kann die Spannungsquelle als Rechtecksignal auf die Datenübertragungsleitung aufgeschaltet werden, wobei die Periodendauer wenigstens doppelt so lang wie die Zeit sein sollte,

die nach dem Aufschalten eines Spannungswechsels bis zum Eintreffen des spätesten Fernechos vergeht.

5 Üblicherweise werden Koeffizienten der Echokompensation in einem Adaptionsalgorithmus sukzessive bestimmt, wobei bei jedem auf die Datenübertragungsleitung aufgeschalteten Spannungswechsel wenigstens ein Koeffizient und insbesondere alle Koeffizienten um einen Schritt adaptiert werden.

10 Der Adaptionsalgorithmus bei der Ermittlung der elektrischen Eigenschaften der Datenübertragungsleitung ist anders als im Datenmodus bei der Datenübertragung. Insbesondere werden zur Adaption für jeden aufgeschalteten Spannungswechsel so viele zeitlich aufeinanderfolgende Werte des Differenzsignals be-  
 15 stimmt, wie Koeffizienten vorgesehen sind. Wenn  $U_{re(k, i)}$  der  $i$ -te Abtastwert des Differenzsignals im Symbolmuster ( $i=0, \dots, N-1$ ) bei dem  $k$ -ten Adaptionsschritt ist, beispielsweise für das  $k$ -te Umschalten eines Schalters zum Beaufschlagen der Datenübertragungsleitung mit der Spannung,  $G$  ein Adaptions-  
 20 faktor und  $C_{(k, i)}$  der Wert des  $i$ -ten Koeffizienten nach dem  $k$ -ten Adaptionsschritt ist, können die Koeffizienten wie folgt adaptiert werden:

$$25 \quad C_{(k, i)} = C_{(k-1, i)} + G * U_{re(k, i)}$$

für  $i=0, \dots, N-1$  beginnend bei  $k=1$  mit  $C_{(0, i)}=0$  für alle  $i$ . Alternativ ist eine vereinfachte, nur das Vorzeichen des Differenzsignals berücksichtigende Adaption möglich nach:

$$30 \quad C_{(k, i)} = C_{(k-1, i)} + G * \text{sign}(U_{re(k, i)})$$

Die Spannungsquelle kann zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens unter Zwischenschaltung eines Widerstands auf die Datenübertragungsleitung gesteuert aufgeschaltet werden.  
 35 Dieser Widerstand kann ein ohmscher und/oder ein kapazitiver und/oder ein induktiver Widerstand sein und beispielsweise zur Leitungsanpassung verwendet werden. Vorzugsweise ist der

Widerstand ein ohmscher Widerstand, dessen Wert beispielsweise im Bereich des Wellenwiderstands der Datenübertragungsleitung liegt.

- 5 Die Erfindung wird nachfolgende anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

10 Figur 1 zeigt den Aufbau einer Schaltungsanordnung zum Senden bzw. Empfangen von Daten über eine Datenübertragungsleitung, die auch zum Ermitteln der elektrischen Eigenschaften der Datenübertragungsleitung eingerichtet ist, gemäß dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, und

15 Figur 2 zeigt den idealen Verlauf der Spannung am Leitungsanfang für eine verlustfreie Leitung, wenn zum Zeitpunkt  $t_1$  die Spannungsquelle aufgeschaltet wird und  $Z$  gleich dem Wellenwiderstand der Datenübertragungsleitung für höhere Frequenzen ist,

20 Figur 3 zeigt ein vom aufgeschalteten Spannungswechsel erzeugtes Empfangssignal,

25 Figur 4 zeigt das Empfangssignal gemäß Figur 3 mit unterdrücktem Nahecho,

Figur 5 zeigt ein Steuersignal zur Unterdrückung des Nahechos,

30 Figur 6 zeigt einen Sendesignalwechsel am Schalter 11 zur Beaufschlagung einer Echokompensation zur Auswertung des Empfangssignals,

35 Figur 7 zeigt ein von der Echokompensation erzeugtes Korrektursignal, wenn die Echokompensation adaptiert ist,

Figur 8 zeigt ein Steuersignal zum Verbinden der Datenübertragungsleitung mit einer Spannungsquelle zum Umschalten von Spannungswechseln, und

5 Figur 9 zeigt einen sich in Folge des Steuersignals gemäß Figur 8 einstellenden Spannungsverlauf im Empfangssignal.

Die in Figur 1 dargestellte Schaltungsanordnung entspricht im Wesentlichen der üblichen Schaltungsanordnung zur Datenübertragung mittels Pulsamplitudenmodulation. Dabei werden über  
10 eine Datenübertragungsleitung 8 Daten ausgesendet und empfangen. Die zu sendenden und zu empfangenden Daten werden über einen Übertrager 7 eingespeist bzw. abgegriffen. Auf der mit der Datenübertragungsleitung 8 verbundenen Seite weist der  
15 Übertrager 7 zwei über einen Kondensator in Serie geschaltete Wicklungen auf, um die zwei Leitungen der Datenübertragungsleitung 8 galvanisch zu trennen. Induktiv mit den beiden vorgenannten Wicklungen ist im Übertrager 7 eine Eingangswicklung angekoppelt, an die sich eine Gabel 6 mit einem Eingang  
20 und einem Ausgang anschließt. Die Gabel 6 dient zum Umschalten eines an den Eingang aufgeschalteten Sendesignals auf die Eingangswicklung des Übertragers 7 und zum Abgreifen eines am Ausgang der Gabel 6 anliegenden Empfangssignals von der Eingangswicklung des Übertragers 7. Die Gabel 6 ist aus RC-  
25 Gliedern passiv aufgebaut und sorgt für eine grobe Trennung des Sende- bzw. Empfangssignals und in geringem Maße auch für eine Echounterdrückung des Sendesignals auf das Empfangssignal.

30 An den Ausgang der Gabel 6, an dem das Empfangssignal anliegt, schließt sich ein Analog-Digital-Wandler 2 mit nachgeschaltetem Empfangsfilter 4 an. Das Empfangsfilter 4 besitzt einen Steuereingang, über den das Empfangssignal im Empfangsfilter 4 zu Null gesetzt werden kann. Der Ausgang des Empfangsfilters 4 wirkt auf ein Addierglied 14, in dem eine Linearkombination zwischen dem Empfangssignal und einem von einem Echokompensationsfilter 12 gelieferten Korrektursignal

gebildet wird, wobei das Echokompensationsfilter 12 der Einfachheit halber im Folgenden Echokompensation genannt wird. Das Differenzsignal 15 des Addierglieds 14 ist auf die Echokompensation 12 rückgekoppelt, um die Koeffizienten der Echokompensationsfilter adaptieren zu können.

Das Sendesignal, das auf den Eingang der Gabel 6 aufgeschaltet ist, durchläuft ein Sendefilter 5 mit nachgeschaltetem Digital-Analog-Wandler 3. Zusätzlich kann der Sendepfad über eine nicht dargestellte Leitung mit den über die Datenübertragungsleitung 8 zu übertragenden Daten beaufschlagt werden. Im vorliegenden Fall sind jedoch nur die Komponenten dargestellt, die zum Ermitteln der elektrischen Eigenschaften der Datenübertragungsleitung 8 gemäß der vorliegenden Erfindung erforderlich sind. Weiterhin ist ein Schalter 11 vorgesehen, mit dem das Sendefilter 5 und die Echokompensation 12 mit einem Sendesignalwechsel beaufschlagt werden können. Der Schalter 11 ist ein Umschalter, mit dem das Sendefilter 5 bzw. die Echokompensation 12 eingangsseitig entweder mit einer logischen 1 oder einer logischen 0 verbunden werden können.

Die Echokompensation 12 ist derart eingerichtet, dass sie für ein gegebenes Sendesignal das Korrektursignal derart erzeugt, dass das Echo des Sendesignals im Empfangssignal kompensiert werden kann. Dazu bestimmt die Echokompensation 12 vorzugsweise schrittweise eine Übertragungsfunktion, mittels der aus dem Sendesignal das Korrektursignal erzeugt wird, wobei das Korrektursignal derart erzeugt wird, dass das Differenzsignal 15 zu null wird.

30

Die Datenübertragungsleitung 8 kann weiterhin über einen Schalter 10 mit einer Spannungsquelle 9 unter Zwischenschaltung eines Widerstands Z verbunden werden. Die Beaufschlagung der Datenübertragungsleitung 8 mit einer Gleichspannung dient zur Stromversorgung von an die Datenübertragungsleitung 8 angeschlossenen Geräten. Die Datenübertragungsleitung 8 ist insbesondere eine Telefonleitung von einer Vermittlungsstelle

35

zu einem Teilnehmer, wobei auf der Teilnehmerseite der Anschluss eines Geräts, insbesondere eines Telefons, möglich ist, wobei das Gerät nicht notwendigerweise eine separate Stromversorgung benötigt, da es über die Datenübertragungs-  
5 leitung 8 mit Strom versorgt werden kann. Die Spannungsquelle 9 weist eine Spannung  $U_0$  auf, wobei sich auf Grund des Widerstands  $Z$  und eines ggf. vorhandenen Übergangswiderstands des Schalters 10 eine Spannung  $U$  an der Datenübertragungsleitung 8 ergibt.

10

Weiterhin ist eine Steuerung 1 vorgesehen, die auf den Umschalter 11, die Echokompensation 12, das Empfangsfilter 4 und den Schalter 10 wirkt. Das Sendefilter 5 kann zusätzlich die mit einem Symboltakt im normalen Sendebetrieb eingehenden  
15 Sendedaten upsamplen auf die Wanderrate des Digital-Analog-Wandlers 3. Ebenso kann das Empfangsfilter 4 den Empfangstakt des Analog-Digital-Wandlers 2 auf die Symbolrate der Datenübertragung downsamplen. Die Kompensation des Echos des Sendesignals im Empfangssignal wird von der Echokompensation 12  
20 und dem Addierer 14 durchgeführt, der im Datenmode bei der Datenübertragung vom gefilterten Empfangssignal das von der Echokompensation 12 nachgebildete Echo abzieht, so dass nach Adaption der Echokompensation 12 im Idealfall das Differenzsignal 15 hinter dem Addierer 14 null ist und über die Ausgangsleitung 13 ausgegebene Koeffizienten der Echokompensation 12 das Echo widerspiegeln. Zur Adaption wird das Differenzsignal 15 hinter dem Addierer 14 der Echokompensation 12  
25 zugeführt.

30 Im Folgenden ist die Wirkungsweise der in Figur 1 dargestellten Schaltungsanordnung zur Ermittlung der elektrischen Eigenschaften bzw. des Übertragungsverhaltens der Datenübertragungsleitung 8 dargestellt.

35 Dabei zeigt Figur 2 zunächst zur Verdeutlichung den idealen Verlauf der Spannung  $U$  am Anfang der Datenübertragungsleitung 8 für eine idealerweise verlustfreie Leitung, wenn zum Zeit-

punkt  $t_1$  die Spannungsquelle 9 aufgeschaltet wird und  $Z$  den Wert  $Z_0$  hat. Wenn die Datenübertragungsleitung 8 homogen und am Ende offen ist, erreicht die Spannung  $U$  den Wert  $U_0$  erst nach dem Doppelten der Laufzeit auf der Datenübertragungslei-  
5 tung 8 bis zum Ende, da dann erst die reflektierte Welle wieder beim Anfang der Datenübertragungsleitung 8 eintrifft.

Figur 3 zeigt qualitativ den entsprechenden Verlauf des Empfangssignals, wenn die Datenübertragungsleitung 8 verlustbe-  
10 haftet ist. Da die Spannung  $U_0$  groß im Vergleich zu den Nutzsensignalen bei der Datenübertragung ist, wird in den Bereichen A und B der Analog-Digital-Wandler 2 übersteuert und liefert dort falsche Ausgangssignale. Im Bereich C beobachtet man die  
15 Summe aus dem auslaufenden Nahecho und dem durch Reflexion am offenen Ende verursachten Fernecho. Da  $U_0$  sehr groß ist (beispielsweise 40 Volt und mehr), weist auch das Fernecho hohe Spannungen auf und kann auch für eine lange Datenübertra-  
gungsleitung 8 mit hoher Dämpfung noch gut erfasst werden.

20 Um die Auswertung der falschen Ausgangssignale des Analog-Digital-Wandlers 2 in den Bereichen A und B zu verhindern, ist die Steuerung 1 derart eingerichtet, dass sie nach dem Aufschalten der Spannungsquelle 9 mittels Ansteuerung des Schalters 10 auf die Datenübertragungsleitung 8 das Empfangs-  
25 filter 4 sperrt und dessen Ausgangssignal zu null setzt. Erst zu einem Zeitpunkt  $t_2$  wird das Empfangsfilter 4 wieder freigegeben, so dass an dessen Ausgang das Empfangssignal er-  
scheint.

30 Figur 4 zeigt das Ausgangssignal des Empfangsfilters 4, wobei durch ein Steuersignal der Steuerung 1 der Nahechoanteil bis zu dem Zeitpunkt  $t_2$  zu null gesetzt wird. In Figur 5 ist das entsprechende Steuersignal zum Ansteuern des Empfangsfilters 4 dargestellt.

35

Die Auswertung des Fernechos in Folge des mit Hilfe der Spannungsquelle 9 auf die Datenübertragungsleitung 8 aufgeschal-

teten Spannungswechsels wird mit Hilfe der Echokompensation 12 durchgeführt. Um bei dieser die Auswertung anzustoßen, muss ein Sendesignalwechsel durch Ansteuern des Schalters 10 aufgeschaltet werden. Dabei ist es wichtig, dass die Auswirkung des Sendesignalwechsels zum Zeitpunkt  $t_2$  am Ausgang des Empfangsfilters 4 erscheint. Daher wird der Sendesignalwechsel eine gewisse Zeitdauer vor dem Zeitpunkt  $t_2$  aufgeschaltet.

10 Figur 6 zeigt, wie das mittels des Schalters 10 erzeugte Signal aussehen muss, damit das Sendesignal zeitgleich zur Aufschaltung der Spannung  $U_0$  plus des Schalters 11 am Anfang der Datenübertragungsleitung 8 anliegt. Auf Grund der Gruppenlaufzeit  $T_{GR}$  der Komponenten 5, 3, 6, 7 muss das in Figur 5  
15 dargestellte Signal zum Zeitpunkt  $t_2$  minus  $T_{GR}$  aktiv werden. Das Ausgangssignal des Empfangsfilters 4 ändert sich qualitativ zu dem in Figur 4 gezeigten nicht, wenn die Aufschaltung der Spannung  $U_0$  und das Senden der logischen 1 synchron und um  $T_{GR}$  versetzt erfolgen. Jetzt liegt jedoch auch ein Eingangssignal für die Echokompensation 12 vor, die sich somit adaptieren kann, so dass im eingeschwungenen Zustand die auf der Ausgangsleitung 13 ausgegebenen Koeffizienten das nicht im Empfangsfilter 4 unterdrückte Echosignal widerspiegeln. Figur 7 zeigt ein mit Hilfe der Koeffizienten erzeugtes Korrektursignal, das am Ausgang der Echokompensation 12 anliegt.  
25 Die Adaption der Echokompensation 12 erfordert eine gewisse Anzahl an Spannungswechseln, wodurch eine Mittelwertbildung erfolgt, die bei der Adaption der Echokompensation 12 das Rauschen stark unterdrückt. Durch das Auswerten der Koeffizienten und deren Analyse kann die Konfiguration der Datenübertragungsleitung 8 bestimmt werden.  
30

Da unter Zuhilfenahme der Spannungsquelle 9 zur Stromversorgung von an die Datenübertragungsleitung 8 angeschlossenen  
35 Geräten wesentlich höhere Spannungswechsel aufgeschaltet werden können, ist es auf diese Weise möglich, die elektrischen

Eigenschaften, insbesondere Übertragungseigenschaften, auch von langen Datenübertragungsleitung 8 zu bestimmen.

Im normalen Datenbetrieb kann die Adaption der Koeffizienten  
5 der Echokompensation 12 bei jedem gesendeten Symbol stattfinden, wobei die gesendeten Symbole notwendigerweise unter einander statistisch unabhängig sind. Bei der Vermessung der Datenübertragungsleitung 8 durch Umschalten der Spannungsquelle 9 werden in regelmäßigen Abständen Spannungswechsel aufgeschaltet, wobei sowohl beim Schließen als auch beim Öffnen  
10 des Schalters 11 ein Spannungswechsel auf der Datenübertragungsleitung 8 erzeugt wird. Der zeitliche Abstand zwischen benachbarten Spannungswechseln muss dabei länger sein als die doppelte Laufzeit vom Anfang bis zum Ende der Datenübertragungsleitung 8. In Figur 8 ist ein Steuersignal zum Ansteuern  
15 des Schalters 11 dargestellt, das ein Rechtecksignal ist, wobei die halbe Periodendauer länger als die doppelte Laufzeit eines Signals auf der Datenübertragungsleitung 8 von der Einspeisestelle der Umschaltung der Spannung  $U_0$  und dem Ende  
20 ist. Damit wird sichergestellt, dass vor dem nächsten Umschalten des Schalters 11 alle Echos eingetroffen sind. In Figur 9 ist das Ausgangssignal des Empfangsfilters 4 dargestellt, wobei die dargestellten Signalbursts die Fernechos für den jeweils vorangegangenen Umschaltvorgang des Schalters  
25 11 bzw. die vorangegangene Flanke des in Figur 8 dargestellten Steuersignals für den Umschalter 11 sind.

Wenn beispielsweise die Länge der Datenübertragungsleitung  $\leq 10$  km ist und die Ausbreitungsgeschwindigkeit etwa 200000  
30 km pro Sekunde beträgt, kann die Periodendauer des Steuersignals für den Schalter 11 gemäß Figur 8 auf 100  $\mu$ -Sekunden gesetzt werden, so dass je Sekunde 10000 Schaltvorgänge des Schalters 11 bzw. Adaptionen der Echokompensation 12 möglich sind und man bei einer genauen Adaption für eine genaue Vermessung der Datenübertragungsleitung 8 Messzeiten im Bereich  
35 von unter einer Minute möglich sind.

14

Bei den Schaltvorgängen kann u.U. in dem Widerstand Z eine erhöhte Verlustleistung auftreten, so dass dieser bei Integration der übrigen Halbleiterkomponenten in einem integrierten Halbleiter auch extern realisiert werden kann.

5

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln der elektrischen Eigenschaften einer Datenübertragungsleitung (8), die mit einer zugeordneten  
5 Spannungsquelle (9) zur Stromversorgung von an die Datenübertragungsleitung (8) angeschlossenen Geräte verbindbar ist, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Datenübertragungsleitung (8) durch gesteuertes Verbinden mit der Spannungsquelle mit wenigstens einem Spannungswechsel beaufschlagt wird und der an der Datenübertragungsleitung (8) anliegende Spannungsverlauf gemessen und  
10 ausgewertet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
15 dadurch gekennzeichnet,  
dass die Datenübertragungsleitung (8) unter Zwischenschaltung eines Widerstands (Z) mit der Spannungsquelle (9) verbunden wird.

20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der gemessene Spannungsverlauf mittels einer Vorrichtung zur Echokompensation (12) ausgewertet wird, die derart eingerichtet ist, dass sie in Abhängigkeit eines in die Datenübertragungsleitung (8) einzuspeisenden Sendesignals ein Korrektursignal zum Kompensieren des Einflusses des Sendesignals  
25 auf ein von der Datenübertragungsleitung (8) abgegriffenes Empfangssignal erzeugt.

30 4. Verfahren nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Echokompensationsvorrichtung (12) bei jeder Beaufschlagung der Datenübertragungsleitung (8) mit einem Spannungswechsel mit einem Sendesignalwechsel beaufschlagt wird,  
35 wobei zwischen dem Sendesignalwechsel und dem Spannungswechsel auf der Datenübertragungsleitung (8) eine erste Zeitdifferenz herrscht, die derart bemessen ist, dass die früheste

Auswirkung des Spannungswechsels auf der Datenübertragungsleitung (8) zumindest im Wesentlichen gleichzeitig mit der ersten Auswirkung des Sendesignalwechsels die Echokompensationsvorrichtung (12) erreichen.

5

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Sendesignal und das Empfangssignal über eine Gabel zu deren Entkopplung in die Datenübertragungsleitung (8) eingespeist bzw. daran abgegriffen werden.

10

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an der Datenübertragungsleitung (8) anliegende Spannungen mittels eines Überträgers erfasst werden.

15

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der an der Datenübertragungsleitung (8) anliegende Spannungsverlauf erst eine bestimmte zweite Zeitdifferenz nach dem Beaufschlagen der Datenübertragungsleitung (8) mit dem Spannungswechsel gemessen wird.

20

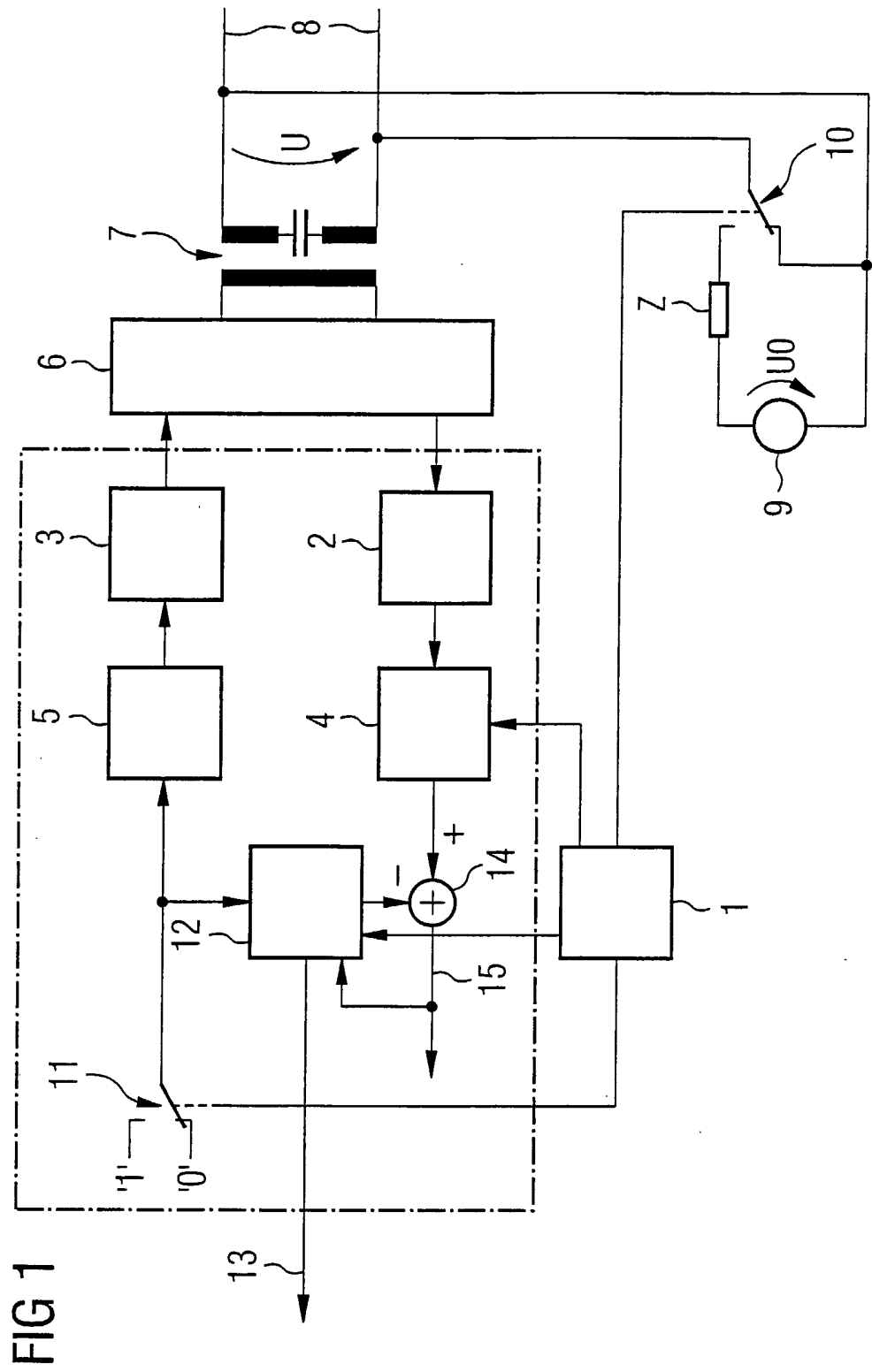
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Zeitdifferenz länger als die Zeit ist, die vergeht, bis an dem Ort der Datenübertragungsleitung (8), an dem der Spannungsverlauf gemessen wird, unreflektierte Auswirkungen von dem Ort aus eintreffen, an dem die Datenübertragungsleitung (8) mit dem Spannungswechsel beaufschlagt wird.

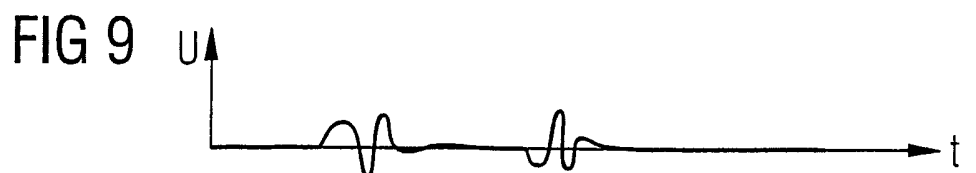
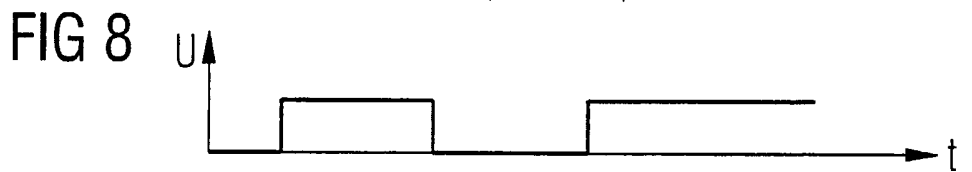
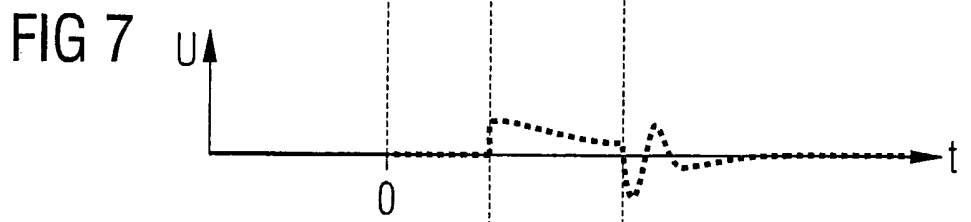
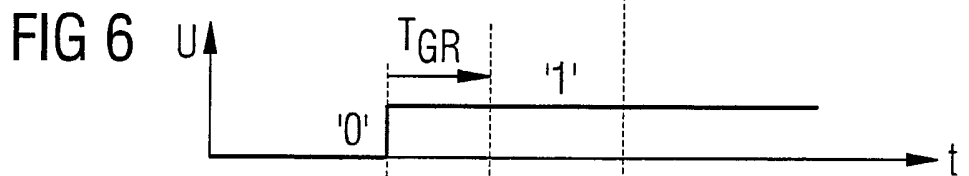
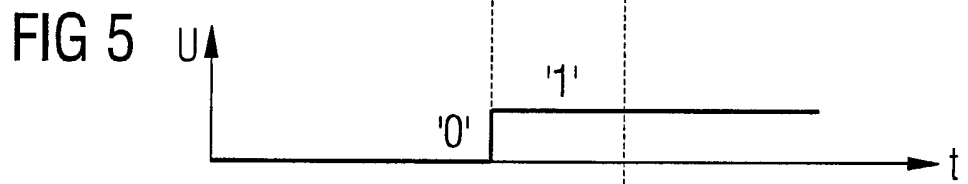
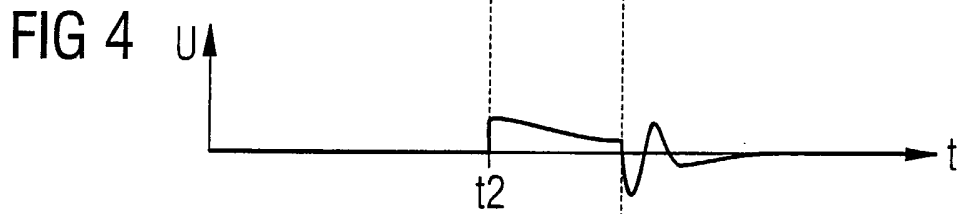
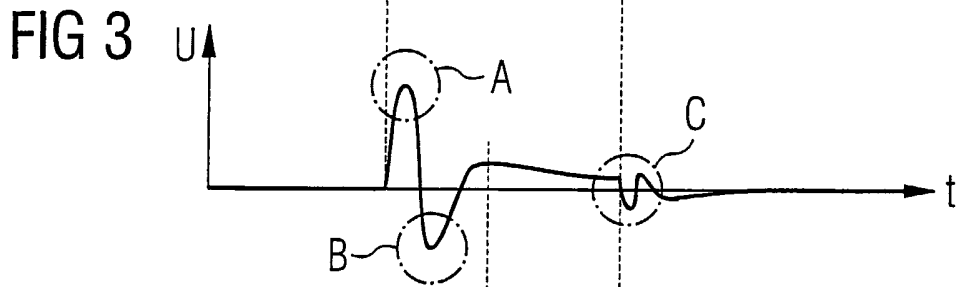
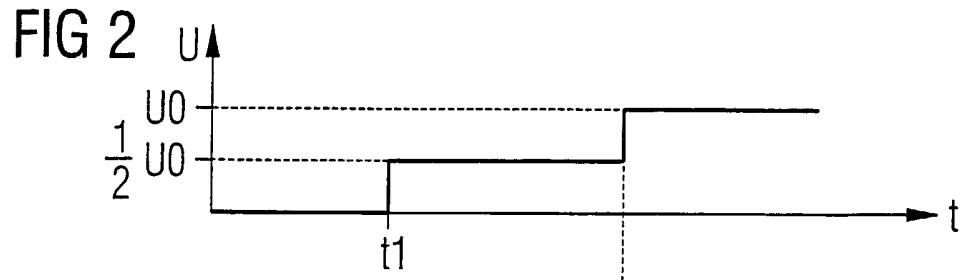
30

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der an der Datenübertragungsleitung (8) anliegende Spannungsverlauf mit Hilfe eines Analog-Digital-Wandlers (2) gemessen wird.

35

10. Vorrichtung zur Datenübertragung über eine Datenübertra-  
gungsleitung (8), wobei die Vorrichtung Mittel zum Verbinden  
der Datenübertragungsleitung (8) mit einer Spannungsquelle  
5 (9) zur Stromversorgung von an die Datenübertragungsleitung  
(8) angeschlossenen Geräten aufweist,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die Vorrichtung eine Steuerung (1) und Mittel (2, 4, 12)  
zum Erfassen und Auswerten eines an der Datenübertragungslei-  
10 tung (8) anliegenden Spannungsverlaufs aufweist, wobei die  
Steuerung (1) derart eingerichtet ist, dass sie die Daten-  
übertragungsleitung (8) durch gesteuertes Verbinden mit der  
Spannungsquelle (9) mit wenigstens einem Spannungswechsel be-  
aufschlagt, und die Mittel zum Messen und Auswerten des Span-  
15 nungsverlaufs an der Datenübertragungsleitung (8) derart ein-  
gerichtet sind, dass sie in Abhängigkeit des gemessenen und  
ausgewerteten Spannungsverlaufs die elektrischen Eigenschaf-  
ten der Datenübertragungsleitung (8) ermitteln.
- 20 11. Vorrichtung nach Anspruch 10,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach  
einem der Ansprüche 1-9 eingerichtet ist.





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern: application No

PCT/EP 03/04994

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 H04B3/54 H04B3/23

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)

IPC 7 H04B

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 practical, search terms used)

PAJ, EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 01, 30 January 1998 (1998-01-30) & JP 09 233571 A (FUJI ELECTRIC CO LTD), 5 September 1997 (1997-09-05) abstract; figure 11A	1,2,6, 10,11
A	EP 0 902 550 A (AT & T CORP) 17 March 1999 (1999-03-17) paragraphs '0003!', '0004!'	1-11

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in 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 document 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

12 August 2003

Date of mailing of the international search report

20/08/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

De Iulis, M

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern: Application No

PCT/EP 03/04994

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 09233571	A	05-09-1997	NONE	
EP 0902550	A	17-03-1999	US 5952914 A EP 0902550 A2	14-09-1999 17-03-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern: s Aktenzeichen

PCT/EP 03/04994

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**

IPK 7 H04B3/54 H04B3/23

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H04B

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)

PAJ, EPO-Internal

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 01, 30. Januar 1998 (1998-01-30) & JP 09 233571 A (FUJI ELECTRIC CO LTD), 5. September 1997 (1997-09-05) Zusammenfassung; Abbildung 11A	1,2,6, 10,11
A	EP 0 902 550 A (AT & T CORP) 17. März 1999 (1999-03-17) Absätze '0003!', '0004!	1-11

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*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)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*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

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. August 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

20/08/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

De Iulis, M

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internati Aktenzeichen

PCT/EP 03/04994

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 09233571     A	05-09-1997	KEINE	
EP 0902550     A	17-03-1999	US 5952914 A EP 0902550 A2	14-09-1999 17-03-1999