



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 05 714 T2 2004.07.29**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 245 084 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 05 714.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IL00/00755**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 976 226.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 01/050623**

(86) PCT-Anmeldetag: **15.11.2000**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **12.07.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **02.10.2002**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **01.10.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.07.2004**

(51) Int Cl.7: **H04B 3/30**  
**H04L 27/00**

(30) Unionspriorität:  
**476746 30.12.1999 US**

(73) Patentinhaber:  
**Tioga Technologies Inc., San Jose, Calif., US;**  
**Vitenberg, Roman, Holon, IL**

(74) Vertreter:  
**derzeit kein Vertreter bestellt**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, FR, GB, IT**

(72) Erfinder:  
**VITENBERG, Roman, 58210 Holon, IL**

(54) Bezeichnung: **VORRICHTUNG UND VERFAHREN FÜR RF GLEICHTAKTRAUSCHUNTERDRÜCKUNG IN EINEM DSL-EMPFÄNGER**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf Hochgeschwindigkeitsdatenkommunikationen über Telefonkabel und speziell auf Verfahren und Systeme zur Unterdrückung von Hochfrequenz-(HF)-Rauschen bzw. Störgeräusch in digitalen Anschlussleitungs-(Digital Subscriber Line, DSL)-Modems.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Die digitale Anschlussleitung (digital subscriber line, DSL) ist eine Modemtechnologie welche es ermöglicht breitbandige digitale Daten über verdrehte Zweidrahtleitungen zu übertragen. Dies ist die Art von Infrastruktur die die meisten Heim- und Kleinunternehmen als Teilnehmer mit ihren Telefondienstbietern verbindet. DSL-Modems befähigen Benutzer auf digitale Netzwerke zuzugreifen, und zwar mit zehn bis Hunderten Mal höheren Geschwindigkeiten als gegenwärtig analoge Modems und einfache ISDN-Dienste. DSL öffnet also den kritischsten Flaschenhals im Ortsanschlussleitungszugangsnetz zu Hochgeschwindigkeitsnetzwerken wie dem asynchronen Transfer-Mode (Asynchronous Transfer Mode, ATM) und Internetprotokoll (IP) Netzwerken, und zwar ohne bedeutende Investitionen in neue Infrastruktur zu benötigen. DSL-Systeme verwenden spezielle Leitungssignale, die an die Eigenschaften von verdrehten Zweidrahtleitungen und an das Rauschen bzw. das Störgeräusch das normalerweise bei Telefonleitungen existiert, angepasst sind.

[0003] Ein Bereich von DSL-Standards, im Allgemeinen bekannt als „xDSL“, wurde definiert, wobei die verschiedenen Standards unterschiedliche Datenraten und andere zugehörige Eigenschaften haben, aber gemeinsame Arbeitsprinzipien teilen. Diese Standards umfassen Hochgeschwindigkeits-DSL (High-Speed-DSL, HDSL) mit relativ niedrigen Frequenzen (< 500 kHz); asymmetrisches DSL (Asymmetric DSL, ADSL) mit einem dazwischen liegenden Frequenzbereich (30 – 1100 kHz); und Very High Speed DSL (VDSL) mit einem hohen Frequenzbereich (0,3 – 20 MHz). VDSL-Modems unterstützen die höchsten möglichen Bitraten auf bestehenden Zweidrahtleitungen. Stromabwärtige (downstream) Bitraten von bis zu 50 Mb/Sek. unterstützen so anspruchsvolle Dienste wie Video auf Abruf (video on demand). Es ist zu erwarten, dass in der nahen Zukunft VDSL-Systeme die Teilnehmersstattung beim Telefonnetzwerk dominieren werden.

[0004] Ein Problem bei der VDSL-Implementierung, ist dass das Frequenzband von VDSL (von bis zu 20 MHz) verschiedene HF-Bänder überlagert, die für Amateurfunk und Rundfunkausstrahlungen verwendet werden. Um Interferenz zwischen VDSL und HF-Systemen zu vermeiden, schlagen neue Stan-

dards vor, dass VDSL-Systeme in HF-Bändern, welche Funkverwendungen zugeordnet sind, nicht übertragen. Um aber Interferenz von bestehenden HF-Systemen zu vermeiden, müssen VDSL-Modems mit reduzierter Empfindlichkeit gegenüber HF-Signalen ausgelegt werden. Die verdrehte Zweidrahtleitung ist besonders geneigt Interferenzsignale von externen HF-Quellen aufzunehmen. Dieses Problem wird umso größer je höher die Übertragungsfrequenz wird, und kann eine signifikante Verschlechterung von VDSL-Signalen verursachen.

[0005] Eine in der Technik bekannte Methode zur Unterdrückung von HF-Interferenzsignalen ist es eine Gleichtaktdrossel bzw. stromkompensierte Drossel (common mode choke) in der verdrehten Zweidrahttelefonleitung zu verwenden. Die Gleichtaktdrossel dämpft HF-Rauschen um etwa 30 dB, aber diese Dämpfung ist nicht ausreichend für lange Kabel, worin das VDSL-Leitungssignal typischerweise sehr klein und das HF-Rauschen sehr groß sein kann.

[0006] Ein anderes Verfahren zur Verringerung der Empfindlichkeit gegenüber HF-Interferenz ist die Rauschaufhebung, bzw. Rauschlöschung, bzw. Rauschunterdrückung (noise cancellation), wie beispielsweise beschrieben in der PCT Patentanmeldung PCT/US97/06381 veröffentlicht als WO97/40587. Diese Anmeldung beschreibt ein Empfängersystem für Hochgeschwindigkeitsdatenkommunikation wie zum Beispiel ADSL oder VDSL zusammen mit einem HF-Rauschlöcher (noise canceller). Der Rauschlöcher schätzt adaptiv das Hochfrequenzrauschen, das durch verdrehte Zweidrahtleitungen in den Empfänger kommt. Die Schätzung wird verwendet, um ein Rauschlöschungssignal zu erzeugen, welches von den in den Empfänger kommenden Signalen abgezogen wird. Die Rauschschätzung basiert auf einem Gleichtaktreferenzrauschsignal, welches an einem Transformator abgetastet wird, der die Eingangsleitungen mit dem Empfänger koppelt. Die bevorzugte Quelle für das Gleichtaktsignal ist von einer zentralen Anzapfung, bzw. Mittelanzapfung, bzw. Mittelabgriff auf der Eingangsseite des Transformators, und zwar genommen mit Bezug auf ein Gehäusebezugspotential bzw. Gehäuseerde. Es wird angemerkt, dass das Gleichtaktsignal alternativ von einer der Eingangsleitungen oder von der Summe der Leitungen in Bezug auf Erde, bzw. Masse erhalten werden kann.

[0007] Die von PCT/US97/06381 vorgeschlagene technische Lösung hat verschiedene Nachteile, die die praktische Realisierung schwierig machen. Existierende Kommunikationsstandards erfordern, dass die Primärwicklung des Leitungstransformators von der Gehäuseerde und von der Sekundärwicklung isoliert sind. Die Durchschlagspannung dieser Isolierung muss wenigstens 1500 VAC betragen. Deswegen kann ein Gleichtaktreferenzrauschsignal von der zentralen Anzapfung der Primärwicklung nicht direkt mit dem HF-Rauschlöcher verbunden werden und

ein zusätzlicher Hochspannungstransformator zwischen der zentralen Anzapfung des Leitungstransformators und dem HF-Rauschlöcher ist erforderlich. Eine weitere Schwierigkeit dieser Lösung ist, dass sie dem HF-Gleichtaktrauschen erlaubt die Primärwicklung des Leitungstransformators ohne eine Dämpfung zu erreichen. Aufgrund der Zwischenwicklungskapazität des Transformators tritt auch ein starkes Rauschsignal bei der Sekundärwicklung des Transformators auf. Dieses Rauschsignal kann typischerweise mit einer geeigneten Rauschlöschung aufgehoben werden. Aber wenn ein digitaler Rauschlöcher verwendet wird (im Allgemeinen die praktischste Lösung) macht es der hohe Eingangsrauschpegel nötig einen teureren Analog-Digital-(A/D)-Konverter mit hohem dynamischen Bereich zu verwenden.

[0008] Die europäische Patentanmeldung EP-A-O 626 767 offenbart ein Filter zum Unterdrücken von Gleichtaktrauschströmen, die durch eine symmetrische mehrfachverdrahtete Telekommunikationsleitung fließen, wobei das Filter aus einem rechteckigen geschlossenen Magnetpfadkern besteht, sowie einer Vielzahl von Windungen, bzw. Spulen, die von wenigstens einem Paar von Drähten gebildet werden, wobei die Drähte eines Paares nahe zueinander positioniert sind und rund um den Kern gewickelt werden.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0009] Es ist ein Ziel einiger Aspekte der vorliegenden Erfindung verbesserte Vorrichtungen und Verfahren zur Abtastung von Gleichtaktsignalen zur Verfügung zu stellen.

[0010] Es ist ein weiteres Ziel einiger Aspekte der vorliegenden Erfindung eine verbesserte Schaltung und Verfahren zur Rauschlöschung in einem Hochgeschwindigkeitsdatenempfänger zur Verfügung zu stellen.

[0011] In bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung hat eine Gleichtaktdrossel bzw. stromkompensierte Drossel drei Wicklungen auf einem gemeinsamen Kern, und zwar zur Verwendung am Eingang eines Hochgeschwindigkeitsdatenempfängers. Der Empfänger beinhaltet typischerweise einen DSL-Empfänger. Zwei der Wicklungen, hierin als Signalwicklungen bezeichnet, sind in Serie gekoppelt mit entsprechenden Eingangsleitungen, die ein Eingangssignal zum Empfänger übertragen. Die Signalwicklungen sind zusammen parallel gewickelt, vorzugsweise unter Verwendung von Bifilar-drähten, bzw. zweiadrigen Leitungen, um so eine hocheffektive Impedanz für Gleichtakt-HF-Interferenz auf den Eingangsleitungen zu bilden während sie eine wenig effektive Impedanz gegenüber einem differentiellen Signal, bzw. Differenzsignal zwischen den Eingangsleitungen bilden. Die Drossel dämpft also die HF-Interferenz relativ zum Signal. Die dritte Wicklung, hierin als Abtastwicklung bezeichnet, tastet die HF-Gleichtaktinterferenz auf der Leitung ab. Die ab-

getastete HF-Interferenz wird von einer Rauschlöschungsschaltung in dem Empfänger verwendet zum Schätzen und Abziehen der im Eingangssignal nach der Drossel verbleibenden Interferenz.

[0012] Die Dreiwicklungsdrossel der vorliegenden Erfindung stellt also zwei Stufen der Interferenzunterdrückung in einem einzigen Baustein zur Verfügung. Eine erste Stufe der Dämpfung durch die hohe Gleichtaktimpedanz der Drossel selbst und eine zweite Stufe der HF-Rauschunterdrückung durch die Rauschlöschungsschaltung. Sie stellt also überragende Dämpfung von HF-Interferenz zur Verfügung, und zwar ohne die Erfordernisse für eine Widerstandsanzapfung der Eingangsleitungen zum Empfänger, die bei in der Technik bekannten Rauschunterdrückungsschaltungen verwendet wird, wie beispielsweise in der oben erwähnten PCT-Anmeldung beschrieben. Daher eliminiert sie auch die Forderung, dass das abgetastete Gleichtaktinterferenzsignal zur Erde in Bezug gesetzt wird und schützt die Rauschlöschungsschaltung von Hochvoltüberspannungen.

[0013] In einigen bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung wird der Hochgeschwindigkeitsdatenempfänger in einem DSL-Modem verwendet und zwar vorzugsweise in einem VDSL-Modem. Man erkennt, dass die Prinzipien der vorliegenden Erfindung in gleicher Art und Weise bei anderen Typen von Hochgeschwindigkeitsdatenempfängern angewendet werden können.

[0014] Es wird daher in Übereinstimmung mit einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ein Empfänger für Hochgeschwindigkeitsdatenkommunikationen vorgesehen der zum Empfangen eines Differential Signals, bzw. Differenzsignals durch ein Paar von Signalleitungen angepasst ist, wobei der Empfänger Folgendes beinhaltet:

eine Gleichtaktdrossel bzw. stromkompensierte Drossel die Folgendes beinhaltet:

erste und zweite Signalwicklungen, die konfiguriert sind, um jeweils in Serie mit dem Paar von Signalleitungen gekoppelt zu werden, um so eine Gleichtaktstörung in dem Differenzsignal zu dämpfen; und eine Abtastwicklung, die induktiv an die Signalwicklungen gekoppelt ist, um so ein abgetastetes Signal ansprechend auf einen Stromfluss in den Signalwicklungen zu generieren; und eine Signalverarbeitungsschaltung, die für den Empfang des abgetasteten Signals von der Signalwicklung und zum Empfang des Differenzsignals von den Signalwicklungen und zum Verarbeiten des Differenzsignals ansprechend auf das abgetastete Signal gekoppelt ist.

[0015] Vorzugsweise wird das abgetastete Signal ansprechend auf die Gleichtaktinterferenz, bzw. -störung erzeugt und die Schaltung verarbeitet das Differenzsignal, um die gedämpfte Gleichtaktinterferenz aus dem Differenzsignal zu löschen. Vorzugsweise verarbeitet die Schaltung das abgetastete Signal um eine Schätzung der Gleichtaktinterferenz, die von dem Differenzsignal abgezogen wird, abzuleiten.

Ferner vorzugsweise wird das abgetastete Signal an die Verarbeitungsschaltung übermittelt, und zwar im Wesentlichen ohne Bezug zu einer Erde, bzw. auf eine Masse.

[0016] Vorzugsweise ist die Abtastwicklung von den Signalwicklungen elektrisch isoliert.

[0017] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel enthält der Empfänger einen Transformator, der eine primäre Wicklung, die zum Empfang des Differenzsignals von den Signalwicklungen der Drossel angekoppelt ist und eine sekundäre Wicklung die zum Übermitteln des Differenzsignals an die Signalverarbeitende Schaltung gekoppelt ist, aufweist, wobei die primäre Wicklung eine Mittelanzapfung bzw. Mittelabgriff aufweist, der geerdet ist.

[0018] Vorzugsweise beinhaltet das Paar von Signalleitungen ein verdrehtes Paar von Leitungen. Ferner vorzugsweise beinhaltet das Differenzsignal ein Digital Subscriber Line (DSL) Signal und wobei die Signalverarbeitungsschaltung eine Modemschaltung zum Decodieren des DSL-Signals beinhaltet, und zwar vorzugsweise ein Very High Rate Digital Subscriber line (VDSL)-Signal.

[0019] Vorzugsweise sind die ersten und zweiten Signalwicklungen zusammen in eine gemeinsame Wicklungsrichtung gewickelt und besitzen im Wesentlichen gleiche jeweilige Induktivitäten. Weiter vorzugsweise beinhaltet die Gleichakt-drossel einen Kern um den Signalwicklungen und die Abtastwicklung gemeinsam gewickelt sind. Vorzugsweise ist die Abtastwicklung von den Signalwicklungen elektrisch isoliert.

[0020] Vorgesehen ist auch in Übereinstimmung mit einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zum Verarbeiten eines Differenzsignals, das auf einem Paar von Signalleitungen empfangen wird, das Folgendes beinhaltet: Koppeln eines Paares von induktiven Elementen in Serie mit den jeweiligen Signalleitungen, um so die Gleichaktstörung auf den Leitungen relativ zum Differenzsignal zu dämpfen;

induktives Abtasten von elektrischen Strömen in den induktiven Elementen um so ein abgetastetes Signal zu generieren; und

Verarbeiten des Differenzsignals ansprechend auf das abgetastete Signal, um so eine Signal-zu-Rausch-Charakteristik des Differenzsignals nach den induktiven Elementen zu verstärken.

[0021] Die vorliegende Erfindung wird vollständiger verstanden werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele, und zwar zusammen mit den Zeichnungen.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0022] **Fig. 1** ist ein schematisches Schaltungsdiagramm, das einen Hochfrequenzdatenempfänger mit einer Gleichakt-drossel mit drei Wicklungen und einer Rauschlöschungsschaltung in Übereinstimmung mit einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorlie-

genden Erfindung zeigt; und

[0023] **Fig. 2** ist eine vereinfachte bildliche Darstellung einer Gleichakt-drossel mit drei Wicklungen in Übereinstimmung mit einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG EINES BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELS

[0024] **Fig. 1** zeigt ein schematisches Schaltungsdiagramm, das einen Empfänger **50** für Hochgeschwindigkeitsdatensignale zeigt, und zwar in Übereinstimmung mit einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Signale werden in den Empfänger von Eingangsleitungen **20** und **22** durch eine Gleichakt-drossel **52** eingegeben. Typischerweise sind die Eingangsleitungen verdrehte Zweidrahttelefonleitungen und der Empfänger ist Teil eines VDSL-Modems. Alternativ kann der Empfänger **50** mit Eingangsleitungen anderer Typen gekoppelt sein und kann zum Empfangen und Verarbeiten von Signalen in Übereinstimmung mit anderen in der Technik bekannten Standards angepasst sein.

[0025] Die Drossel **52** weist parallele Signalwicklungen **24** und **26** auf. Der Ausgang der Drossel **52** ist über Kondensatoren **28**, die als Hochpassfilter dienen, mit einer Primärwicklung **32** eines Transformators **30** gekoppelt. Eine Sekundärwicklung **34** des Transformators ist mit der Verarbeitungsschaltung **64** gekoppelt, wobei die Verarbeitungsschaltung **64** die Signale, wie hierin weiter unten beschrieben ist, verarbeitet. Vorzugsweise hat die Primärwicklung **32** eine zentrale Anzapfung bzw. Mittelanzapfung bzw. Mittelabgriff **36** der durch einen Kondensator **66** geerdet ist, um sicherzustellen dass die Eingangsimpedanz des Empfängers im Wesentlichen symmetrisch in Bezug auf die Eingangsleitungen **20** und **22** ist. In dem in der oben erwähnten PCT-Patentanmeldung beschriebenen Empfänger wird eine zentrale Anzapfung dieser Art zur Abtastung des Gleichakt-rauschens verwendet.

[0026] Die Wicklungen **24** und **26** haben vorzugsweise im Wesentlichen gleiche Induktivitäten entsprechend  $L_1$  bzw.  $L_2$ , die in der Größenordnung von 1 mH sind. Die Wicklungen sind parallel und in die gleiche Richtung gewickelt, so dass die Drossel **52** eine hohe Gesamtinduktivität  $L_{\text{common}}$  gegenüber der Gleichaktinterferenz (oder Rauschen) die in den Empfänger **50** durch beide Leitungen **20** und **22** kommt, bildet. Ein differentiales Datensignal, bzw. Differenzdatensignal, das annähernd gleiche und entgegengesetzte Ströme in den zwei Wicklungen erzeugt, trifft andererseits auf eine effektive Induktivität von nur  $L_{\text{Signal}} = L_1 - L_2$  welches nahe Null ist, wenn die Induktivitäten gut passen. Aus diesem Grund ist es wünschenswert, dass die Eingangsschaltung des Empfängers **20** so symmetrisch wie möglich ist, und zwar um die Signalleistung zu maximieren und die Gleichaktinterferenz zu minimieren, die den Transformator **30** erreichen. Die Drossel **52** dämpft des-

halb die Gleichtaktinterferenz wesentlich, relativ zu dem Datensignal, typischerweise um wenigstens 30 dB.

[0027] Die von der sekundären Wicklung **34** des Transformators **30** empfangenen Signale werden verstärkt von einem Differenzverstärker **38** und digitalisiert von einem Analog-zu-Digital-(A/D)-Wandler **40**, wie in der Technik bekannt ist. Ein digitaler Signalprozessor (DSP) **62** decodiert die digitalisierten Signale, um so eine Datenausgabe an einen Computer oder anderes Endgerät zur Verfügung zu stellen. Der DSP führt auch eine Rauschlöschungsfunktion durch, wie weiter unten beschrieben. Die Drossel **52** weist weiter eine Abtastwicklung **54** auf, die induktiv mit den Signalwicklungen **24** und **26** gekoppelt ist. Die Wicklung **54** nimmt die HF-Interferenzsignale auf den Wicklungen **24** und **26** auf und insbesondere Gleichtaktinterferenzen von Störungen wie beispielsweise Amateurfunkübertragungen. Die Abtastwicklung ist mit einem Differenzverstärker **56**, der eine variable Verstärkung besitzt, gekoppelt, wobei die variable Verstärkung basierend auf dem von der Wicklung aufgenommene Interferenzpegel eingestellt wird. Das verstärkte Interferenzsignal wird vorzugsweise durch ein Bandpassfilter **58** gefiltert, um Interferenz außerhalb eines für den Empfänger **50** interessanten Frequenzbereichs zu eliminieren, und zwar im Allgemeinen korrespondierend mit dem Bereich der interferierenden HF-Signale. Ein A/D-Wandler **60** digitalisiert die Interferenzsignale und gibt die resultierenden digitalen Daten an den DSP **62** weiter.

[0028] Der DSP verwendet die digitalisierten Interferenzsignale, um eine Schätzung der mit in die vom Transformator **30** empfangenen Datensignale gemischten Interferenz zu machen. Das ist das übrigbleibende Rauschen, das nicht durch die Wicklungen **24** und **26** der Drossel **52** gedämpft wurde. Irgendeine in der Technik bekannte geeignete Methode der Rauschschätzung kann zum Erzeugen der Schätzung verwendet werden. Bevorzugte Methoden für diesen Zweck sind in der US-Patentanmeldung Nr. 09/476,748 beschrieben, die auf den Rechteinhaber der vorliegenden Patentanmeldung übertragen ist. Die geschätzte Interferenz wird von den durch den DSP vom A/D-Konverter **40** empfangenen Datensignalen abgezogen, so dass das übriggebliebene Rauschen aus den Signalen gelöscht wird, und zwar in einem Umfang der ausreichend ist, um dem DSP das genaue und effiziente Decodieren der Daten zu ermöglichen.

[0029] Alternativ kann die, basierend auf den von der Abtastwicklung **54** abgetasteten Signale, geschätzte Interferenz zum Löschen des übriggebliebenen Rauschens, bzw. Restrauschens an einem anderen Punkt in der Schaltung **64** angewandt werden. Beispielsweise kann die Interferenz vom analogen Signalausgang des Verstärkers **38** mit einem analogen Subtrahierer (in den Figuren nicht gezeigt) abgezogen werden. Andere Anwendungen der von der Wicklung **54** abgetasteten Signale bei der Verarbei-

tung der von den Wicklungen **24** und **26** übertragenen Hauptsignale sind für den Fachmann offensichtlich und werden als innerhalb des Bereichs der vorliegenden Erfindung liegend betrachtet.

[0030] Fig. 2 ist eine schematische bildliche Darstellung der Gleichtaktdrossel **52**, im besonderen angepasst zur Verwendung im Empfänger **50** in Übereinstimmung mit einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Die Signalwicklungen **24** und **26** sind zusammen in die gleiche Richtung um einen Ringkern **70** gewickelt, und zwar um so entsprechende Induktivitäten die so weit wie möglich identisch sind zu bekommen. Die Wicklungen **24** und **26** weisen vorzugsweise dreifach isolierte zweidrigige Leitungen, bzw. Bifilardrähte auf, wie in der Technik bekannt. Der Kern **70** weist vorzugsweise einen Hochfrequenzferrit mit hoher magnetischer Permeabilität auf, wie beispielsweise Philips **3F3**, und ist vorzugsweise geerdet. Die Abtastwicklung **54** ist auf den Kern gewickelt, so dass sie die Gleichtaktinterferenzsignale, die von beiden der Wicklungen **24** und **26** getragen werden (und entsprechende magnetische Felder im Kern **70** generieren), aufnimmt und wobei die Abtastwicklung **54** nahezu keine der zwischen den Wicklungen laufenden Differenzdatensignale aufnimmt. Ein Wicklungsverhältnis der Abtastwicklung relativ zu den Signalwicklungen in der Größenordnung von 1 : 100 wird zum Vorsehen einer optimalen Tastausgangsgröße zum Zwecke der Rauschschätzung veranschlagt. Es ist jedoch klar, dass unterschiedliche Wicklungsverhältnisse und unterschiedliche Drosselgeometrien und Materialien in Abhängigkeit der Anforderungserfordernisse auch verwendet werden können.

[0031] Vorzugsweise ist die Abtastwicklung **54** ausreichend weit entfernt von den Signalwicklungen **24** und **26** um eine elektrische Isolierung der Abtastwicklung gegen elektrische Überspannungen in den Leitungen **20** und **22** zur Verfügung zu stellen. Diese Überspannungen können beispielsweise durch Blitzschlag verursacht werden und der Transformator **30** ist nötig, und zwar um im Stande zu sein die Schaltung **64** von den Auswirkungen einer solchen Überspannung zu isolieren. Angemessenes Design der Drossel **52**, wie in den Figuren illustriert, verringert die Erfordernisse für einen zusätzlichen Isolations-transformator, der anderenfalls in der Interferenzabtastung nötig wäre.

[0032] Es wird bemerkt, dass das oben beschriebene bevorzugte Ausführungsbeispiel als ein Beispiel dient und dass die vorliegende Erfindung nicht auf das, was teilweise gezeigt und hier oben beschrieben wurde, beschränkt ist. Stattdessen beinhaltet der Bereich der vorliegenden Erfindung beide Kombinationen und Unterkombinationen der verschiedenen oben beschriebenen Eigenschaften, sowie auch Variationen und Modifikationen davon, die dem Fachmann beim Lesen der vorangehenden Beschreibung einfallen und die nicht im Stand der Technik offenbart sind.

## Patentansprüche

1. Ein Empfänger (50) für Hochgeschwindigkeitsdatenkommunikation, der angepasst ist zum Empfangen eines Differenzial- bzw. Differenzsignals durch ein Paar von Signalleitungen (20, 22), wobei der Empfänger (50) Folgendes aufweist: eine Gleichtaktrossel bzw. stromkompensierte Drossel (52) (commonmode choke), die Folgendes aufweist: erste (24) und zweite (26) Signalwicklungen, die konfiguriert sind, um jeweils in Serie mit dem Paar von Signalleitungen (20, 22) gekoppelt zu werden, um so eine Gleichtaktstörung in dem Differenzsignal zu dämpfen; und eine Abtastwicklung (54), die induktiv an die Signalwicklungen (24, 26) gekoppelt ist, um so ein abgetastetes Signal ansprechend auf einen Stromfluss in den Signalwicklungen (24, 26) zu generieren; und eine Signalverarbeitungsschaltung (64), die für den Empfang des abgetasteten Signals von der Abtastwicklung (54) und zum Empfang des Differenzsignals von den Signalwicklungen (24, 26) und zum Verarbeiten des Differenzsignals ansprechend auf das abgetastete Signal gekoppelt ist.

2. Empfänger (50) gemäß Anspruch 1, wobei das abgetastete Signal ansprechend auf die Gleichtaktstörung generiert wird, und wobei die Schaltung (64) das Differenzsignal verarbeitet, um die gedämpfte Gleichtaktstörung aus dem Differenzsignal zu löschen.

3. Empfänger (50) gemäß Anspruch 2, wobei die Schaltung (64) das abgetastete Signal verarbeitet, um eine Schätzung der Gleichtaktstörung, die von dem Differenzsignal subtrahiert wird, abzuleiten.

4. Empfänger (50) gemäß Anspruch 2, wobei das abgetastete Signal an die Verarbeitungsschaltung (64) im Wesentlichen ohne Bezug auf eine Masse bzw. zur Erde übermittelt wird.

5. Empfänger (50) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Abtastwicklung (54) elektrisch von den Signalwicklungen (24, 26) isoliert ist.

6. Empfänger (50) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche und der einen Transformator (30) aufweist, der eine primäre Wicklung (32), die zum Empfang des Differenzsignals von den Signalwicklungen (24, 26) der Drossel (52) angekoppelt ist, und eine sekundäre Wicklung (34), die zum Übermitteln des Differenzsignals an die signalverarbeitende Schaltung (64) gekoppelt ist, aufweist, wobei die primäre Wicklung (32) eine Mittelanzapfung bzw. Mittelabgriff (36) aufweist, der geerdet ist.

7. Empfänger (50) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Paar von Signalleitungen (20, 22) ein verdrehtes Paar von Leitungen auf-

weist.

8. Empfänger (50) gemäß Anspruch 7, wobei das Differenzsignal ein Digital Subscriber Line (DSL) Signal aufweist, und wobei die Signalverarbeitungsschaltung eine Modemschaltung zum Decodieren des DSL-Signals aufweist.

9. Empfänger (50) gemäß Anspruch 8, wobei das Digital Subscriber Line Signal ein Very High Rate Digital Subscriber Line (VDSL) Signal aufweist.

10. Empfänger (50) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die ersten und zweiten (24, 26) Signalwicklungen zusammen in eine gemeinsame Wicklungsrichtung gewickelt sind und im Wesentlichen gleiche jeweilige Induktivitäten besitzen.

11. Empfänger (50) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Gleichtaktrossel (52) einen Kern (70) aufweist, um den die Signalwicklungen (24, 26) und die Abtastwicklung (54) gemeinsam gewickelt sind.

12. Empfänger (50) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Abtastwicklung (54) elektrisch isoliert ist von den Signalwicklungen (24, 26).

13. Ein Verfahren zum Verarbeiten eines Differenzsignals, das auf einem Paar von Signalleitungen empfangen wird, das folgende Schritte aufweist: Koppeln eines Paares von induktiven Elementen in Serie mit den jeweiligen Signalleitungen, um so die Gleichtaktstörung auf den Leitungen relativ zu dem Differenzsignal zu dämpfen; induktives Abtasten von elektrischen Strömen in den induktiven Elementen, um so ein abgetastetes Signal zu generieren; und Verarbeiten des Differenzsignals ansprechend auf das abgetastete Signal, um so eine Signal-zu-Rausch-Charakteristik des Differenzsignals nach den induktiven Elementen zu verstärken.

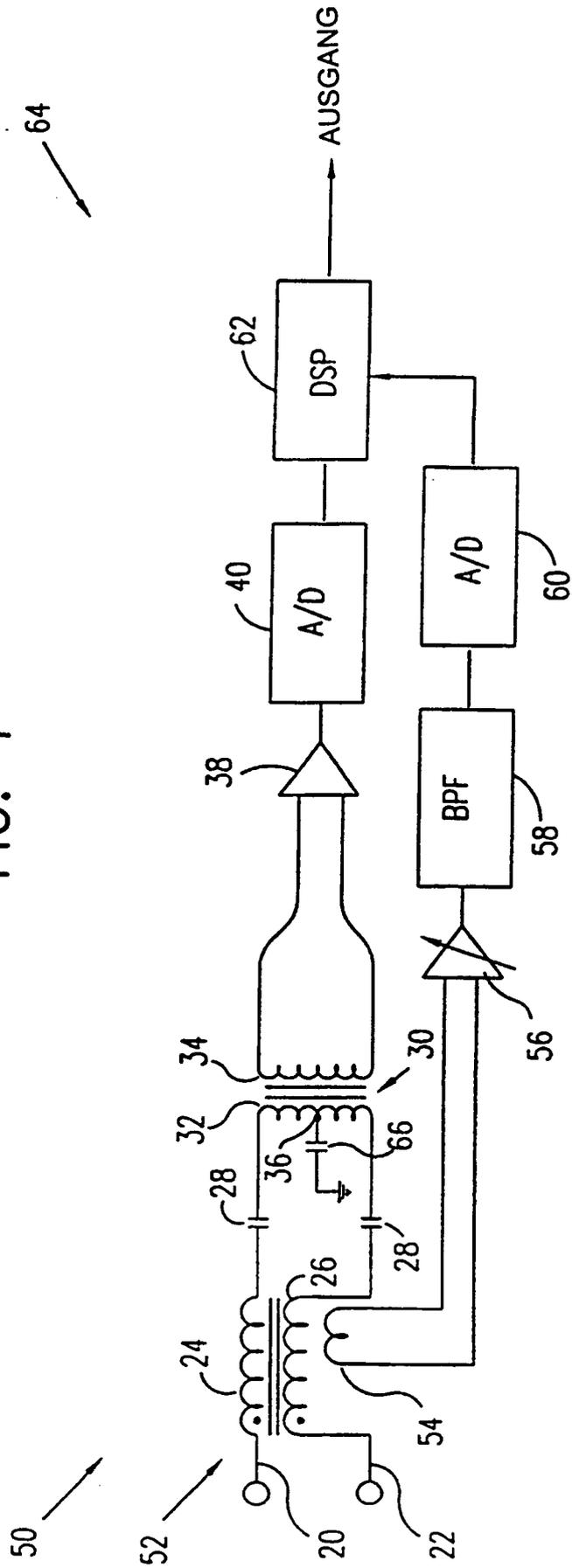
14. Verfahren gemäß Anspruch 13, wobei die induktive Abtastung der Ströme das Abtasten der Gleichtaktstörung aufweist, und wobei das Verarbeiten des Differenzsignals das Reduzieren der Gleichtaktstörung in dem Differenzsignal aufweist bzw. beinhaltet.

15. Verfahren gemäß Anspruch 14, wobei das Reduzieren der Gleichtaktstörung ein Ableiten einer Schätzung der Störung und ein Subtrahieren der geschätzten Störung von dem Differenzsignal aufweist:

16. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 13 bis 15, wobei das Differenzsignal ein Digital Subscriber Line Signal aufweist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

FIG. 1



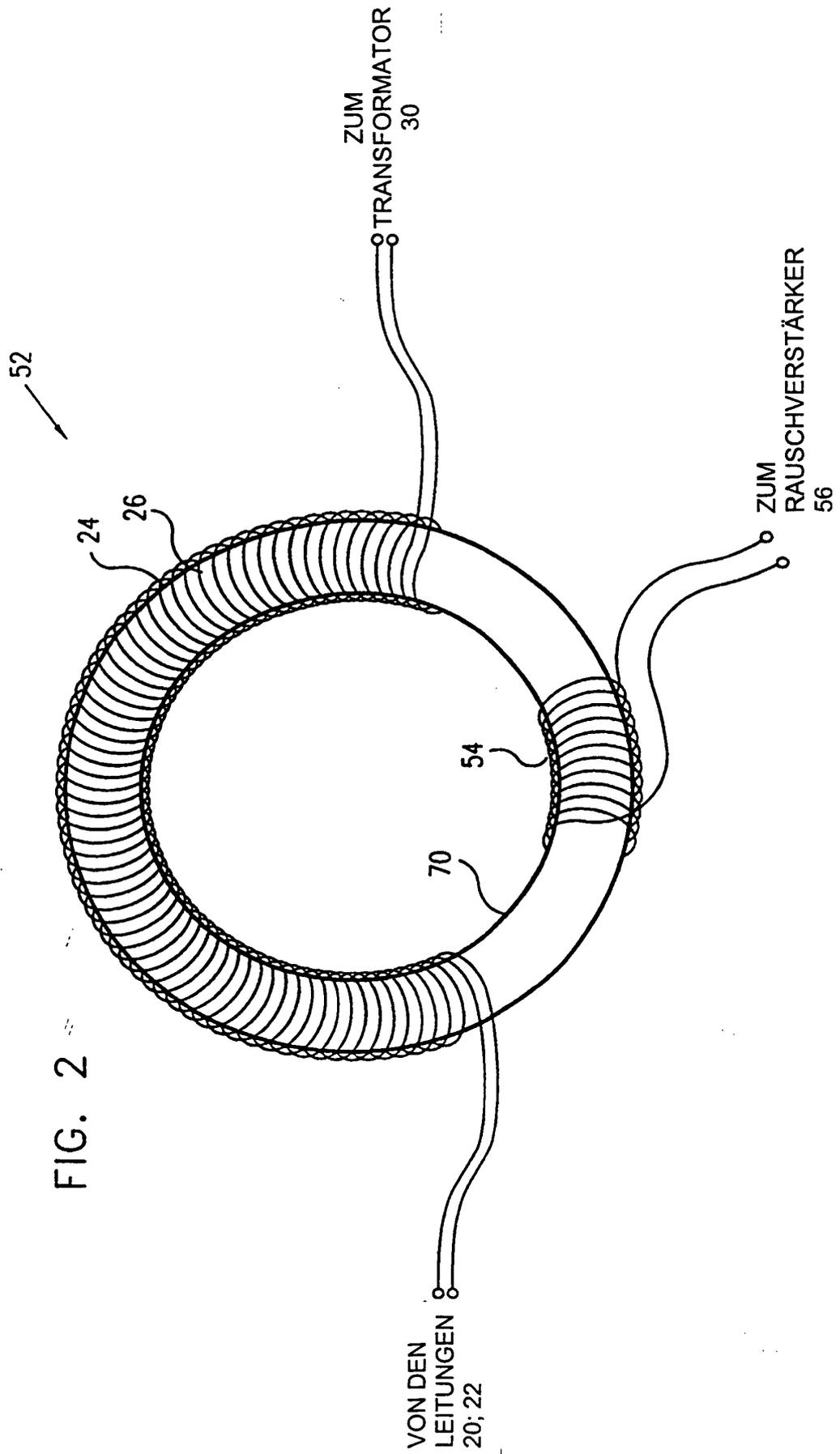


FIG. 2