(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 38 094 T2** 2008.01.10

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 795 984 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 38 094.7**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 103 642.1**
(96) Europäischer Anmeldetag: **05.03.1997**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.09.1997**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **05.09.2007**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **10.01.2008**

(51) Int Cl.[8]: ***H04L 5/06*** (2006.01)
H04Q 11/04 (2006.01)
H04L 5/02 (2006.01)
H04M 11/06 (2006.01)
H04J 1/05 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
616818 **15.03.1996** **US**

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

(73) Patentinhaber:
Freescale Semiconductor, Inc., Austin, Tex., US

(74) Vertreter:
SCHUMACHER & WILLSAU, 80335 München

(72) Erfinder:
Rybicki, Mathew A., Austin, Texas 78759, US; May, Michael R., Austin, Texas 78753, US; Pendleton, Matthew A., Cedar Park, Texas 78613, US; Johnson, Terence L., Austin, Texas 78758, US; Molnar, Peter R., Austin, Texas 78731, US

(54) Bezeichnung: **Flexibler Empfänger für asymmetrische digitale Teilnehmerleitung (ADSL) und Verfahren dafür**

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

[0001] Eine verwandte Anmeldung mit dem Titel "Flexible Asymmetrical Digital Subscriber Line (ADSL) Transmitter, Remote Terminal Using Same, And Method Therefor", von Rybicki et al., mit der Anwaltsregisternummer SC90042A, wird gleichzeitig hiermit angemeldet und ist dem Abtretungsempfänger der vorliegenden Anmeldung zugewiesen.

Gebiet der Erfindung

[0002] Diese Erfindung bezieht sich im Allgemeinen auf Kommunikationen und im Besonderen auf einen ADSL-Empfänger (ADSL = asymmetrische digitale Teilnehmerleitung).

Hintergrund der Erfindung

[0003] Der nordamerikanische ISDN-Standard (ISDN = Diensteintegrierendes digitales Netz), definiert durch das Amerikanische nationale Standardinstitut (ANSI), reguliert das Protokoll von Informationsübertragungen über Telefonleitungen. Im Besonderen reguliert der ISDN-Standard die Rate, bei der Informationen übertragen werden können, und das Format. ISDN erlaubt eine Vollduplex-Digitalübertragung von zwei 64 Kilobit-pro-Sekunde-Datenkanälen und übertrifft dann das Leistungsvermögen einer Datenübertragung unter Verwendung von konventionellen analogen Modems erheblich.

[0004] Um mehr auf den Wohnsitz bezogenen Kunden und Kleinunternehmern interaktive Dienste mit hoher Datenrate, wie zum Beispiel Videokonferenzen, zur Verfügung zu stellen, sind Hochgeschwindigkeitsdatenkommunikationspfade erforderlich. Obwohl ein Glasfaserkabel das bevorzugte Übertragungsmittel für solche Dienste mit hoher Datenrate ist, steht es in bestehenden Kommunikationsnetzen nicht ohne weiteres zur Verfügung, und der Kostenaufwand einer Installation eines Glasfaserkabels ist unerschwinglich. Aktuelle Telefonverdrahtungsverbindungen, die aus einem verdrillten Kupfermedium bestehen, sind nicht dafür ausgelegt, die Datenraten, oder die Bandbreite, zu unterstützen, die für interaktive Dienste benötigt werden. Die ADSL-Technologie ist entwickelt worden, um die wirksame Bandbreite vorhandener verdrillter Verbindungen zu erhöhen, wodurch gewährleistet wird, dass interaktive Dienste zur Verfügung gestellt werden, ohne dass es erforderlich ist, ein neues Glasfaserkabel zu installieren.

[0005] Das Mehrtonverfahren (DMT) ist eine Mehrträgertechnik, die die zur Verfügung stehende Bandbreite von verdrillten Verbindungen in viele Unterkanäle aufteilt. Die DMT-Technik ist durch das ANSI T1E1.4 (ADSL)-Komitee zur Verwendung in ADSL-Systemen eingeführt worden. In ADSL wird DMT verwendet, um 250 getrennte 4,3125 kHz-Unterkanäle von 26 kHz bis 1,1 MHz für eine Abwärtsübertragung an den Endanwender und 26 Unterkanäle von 26 kHz bis 138 kHz für eine Aufwärtsübertragung durch den Endanwender zu erzeugen. Die Übertragungsfähigkeit der individuellen Unterkanäle wird für jede Verbindung abgeschätzt und Daten werden den Unterkanälen entsprechend ihrer Übertragungsfähigkeiten (der Zahl von Bits, die jeder Unterkanal unterstützen kann) zugeordnet. Unterkanäle, die nicht in der Lage sind, eine Datenübertragung zu unterstützen, werden nicht verwendet, während die Bittragungsfähigkeit von Unterkanälen, die eine Übertragung unterstützen, maximiert wird. Somit wird, durch ein Verwenden von DMT in einem ADSL-System, die Übertragungsfähigkeit einer jeden verdrillten Verbindung über die feste Bandbreite maximiert.

[0006] Nachdem die Übertragungsfähigkeit einer Verbindung eingerichtet worden ist, beginnt der Datenübertragungsprozess durch ein Codieren der Daten. Daten in einem ADSL-System sind in Rahmen gruppiert, wobei ein Rahmen einen Zeitanteil der zu übertragenden Daten darstellt. Bits von den Rahmen werden den Unterkanälen basierend auf der Zahl von Bits zugewiesen, die jeder Unterkanal unterstützen kann, und die Unterkanäle werden durch Erzeugen eines Frequenzdomänenvektorsatzes codiert. Frequenzdomänenvektoren in dem Vektorsatz verwenden Phasen- und Größenkomponenten, um die Werte der Bits zu codieren. Eine Umkehrfunktion zur schnellen Fourier-Transformation (IFFT) führt eine Frequenz-Zeit-Wandlung der Frequenzdomänenvektoren durch, was zu digitalen Zeitdomäneninformationen führt. Ein Digital-Analog-Wandler (DAC) wandelt dann die digitalen Informationen in ein analoges Signal, das ein Sender auf das verdrillte Kupfermedium überträgt.

[0007] ISDN arbeitet in einem Frequenzbereich zwischen 0 kHz und 80 kHz. Weil ISDN und ADSL über überlappende Frequenzbänder verfügen, können sowohl ISDN-Daten, als auch ADSL-Daten, nicht automatisch gleichzeitig auf derselben verdrillten Verbindung übertragen werden. Eine Technik nach dem Stand der Technik zur Gewährleistung einer simultanen Übertragung besteht darin, den ADSL-Empfänger der Vermittlungsstelle durch Filtern daran zu hindern, ein DMT-Signal in einem 0 Hz bis 80 kHz-Frequenzbereich zu empfangen. Obwohl dies den ADSL- und ISDN-Empfängern gestatten würde, gleichzeitig zu arbeiten, ist der Durchsatz der ADSL-Kanäle verringert, weil nicht alle von den Kanälen verwendet werden können.

[0008] "NETWORK AND CUSTOMER INSTALLATION INTERFACES – ASYMMETRIC DIGITAL SUBSCRIBER LINE (ADSL) METALLIC INTERFACE, ANSI T1. 413–1995" 1995, AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE, INC., NEW YORK, US

XP002105685, beschreibt ein Trennen und Kombinieren von POTS und ADSL unter Verwenden von Filtern. US 5,410,343 beschreibt ein Netzwerk zum Bereitstellen von Videoinformationen über eine verdrillte Verbindung von Kupferdrähten. WO 95/34149 beschreibt ein Datenübertragungssystem, das ein Mehrtonübertragungsschema zum Synchronisieren von Signalen von einer Mehrzahl entfernter Vorrichtungen mit einer zentralen Einheit verwendet.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0009] Fig. 1 stellt, in Form eines Blockdiagramms, einen ADSL-Sender nach dem Stand der Technik dar (ADSL = asymmetrische digitale Teilnehmerleitung).

[0010] Fig. 2 stellt, in Form eines Blockdiagramms, einen ADSL-Empfänger nach dem Stand der Technik dar.

[0011] Fig. 3 stellt, in Form eines Blockdiagramms, ein ADSL-System, das eine gleichzeitige ISDN-Übertragung über die selbe Telefonleitung erlaubt (ISDN = Diensteintegrierendes digitales Netz), gemäß der vorliegenden Erfindung dar.

[0012] Fig. 4 stellt, in Form eines Blockdiagramms, einen ersten ADSL-Sender zur Verwendung in dem System von Fig. 3 dar.

[0013] Fig. 5 stellt eine graphische Darstellung der spektralen Inhalte von Signalen dar, die in dem Sender von Fig. 4 geleitet werden.

[0014] Fig. 6 stellt, in Form eines Blockdiagramms, einen zweiten ADSL-Sender zur Verwendung in dem System von Fig. 3 dar.

[0015] Fig. 7 stellt eine graphische Darstellung der spektralen Inhalte von Signalen dar, die in dem Sender von Fig. 6 geleitet werden.

[0016] Fig. 8 stellt, in Form eines Blockdiagramms, einen dritten ADSL-Sender zur Verwendung in dem System von Fig. 3 dar.

[0017] Fig. 9 stellt eine graphische Darstellung der spektralen Inhalte von Signalen dar, die in dem Sender von Fig. 8 geleitet werden.

[0018] Fig. 10 stellt, in Form eines Blockdiagramms, einen vierten ADSL-Sender zur Verwendung in dem System von Fig. 3 dar.

[0019] Fig. 11 stellt eine graphische Darstellung der spektralen Inhalte von Signalen dar, die in dem Sender von Fig. 10 geleitet werden.

[0020] Fig. 12 stellt, in Form eines Blockdiagramms, ein Beispiel eines ADSL-Empfängers zur Verwendung in dem System von Fig. 3 dar, das zum Verständnis der Erfindung nützlich ist.

[0021] Fig. 13 stellt eine graphische Darstellung der spektralen Inhalte von Signalen dar, die in dem Empfänger von Fig. 12 geleitet werden.

[0022] Fig. 14 stellt, in Form eines Blockdiagramms, ein Beispiel dar, das zum Verständnis der Erfindung eines ADSL-Empfängers zur Verwendung in dem System von Fig. 3 nützlich ist.

[0023] Fig. 15 stellt eine graphische Darstellung der spektralen Inhalte von Signalen dar, die in dem Empfänger von Fig. 14 geleitet werden.

[0024] Fig. 16 stellt, in Form eines Blockdiagramms, eine Ausführungsform eines ADSL-Empfängers zur Verwendung in dem System von Fig. 3 dar.

[0025] Fig. 17 stellt eine graphische Darstellung der spektralen Inhalte von Signalen dar, die in dem Empfänger von Fig. 16 geleitet werden.

[0026] Fig. 18 stellt, in Form eines Blockdiagramms, ein Beispiel dar, das zum Verständnis der Erfindung eines ADSL-Empfängers zur Verwendung in dem System von Fig. 3 nützlich ist.

[0027] Fig. 19 stellt eine graphische Darstellung der spektralen Inhalte von Signalen dar, die in dem Empfänger von Fig. 18 geleitet werden.

[0028] Im Allgemeinen stellt die vorliegende Erfindung einen ADSL-Empfänger zum Empfangen eines modifizierten ADSL-Aufwärtssignals von einem entfernten Endgerät auf einem verdrillten Kupferdraht, der außerdem für ISDN-Kommunikationen verwendet wird, zur Verfügung. Ein Sender des entfernten Endgerätes überträgt das modifizierte ADSL-Aufwärtssignal, das über einen Frequenzinhalt über einem ISDN-Frequenzinhalt verfügt, sodass das ADSL-Signal den Frequenzinhalt des ISDN-Signals nicht überlappt oder stört. In einer Ausführungsform umfasst der ADSL-Empfänger einen Bandpassfilter, einen Analog-Digital-Wandler, einen Dezimator, einen Zeit-Frequenz-Wandler und einen Digitalsignalprozessor. Der Dezimator wandelt das modifizierte ADSL-Aufwärtssignal zum Basisband zurück, wodurch es einer ADSL-Signalquelle gestattet wird, die Telefonleitung gleichzeitig mit einer ISDN-Signalquelle zu verwenden, ohne einen ADSL-Durchsatz wesentlich zu verringern.

[0029] Fig. 1 stellt, in Form eines Blockdiagramms, einen ADSL-Sender **10** nach dem Stand der Technik dar (ADSL = asymmetrische digitale Teilnehmerleitung). Der Sender **10** umfasst im Allgemeinen einen Digitalsignalprozessor (DSP) **11**, eine Umkehrfunkti-

on zur schnellen Fourier-Transformation (IFFT) **12**, einen Hochpassfilter **13**, einen Digital-Analog-Wandler (DAC) **14** und einen Bandpassfilter **15**, die alle an eine Telefonübertragungsleitung gekoppelt sind, die als der verdrillte Leiter **18** dargestellt wird. Es ist zu beachten, dass in dem Sender **10** von Fig. 1 zusätzliche Signalverarbeitungsfunktionen vorhanden sind, wie zum Beispiel ein Echolöscher, ein Übertragungsleitungshybrid, und dergleichen, zur einfacheren Diskussion aber weggelassen werden. An die verdrillte Verbindung **18** ist außerdem ein Telefonempfänger **16** angeschlossen, der mit "POTS TRANSCEIVER" bezeichnet wird. Der POTS TRANSCEIVER **16** wird so bezeichnet, weil er ein konventionelles Telefon, oder gewöhnliches altes Telefonsystem, ist (POTS = "Plain Old Telefone Set").

[0030] Der DSP **11** stellt die digitalen Signalverarbeitungsfunktionen dar, die erforderlich sind, um einen ADSL-Aufwärtskanal zu implementieren, und umfasst alle durch den ANS T1.43-Standard definierten Funktionen. Der DSP **11** verfügt über eine Ausgabe zum Bereitstellen von **32** komplexen Symbolen. Jedes Symbol wird durch eine reale und eine imaginäre Komponente dargestellt und stellt das Signal in vorbestimmten Frequenzbändern, wie durch den ADSL-Standard definiert, dar. Die wirksame Datenrate des DSP **11** beträgt 276 Kilowörter pro Sekunde (kW/s), wobei jedes Wort entweder einen realen Teil, oder einen imaginären Teil, des komplexen Symbols darstellt. Der DSP **11** kann mit einem Mehrzweckdigitalsignalprozessor, wie zum Beispiel dem DSP 56300, von Motorola, Inc. mit einer geeigneten Software zu beziehen, einem Spezial-DSP, oder einer Kombination der beiden implementiert sein.

[0031] Die IFFT **12** ist ein Signalprozessorblock, der die realen und imaginären Symbole in eine entsprechende Zeitdomänendarstellung wandelt, und kann irgend ein beliebiger konventioneller IFFT-Signalprozessor sein. Die IFFT **12** gibt ein Zeitdomänensignal bei einer Datenrate von 276 kW/s aus. Der Hochpassfilter **13** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe der IFFT **12** angeschlossen ist, und eine Ausgabe. Der Hochpassfilter **13** ist ein digitaler Hochpassfilter, der eine Niedrigfrequenzabschaltung bei ungefähr 26 kHz zur Verfügung stellt. Der Hochpassfilter **13** stellt ebenfalls eine Ausgabe bei 276 kW/s zur Verfügung. Der DAC **14** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe des Hochpassfilters **13** angeschlossen ist, und eine Ausgabe. Der DAC **14** wandelt das hochpassgefilterte digitale Signal in eine entsprechende analoge Darstellung. Der DAC **14** kann eine beliebige konventionelle DAC-Architektur sein, wie zum Beispiel Sigma-Delta, Widerstandsleiter, oder dergleichen. Der Bandpassfilter **15** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe des DAC **14** angeschlossen ist, und eine Ausgabe, die über einen Übertragungsleitungshybrid (in Fig. 1 nicht gezeigt) an die verdrillte Verbindung **18** angeschlossen ist. Der Bandpassfilter **15** verfügt über ein Durchlassband zwischen 26 kHz und 138 kHz. Der POTS-TRANSCEIVER **16**, der zum Übertragen von Sprachsignalen konstruiert ist, verfügt über eine Bandbreite von 0 bis 4 kHz. Somit stört die Verbindung des POTS-TRANSCEIVERS **16** an die verdrillte Verbindung **18** die ADSL-Übertragung nicht, weil sich die Frequenzinhalte der beiden Signalquellen nicht überlappen.

[0032] Fig. 2 stellt, in Form eines Blockdiagramms, einen ADSL-Empfänger **20** nach dem Stand der Technik dar. Der ADSL-Empfänger **20** kann als ein Empfänger von ADSL-Aufwärtsdaten bei einer Vermittlungsstelle (CO) und in Verbindung mit dem Sender **10** von Fig. 1 verwendet werden. Der Empfänger **20** umfasst im Allgemeinen ein Bandpassfilter **21**, einen Analog-Digital-Wandler (ADC) **22**, einen Hochpassfilter **23**, eine schnelle Fourier-Transformation (FFT) **24** und einen DSP **25**. Der Bandpassfilter **21** verfügt über einen Eingang, der über einen Übertragungsleitungshybrid, nicht gezeigt, an eine verdrillte Verbindung **18** angeschlossen ist, und eine Ausgabe. Der Bandpassfilter **21** verfügt über ein Durchlassband zwischen 26 kHz und 138 kHz. Der ADC **22** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe des Bandpassfilters **21** angeschlossen ist, und eine Ausgabe. Der ADC **22** kann jede beliebige konventionelle Analog-Digital-Wandlungstechnik verwenden, wie zum Beispiel Sigma-Delta, schrittweise Näherung und dergleichen. Der ADC **22** stellt eine Ausgabe bei einer Datenrate von 276 kW/s zur Verfügung. Der Hochpassfilter **23** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe des ADC **22** angeschlossen ist, und eine Ausgabe. Der Hochpassfilter **23** verfügt über eine Niedrigfrequenzabschaltung von 26 kHz und stellt sein Ausgangssignal bei einer Datenrate von 276 kW/s zur Verfügung. Die FFT **24** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe des Hochpassfilters **23** angeschlossen ist, und eine Ausgabe. Die FFT **24** stellt **32** komplexe Zahlen zur Verfügung, von denen jede über eine reale und eine imaginäre Komponente verfügt, die das Signal in verschiedenen Frequenzbändern darstellen, die mit der durch den ADSL-Standard definierten Aufwärtsdatenübertragung verknüpft sind. Die FFT stellt ihre Ausgabe ebenso bei einer Datenrate von 276 kW/s zur Verfügung. Der DSP **25** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe der FFT **24** angeschlossen ist, und eine Ausgabe zum Bereitstellen eines mit "DATA" bezeichneten Signals. Es ist zu beachten, dass der Empfänger **20** die analogen Funktionen des Senders **10** durchführt, jedoch in der entgegengesetzten Richtung.

[0033] Unter gemeinsamer Berücksichtigung von Fig. 1 und Fig. 2 können der Sender **10** und der Empfänger **20** verwendet werden, um einen ADSL-Aufwärtsdatenkanal zu implementieren. Zusätzlich ist der POTS-Transceiver **16** in der Lage,

gleichzeitig auf der selben verdrillten Verbindung **18** zu arbeiten. Somit kann ein Sprachtelefonanruf zur selben Zeit wie eine ADSL-Übertragung stattfinden. Es kann außerdem wünschenswert sein, eine ISDN-Signalquelle an die verdrillte Verbindung **18** anzuschließen. Das ADSL-Aufwärtssystem würde jedoch nicht verlässlich arbeiten, weil das der verdrillten Verbindung **18** durch den Sender **10** zur Verfügung gestellte Ausgangssignal über einen Frequenzinhalt in dem Bereich von 26 kHz bis 138 kHz verfügt, was eine Störung des ISDN-Signals verursachen würde, das über einen 0 bis 80 kHz-Frequenzinhalt verfügt.

[0034] Die vorliegende Erfindung kann unter Bezug auf Fig. 3–Fig. 19 vollständiger beschrieben werden. Fig. 3 stellt, in Form eines Blockdiagramms, ein Kommunikationssystem **30**, das eine gleichzeitige Übertragung von ISDN und ADSL über die selbe Telefonleitung erlaubt, gemäß der vorliegenden Erfindung dar. Das Kommunikationssystem **30** umfasst die ADSL-Vermittlungsstelle **40**, das entfernte ADSL-Endgerät **32**, den ISDN-Transceiver **38** und den ISDN-Transceiver **46**. Das entfernte ADSL-Endgerät **32** umfasst den ADSL-Transceiver **34** und den Splitter **36**. An das entfernte ADSL-Endgerät **32** kann eine Kommunikationsvorrichtung, wie zum Beispiel der Fernsehempfänger **48**, gekoppelt sein. Die verdrillte Verbindung **18** koppelt das entfernte ADSL-Endgerät **32** an die ADSL-Vermittlungsstelle **40**. An die ADSL-Vermittlungsstelle **40** kann eine Kommunikationsvorrichtung, wie zum Beispiel der Videoserver **58** gekoppelt sein.

[0035] Die ADSL-Vermittlungsstelle **40** umfasst den ADSL-Transceiver **42** und den Splitter **44**. Der Splitter **44** koppelt den ADSL-Transceiver **42** an die verdrillte Verbindung **18** und splittet die empfangenen ISDN- und ADSL-Signale an den geeigneten entsprechenden Empfänger. Ebenso koppelt der Splitter **44** übertragene Signale sowohl von dem ISDN-Sender, als auch dem ADSL-Sender, an die verdrillte Verbindung **18**. Der Splitter **44** umfasst Bandpassfilterschaltungen zum Isolieren der empfangenen ADSL-Signale von den ISDN-Signalen und Schaltungen zum Kombinieren der ADSL-Signale mit den ISDN-Signalen zur Übertragung über die verdrillte Verbindung. Der Splitter **36** arbeitet in der selben Art und Weise wie der Splitter **44** und splittet oder kombiniert ADSL- und ISDN-Signale, wie erforderlich.

[0036] Kommunikationsvorrichtungen, wie zum Beispiel das Telefon **52** oder das Computerterminal **50** können an den ISDN-Transceiver **38** gekoppelt sein. Ebenso können das Computerterminal **56** und/oder das Telefon **54** an den ISDN-Transceiver **46** gekoppelt sein. Unter Betriebsbedingungen erlaubt das Kommunikationssystem **30** eine gleichzeitige Übertragung und einen gleichzeitigen Empfang von ISDN- und ADSL-Signalen auf der verdrillten Verbindung **18**. Der ADSL-Transceiver **34** umfasst einen ADSL-Sender, wie in Fig. 4, Fig. 6, Fig. 8 oder Fig. 10 ausführlich dargestellt. Der ADSL-Transceiver **34** überträgt ein ADSL-Aufwärtssignal über die verdrillte Verbindung **18** an die ADSL-Vermittlungsstelle **40**. Der ADSL-Transceiver **42** und die ADSL-Vermittlungsstelle **40** umfassen einen der in Fig. 12 oder Fig. 16 dargestellten Empfänger und empfangen das Aufwärtsdatensignal von dem ADSL-Transceiver **34**. Wie später ausführlicher beschrieben, verschiebt oder modifiziert der ADSL-Transceiver **34** das ADSL-Aufwärtssignal hinauf zu einem höheren Frequenzband, als das von einem ISDN-Netzwerk verwendete. Das modifizierte ADSL-Aufwärtssignal kann gleichzeitig mit dem ISDN-Signal entlang der verdrillten Verbindung **18** übertragen werden. Ein ADSL-Empfänger des ADSL-Transceivers **42** der Vermittlungsstelle **40** bandpassfiltert das ISDN-Signal und führt das modifizierte ADSL-Aufwärtssignal zu seinem ursprünglichen Spektralband zurück, wo es zu digitalen Ausgangsdaten zur Verwendung durch einen DSP gewandelt wird. Das ADSL-Abwärtssignal von der ADSL-Vermittlungsstelle **40** wird modifiziert, sodass es nicht das Frequenzband verwendet, das durch das ISDN-Signal besetzt ist. Diese Modifizierung wird durch Ändern der Abschaltungsfrequenz des Hochpassfilters des Abwärtssenders des ADSL-Transceivers **42** und des Hochpassfilters des Abwärtsempfängers des ADSL-Receivers **34** erreicht.

[0037] Fig. 4 stellt, in Form eines Blockdiagramms, einen ersten ADSL-Sender **100** zur Verwendung in dem Kommunikationssystem **30** von Fig. 3 dar. Der ADSL-Sender **100** umfasst im Allgemeinen den DSP **11**, eine IFFT **106**, einen Interpolator **110**, einen Hochpassfilter **114**, einen DAC **118** und einen Bandpassfilter **122**. Der DSP **11** führt die selben Signalverarbeitungsfunktionen aus, wie der DSP **11** von Fig. 1, um eine Ausgabe **104** zur Verfügung zu stellen. Die Ausgabe **104** leitet **32** komplexe Symbole, von denen jedes über eine reale und eine imaginäre Komponente verfügt, bei einer Datenrate von 276 Kilowörtern/Sekunde (kW/s). Die IFFT **106** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **104** angeschlossen ist, und eine Ausgabe **108**. Die IFFT **106** stellt eine Zeitdomänendarstellung der auf der Ausgabe **104** bei einer Datenrate von 276 kW/s geleiteten 32 komplexen Symbole zur Verfügung. Der Interpolator **110** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **108** angeschlossen ist, und eine Ausgabe **112**. Der Interpolator **110** wandelt das 276 kW/s-Zeitdomänensignal auf der Ausgabe **108** in ein interpoliertes 552 kW/s-Signal auf der Ausgabe **112**. Der Interpolator **110** kann durch Verwenden eines beliebigen konventionellen digitalen Interpolators implementiert werden. Der Hochpassfilter **114** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **112** angeschlossen ist, und eine Ausgabe **116**. Der Hochpassfilter **114** verfügt über eine Abschaltungsfrequenz von 138 kHz und

rollt zwischen 80 kHz und 138 kHz ab, sodass in dem auf der Ausgabe **116** bereitgestellten hochpassgefilterten Signal keine signifikante Signalenergie unter 80 kHz vorhanden ist. Der DAC **118** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **116** angeschlossen ist, und eine Ausgabe **120**. Der DAC **118** wandelt das hochpassgefilterte Signal auf der Ausgabe **116** in eine analoge Form. Der DAC **118** kann eine beliebige konventionelle DAC-Architektur verwenden, wie zum Beispiel Sigma-Delta, Widerstandsleiter und dergleichen. Vorzugsweise wird der DAC **118**, wegen der Einfachheit einer Implementierung unter Verwendung gut bekannter digitaler Schaltungen, als ein Sigma-Delta-Wandler implementiert. Der Bandpassfilter **122** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **120** angeschlossen ist, und eine Ausgabe, die durch ein Übertragungsleitungshybrid, in Fig. 4 nicht gezeigt, an die verdrillte Verbindung **18** angeschlossen ist. Der Bandpassfilter **122** verfügt über ein Durchlassband zwischen 138 kHz und 276 kHz.

[0038] Unter Betriebsbedingungen ist der Sender **100** in der Lage, der verdrillten Verbindung **18** gleichzeitig mit dem Betrieb eines ISDN-Transceivers auf dem selben physikalischen Medium ein modifiziertes ADSL-Aufwärtssignal zur Verfügung zu stellen. Der Sender **100** ändert den Frequenzinhalt der ADSL-Symbole durch Ändern der Frequenzbänder, in denen es eine bedeutende Energie für solche Frequenzbänder gibt, die sich nicht mit dem Frequenzinhalt der digitalen ISDN-Quelle überlappen. Es ist zu beachten, dass der Sender **100** die Frequenzänderung erreicht, ohne den Betrieb des DSP **11**, ADSL-Symbole zu erzeugen, wesentlich zu beeinträchtigen. Somit kann der Sender **100** mit einer minimalen Schaltungsmodifizierung aus einem bestehenden Standard-ADSL-Sender, wie zum Beispiel dem Sender **10** von Fig. 1, konstruiert werden.

[0039] Fig. 5 stellt eine grafische Darstellung des Frequenzinhaltes von Signalen dar, die in dem Sender **100** von Fig. 4 geleitet werden. In Fig. 5 und in nachfolgenden FIGs. stellt die vertikale Achse eine Leistungsdichte dar, die zum Beispiel in Watt pro Herz (W/Hz) gemessen wird. Die horizontale Achse stellt eine Frequenz dar und wird zum Beispiel in Hz gemessen. Jedes Signal wird durch ihr entsprechendes Bezugszeichen auf der linken Seite der vertikalen Achse bezeichnet. Der Basiswert wird mit "p" bezeichnet, der theoretisch Null ist, in einer tatsächlichen Implementierung jedoch, aufgrund von weißem Rauschen, Nicht-Null sein kann. Die Kreuzschraffierung stellt die durch eine ISDN-Signalquelle eingeführte Leistungsdichte dar.

[0040] Es wird nun auf Fig. 5 in Verbindung mit Fig. 4 Bezug genommen, darin verfügt das Ausgangssignal **108** über einen signifikanten Frequenzinhalt zwischen 0 und 138 kHz. Der Interpolator **110** stellt das Ausgangssignal **112** durch Interpolieren des Signals **108** zur Verfügung. Die Wirkung dieser Interpolierung besteht in einer Spiegelung des Leistungsspektrums um die Frequenz von 138 kHz. Der Hochpassfilter **114** schwächt dann solche Frequenzen zwischen 0 und 80 kHz ab, so dass das Ausgangssignal **116** über eine relativ kleine Leistungsdichte zwischen 0 und 138 kHz und eine Leistungsdichte zwischen 138 kHz und 276 kHz verfügt, die der Leistungsdichte des Ausgangssignals **108**, jedoch in einem anderen Frequenzbereich, entspricht. Der DAC **118** stellt ein analoges Ausgangssignal **120** zur Verfügung, das über im Wesentlichen die selbe Leistungsdichte verfügt wie das Ausgangssignal **116**, jedoch in analoger Form dargestellt wird. Es ist zu beachten, dass, wenn der DAC **118** unter Verwendung von Sigma-Delta-Techniken implementiert wird, ein zusätzlicher Tiefpassrauschformungsfilter erforderlich ist, um das in das Frequenzspektrum eingeführte Quantisierungsrauschen herauszufiltern. Der Bandpassfilter **122** stellt dann ein zusätzliches Filtern für solche Frequenzen zur Verfügung, die außerhalb des Bereiches von 138 kHz bis 276 kHz liegen.

[0041] Es ist zu beachten, dass aufgrund des Vorkommens einer ISDN-Signalquelle, die an die verdrillte Verbindung **18** angeschlossen ist, ein zusätzliches Signal mit einer signifikanten Leistungsdichte zwischen 0 und 80 Hz auf der verdrillten Verbindung **18** vorhanden ist. Aufgrund des Einflusses des Senders **100** überlappen sich diese beiden Frequenzspektren jedoch nicht. Somit ist der Sender **100** in der Lage, ein ADSL-Aufwärtssignal über eine gemeinsame Telefonleitung gleichzeitig mit einer ISDN-Signalquelle ohne eine Störung zu übertragen. Es ist zu beachten, dass, zusätzlich zu einer Gewährung des gleichzeitigen Betriebs einer ISDN-Signalquelle auf der verdrillten Verbindung **18**, der Sender **100** in der Lage ist, gleichzeitig mit jeder beliebigen anderen Signalquelle zu arbeiten, die nur über einen Frequenzinhalt unter 138 kHz verfügt.

[0042] Fig. 6 stellt, in Form eines Blockdiagramms, einen zweiten ADSL-Sender **130** zur Verwendung in dem Kommunikationssystem **30** von Fig. 3 dar. Wie in dem Sender **100**, umfasst der Sender **130** den DSP **11**, die IFFT **106**, den Interpolator **110**, den DAC **118** und den Bandpassfilter **122**, die alle mit den selben Bezugszeichen bezeichnet werden und genauso arbeiten, wie die entsprechenden Komponenten in Fig. 4.

[0043] Der Sender **130** unterscheidet sich von dem Sender **100** jedoch dadurch, dass er einen Tiefpassfilter **132** und einen Multiplizierer **135** umfasst. Der Tiefpassfilter **132** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **112** angeschlossen ist, und eine Ausgabe **134**. Der Tiefpassfilter **132** schwächt Frequenzen über 138 kHz ab, sodass über 218 kHz keine signifikante Signalenergie passiert wird. Der Multiplizierer **135** verfügt über einen ersten Eingang, der an die

Ausgabe **134** angeschlossen ist, einen zweiten Eingang zum Empfangen eines mit XING SIGNAL" bezeichneten Signals und eine Ausgabe **136**. Das Mischsignal ist ein sinusförmiges Signal mit einer Frequenz von 276 kHz. Da das Ausgangssignal **134** ein digitales Signal ist, kann das MIXING SIGNAL als ein digitales sinusförmiges Signal dargestellt werden, das über Werte verfügt, die zwischen +1 und –1 wechseln. Der DAC **118** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **136** angeschlossen ist, und wandelt sie in eine analoge Darstellung, die dem Bandpassfilter **122** als ein Ausgangssignal **138** zur Verfügung gestellt wird. Der Bandpassfilter **122** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **138** angeschlossen ist, und führt ein Bandpassfiltern durch, wie für den Sender **100** von Fig. 4 beschrieben. Wie vorher, ist zu beachten, dass, wenn der DAC **118** unter Verwendung von Sigma-Delta-Techniken implementiert wird, er außerdem einen Tiefpassquantisierungsrauschfilter umfasst. Der Sender **130** stellt einen alternativen Weg dar, die Funktionalität des Senders **100** zu implementieren. Wie der Sender **100**, gestattet der Sender **130** dem DSP **11** außerdem, im Wesentlichen unverändert zu bleiben.

[0044] Fig. 7 stellt eine graphische Darstellung der Frequenzinhalte von Signalen dar, die in dem Sender **130** von Fig. 6 geleitet werden. Es wird nun auf Fig. 7 in Verbindung mit Fig. 6 Bezug genommen, dabei ist zu beachten, dass die Signale **108** und **112** mit den entsprechenden Signalen von Fig. 5 identisch sind. Das Ausgangssignal **134** verfügt über eine signifikante Leistungsdichte zwischen 0 und 138 kHz, aufgrund des Tiefpassfilters **132** jedoch über eine abgeschwächte Leistungsdichte zwischen 138 kHz und 276 kHz. Der Multiplizierer **135** spiegelt die Leistungsdichte des Ausgangssignals **134** um die Frequenz von 138 kHz, sodass das Ausgangssignal **136** nur über eine signifikante Leistungsdichte zwischen 138 kHz und 276 kHz verfügt. Das Signal wird durch den Bandpassfilter **122**, der, wie vorher, Frequenzen in dem Bereich von 138 kHz bis 276 kHz passiert, in dem Bereich von 0 bis 138 kHz weiter abgeschwächt. Wie vorher, ist die verdrillte Verbindung **18** in der Lage, Informationen einer ISDN-Signalquelle zu passieren, die über eine signifikante Leistung in dem Bereich zwischen 0 und 80 kHz verfügen.

[0045] Fig. 8 stellt, in Form eines Blockdiagramms, einen dritten ADSL-Sender **140** zur Verwendung in dem Kommunikationssystem **30** von Fig. 3 dar. Wie vorher, werden gemeinsame Elemente mit den selben Bezugszeichen bezeichnet. Der Sender **140** umfasst im Allgemeinen den DSP **11**, die IFFT **106**, den Interpolator **110**, einen DAC **142** und einen Bandpassfilter **144**. Der DAC **11**, die IFFT **106** und der Interpolator **110** arbeiten, wie mit Bezug auf Fig. 4 und Fig. 6 beschrieben, und werden nicht weiter diskutiert. Der DAC **142** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **112** angeschlossen ist, und eine Ausgabe **143**. Es ist zu beachten, dass der DAC **142** in der selben Art und Weise arbeiten kann, wie der DAC **118** von Fig. 4 und Fig. 6. Der DAC **142** ist jedoch direkt an die Ausgabe **112** angeschlossen, ohne den Bedarf an einen Hochpassfilter **114**, wie in dem Sender **100**, oder einen Tiefpassfilter **132**, wie in dem Sender **130**. Der Bandpassfilter **144** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **143** angeschlossen ist, und eine Ausgabe, die durch ein Übertragungsleitungshybrid, in Fig. 8 nicht gezeigt, an die verdrillte Verbindung **18** angeschlossen ist. Der Sender **140** unterscheidet sich von dem Sender **100** dadurch, dass der Bandpassfilter **144** nur verwendet wird, um den Frequenzinhalt unter 138 kHz abzuschwächen.

[0046] Fig. 9 stellt eine graphische Darstellung des Frequenzinhaltes von Signalen dar, die in dem Sender **140** von Fig. 8 geleitet werden. Es wird nun auf Fig. 9 in Verbindung mit Fig. 8 Bezug genommen, darin verfügt das Signal **108** über eine signifikante Energie in dem Bereich von 0 bis 138 kHz und, wie vorher, das Ausgangssignal **112** ebenso über eine Energie zwischen 138 kHz und 276 kHz. Es ist zu beachten, dass der DAC **142** alle diese Frequenzen passiert, weil jeder beliebige Rauschformungsquantisierungsfilter Signale nur über 276 kHz abschwächt. Der Bandpassfilter **144** schwächt die Energie in dem Signal in dem Bereich von 0 bis 138 kHz jedoch ab. Es ist zu beachten, dass, weil der Bandpassfilter **144** verwendet wird, um eine signifikante Energie zwischen 0 und 138 kHz zu filtern, was für die Bandpassfilter **122** in Fig. 4 und Fig. 6 nicht erforderlich war, eine schärfere Abschaltungsreaktion erforderlich ist. Somit muss der Bandpassfilter **144** mit einem Filter von höherer Qualität als der Bandpassfilter **122** implementiert werden.

[0047] Fig. 10 stellt, in Form eines Blockdiagramms, einen vierten ADSL-Sender **150** zur Verwendung in dem Kommunikationssystem **30** von Fig. 3 dar. Wie vorher, ähnelt der DSP **11** den DSPs, die in den Sendern **100**, **130** und **140** verwendet werden. Der Sender **150** umfasst jedoch eine modifizierte IFFT **152**, die an das Ausgangssignal **104** angeschlossen ist. Die modifizierte IFFT **152** wandelt die 32 komplexen ADSL-Symbole in eine entsprechende Zeitdomänendarstellung, die auf einer Ausgabe **153** zur Verfügung gestellt werden, aber bei einer höheren Datenrate von 552 kW/s. In dem dargestellten Beispiel wird die modifizierte IFFT **152** als eine 64-Eingang-IFFT implementiert, in der die 32 komplexen Eingänge, die 0 bis 138 kHz entsprechen, mit null Energie eingegeben werden. Es ist zu beachten, dass diese modifizierte IFFT dadurch vereinfacht werden kann, dass solche Berechnungen, von denen vorzeitig bekannt ist, dass sie Null ergeben, nicht durchgeführt werden. Der DAC **154** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **153** angeschlossen ist, und eine Ausgabe **156**. Der Bandpassfilter **158** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **156**

angeschlossen ist, und eine Ausgabe, die durch einen Übertragungsleitungshybrid, in Fig. 10 nicht gezeigt, an die verdrillte Verbindung **18** angeschlossen ist.

[0048] Fig. 11 stellt eine graphische Darstellung der Frequenzinhalte von Signalen dar, die in dem Sender **150** von Fig. 10 geleitet werden. Es wird nun auf Fig. 11 in Verbindung mit Fig. 10 Bezug genommen, darin stellt die modifizierte IFFT **152**, aufgrund des Eingebens von nullwertigen Symbolen in dem Bereich von 0 bis 138 kHz, das Ausgangssignal **153** ohne eine signifikante Energie zwischen 0 und 138 kHz zur Verfügung. Der Frequenzinhalt zwischen 138 und 276 kHz stellt die auf der Ausgabe **104** bereitgestellten Symbole dar. Der DAC **154** bewahrt den Frequenzinhalt der Ausgabe **153** auf der Ausgabe **156** und verfügt, wie vorher, wenn er als ein Sigma-Delta-DAC implementiert ist, über ein Tiefpassquantisierungsrauschformungsfilter mit einer Abschaltungsfrequenz über 276 kHz. Der Bandpassfilter **158** passiert Frequenzen in dem Bereich von 138 kHz bis 276 kHz und gestattet somit, dass ein 0 bis 80 kHz-ISDN-Signal gleichzeitig auf der verdrillten Verbindung **18** geleitet werden kann.

[0049] Fig. 12 stellt, in Form eines Blockdiagramms, ein Beispiel des ADSL-Empfängers **200** zur Verwendung in dem ADSL-Transceiver **40** des ADSL-Systems **30** von Fig. 3 dar. Der Empfänger **200** umfasst den Bandpassfilter **201**, den Analog-Digital-Wandler **203**, den Dezimator **205**, die schnelle Fourier-Transformation **210** und den Digitalsignalprozessor **212**. Der Dezimator **205** umfasst den ISDN-Hochpassfilter **206** und den Abwärtsabtaster **208**. Der Bandpassfilter **201** verfügt über einen Eingang, der an die verdrillte Verbindung **18** zum Empfangen eines Aufwärtssignals angeschlossen ist, und eine Ausgabe **202** zum Bereitstellen eines bandpassgefilterten Signals. Der Analog-Digital-Wandler **203** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **202** zum Empfangen des bandpassgefilterten Signals angeschlossen ist, und eine Ausgabe **204**. Der ISDN-Hochpassfilter **206** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **204** zum Empfangen des digitalen Signals anschlossen ist, und eine Ausgabe **207** zum Bereitstellen eines hochpassgefilterten digitalen Signals. Der Abwärtsabtaster **208** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **207** angeschlossen ist, und eine Ausgabe **209**. Die schnelle Fourier-Transformation **210** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **209** angeschlossen ist, und eine Ausgabe **211**. Der DSP **212** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **211** angeschlossen ist, und eine Ausgabe zum Bereitstellen von mit "DATA" bezeichneten digitalen Daten.

[0050] Unter Betriebsbedingungen empfangt der Empfänger **200** das modifizierte ADSL-Aufwärtssignal und das ISDN-Signal von der verdrillten Verbindung **18** und stellt decodierte digitale Daten entsprechend dem ADSL-Aufwärtssignal zur Verfügung.

[0051] Fig. 13 stellt eine graphische Darstellung der spektralen Komponenten verschiedener Signale dar, die in dem Empfänger **200** von Fig. 12 geleitet werden. Die graphische Darstellung von Fig. 13 ist als Leistungsdichte auf der vertikalen Achse gegen Frequenz auf der horizontalen Achse gezeichnet. Jede graphische Darstellung ist mit einem Bezugszeichen, entsprechend einer Eingabe oder einer Ausgabe des Empfängers **200** mit dem selben Bezugszeichen, bezeichnet. Außerdem beginnt jede graphische Darstellung bei einer Basisleistungsdichte, die mit "p" bezeichnet wird. Die graphischen Darstellungen dienen nur darstellerischen Zwecken und sind nicht maßstabsgetreu. In den Fig. 13, Fig. 15, Fig. 17 und Fig. 19 stellen die kreuzschraffierten Bereiche in jeder der graphischen Darstellungen ein ISDN-Signal als Leistungsdichte gegen Frequenz dar.

[0052] Der Betrieb des Empfängers **200** wird mit Bezug auf Fig. 12 und Fig. 13 diskutiert. Wie oben diskutiert, besetzen die ISDN-Frequenzen typischerweise den Bereich von 0 bis 80 kHz. Obwohl sich der überwiegende Teil des Frequenzinhaltes des ISDN-Signals in einem Frequenzband bis hinauf zu 80 kHz befindet, gibt es eine ISDN-Restenergie, die sich in einem Frequenzband von 80 kHz bis ungefähr 138 kHz befindet (in Fig. 13 dargestellt). Das durch den Empfänger **200** empfangene modifizierte ADSL-Signal verfügt über einen Frequenzinhalt, der den Bereich von 138 kHz bis 276 kHz besetzt, wie durch einen der oben dargestellten beispielhaften Sender übertragen. Der Empfänger **200** wandelt das modifizierte ADSL-Aufwärtssignal von der verdrillten Verbindung **18** in ein Standard-ADSL-Signal zurück. Dies gestattet es dem DSP **212**, über keine signifikanten Änderungen gegenüber dem DSP **25** nach dem Stand der Technik von Fig. 2 zu verfügen, wodurch die Kosten und die Komplexität einer Implementierung des Empfängers **200** verringert werden.

[0053] Der Bandpassfilter **201** bandpassfiltert die von der verdrillten Verbindung **18** empfangenen analogen Signale, um das ISDN-Signal abzuschwächen und dem ADSL-Signal zu erlauben, zu dem Analog-Digital-Wandler **203** durchzupassieren. Es ist zu beachten, dass das ISDN-Signal in anderen Ausführungsformen durch ein anderes Signal ersetzt werden kann, das mit einem anderen Standard konform ist, wie zum Beispiel den in Europa vorkommenden Gebührenerfassungstönen, oder POTS in den Vereinigten Staaten. Es ist außerdem zu beachten, dass, aus Gründen der Klarheit und Einfachheit, die Leistungsdichtekurven, die in Fig. 13, Fig. 15, Fig. 17 und Fig. 19 für alle die digitalen Signale gezeigt werden, nur Frequenzen bis hinauf zu der Hälfte der Abtastrate zeigen.

[0054] Der Analog-Digital-Wandler **203** ist an die Ausgabe **204** gekoppelt und stellt eine Mehrzahl von digitalen Signalen zur Verfügung, die das analoge ADSL-Signal auf der Ausgabe **202** darstellen. In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Analog-Digital-Wandler **203** ein konventioneller Sigma-Delta-Wandler. Der ISDN-Hochpassfilter **206** und der Dezimator **205** filtern das auf der Ausgabe **207** zur Verfügung gestellte ISDN-Signal weiter. Die Datenraten bei den Ausgaben **204** und **207** betragen 552 kW/s. Der Abwärtsabtaster **208** ist ein konventioneller Abwärtsabtaster und ist an die Ausgabe **207** gekoppelt. Der Abwärtsabtaster **208** verschiebt, oder abwärtsabtastet, das ADSL-Signal zum Basisband zurück, zwischen ungefähr 0 bis 138 kHz, wie in Fig. 13 bei dem Bezugszeichen **209** dargestellt. Gleichzeitig wandelt der Abwärtsabtaster **208** die Datenrate von 552 kW/s zu 276 kW/s. Es ist zu beachten, dass, in der dargestellten Ausführungsform, der Abwärtsabtaster **208** mit einem Faktor von Zwei abwärtsabtastet. In anderen Ausführungsformen kann das Abwärtsabtasten jedoch unter Verwendung eines anderen Faktors durchgeführt werden.

[0055] In Fig. 13 wird für die Ausgabe **207** und die Ausgabe **209** die restliche Leistungsdichte von dem ISDN-Signal dargestellt. Eine beliebige restliche Leistungsdichte wird als Rauschen erkannt und verursacht eine ungewollte Störung des ADSL-Signals. Daher ist es für den ISDN-Hochpassfilter **206** wichtig, den größten Teil des ISDN-Signals zu entfernen, oder abzuschwächen. Es ist zu beachten, dass zusätzliche Hardware und/oder Software, wie zum Beispiel Entzerrer, Echolöscher, und so weiter, in der Datenreihe vor der FFT angeordnet sind (in Fig. 12, Fig. 14, Fig. 16 und Fig. 18 nicht gezeigt). Die zusätzliche Hardware oder Software ist jedoch zum Zweck einer Beschreibung der vorliegenden Erfindung nicht relevant.

[0056] Die FFT **210** empfängt die Signale von dem Abwärtsabtaster **208** und wandelt die Signale von dem Abwärtsabtaster **208** bei der Ausgabe **209** von der Zeitdomäne zu der Frequenzdomäne. Der DSP **212** empfängt die Frequenzdomänensignale von der FFT **210** und decodiert die Signale weiter, um als "OUTPUT DATA" bezeichnete digitale Ausgangsdaten zur Verwendung durch die Kommunikationsvorrichtungen, wie zum Beispiel den in Fig. 3 dargestellten Videoserver **58**, zur Verfügung zu stellen. Zusätzlich zur Gewährleistung des gleichzeitigen Betriebs einer ISDN-Signalquelle auf der verdrillten Verbindung **18**, ist der Empfänger **200** in der Lage, gleichzeitig mit einer beliebigen anderen Signalquelle zu arbeiten, die nur über einen Frequenzinhalt unter 138 kHz verfügt.

[0057] Fig. 14 stellt, in Form eines Blockdiagramms, ein Beispiel dar, das für ein Verständnis der Erfindung eines Empfängers **220** nützlich ist. Der Empfänger **220** umfasst den Bandpassfilter **221**, den Analog-Digital-Wandler **223**, den Multiplizierer **225**, den Dezimator **227**, die FFT **232** und den DSP **233**. Der Bandpassfilter **221** verfügt über einen Eingang, der an die verdrillte Verbindung **18** gekoppelt ist, und eine mit **222** bezeichneten Ausgabe. Der Analog-Digital-Wandler **223** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **222** gekoppelt ist, und eine mit **224** bezeichnete Ausgabe. Der Multiplizierer **225** verfügt über einen ersten Eingang, der an die Ausgabe **224** gekoppelt ist, und einen zweiten Eingang zum Empfangen eines Mischungssignals. In einem besonderen Beispiel ist das Mischungssignal eine Sinuswelle mit einer Frequenz von 276 kHz. Der Multiplizierer **225** verfügt über eine mit **226** bezeichnete Ausgabe. Der Dezimator **227** umfasst den Tiefpassfilter **228** und den Abwärtsabtaster **229**. Der Tiefpassfilter **228** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **226** gekoppelt ist, und eine mit **230** bezeichnete Ausgabe. Der Abwärtsabtaster **229** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **230** gekoppelt ist, und eine mit **231** bezeichnete Ausgabe. Die FFT **232** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **231** gekoppelt ist, und eine Ausgabe. Der DSP **233** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe der FFT **232** gekoppelt ist, und mit OUTPUT DATA bezeichnete digitale Ausgangsdaten.

[0058] Fig. 15 stellt eine graphische Darstellung des Frequenzinhaltes von verschiedenen Signalen dar, die in dem Empfänger **220** geleitet werden. Der Betrieb des Empfängers **220** wird in Verbindung mit Fig. 14 und Fig. 15 diskutiert. Unter Betriebsbedingungen empfängt der Bandpassfilter **221** ISDN-Signale und modifizierte ADSL-Aufwärtssignale von der verdrillten Verbindung **18**. Der Bandpassfilter **221** schwächt die ISDN-Signale ab und passiert die ADSL-Signale, wie in Fig. 15 für die graphische Darstellung der Ausgabe **222** gezeigt. Die bandpassgefilterten Signale werden dem Analog-Digital-Wandler **223** zur Verfügung gestellt. Der Analog-Digital-Wandler **223** stellt dem ersten Eingang des Multiplizierers **225** eine digitale Darstellung der bandpassgefilterten Signale zur Verfügung. Der Multiplizierer **225** faltet das ADSL-Signal von dem Frequenzband von 138 kHz bis 276 kHz in einen Frequenzbereich von 0 bis 138 kHz, wie in Fig. 13 für die Ausgabe **226** dargestellt. Gleichzeitig mit dem Falten des ADSL-Signals wird das ISDN-Signal in einen höheren Frequenzbereich von 138 kHz bis **276** kHz verschoben. Der Tiefpassfilter **228** schwächt das ISDN-Signal weiter ab und passiert das abgeschwächte ISDN-Signal und das ADSL-Signal zu dem Abwärtsabtaster **229**, wie in der graphischen Darstellung für die Ausgabe **230** in Fig. 15 dargestellt. Der Abwärtsabtaster **229** des Dezimators **227** empfängt das tiefpassgefilterte Signal bei einer Datenrate von 552 kW/s und stellt ein dezimiertes, oder abwärtsabgetastetes, Signal bei einer Rate von 276 kW/s zur Verfügung, wie in der graphischen Darstellung für die Ausgabe **231** gezeigt.

Gleichzeitig wird die restliche Leistungsdichte von dem Frequenzband von 138 kHz bis 276 kHz zu dem Frequenzband von 0 kHz bis 138 kHz herunter verschoben. Das herunter verschobene ISDN-Restsignal wird als Rauschen auf dem ADSL-Signal wahrgenommen, wie in der graphischen Darstellung für die Ausgabe **231** gezeigt. Somit bestimmt die Gesamtabschwächung, die durch den Bandpassfilter **221** und den Tiefpassfilter **228** zur Verfügung gestellt wird, die Leistungsdichte des unerwünschten ISDN-Restsignals. Je niedriger die Leistungsdichte des ISDN-Restsignals, um so besser die Gesamtqualität des ADSL-Basisbandsignals.

[0059] Die FFT **232** führt eine Zeitdomäne-Frequenzdomäne-Wandlung der von der Ausgabe **231** empfangenen Signale durch und stellt dem DSP **233** die Frequenzdomänensignale zur Verfügung. Der DSP **233** decodiert die ADSL-Signale weiter und stellt an das Kommunikationssystem **30** gekoppelten Kommunikationsvorrichtungen mit OUTPUT DATA bezeichnete digitale Ausgangsdaten zur Verfügung.

[0060] Der Empfänger **220** stellt im Wesentlichen die selbe Ausgabe wie der in Fig. 12 gezeigte Empfänger **200** zur Verfügung. In dem Empfänger **220** werden jedoch ein Tiefpassfilter und ein Mischer anstelle des ISDN-Hochpassfilters **206** verwendet. Dies gewährleistet das selbe Ergebnis unter Verwendung einer etwas unterschiedlichen Hardware und/oder Software. Es ist zu beachten, dass in einem besonderen Beispiel eine Kombination von Hardware und Software verwendet wird. In anderen Beispielen kann das Filtern und Abwärtsabtasten jedoch in einer Hardware, Software, oder einer Kombination von beiden vorgenommen werden.

[0061] Fig. 16 stellt, in Form eines Blockdiagramms, den Empfänger **240** gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zur Verwendung in dem System von Fig. 3 dar. Der Empfänger **240** umfasst den Bandpassfilter **241**, den Analog-Digital-Wandler **243**, den Hochpassfilter **245**, die modifizierte FFT **247** und den DSP **248**. Der Bandpassfilter **241** verfügt über einen Eingang, der an die verdrillte Verbindung **18** zum gleichzeitigen Empfangen des ISDN-Signals und des modifizierten ADSL-Aufwärtssignals gekoppelt ist. Der Bandpassfilter **241** verfügt außerdem über eine mit **242** bezeichnete Ausgabe. Der Analog-Digital-Wandler **243** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **242** gekoppelt ist, und eine Mehrzahl von mit **244** bezeichneten Ausgaben zum Bereitstellen eines digitalen Signals, das das Signal bei der Ausgabe **242** darstellt. Der Hochpassfilter **245** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **244** gekoppelt ist, und eine mit **246** bezeichnete Ausgabe. Die modifizierte FFT **247** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe des Hochpassfilters **245** gekoppelt ist, und eine Ausgabe. Der DSP **248** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe der modifizierten FFT **247** gekoppelt ist, und eine mit OUTPUT DATA bezeichnete Ausgabe.

[0062] Fig. 17 stellt eine graphische Darstellung des Frequenzinhaltes von verschiedenen Signalen dar, die in dem Empfänger **240** geleitet werden. Der Betrieb des Empfängers **240** wird mit Bezug sowohl auf Fig. 16, als auch Fig. 17, diskutiert. Unter Betriebsbedingungen bandpassfiltert der Bandpassfilter **241** das von der verdrillten Verbindung **18** empfangene ISDN-Signal, oder schwächt es ab, und passiert das ADSL-Aufwärtssignal, das über einem Frequenzinhalt von zwischen 138 kHz und 276 kHz verfügt. Die bandpassgefilterten Signale werden der Ausgabe **242** zur Verfügung gestellt, wie in Fig. 17 dargestellt. Die Ausgabe **244** umfasst die digitale Darstellung des ADSL-Signals und stellt es dem Hochpassfilter **245** bei einer Datenrate von 552 kW/s zur Verfügung. Der Hochpassfilter **245** schwächt die ISDN-Signale weiter ab und passiert die ADSL-Signale bei der selben Datenrate von 552 kW/s.

[0063] Die modifizierte FFT **247** arbeitet, um Signale auf der Ausgabe **246** von der Zeitdomäne in die Frequenzdomäne zu wandeln. Die in Fig. 16 gezeigte modifizierte FFT **247** wird von der FFT **210**, der FFT **257** und der FFT **232** dadurch modifiziert, dass die modifizierte FFT **247** Daten bei der doppelten 276 kW/s-Rate, oder 552 kW/s, empfangen. Die modifizierte FFT **247** gibt nur bei einer Datenrate von 276 kW/s aus. Dies wird durch ein "Beschneiden" der Ausgaben der FFT **247** erreicht. In Wirklichkeit ist die modifizierte FFT **247** im Wesentlichen eine 552 kW/s-Ausgaben-FFT, die optimiert ist, um nur über eine 276 kW/s-Ausgangsdatenrate zu verfügen. Solche Ausgaben werden außerdem neu angeordnet, sodass die Ausgabe von der FFT **247** mit der Ausgabe von den FFTs **210**, **232** und **257** übereinstimmt. Es ist zu beachten, dass der Empfänger **240** in Fig. 16 ein Neuanordnen und Beschneiden unter Verwendung der modifizierten FFT **247** durchführt. Das Neuanordnen wird in Fig. 15 durch ein Umkehren der Steigung des Oberteils des ADSL-Signals dargestellt. Es ist zu beachten, dass in anderen Ausführungsformen und Beispielen das Neuanordnen in einem DSP, anstatt der FFT, durchgeführt werden kann. Die von der modifizierten FFT **247** ausgegebenen Signale werden dem DSP **248** zur Verfügung gestellt. Der DSP **248** decodiert das ADSL-Aufwärtssignal weiter, um mit OUTPUT DATA bezeichnete digitale Ausgangsdatensignale zur Verfügung zu stellen. Im Gegensatz zu dem in Fig. 12 gezeigten Beispiel und dem in Fig. 14 gezeigten Beispiel, stellt der Empfänger **240** die Abwärtsabtastfunktion in dem modifizierten FFT-Block zur Verfügung, anstatt getrennte Dezimatoren mit Abwärtsabtastern zu verwenden. Wie oben beschreiben, erscheint das ISDN-Restsignal als Rauschen auf dem ADSL-Signal nach der Ausgabe der modifizierten FFT **247** (in Fig. 17 nicht gezeigt).

[0064] Fig. 18 stellt, in Form eines Blockdiagramms, ein Beispiel dar, das für ein Verständnis der Erfindung des Empfängers **250** zur Verwendung in dem System von Fig. 3 nützlich ist.

[0065] Der Empfänger **250** umfasst den Bandpassfilter **251**, den Analog-Digital-Wandler **253**, den Abwärtsabtaster **255**, die FFT **257** und den DSP **258**. Der Bandpassfilter **251** verfügt über einen Eingang, der an die verdrillte Verbindung **18** gekoppelt ist, und eine mit **252** bezeichnete Ausgabe. Der Analog-Digital-Wandler **253** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **252** gekoppelt ist, und eine Mehrzahl von Ausgaben **254** zum Bereitstellen einer digitalen Darstellung des ADSL-Signals von der verdrillten Verbindung **18**. Der Abwärtsabtaster **255** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **254** gekoppelt ist, und eine Ausgabe **256**. Die FFT **257** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe **256** gekoppelt ist, und eine Ausgabe. Der DSP **258** verfügt über einen Eingang, der an die Ausgabe der FFT **257** gekoppelt ist, und eine Ausgabe zum Bereitstellen von mit "OUTPUT DATA" bezeichneten digitalen Ausgangsdaten.

[0066] Fig. 19 stellt eine graphische Darstellung der Frequenzinhalte von verschiedenen Signalen dar, die in dem Empfänger **250** von Fig. 18 geleitet werden. Unter Betriebsbedingungen empfängt der Bandpassfilter **251** sowohl ISDN-Signale, als auch die modifizierten ADSL-Aufwärtssignale, von der verdrillten Verbindung **18** und bandpassfiltert die ISDN-Signale, oder schwächt sie ab, während er die ADSL-Signale zu der Ausgabe **252** passiert. Der Analog-Digital-Wandler **253** empfangt die bandpassgefilterten Signale und stellt dem Abwärtsabtaster **255** digitale Signale zur Verfügung. Die Datenrate des Analog-Digital-Wandlers **253** liegt über der höchsten Frequenz des ADSL-Aufwärtssignals. Die Ausgabe **252** wird in Fig. 19 mit dem Bezugszeichen **252** dargestellt. Die Ausgabe **254** von dem Analog-Digital-Wandler wird in Fig. 19 dargestellt und verfügt über eine Abtastrate von 552 kW/s zu dem Eingang des Abwärtsabtasters **255**. Der Abwärtsabtaster **255** stellt der Ausgabe **256** dezimierte, oder abwärtsabgetastete, ADSL-Signale zur Verfügung, die von 138 kHz bis 276 kHz zu einem Frequenzband von 0 bis 138 kHz verschoben sind. Wie oben diskutiert, erscheinen die abgeschwächten Signale, oder ISDN-Restsignale, als Rauschen. Der Abwärtsabtaster **255** wandelt die Datenrate des Signals bei der Ausgabe **254** von 552 kW/s in eine Datenrate von 276 kW/s und stellt das abwärtsabgetastete Signal bei der Ausgabe **256** zur Verfügung.

[0067] Die FFT **257** ist im Wesentlichen die selbe wie die FFT **210** und die FFT **232**. Die FFT **257** stellt Signale bei einer Datenrate von 276 kW/s zur Verfügung. Der DSP **258** decodiert die Ausgabe der FFT **257** weiter und stellt digitale Ausgangsdaten zur Verfügung, die das modifizierte ADSL-Aufwärtssignal darstellen.

[0068] Im Gegensatz zu den oben in Fig. 12, Fig. 14 und Fig. 16 dargestellten Empfängern, die Filter sowohl in der digitalen Domäne, als auch der analogen Domäne, umfassen, muss der Bandpassfilter **251** das gesamte Filtern der ISDN-Signale in dem Empfänger **250** in der analogen Domäne durchführen. Ein Durchführen des gesamten Filterns und der gesamten Abschwächung in der analogen Domäne hat den Nachteil, teurer als die oben dargestellten Ausführungsformen und Beispiele zu sein. Jedoch eliminiert der Bandpassfilter **251**, durch ein Abschwächen und Bandpassfiltern des ISDN-Signals in der analogen Domäne, den Bedarf an einem digitalen Filtern, wodurch ein kostengünstigerer digitaler Prozessor zugelassen wird, da weniger Operationen für eine Verarbeitung des digitalen Signals erforderlich sind.

[0069] Es ist zu beachten, dass, obwohl der in den verschiedenen Senderbeispielen dargestellte Interpolator sein Eingangssignal um einen Faktor von Zwei interpoliert, was in einer digitalen Logikschaltung leicht erreicht werden kann, ebenso ein anderer Interpolationsfaktor verwendet werden kann. Außerdem kann ein Kommunikationssystem gemäß der vorliegenden Erfindung auch mit einer anderen, nicht ISDN-Signalquelle, verwendet werden, wie zum Beispiel Europäischen Gebührenermittlungstönen, POTS-Transceivern, oder jeder anderen Quelle einer niederfrequenten Signalenergie.

Patentansprüche

1. ADSL-Empfänger (**240**) zum Empfangen eines frequenzverschobenen analogen Aufwärts-ADSL-Signals in einem ersten Frequenzband und eines ISDN-Signals in einem zweiten Frequenzband, wobei das erste Frequenzband das zweite Frequenzband nicht überlappt und das frequenzverschobene analoge Aufwärts-ADSL-Signal von seinem ursprünglichen Spektralband verschoben ist, wobei sein ursprüngliches Spektralband ein Frequenzband ist, das das zweite Frequenzband überlappt, wobei der ADSL-Empfänger umfasst:
ein Bandpassfilter (**241**), der über einen Eingang zum Empfangen sowohl des frequenzverschobenen analogen Aufwärts-ADSL-Signals in dem ersten Frequenzband, als auch des ISDN-Signals in dem zweiten Frequenzband, und einen Ausgang verfügt, wobei das Bandpassfilter einem Abschwächen des ISDN-Signals dient;
einen Analog-Digital-Wandler (**243**), der über einen Eingang, der an den Ausgang des Bandpassfilters (**241**) gekoppelt ist, und einen Ausgang zum Bereitstellen eines digitalen Signals verfügt, das das frequenzverschobene analoge Aufwärts-ADSL-Signal darstellt;
ein Hochpassfilter (**245**), das das ISDN-Signal weiter abschwächt, der über einen Eingang, der an den

Ausgang des Analog-Digital-Wandlers (**243**) gekoppelt ist, und einen Ausgang zum Bereitstellen eines gefilterten digitalen Signals verfügt;
einen Zeitdomäne-Frequenzdomäne-Wandler (**247**), der über einen Eingang verfügt, der an den Ausgang des Hochpassfilters (**245**) gekoppelt ist, zum Empfangen des gefilterten digitalen Signals, wobei der Zeitdomäne-Frequenzdomäne-Wandler (**247**) eine schnelle Fourier-Transformation und einen Ausgang umfasst, wobei die Ausgaben der schnellen Fourier-Transformation beschnitten und neu geordnet werden, um so das frequenzverschobene analoge Aufwärts-ADSL-Signal in sein ursprüngliches Spektralband zurückzuverschieben;
einen Digitalsignalprozessor (**248**), der über einen Eingang, der an den Ausgang des Zeitdomäne-Frequenzdomäne-Wandlers (**247**) gekoppelt ist, und einen Ausgang zum Bereitstellen von decodierten digitalen Daten verfügt.

2. ADSL-Empfänger (**240**) gemäß Anspruch 1, wobei das erste Frequenzband von 138 kHz bis 276 kHz reicht.

3. ADSL-Empfänger (**240**) gemäß Anspruch 1, wobei der Analog-Digital-Wandler (**243**) eine Wortrate von 276 Kilowörtern pro Sekunde erzeugt.

4. Verfahren zum Empfangen eines frequenzverschobenen analogen Aufwärts-ADSL-Signals in einem ersten Frequenzband und eines ISDN-Signals in einem zweiten Frequenzband, wobei das erste Frequenzband das zweite Frequenzband nicht überlappt und das frequenzverschobene analoge Aufwärts-ADSL-Signal von seinem ursprünglichen Spektralband verschoben ist, wobei sein ursprüngliches Spektralband ein Frequenzband ist, das das zweite Frequenzband überlappt, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
Bandpassfiltern des Aufwärts-ADSL-Signals, um ein gefiltertes analoges Aufwärts-ADSL-Signal zur Verfügung zu stellen, unter Verwendung eines Bandpassfilters (**241**), der über einen Eingang zum Empfangen sowohl des frequenzverschobenen analogen Aufwärts-ADSL-Signals in dem ersten Frequenzband, als auch des ISDN-Signals in dem zweiten Frequenzband, und einen Ausgang verfügt, wobei das Bandpassfilter einem Abschwächen des ISDN-Signals dient, verfügt;
Wandeln des gefilterten analogen Aufwärts-ADSL-Signals in ein digitales Datensignal, das das frequenzverschobene Aufwärts-ADSL-Signal darstellt;
Hochpassfiltern des digitalen Datensignals unter Verwendung eines Hochpassfilters (**206**), das das ISDN-Signal weiter abschwächt, um ein gefiltertes digitales Datensignal zu erzeugen;
Verwenden eines Zeitdomäne-Frequenzdomäne-Wandlers, der eine schnelle Fourier-Transformation umfasst, wobei die Ausgaben der schnellen Fourier-Transformation beschnitten und neu geordnet sind, um so das frequenzverschobene analoge Aufwärts-ADSL-Signal in sein ursprüngliches Spektralband zurückzuverschieben; und
Decodieren der Ausgabe des Zeitdomäne-Frequenzdomäne-Wandlers, um ein decodiertes digitales Datensignal zu erzeugen.

5. Verfahren gemäß Anspruch 4, wobei das erste Frequenzband von 138 kHz bis 276 kHz reicht.

6. Verfahren gemäß Anspruch 4, wobei der Schritt eines Wandels des gefilterten analogen Aufwärts-ADSL-Signals in ein digitales Datensignal, das das frequenzverschobene analoge Aufwärts-ADSL-Signal darstellt, eine Wortrate von 276 Kilowörtern pro Sekunde erzeugt.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

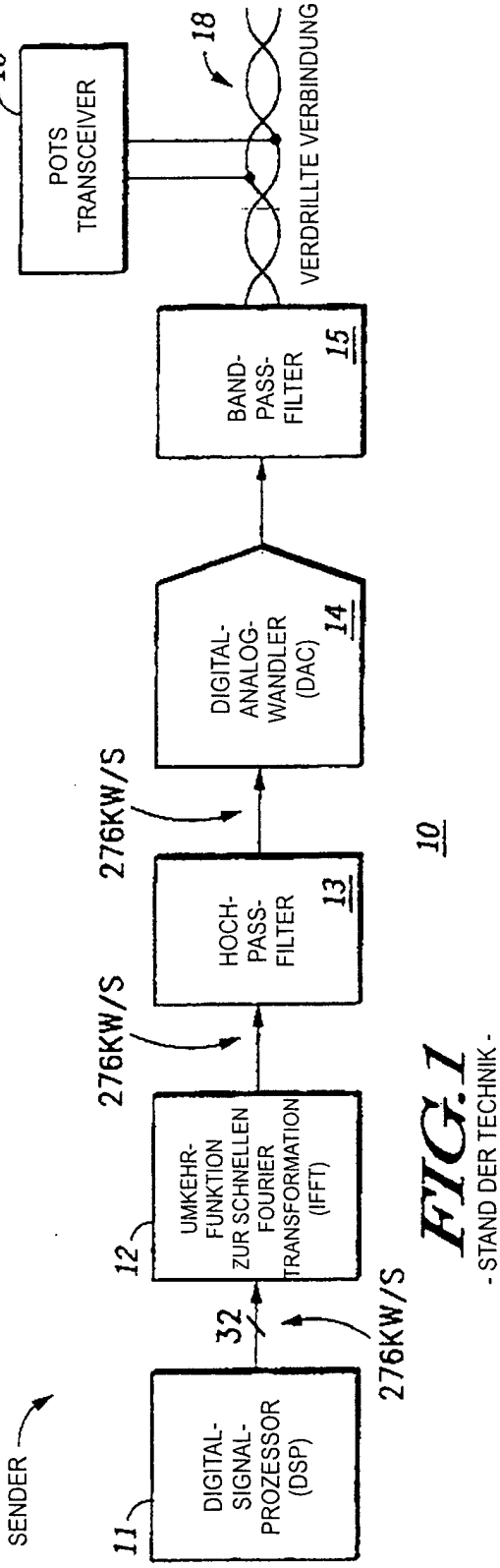


FIG.1
- STAND DER TECHNIK -

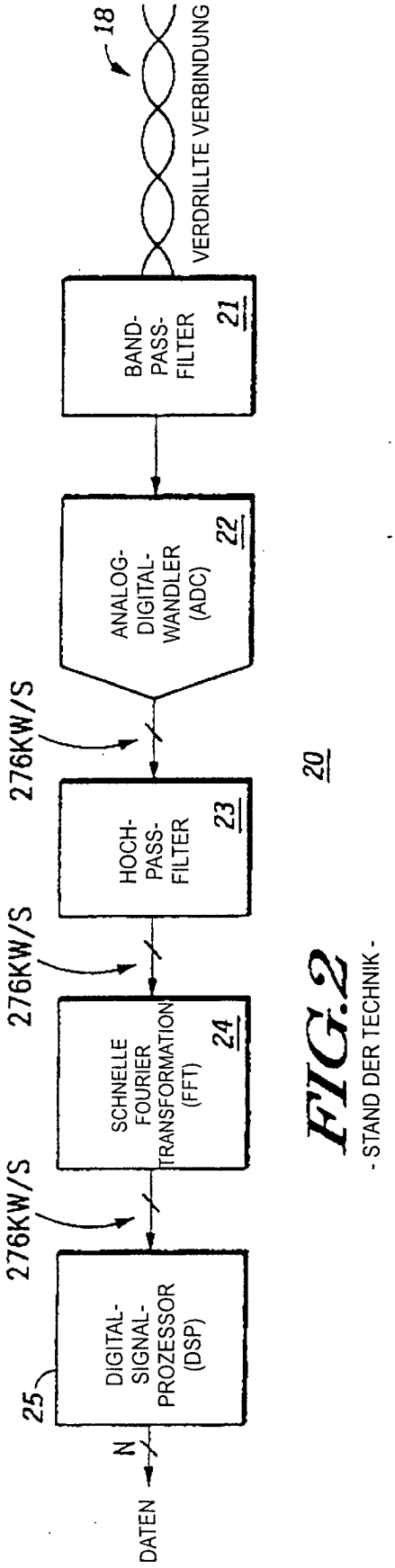


FIG.2
- STAND DER TECHNIK -

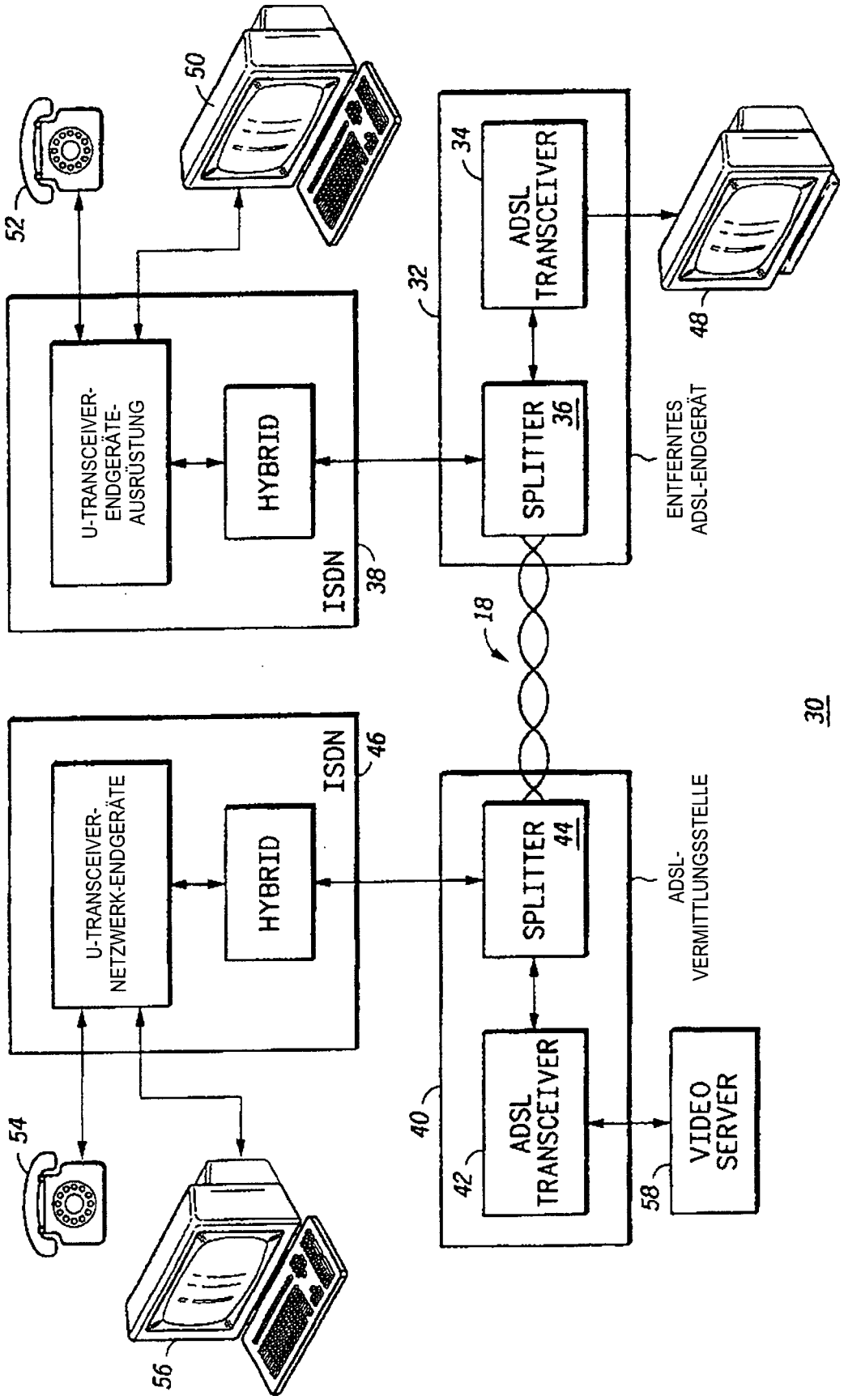

50
52
U-TRANSCEIVER-ENDGERÄTE-AUSRÜSTUNG
HYBRID
ISDN
38
32
34
ADSL TRANSCEIVER
SPLITTER 36
ENTFERNTES ADSL-ENDGERÄT
48
18
U-TRANSCEIVER-NETZWERK-ENDGERÄTE
HYBRID
ISDN
46
SPLITTER 44
ADSL-VERMITTLUNGSSTELLE
40
42
ADSL TRANSCEIVER
VIDEO SERVER
58
54
56
30

FIG. 3

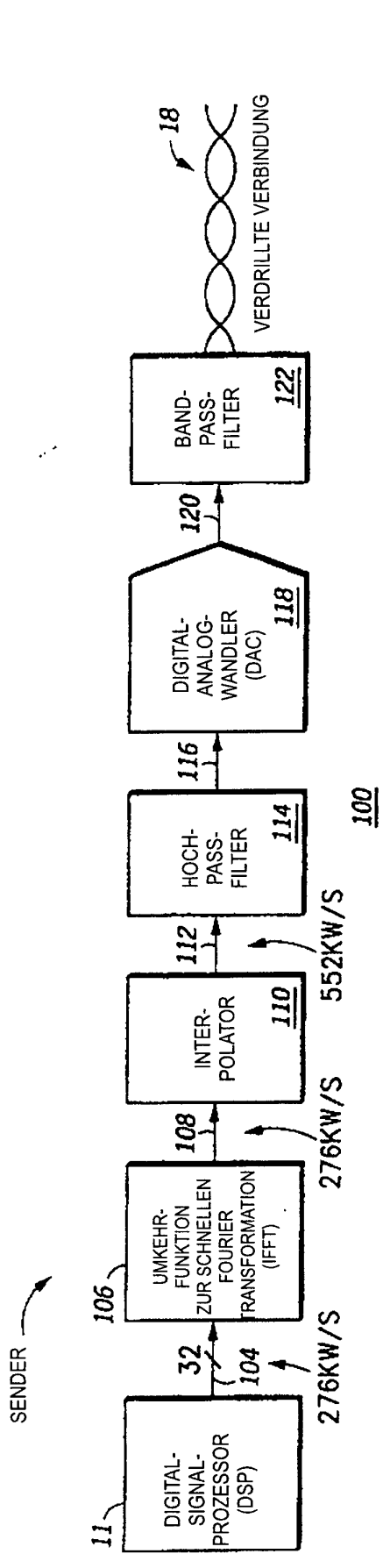

SENDER
11
DIGITAL-SIGNAL-PROZESSOR (DSP)
32
104
276KW/S
106
UMKEHR-FUNKTION ZUR SCHNELLEN FOURIER TRANSFORMATION (IFFT)
108
276KW/S
INTER-POLATOR
110
112
552KW/S
HOCH-PASS-FILTER
114
116
DIGITAL-ANALOG-WANDLER (DAC)
118
120
BAND-PASS-FILTER
122
18
VERDRILLTE VERBINDUNG
100

FIG. 4

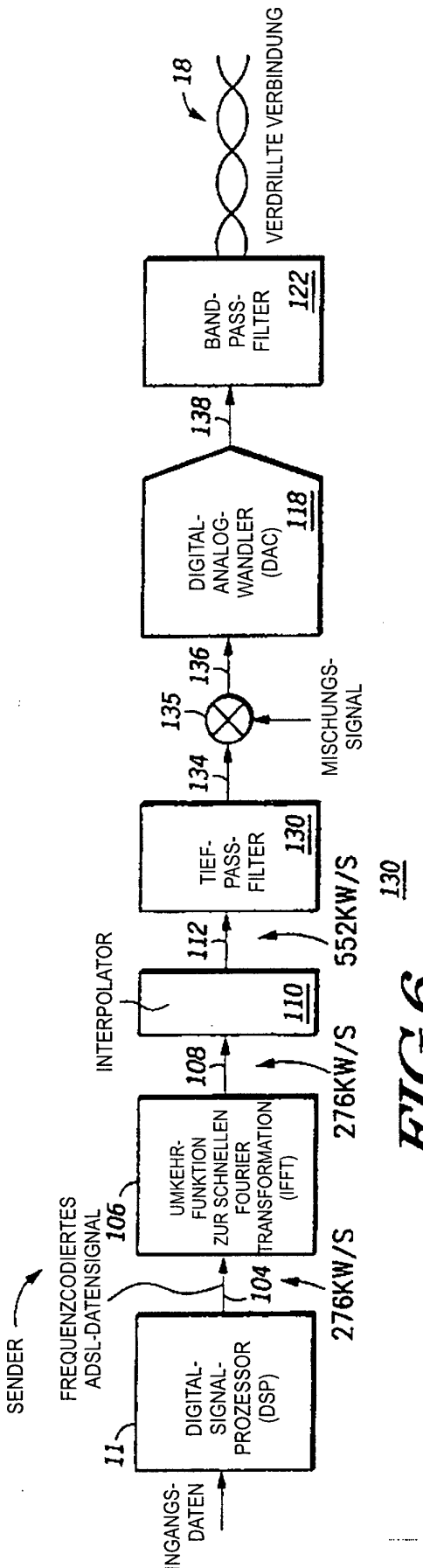

SENDER
FREQUENZCODIERTES ADSL-DATENSIGNAL
106
11
DIGITAL-SIGNAL-PROZESSOR (DSP)
104
276KW/S
UMKEHR-FUNKTION ZUR SCHNELLEN FOURIER TRANSFORMATION (IFFT)
108
276KW/S
INTERPOLATOR
110
112
552KW/S
TIEF-PASS-FILTER
130
134
135
136
MISCHUNGS-SIGNAL
DIGITAL-ANALOG-WANDLER (DAC)
118
138
BAND-PASS-FILTER
122
18
VERDRILLTE VERBINDUNG
EINGANGS-DATEN
130

FIG. 6

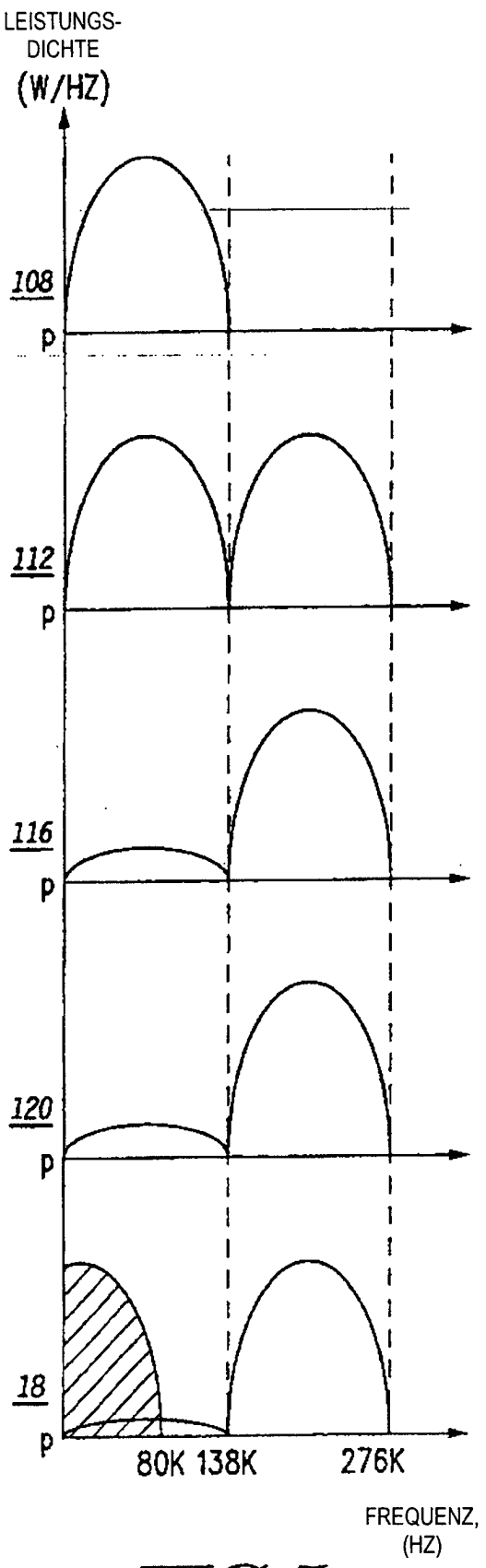

LEISTUNGS-
DICHTE
(W/HZ)
108
P
112
P
116
P
120
P
18
P
80K 138K 276K
FREQUENZ,
(HZ)

FIG.5

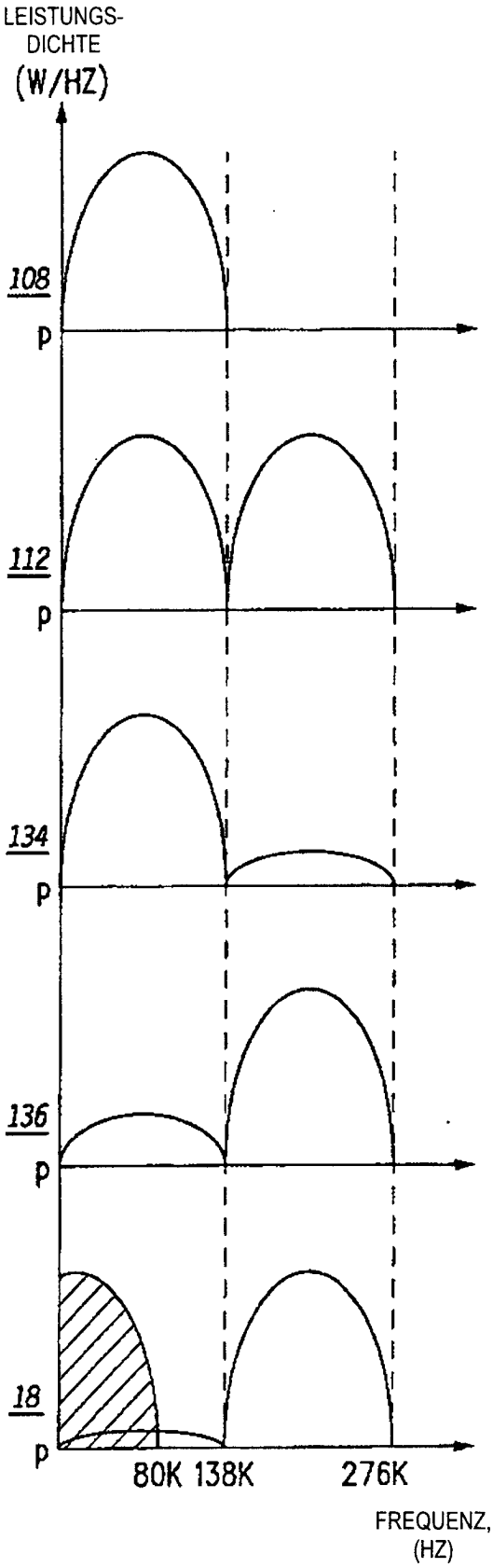

LEISTUNGS-
DICHTE
(W/HZ)
108
P
112
P
134
P
136
P
18
P
80K 138K 276K
FREQUENZ,
(HZ)

FIG.7

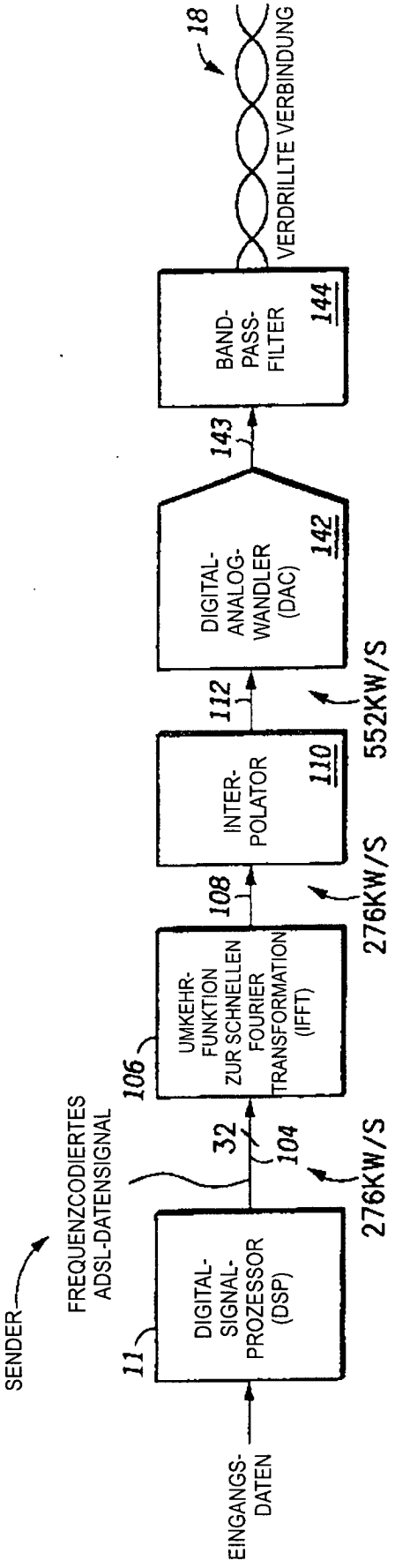

SENDER
EINGANGS-DATEN
11
DIGITAL-SIGNAL-PROZESSOR (DSP)
FREQUENZCODIERTES ADSL-DATENSIGNAL
32
104
276KW/S
106
UMKEHR-FUNKTION ZUR SCHNELLEN FOURIER TRANSFORMATION (IFFT)
108
276KW/S
INTER-POLATOR
110
112
552KW/S
DIGITAL-ANALOG-WANDLER (DAC)
142
143
BAND-PASS-FILTER
144
18
VERDRILLTE VERBINDUNG
140

FIG.8

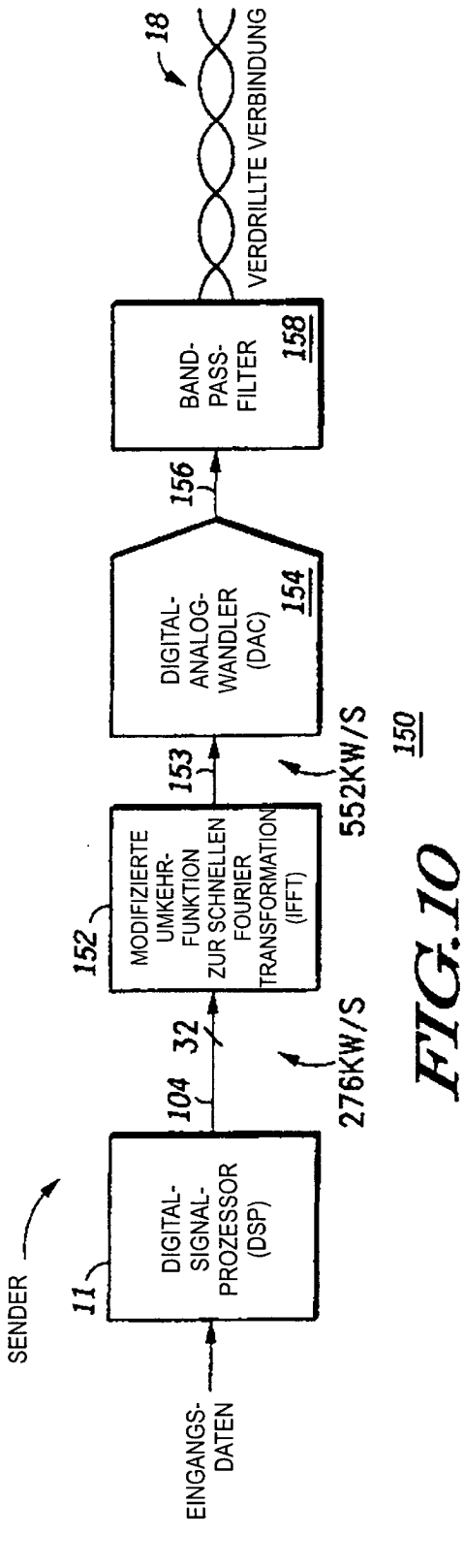

SENDER
EINGANGS-DATEN
11
DIGITAL-SIGNAL-PROZESSOR (DSP)
104
32
276KW/S
152
MODIFIZIERTE UMKEHR-FUNKTION ZUR SCHNELLEN FOURIER TRANSFORMATION (IFFT)
153
552KW/S
DIGITAL-ANALOG-WANDLER (DAC)
154
156
BAND-PASS-FILTER
158
18
VERDRILLTE VERBINDUNG
150

FIG.10

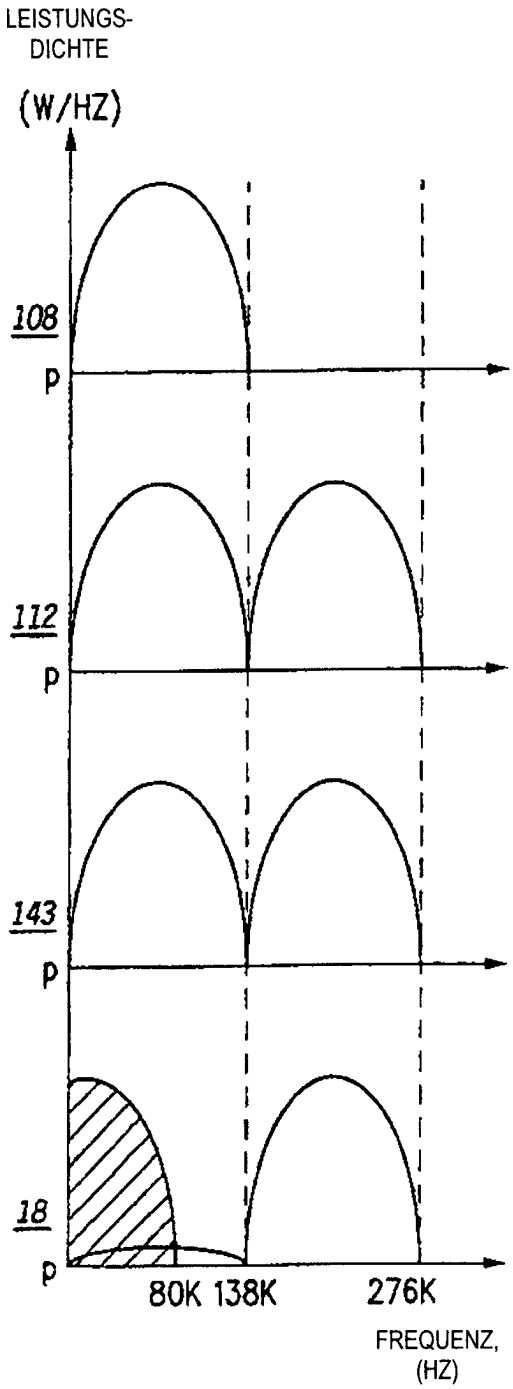

LEISTUNGS-
DICHTE
(W/HZ)
108
P
112
P
143
P
18
P
80K 138K 276K
FREQUENZ,
(HZ)

FIG.9

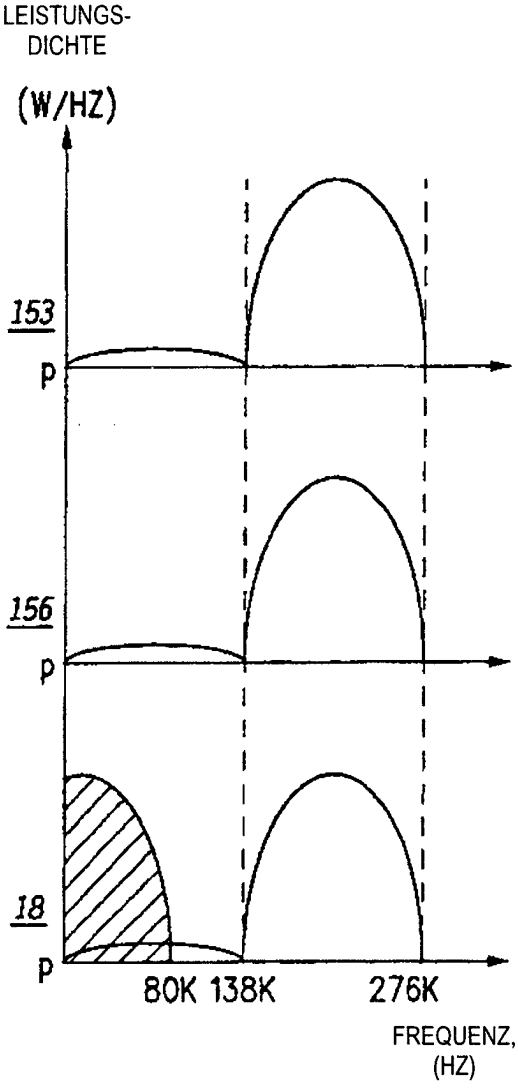

LEISTUNGS-
DICHTE
(W/HZ)
153
P
156
P
18
P
80K 138K 276K
FREQUENZ,
(HZ)

FIG.11

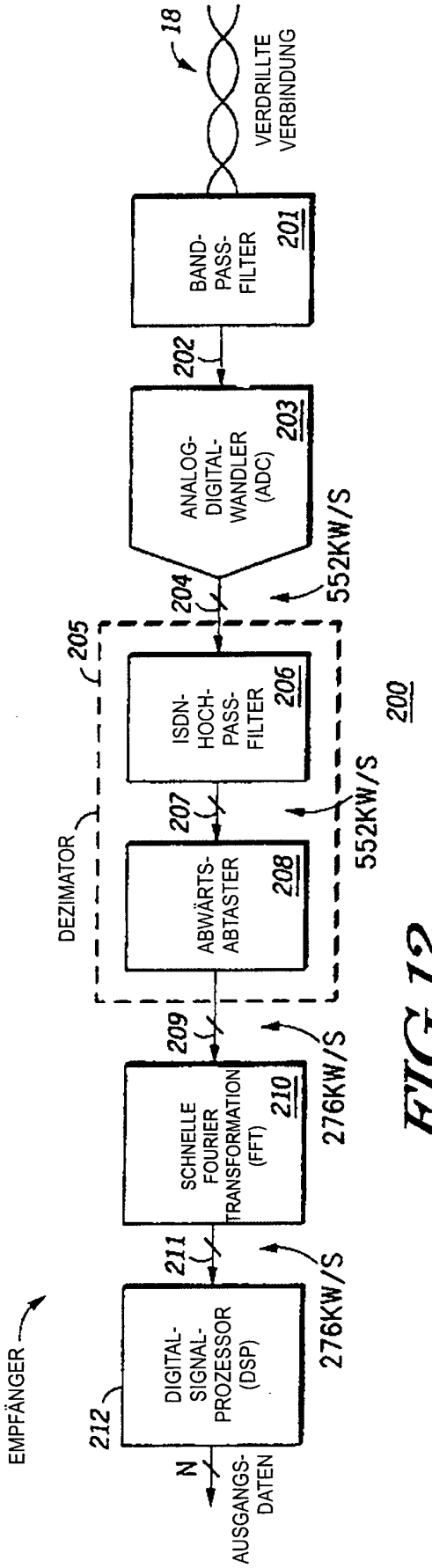

18
VERDRILLTE VERBINDUNG
BAND-PASS-FILTER
201
202
ANALOG-DIGITAL-WANDLER (ADC)
203
204
552KW/S
205
ISDN-HOCH-PASS-FILTER
206
207
ABWÄRTS-ABTASTER
208
552KW/S
DEZIMATOR
209
SCHNELLE FOURIER TRANSFORMATION (FFT)
210
276KW/S
211
DIGITAL-SIGNAL-PROZESSOR (DSP)
212
276KW/S
N
AUSGANGS-DATEN
EMPFÄNGER
200

FIG. 12

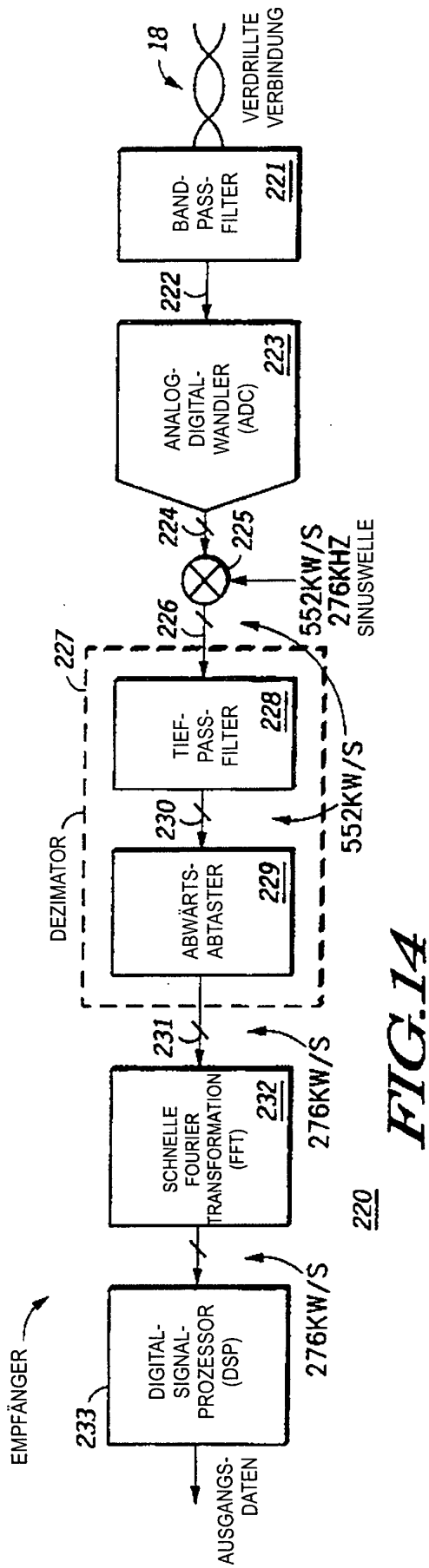

18
VERDRILLTE VERBINDUNG
BAND-PASS-FILTER
221
222
ANALOG-DIGITAL-WANDLER (ADC)
223
224
225
552KW/S
276KHZ
SINUSWELLE
226
227
TIEF-PASS-FILTER
228
230
ABWÄRTS-ABTASTER
229
552KW/S
DEZIMATOR
231
SCHNELLE FOURIER TRANSFORMATION (FFT)
232
276KW/S
233
DIGITAL-SIGNAL-PROZESSOR (DSP)
276KW/S
AUSGANGS-DATEN
EMPFÄNGER
220

FIG. 14

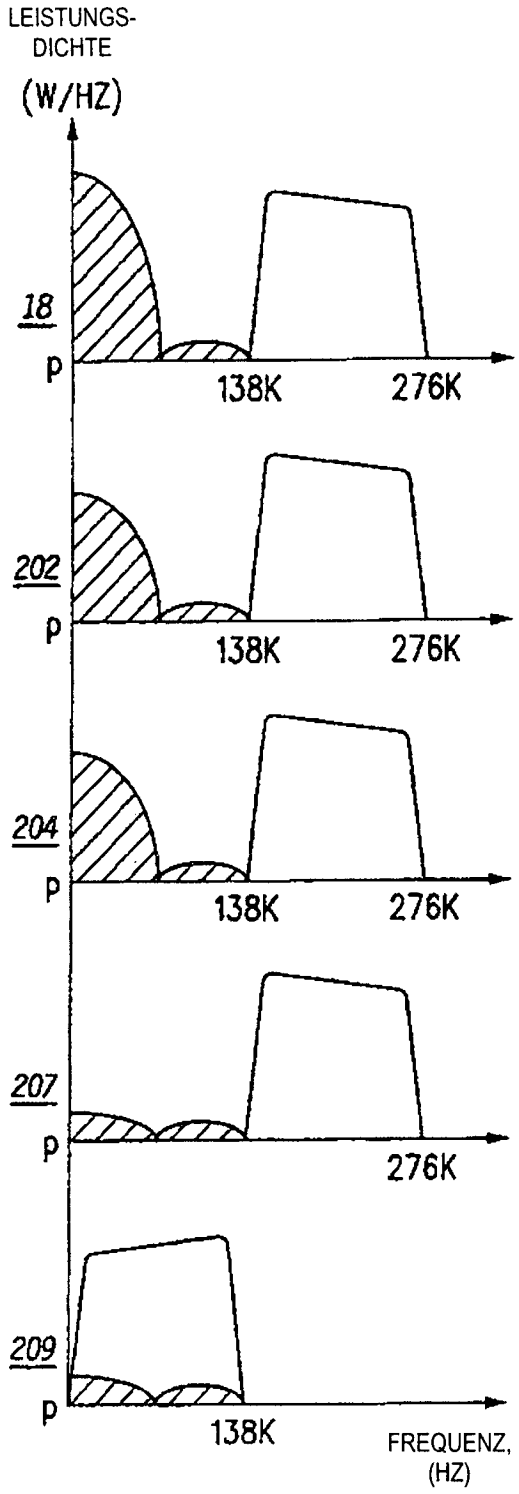

LEISTUNGS-
DICHTE
(W/HZ)
18
P
138K
276K
202
P
138K
276K
204
P
138K
276K
207
P
276K
209
P
138K
FREQUENZ,
(HZ)

FIG.13

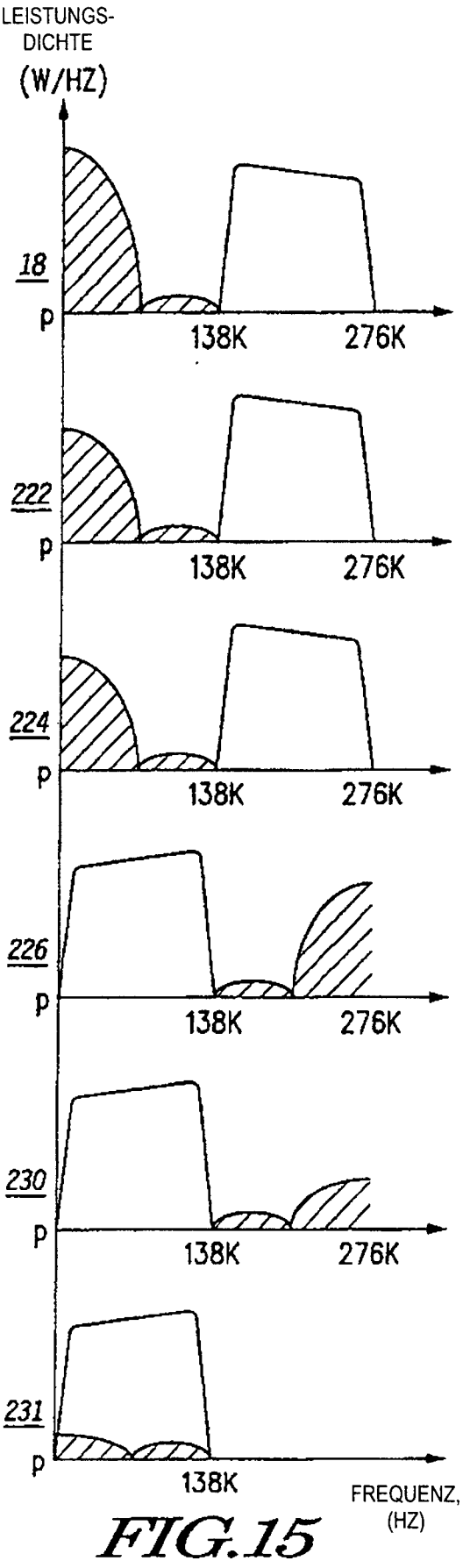

LEISTUNGS-
DICHTE
(W/HZ)
18
P
138K
276K
222
P
138K
276K
224
P
138K
276K
226
P
138K
276K
230
P
138K
276K
231
P
138K
FREQUENZ,
(HZ)

FIG.15

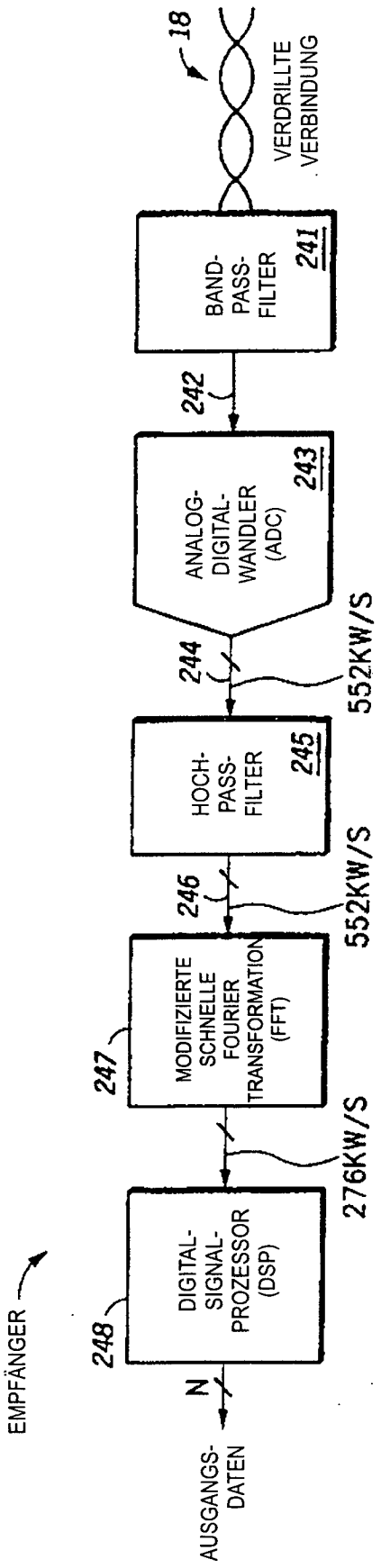


FIG.16

240

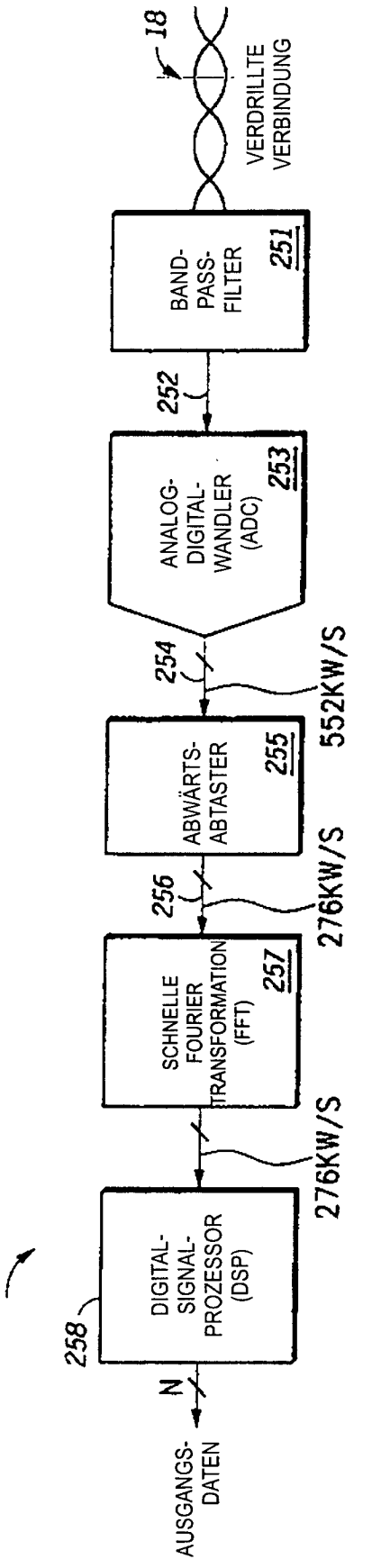


FIG.18

250

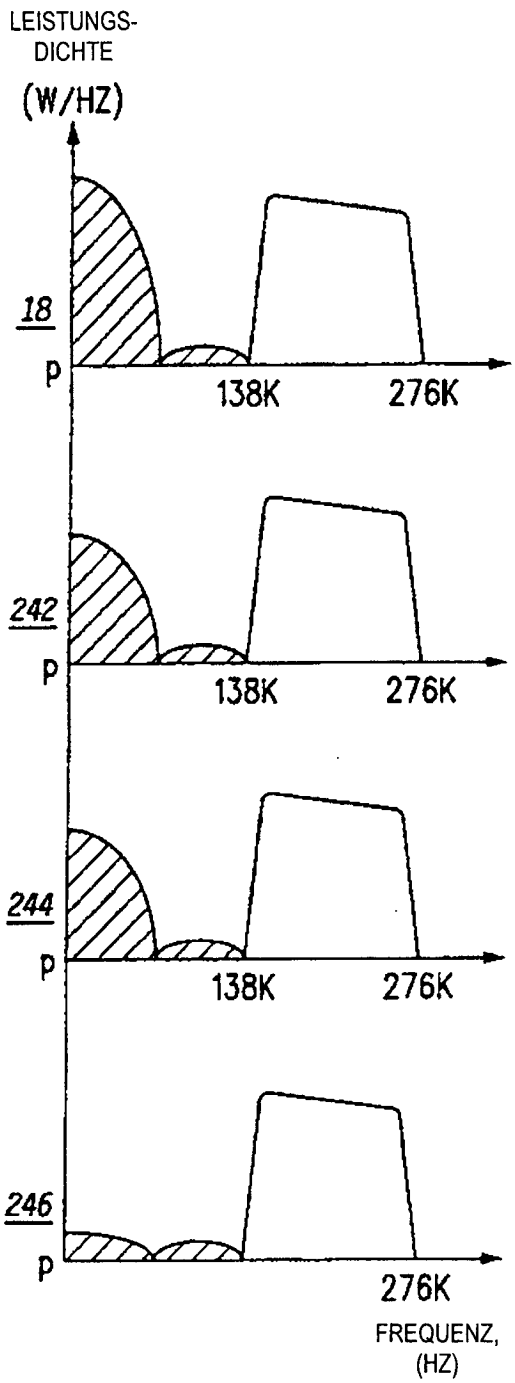

LEISTUNGS-
DICHTE
(W/HZ)
18
P
138K
276K
242
P
138K
276K
244
P
138K
276K
246
P
276K
FREQUENZ,
(HZ)

FIG.17

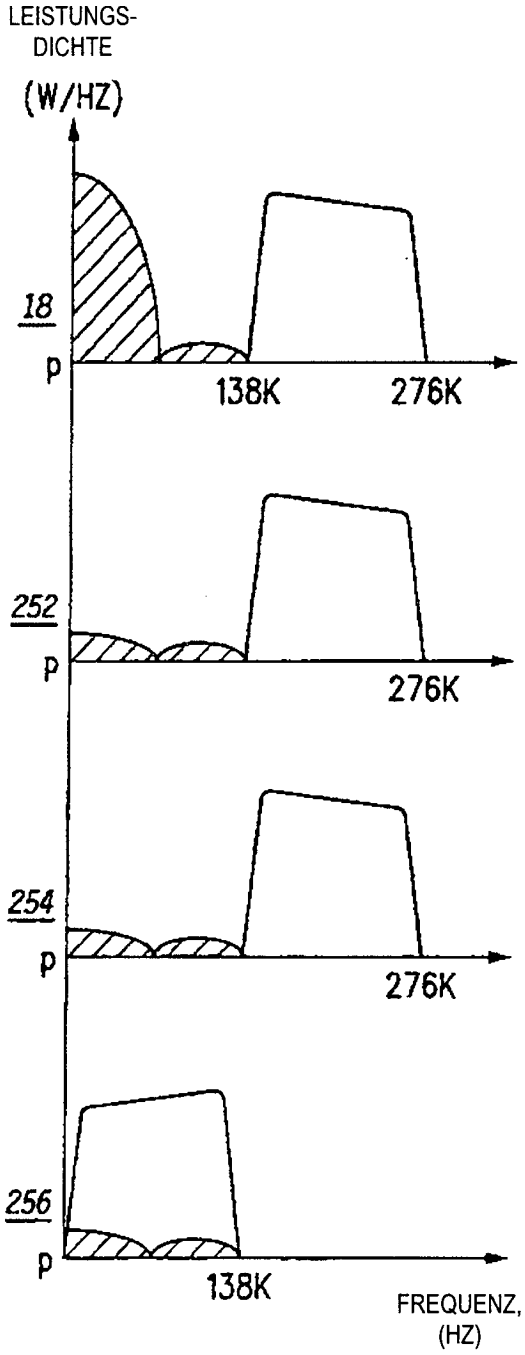

LEISTUNGS-
DICHTE
(W/HZ)
18
P
138K
276K
252
P
276K
254
P
276K
256
P
138K
FREQUENZ,
(HZ)

FIG.19