



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 051 367 A1** 2008.05.29

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 051 367.6**

(22) Anmeldetag: **26.10.2007**

(43) Offenlegungstag: **29.05.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H04L 27/18** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**11/554,985**      **31.10.2006**      **US**

(71) Anmelder:

**General Motors Corp., Detroit, Mich., US**

(74) Vertreter:

**Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336 München**

(72) Erfinder:

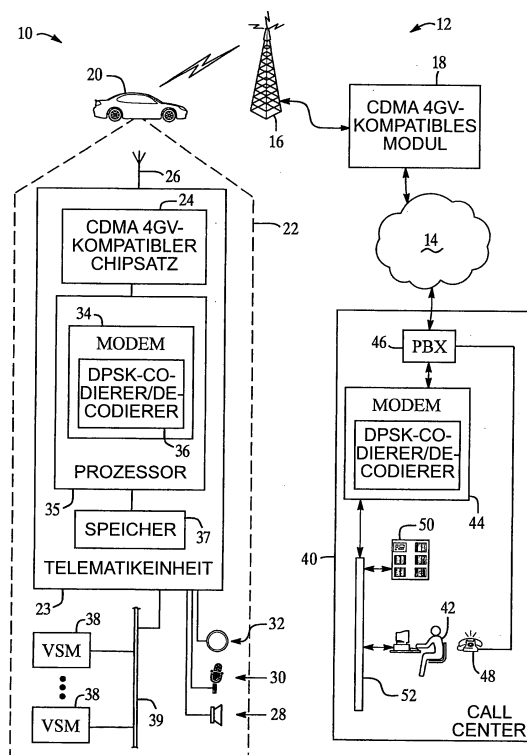
**Chesnutt, Elizabeth, Troy, Mich., US; Yin, Jijun, Los Angeles, Calif., US; Madhavan, Sethu K., Canton, Mich., US; Surti, Iqbal M., Troy, Mich., US**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren für eine Datenübertragung über einen Sprachkanal eines drahtlosen Kommunikationsnetzwerks**

(57) Zusammenfassung: Es werden ein System und ein Verfahren für eine Datenübertragung über ein zellulares Kommunikationsnetzwerk bereitgestellt, das die Übertragung von digitalen Daten über einen Sprachkanal unter Verwendung eines Vocoders ermöglicht, der in Abhängigkeit von Eigenschaften des eingegebenen Signals, das er empfängt, in verschiedenen Modi arbeitet. Um die digitalen Daten für eine Übertragung vorzubereiten, werden ein oder mehrere Trägersignale mit den digitalen Daten unter Verwendung eines einer Anzahl von Modulationsschemas codiert, die eine differentielle Phasenumtastung verwenden, um dem modulierten Trägersignal eine bestimmte Periodizität und Energieeigenschaften bereitzustellen, die ermöglichen, dass es durch den Vocoder mit einer vollen Rate übertragen wird. Die Modulationsschemas umfassen eine DPSK unter Verwendung von entweder einem einzelnen oder mehreren Frequenzträgern, eine kombinierte FSK-DPSK-Modulation, eine kombinierte ASK-DPSK sowie eine PSK mit einem Phasenverfolger in dem Demodulator. Diese Modulationsschemas ermöglichen eine Datenübertragung über einen Sprachverkehrschanal vom CDMA-, GSM- oder einem anderen Typ mit einer niedrigen Bitfehlerrate.



**Beschreibung****QUERVERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNGEN**

**[0001]** Diese Anmeldung ist eine Continuation-In-Part-Anmeldung der US-Anmeldung Nr. 11/163,579, die am 24. Oktober 2005 eingereicht wurde und deren Offenbarungsgehalt hierin durch Bezugnahme mit eingeschlossen ist.

**TECHNISCHES GEBIET**

**[0002]** Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein eine Datenübertragung über ein Telekommunikationsnetzwerk und insbesondere eine Datenübertragung über einen Telekommunikationssprachkanal, wie beispielsweise einen CDMA- oder GSM-Sprachverkehrskanal.

**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

**[0003]** Verdrahtete Telefonsysteme wurden ursprünglich entworfen, um Sprache zu übertragen, um Konversationen über lange Distanzen zu ermöglichen. Später wurden Fernsprechsyste zu einem primären Medium zum Übertragen von nicht nur Sprache, sondern auch Daten, die keine Sprache umfassen, wie beispielsweise bei einer Verwendung von Faxgeräten, die Bildinformationen über die Telefonleitungen übertragen, oder von Modems, die digitale Daten verschiedener Formen (Text, binär ausführbare Dateien, Bild- oder Videodateien) über dieselben Telefonleitungen austauschen.

**[0004]** Heutzutage werden sowohl für Sprach- als auch für Datenübertragungszwecke viel häufiger zellulare und andere drahtlose Kommunikationssysteme verwendet. Der größte Teil der heutzutage weltweit verwendeten zellularen Kommunikation verwenden entweder die GSM-(einschließlich UMTS). oder die CDMA-Kommunikationssysteme (IS-95 oder CDMA2000). Diese Systeme übertragen Sprachdaten über einen Sprachverkehrskanal unter Verwendung einer modulierten Trägerwelle. Beispielsweise verwendet 2G GSM eine GMSK-Modulation und verwendet IS-95 CDMA eine PSK-Modulation. Vor dem Modulieren der Sprachdaten für eine drahtlose Übertragung durchläuft die Spracheingabe einen Sprachkomprimierungsschaltkreis, wie beispielsweise einen Vocoder, um die Spracheingabe in eine kleinere Menge von Daten zu komprimieren. Dies reduziert die Menge von Sprachdaten, die über das drahtlose Netzwerk übertragen werden müssen, wodurch ermöglicht wird, dass eine kleinere Bitrate verwendet wird und eine größere Anzahl von Benutzern dasselbe Kommunikationssystem teilt.

**[0005]** Es wurden verschiedene Vocoder-Techniken vorgeschlagen und verwendet. Die gängigsten sind

verschiedene Formen von Linear Predictive Coding (LPC); beispielsweise verwendet 2G GSM einen RPE-LPC-Sprach-Codec, während IS-95 CDMA einen CELP-Codec mit variabler Rate verwendet. Diese vorhersagenden Komprimierungstechniken sind speziell für eine Sprachcodierung entworfen und sind somit entworfen, um Geräusche und andere Komponenten, die keine Sprache umfassen, herauszufiltern. Als ein Ergebnis kann die Übertragung digitaler Daten (wie beispielsweise von ASCII-Text, Bytecodes, Binärdateien) problematisch sein, da die Vocoder-Verarbeitung die digitalen Daten beschädigen kann, sodass sie am empfangenden Ende der Übertragung nicht wiederhergestellt werden können. Beispielsweise ist der kürzlich eingeführte Qualcomm™ 4G Vocoder eine CDMA2000-Einrichtung, die eine zeitabhängige, nicht lineare Transferfunktion aufweist, die, während sie für eine Sprachcodierung akzeptabel ist, eine erhebliche Verzerrung bewirken kann, wenn versucht wird, digitale Daten über den Vocoder zu übertragen.

**[0006]** Der 4G Vocoder verwendet den 3gpp2-Standard-basierten EVRC-B-Codec mit einer vollen Rate von 9,6 kbps. Der Codec unterstützt auch niedrigere Bitraten, die eine halbe Rate von 4,8 kbps und eine achte Rate von 1,2 kbps umfassen. Diese niedrigeren Raten werden verwendet, wenn der Vocoder ermittelt, dass die volle Rate nicht notwendig ist, um die Tonsignale, die er empfängt, angemessen zu übertragen. Beispielsweise wird ein Hintergrundgeräusch typischerweise mit der achte Rate übertragen. Der EVRC-B-Vocoder verwendet diese verschiedenen Raten, um eine Zielrate zu erreichen, die durch den drahtlosen Träger gesteuert werden kann, und folglich kann dieser Gesamtcodierungsprozess es erschweren, Daten, die keine Sprache umfassen, über den Vocoder zu senden.

**ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG**

**[0007]** Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren einer Datenübertragung unter Verwendung eines drahtlosen Kommunikationsnetzwerks bereit, das die Übertragung digitaler Daten über einen Sprachkanal des Kommunikationsnetzwerks ermöglicht. Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Verfahren die Schritte, dass

- (a) ein oder mehrere Trägersignale mit digitalen Daten unter Verwendung einer differentiellen Phasenumtastungs-Modulation des einen oder der mehreren Trägersignale moduliert werden, wodurch ein modulierte Trägersignal erzeugt wird;
- (b) das modulierte Trägersignal über einen Sprachkanal eines drahtlosen Telekommunikationsnetzwerks gesendet wird;
- (c) das über das drahtlose Telekommunikationsnetzwerk gesendete modulierte Trägersignal empfangen wird; und
- (d) das empfangene modulierte Trägersignal in

die digitalen Daten zurück demoduliert wird.

## KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0008]** Vorzugsweise wird eine differentielle binäre Phasenumtastungs-Codierung verwendet, obwohl eine Quadratur- und andere DPSK-Codierungen in Abhängigkeit von der sich ergebenden Bitfehlerrate für eine bestimmte Anwendung verwendet werden können.

**[0009]** Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Übertragen digitaler Daten über ein drahtloses Telekommunikationsnetzwerk unter Verwendung eines Sprach-Codierers bereitgestellt, der gemäß einer Klassifizierung von eingehenden Daten in Kategorien in verschiedenen Modi arbeitet. Diese Kategorien umfassen zumindest stimmhafte, stimmlose und transiente Sprache, wobei jedem der verschiedenen Modi ein Codierungsschema zum Codieren der eingehenden Daten zugehörig ist. Das Verfahren umfasst die Schritte, dass

- (a) ein modulierte Trägersignal mit Diskontinuitäten und Energieeigenschaften, die bewirken, dass der Sprach-Codierer das modulierte Trägersignal als transiente Sprache klassifiziert, in den Sprach-Codierer eingegeben wird;
- (b) ein codierter Ausgang erhalten wird, der durch den Sprach-Codierer unter Verwendung des eingegebenen modulierten Trägersignals erzeugt wird;
- (c) der codierte Ausgang über einen Sprachkanal des drahtlosen Telekommunikationsnetzwerks gesendet wird;
- (d) der über das drahtlose Telekommunikationsnetzwerk gesendete codierte Ausgang empfangen wird;
- (e) ein decodiertes modulierte Trägersignal durch Decodieren des empfangenen codierten Ausgangs unter Verwendung eines Sprach-Decodierers erzeugt wird; und
- (f) das decodierte modulierte Trägersignal demoduliert wird.

**[0010]** Gemäß noch einem anderen Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum drahtlosen Übertragen digitaler Daten unter Verwendung eines EVRC-B-Vocoders bereitgestellt. Das Verfahren umfasst die Schritte, dass

- (a) digitale Daten codiert werden, indem mindestens ein Trägersignal mit den digitalen Daten moduliert wird und hieraus ein modulierte Trägersignal mit Diskontinuitäten und Energieeigenschaften erzeugt wird, die bewirken, dass der Vocoder das modulierte Trägersignal als transiente Sprache klassifiziert;
- (b) das modulierte Trägersignal in einen EVRC-B-Vocoder eingegeben wird;
- (c) ein codierter Ausgang von dem Vocoder erhalten wird; und
- (d) der codierte Ausgang über eine Antenne gesendet wird.

**[0011]** Bevorzugte beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung werden hierin nachfolgend in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen beschrieben, in denen gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente bezeichnen, und wobei:

**[0012]** [Fig. 1](#) ein Blockdiagramm ist, das ein gemäß der Erfindung aufgebautes elektronisches Kommunikationssystem zeigt;

**[0013]** [Fig. 2](#) zwei Darstellungen bildet, die eine BPSK-Codierung eines CDMA-Daten-Frames mit einer Bitrate von 10 Bit/Frame zeigen;

**[0014]** [Fig. 3](#) eine Darstellung eines BPSK-Basisbands wie in [Fig. 2](#) ist, jedoch mit einer Bitrate von 12 Bit/Frame;

**[0015]** [Fig. 4](#) einen abgetasteten Vocoder-Ausgang unter Verwendung der BPSK-Wellenform von [Fig. 3](#) zeigt;

**[0016]** [Fig. 5](#) einen unter Verwendung eines Zufallsbitmusters mit 10 Bit/Frame durch eine BPSK modulierten 500 Hz-Träger zeigt;

**[0017]** [Fig. 6](#) ein abgetasteter Vocoder-Ausgang unter Verwendung der BPSK-Wellenform von [Fig. 5](#) ist;

**[0018]** [Fig. 7](#) ein Blockdiagramm eines BPSK-De-modulators ist;

**[0019]** [Fig. 8](#) eine Konstellationsdarstellung von beispielhaften BPSK-demodulierten Daten ist;

**[0020]** [Fig. 9](#) eine Übersicht über das durch EVRC-B-Vocoder verwendete Sprachklassifizierungs- und Ratenermittlungsschema zeigt;

**[0021]** [Fig. 10](#) einen unter Verwendung eines Zufallsbitmusters mit 10 Bit/Frame durch eine DBPSK modulierten 500 Hz-Träger zeigt;

**[0022]** [Fig. 11](#) eine Konstellationsdarstellung der abgetasteten DBPSK-demodulierten Daten von [Fig. 10](#) zeigt;

**[0023]** [Fig. 12](#) eine Konstellationsdarstellung von abgetasteten DQPSK-demodulierten Daten zeigt;

**[0024]** [Fig. 13](#) ein Blockdiagramm eines BPSK-De-modulators ist, der eine Costas-Schleife zur Phasenverfolgung verwendet;

**[0025]** [Fig. 14](#) ein Flussdiagramm eines Multi-DPSK-Modulationsschemas ist;

[0026] [Fig. 15](#) zwei DBPSK-modulierte Trägersignale mit verschiedenen Frequenzen und das sich ergebende zusammengesetzte modulierte Trägersignal zeigt, das durch Verwenden des Prozesses von [Fig. 14](#) erhalten wird;

[0027] [Fig. 16](#) ein Blockdiagramm einer kombinierten FSK-DBPSK-Modulationstechnik ist; und

[0028] [Fig. 17](#) ein Flussdiagramm einer kombinierten ASK-DBPSK-Modulationstechnik ist.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0029] Bezug nehmend auf [Fig. 1](#) ist ein elektronisches Kommunikationssystem **10** gezeigt, das gemäß der Erfindung aufgebaut ist. Das Kommunikationssystem **10** umfasst ein herkömmliches zellulares Kommunikationsnetzwerk mit einem Sprachverkehrskanal, der für eine Zweiwegeübertragung von Sprachdaten zwischen Mobiltelefonen verwendet wird. Das Kommunikationssystem **10** umfasst auch die Fähigkeit, den Sprachkanal des zellularen Systems zu verwenden, um digitale Daten auszutauschen, die eine andere Information als Sprache oder anderen Audioinhalt enthalten. Wie es später ausführlicher erläutert wird, wird diese Datenübertragung zumindest teilweise unter Verwendung einer differentiellen Phasenumtastungs-Modulation einer oder mehrerer Audiofrequenzträgerwellen unter Verwendung der digitalen Daten durchgeführt. Dieser Ansatz ermöglicht eine Datenübertragung über den gleichen Sprachkanal, der für eine Sprachübertragung verwendet wird, und ermöglicht mit einer geeigneten Auswahl von Trägerfrequenz und Bitrate, dass diese Datenübertragung mit einer Bitfehlerrate durchgeführt wird, die für die meisten Anwendungen akzeptabel ist.

[0030] Das Kommunikationssystem **10** umfasst allgemein ein zellulares Kommunikationsnetzwerk **12**, das mit einem Bodentelephonienetzwerk **14** verbunden ist, die zusammen verwendet werden, um eine Sprach- und Datenkommunikation zwischen einem Personenkraftwagen **20** und einem Call Center **40** bereitzustellen. Das Fahrzeug **20** weist ein fahrzeugeigenes Elektroniksystem auf, von dem ein Teil bei **22** gezeigt ist. Das Elektroniksystem **22** weist eine Telematikeinheit **23**, die die Komponenten umfasst, die normalerweise in einer zellularen Kommunikationseinrichtung zu finden sind, wie beispielsweise einen CDMA-kompatiblen Chipsatz **24**, und eine Antenne **26** auf, die die Verwendung des zellularen Netzwerks **12** ermöglicht, um einem Fahrzeuginsassen zu ermöglichen, unter Verwendung eines Lautsprechers **28** und eines Mikrofons **30** Konversationen zu führen. Diese Komponenten der Telematikeinheit **23** können auf herkömmliche Weise realisiert werden, wie es für Fachleute ersichtlich sein wird. Abge-

sehen von einer Eingabe des Mikrofons **30** umfasst das fahrzeugeigene System **22** auch mindestens einen Druckknopf **32**, der verwendet werden kann, um eine Sprachübertragung zu einem menschlichen Berater **42** zu initiieren, der sich an dem Call Center **40** befindet.

[0031] Gemäß **4G** CDMA-Systemen werden Sprachdaten von sowohl dem Fahrzeuginsassen (nicht gezeigt), als auch dem menschlichen Berater **42** unter Verwendung eines Vocoder codiert, um die Sprache vor einer drahtlosen Übertragung über den Sprachverkehrskanal über den Mobilfunkturn **16** zu komprimieren. Sobald die codierte Sprache über das drahtlose Netzwerk empfangen wird, wird sie dann durch den Vocoder für den Hörer decodiert. Der Vocoder ist in dem Chipsatz **24** sowie in einem CDMA-kompatiblen Modul **18** umfasst, das sich in dem Basisgerät an dem Mobilfunkturn **16** befindet. Obwohl verschiedene Komprimierungs-Codecs verwendet werden können, ist der 4G-Vocoder bei der gezeigten Ausführungsform als ein zeitabhängiges nicht lineares Filter realisiert. Es sind solche verschiedenen Codecs weithin bekannt, die Linear Predictive-Techniken verwenden; beispielsweise ein RPE-LPC-Codec oder ein CELP-Codec mit fester oder variabler Rate. Jeder geeignete Codec (egal ob Linear Predictive oder nicht) kann in dem System **10** von [Fig. 1](#) verwendet werden.

[0032] Zusätzlich zu der typischen Sprachdatenübertragung über den Sprachverkehrskanal ermöglicht das Kommunikationssystem **10** eine Datenübertragung über denselben Sprachverkehrskanal und über den Vocoder **18**, **24**. Dies wird erreicht, indem an jeder Vocoder-Seite ein Modem verwendet wird; d.h., es wird ein erstes Modem **34**, das in dem fahrzeugeigenen Fahrzeugkommunikationssystem **22** umfasst ist, und ein zweites Modem **44** verwendet, das sich an dem Call Center **40** befindet. Diese Modems können denselben Aufbau und denselben Betrieb aufweisen, so dass nur das Modem **34** beschrieben wird, und es sei angemerkt, dass die Beschreibung des Modems **34** gleichermaßen auf das Modem **44** zutrifft. Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, kann die Telematikeinheit **23** den CDMA 4GV-Chipsatz **24** zwischen dem Modem **34** und den Telefonieeinrichtungen **28-32** umschalten oder multiplexen, so dass das zellulare Kommunikationsnetzwerk **12** für entweder für eine Sprach- oder eine Datenübertragung oder beides, sogar während desselben Anrufs, verwendet werden kann.

[0033] Ungeachtet dessen, ob der zellulare Anruf an dem Fahrzeug **20** oder dem Call Center **40** initiiert wird, kann das sendende Modem einen vordefinierten Ton (z.B. 2225 Hz) oder eine Reihe von Tönen verwenden, um das empfangende Modem auf die angeforderte Datenübertragung hinzuweisen, und die verschiedenen Attribute der Datenverbindung kön-

nen dann durch die zwei Modems ausgehandelt werden. Um eine Datenübertragung über den Sprachkanal zu ermöglichen, wendet das Modem eine differentielle Phasenumtastungs-Codierung (DPSK-Codierung) an, um die digitalen Daten, die übertragen werden, in DPSK-Daten umzuwandeln, die erfolgreich über den Vocoder **18**, **24** und über den Sprachverkehrschanal des zellularen Netzwerks **12** gesendet werden können. Bei den verschiedenen gezeigten Ausführungsformen wird eine oder werden mehrere bestimmte Formen einer DPSK-Codierung verwendet; beispielsweise eine differentielle binäre Phasenumtastungs-Modulation (DBPSK-Modulation). Wie es nachstehend weiter erläutert wird, wird ein Codieren der digitalen Daten durch das Modem **34** unter Verwendung eines oder mehrerer Trägersignale realisiert, die unter Verwendung eines DPSK-Codierers/Decodierers **36** mit den Daten moduliert werden.

**[0034]** Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, können das Modem **34** und sein Codierer/Decodierer **36** unter Verwendung von Software realisiert sein, die an dem Telematikmikroprozessor **35** läuft. Diese Software kann in dem Telematikspeicher **37** gespeichert sein. Andere alternative Realisierungen werden für Fachleute ersichtlich werden; beispielsweise könnte das Modem **34** in dem 4GV-Chipsatz **24** umfasst sein, oder das Modem kann unter Verwendung eines dedizierten IC oder einer anderen Hardwarekomponente realisiert sein, oder die Modemsoftware könnte an dem Prozessor **35** selbst oder an einem anderen nicht gezeigten Speicher gespeichert sein.

**[0035]** An dem Fahrzeug **20** können die DPSK-codierten und über das Modem **34** gesendeten digitalen Daten durch die Telematikeinheit **23** von einem oder mehreren Fahrzeugsystemmodulen (VSMs) **38** über ein Fahrzeugnetzwerk **39** erhalten werden. Diese Module **38** können jedes Fahrzeugsystem sein, für das eine Informationsübertragung zu oder von dem Call Center **40** oder einer anderen entfernten Einrichtung oder einem Computersystem gewünscht ist. Beispielsweise kann ein VSM **38** ein Diagnosesystem sein, das Diagnosefehlercodes oder andere Diagnoseinformationen an das Call Center **40** liefert. Als ein weiteres Beispiel kann das VSM **38** ein GPS-fähiges Navigationssystem sein, das Koordinaten oder andere solche Informationen, die den Ort des Fahrzeugs betreffen, in das Call Center hochlädt. Daten können auch von dem Call Center (oder einer anderen entfernten Einrichtung oder einem anderen Computersystem) an das Fahrzeug gesendet werden. Beispielsweise können, wenn das VSM **38** ein Navigationssystem ist, neue Karten oder andere Richtungsinformationen oder Informationen über Punkte von Interesse auf das Fahrzeug heruntergeladen werden. Als ein weiteres Beispiel kann ein VSM **38** ein Infotainment-System sein, auf das neue Musik oder Videos heruntergeladen und für eine spätere Wiedergabe gespeichert werden können. Ferner um-

fasst der Begriff "digitale Daten", wie er hierin verwendet wird, nicht nur Informationen, sondern auch ausführbaren Code, so dass neue Programme über den Sprachverkehrschanal von einem Server oder einem anderen Computer auf das Fahrzeug heruntergeladen werden können. Fachleute werden andere solche VSMs **38** und andere Typen von digitalen Daten kennen, für die eine Kommunikation zu und/oder von dem Fahrzeug **20** gewünscht ist.

**[0036]** Das Fahrzeugnetzwerk **39** kann als jedes geeignete Netzwerk realisiert sein, wie beispielsweise ein Controller Area Network (CAN), ein Media Oriented System Transfer (MOST), ein Local Interconnection Network (LIN), ein Ethernet, ein Local Area Network (LAN), und kann geeignete Verbindungen und Protokolle verwenden, wie beispielsweise jene, die sich nach ISO-, SAE- und IEEE-Standards und -Spezifikationen richten. Es kann auch ein separates Infotainment-Netzwerk (nicht gezeigt) für einen Zugriff durch die Telematikeinheit **23** auf ein Fahrzeugradiosystem umfasst sein, in welchem Fall der Lautsprecher **28** nicht vorhanden sein müsste und stattdessen der/die Fahrzeugradiosystemlautsprecher für eine Audioausgabe während Konversationen über das Kommunikationssystem **12** verwendet werden könnte(n).

**[0037]** Ein Bodennetzwerk **14** kann ein herkömmliches bodenbasiertes Telekommunikationsnetzwerk sein, das mit einem oder mehreren Festnetztelefonen verbunden ist und das drahtlose Trägernetzwerk **12** mit dem Call Center **40** verbindet. Beispielsweise kann das Bodennetzwerk **14** ein Fernsprechnet (PSTN) und/oder ein Internetprotokoll-Netzwerk (IP-Netzwerk) umfassen, wie es von Fachleuten verstanden wird. Natürlich könnten ein oder mehrere Segmente des Bodennetzwerks **14** durch die Verwendung eines verdrahteten Standardnetzwerks, eines Faser- oder eines anderen optischen Netzwerks, eines Kabelnetzwerks, von Stromleitungen, anderen drahtlosen Netzwerken, wie beispielsweise Wireless Local Area Networks (WLANs) oder Netzwerken, die einen drahtlosen Breitbandanschluss (BWA) bereitstellen, oder jede Kombination hiervon realisiert sein. Ferner muss das Call Center **40** nicht über das Bodennetzwerk **14** verbunden sein, sondern könnte ein drahtloses Telefoniegerät umfassen, so dass es direkt mit dem drahtlosen Netzwerk **12** kommunizieren kann.

**[0038]** Das Call Center **40** umfasst nicht nur den menschlichen Berater **42** und das Modem **44**, sondern auch verschiedene andere Komponenten. Es umfasst einen PBX-Schalter **46**, um eingehende Anrufe entweder zu einem oder mehreren Telefonen **48** für eine Sprachkommunikation oder zu dem Modem **44** für eine Datenübertragung weiterzuleiten. Das Modem **44** kann selbst mit verschiedenen Einrichtungen, wie beispielsweise einem Server **50**, der Infor-

mationsdienste und einen Datenspeicher bereitstellt, sowie einem Computer verbunden sein, der durch den menschlichen Berater **42** verwendet wird. Diese Einrichtungen können entweder über ein Netzwerk **52** mit dem Modem **44** verbunden sein, oder können alternativ mit einem spezifischen Computer verbunden sein, an dem sich das Modem **44** befindet. Die verschiedenen Komponenten von **Fig. 1** umfassen einige, die herkömmlich sind, und andere, die auf der Grundlage der hierin enthaltenen Beschreibung und des Wissens von Fachleuten realisiert sein können. Beispielsweise sind, obwohl die Modems **34**, **44** und ihr DPSK-Codierer/Decodierer keine herkömmlichen Komponenten sind, Techniken zum Realisieren einer DSPK-Codierung und -Decodierung bekannt und können diese durch Fachleute unter Verwendung von Komponenten wie beispielsweise DSPs und ASICs realisiert werden. Ähnlich sind die anderen Merkmale, die benötigt werden, um die Modems **34**, **44** zu realisieren, Fachleuten weithin bekannt.

**[0039]** Nun auf **Fig. 2-Fig. 8** Bezug nehmend, werden verschiedene Phasenumtastungs-Ansätze (PSK-Ansätze) und -Ergebnisse beschrieben. Da der Vocoder, der für eine zellulare Kommunikation verwendet wird, Frequenzen herausfiltert, die über denen liegen, die für eine Sprachübertragung benötigt werden, ist eine erfolgreiche Datenübertragung über den zellularen Sprachverkehrschanal auf ein Verwenden von Frequenzen von einigen Kilohertz oder niedriger als einige Kilohertz beschränkt. Somit sollte, wenn Datenmodulationstechniken verwendet werden sollen, die Trägerfrequenz auf jene Frequenzen beschränkt sein, die innerhalb dieser oberen Frequenz liegen. **Fig. 2** umfasst zwei Darstellungen eines Zufallsbitmusters, das für eine binäre Phasenumtastungs-Modulation (BPSK-Modulation) verwendet wird, wobei die erste Darstellung (a) die Basisband-BPSK ist, die das Zufallsbitmuster 0011101011 darstellt, und die zweite Darstellung (b) eine unter Verwendung der BPSK mit dem Bitmuster modulierte 500 Hz-Trägerfrequenz ist. Bei einer Abtastrate von 160 Abtastwerten mit einer Abtastfrequenz von 8 kHz stellen diese zehn Bit einen typischen 20 ms-Daten-Frame dar, wie er beispielsweise bei CDMA verwendet wird. Zum Vergleich ist **Fig. 3** eine ähnliche BPSK-Basisbandwellenform, jedoch mit einer Bitrate von 12 Bit/Frame, wobei die Wellenform zweieinhalb Daten-Frames zeigt. Diese Wellenform von **Fig. 3** ist in **Fig. 4** gezeigt, nachdem sie durch den Vocoder gesendet wurde, ohne zuerst zum Modulieren eines Audiofrequenzträgers verwendet zu werden. Die durch den Vocoder durchgeführte Filterung bewirkt, dass die digitalen Daten von dem Ausgang des Vocoders (**Fig. 4**) nicht wieder hergestellt werden können. Wenn eine BPSK-Modulation einer 500 Hz-Trägerfrequenz verwendet wird (**Fig. 5**), behält der resultierende Ausgang des Vocoders (**Fig. 6**) zumindest einen gewissen Teil der ursprünglichen Daten bei.

**[0040]** Auf **Fig. 5** ausführlicher Bezug nehmend, weist die modulierte 500 Hz-Wellenform von **Fig. 5** eine Bitrate von 10 Bit/Frame auf, wobei das folgende Zufallsbitmuster verwendet wird:  
0100001100001001101111001.

**[0041]** Der sich ergebende Vocoder-Ausgang von **Fig. 6** kann dann decodiert werden, indem die Phaseninformation extrahiert wird, um die Wellenform zurück in die ursprünglichen digitalen Daten aufzulösen. Dies kann auf eine bekannte Weise wie die, die in **Fig. 7** gezeigt ist, durchgeführt werden, bei der die Vocoder-Wellenform mit einer Sinuswellenform multipliziert wird und das Ergebnis summiert wird, um I-Achsendatenpunkte zu erhalten, und auch separat mit einer Kosinuswellenform multipliziert wird, um eine Q-Achseninformation zu erhalten. Techniken einer digitalen Verarbeitung zum Zerlegen der Vocoder-Wellenform gemäß **Fig. 7** und Erzeugen des resultierenden Bitmusters hieraus sind Fachleuten weithin bekannt. Eine beispielhafte Konstellationsdarstellung von beispielhaften Bitmustern, die den Vocoder unter Verwendung einer BPSK durchlaufen haben, ist in **Fig. 8** gezeigt. Wie dieses Konstellationsdiagramm zeigt, erhält die Verwendung einer BPSK durch den Vocoder die ursprünglichen digitalen Daten nicht gut aufrecht und weist als ein Ergebnis eine Bitfehlerrate (BER) auf, die für die meisten Anwendungen inakzeptabel hoch ist. Der Informationsverlust bei der Verwendung der BPSK scheint das Ergebnis der nicht linearen, zeitabhängigen Attribute des Vocoders zu sein, die Phasendriffs in das Signal einführen können, das durch den Vocoder geführt wird.

**[0042]** Abgesehen von dem Informationsverlust als ein Ergebnis dieser ersichtlichen Phasendrift kann eine erfolgreiche Übertragung der digitalen Daten durch den Vocoder auch stark von der Codierungs- und Übertragungsrate abhängen, die durch den Vocoder verwendet wird. Für 4G-Vocoder, wie beispielsweise Qualcomm's®, die einen EVRC-B-Codec verwenden, der der 3GPP2 C.S0014-B Ver. 1.0-Spezifikation folgt (verfügbar unter [www.3gpp2.org](http://www.3gpp2.org)), werden verschiedene Raten für verschiedene Typen von Sprache, Tönen und Hintergrundgeräusch verwendet. Allgemein codiert und überträgt der Vocoder eingehende Daten mit einer Rate, die durch Klassifizieren des eingegebenen Signals in Kategorien ermittelt wird, die verschiedene Typen oder Teile von Sprache darstellen. Diese Kategorien umfassen stimmhaft, stimmlos und transient sowie Stille und aufwärts- und abwärts-transient. Zuerst in Abhängigkeit von dieser Klassifizierung, jedoch auch von zusätzlichen Tests, wählt der Vocoder einen bestimmten Betriebsmodus, in dem er ein bestimmtes Codierungsschema und eine bestimmte Rate verwendet, um die empfangenen Daten zu codieren und zu übertragen. Allgemein wird dieser Prozess auf einer Frame-für-Frame-Grundlage ausgeführt, wobei jeder Frame 20 ms

von mit 8 kHz abgetasteten Daten entspricht. Der Prozess ist entworfen, um für Sprachkommunikationen eine genaue Wiedergabe der Sprache bereitzustellen, während andere Kommunikationsanforderungen (wie beispielsweise Rückruftöne) ermöglicht werden, und versucht wird, die Bandbreitenverwendung zu minimieren. Dieser Prozess kann Datenübertragungen über den Sprachkanal jedoch stark blockieren, da er zu einer Übertragung mit einer geringeren als der vollen Rate führen kann. Ohne eine Übertragung mit voller Rate kann es schwierig oder sogar unmöglich sein, die digitalen Daten über den EVRC-B-Vocoder mit einer Bitfehlerrate zu übertragen, die für die meisten Anwendungen akzeptabel ist.

**[0043]** Für Vocoder der früheren Generation, die EVRC-A verwenden, muss ein eingehendes Signal lediglich wie ein Sprachsignal aussehen, um eine volle Rate zu erhalten. Somit könnten Modulationstechniken, wie beispielsweise eine kontinuierliche FSK, verwendet werden, um eine volle Rate zu erhalten. Für die 4G-Vocoder ist es jedoch schwieriger, eine volle Rate zu erreichen. [Fig. 9](#) zeigt eine Analyse des EVRC-B-Sprachklassifizierungsschemas, das in der 3GPP2 C.S0014-B Ver. 1.0-Spezifikation enthalten ist, wobei die verschiedenen Tests gezeigt sind, die verwendet werden, um die eingehenden Daten zu klassifizieren, und wobei gezeigt ist, welche jener Tests zu einer Übertragung mit voller Rate führen. EVRC-B verwendet drei Hauptanker-Arbeitspunkte (AOPs): AOP0, AOP1 und AOP2. Diese Arbeitspunkte werden beim Ermitteln der Ratenauswahl verwendet, und die Ankerarbeitspunkte werden selbst auf der Grundlage einer durchschnittlichen Zielrate ermittelt, die durch den drahtlosen Träger eingestellt werden kann. Somit kann ein Dienstanbieter, der digitale Daten über den Vocoder senden möchte, typischerweise nicht die Ankerarbeitspunktermittlung steuern. Stattdessen kann ein Erhalten der gewünschten vollen Rate erreicht werden, indem das codierte Trägersignal gemäß einem oder mehreren der Pfade von [Fig. 9](#) moduliert oder auf andere Weise konditioniert wird, die zu der Ermittlung einer vollen Rate führen.

**[0044]** Allgemein klassifiziert der Prozess von [Fig. 9](#) die eingehenden Daten in eine einer Anzahl von Kategorien von Sprache, wie beispielsweise transient oder stimmhaft, und ermittelt auf der Grundlage dieser Kategorisierung, ob sie mit einer vollen Rate übertragen werden sollen. Als ein Teil der EVRC-B-Vocoder-Verarbeitung wird eine Levinson-Durbin-Rekursion angewandt, und ungeachtet der Klassifizierung der Sprache als transient oder anderweitig wird ein Fehlerparameter dieser Rekursion überwacht, um zu ermitteln, ob die volle Rate zugeordnet werden sollte. Insbesondere wird ein Stoporder30-Iterationsindex berechnet, und wenn dieser Wert kleiner oder gleich Vier ist, wird eine Übertragung mit voller Rate verwendet. Dies ermög-

licht, dass Rückruftöne mit einer vollen Rate übertragen werden. Wie es in [Fig. 9](#) gezeigt ist, wird, wenn die eingehenden Daten als transiente Sprache klassifiziert werden, die volle Rate zugeordnet. Dies gilt ungeachtet dessen, ob der Vocoder in einem AOP0-Modus arbeitet (in welchem Fall die transiente Sprache als eine Sprache klassifiziert wird, der eine volle Rate zugeteilt wird), oder stattdessen in einem AOP1- oder einem AOP2-Modus arbeitet.

**[0045]** Es wurde herausgefunden, dass, um eine Kategorisierung der eingehenden Daten als transiente Sprache zu erhalten, das Signal durch Konditionieren des eingehenden Datensignals derart, dass es Diskontinuitäten und geeignete Energieeigenschaften aufweist, durch den Vocoder als transiente Sprache interpretiert wird und ihm auf diese Weise eine volle Rate zugeordnet wird. Somit kann angesichts der Eigenschaften des Codierungsschemas, das oben in Verbindung mit [Fig. 2-Fig. 8](#) erläutert wurde, und der Notwendigkeit, eine volle Rate zu erhalten, eine erfolgreiche Übertragung von Daten über den EVRC-B-Vocoder erreicht werden, indem ein Modulationsschema ausgewählt wird, das die digitalen Daten in ein oder mehrere Trägersignale auf eine Weise codiert, die (1) das verwendete bestimmte Linear Predictive-Codierungsschema (z.B. CELP) besteht und (2) dem Trägersignal/den Trägersignalen Diskontinuitäten und Energieeigenschaften auferlegt, so dass der Vocoder das eingegebene Signal als transiente Sprache klassifiziert. Diese Diskontinuitäten und Energieeigenschaften werden nachstehend in Verbindung mit bestimmten Modulationsschemas ausführlicher erläutert, von denen nun eine Anzahl erklärt wird.

**[0046]** Bezug nehmend auf [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) wird nun eine erste von verschiedenen Modulationstechniken beschrieben, die eine differentielle Phasenumtastung (DPSK) verwendet. Die Verwendung einer DPSK vermeidet die durch den Vocoder eingeführten Phasenprobleme. Die DPSK moduliert den Träger gemäß der Differenz zwischen aufeinanderfolgenden Informationsbits in dem Bitmuster, und hierbei werden die Probleme beseitigt, die durch zufällige Phasendrifts verursacht werden. Vorzugsweise wird eine differentielle binäre Phasenumtastung (DBPSK) verwendet, von der ein Beispiel in [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) gezeigt ist. In [Fig. 10](#) wird wieder dasselbe Bitmuster wie in [Fig. 5](#) verwendet, dieses Mal wird es jedoch verwendet, um den 500 Hz-Träger unter Verwendung einer DBPSK zu modulieren.

**[0047]** [Fig. 11](#) zeigt das Konstellationsdiagramm für den zerlegten Vocoder-Ausgang, nachdem er einer DBPSK-Decodierung unterzogen wurde. Wie diese Darstellung zeigt, sind die Demodulationsergebnisse entlang der I-Achse stark differenziert, wobei die Nullen und Einsen des Bitmusters um zwei Knoten an jeder Seite der Q-Achsenlinie zentralisiert sind, die sich

durch den Ursprung erstreckt. Somit können die ursprünglichen digitalen Daten mit einer relativ niedrigen Bitfehlerrate wiederhergestellt werden. Es wurden abgetastete Daten unter Verwendung einer DBPSK, wie in [Fig. 10](#) gezeigt, und unter Verwendung eines Qualcomm® 4G-Vocoders getestet, der in verschiedenen Betriebsmodi läuft. Die Bitfehlerrate der abgetasteten Daten unter Verwendung einer Trägerfrequenz von 500 Hz und 500 Bit/s (10 Bit/Frame) betrug etwa 1,5 %. Es können andere Kombinationen von Frequenzen und Bitraten (Bit/Frame) verwendet werden, solange die resultierende Bitfehlerrate für die bestimmte umfasste Anwendung akzeptabel ist. Beispielsweise wurden unter Verwendung einer DBPSK mit 500 Bit/s gute Ergebnisse bei Trägerfrequenzen von 500 Hz, 800 Hz, 850 Hz, 900 Hz, 950 Hz, 1000 Hz, 1300 Hz, 1350 Hz und 1850 Hz erhalten, und diese Trägerfrequenzen können ohne eine wesentliche Verschlechterung der Bitfehlerrate um etwa 50 Hz nach oben und unten verändert werden. Dies liefert bevorzugte Frequenzbereiche von 450-550 Hz, 750-1050 Hz, 1250-1400 Hz und 1800-1900 Hz. Für eine Zweiwegekommunikation über den Sprachkanal werden vorzugsweise in jeder Richtung verschiedene Frequenzen mit einem ausreichenden Frequenzabstand zwischen ihnen verwendet; beispielsweise 500 Hz und 950 Hz.

**[0048]** Wie es in [Fig. 10](#) gezeigt ist, führt die Verwendung einer DPSK zu Phasenverschiebungen, die Diskontinuitäten in dem modulierten Trägersignal liefern, die eines der Merkmale sind, die oben als beim Kategorisieren des Signals durch den Vocoder als transiente Sprache hilfreich identifiziert wurden. Der Vorteil von Diskontinuitäten in dem in den Vocoder eingegebenen modulierten Trägersignal ist der, dass dem Signal eine niedrige Periodizität verliehen wird, was einer der Faktoren ist, die durch EVRC-B-Vocoder beim Kategorisieren des eingehenden Signals verwendet werden. Die Periodizität des Eingangssignals wird ermittelt, indem der Vocoder eine berechnete normierte Autokorrelationsfunktion (NACF) des zweiten Subframes verwendet, die hierin als  $NACF_{sf2}$  bezeichnet wird und unter Verwendung der Gleichung berechnet werden kann, die hierfür in der 3GPP2 C.S0014-B Ver. 1.0-Spezifikation gegeben ist. Wenn  $NACF_{sf2}$  unterhalb eines einer stimmlosen Sprache zugehörigen Schwellenwerts liegt, wird die Periodizität des Signals als niedrig betrachtet, und dies ist ein Indikator, der durch den Vocoder verwendet wird und zeigt, dass das Signal als transiente Sprache klassifiziert werden sollte. Der Stimmlos-Schwellenwert, bezeichnet als UNVOICEDTH, wird durch den Vocoder auf der Grundlage eines Rauschabstands ermittelt. Diese Phasenverschiebungsdiskontinuitäten, die aus der DPSK-Modulation resultieren, erreichen diesen niedrigen Wert für  $NACF_{sf2}$ .

**[0049]** Ein anderes Merkmal des eingehenden Sig-

nals, das durch den Vocoder beim Ermitteln der Sprachklassifizierung (stimmhaft, stimmlos, transient, etc.) analysiert wird, sind die Energieeigenschaften. Zwei dieser sind bER (Bandenergieverhältnis) und vER2, was ein berechneter Wert ist, der auf dem Verhältnis zwischen der momentanen Frame-Energie und einer durchschnittlichen Sprachenergie dreier Frames basiert. bER ist ein Maß des Verhältnisses zwischen der Energie, die in einem unteren Frequenzband von 0-2 kHz enthalten ist, und der Energie, die in einem höheren Frequenzband von 2-4 kHz enthalten ist. Es wird unter Verwendung der Gleichung

$$bER = \log_2 \frac{EL}{EH}$$

berechnet, wobei EL der Betrag an in dem 0-2 kHz-Frequenzband enthaltener Energie ist und EH der Betrag an in dem 2-4 kHz-Frequenzband enthaltener Energie ist. Um die Anforderungen für eine transiente Sprache zu erfüllen, muss der größte Teil der Energie in dem unteren Frequenzband angeordnet sein, so dass  $bER > 0$ . Gleichungen und Techniken zum Ermitteln von EL und EH für jeden Frame des eingegebenen Signals sind Fachleuten bekannt.

**[0050]** Für vER2 erfordert eine transiente Sprache, dass der berechnete Wert einen festen Schwellenwert von -15 übersteigen muss, wobei vER2 gemäß der Gleichung

$$vER2 = \text{MIN}(20, 10 * \log_{10} \frac{E}{vEav})$$

ermittelt wird, wobei E die Energie des momentanen Frames ist und vEav die Durchschnittsenergie über drei vorherigen stimmhaften Frames ist. Obwohl es ein Ziel der hierin offenbarten Modulationstechniken ist, zu vermeiden, dass irgendein Frame durch den Vocoder als stimmhaft kategorisiert wird, umfasst eine typische Telefonverbindung über das zellulare Kommunikationssystem 12 nicht nur eine Datenübertragung, sondern auch eine tatsächliche Sprache (z.B. zwischen dem Fahrzeuginsassen und dem Call Center-Personal 42), so dass es typischerweise stimmhafte Frames gibt, in denen die vEav ermittelt werden kann, und wenn dies nicht der Fall ist, verwendet der Vocoder einen Standardwert von 0,1 für vEav, wenn es als stimmlose oder inaktive Sprache klassifizierte Frames gibt.

**[0051]** Wenn alle drei der vorangehenden Tests von dem in den Vocoder eingegebenen Signal bestanden werden (d.h.,  $NACF_{sf2} < \text{UNVOICEDTH}$ ,  $bER > 0$  und  $vER2 > -15$ ), wird das Signal durch den Vocoder als transient klassifiziert und wird ihm eine volle Rate zugeteilt. Durch Experimente wurde herausgefunden, dass die DPSK-Modulationstechnik das Trägersignal für bestimmte Bitraten und Trägerfrequenzen derart konditioniert, dass es die Diskontinuitäten und Ener-

geeigenschaften aufweist, die bewirken, dass der Vocoder ihm eine volle Rate zuordnet. Es wurde herausgefunden, dass die oben für eine DBPSK genannten Bitraten und Trägerfrequenzen bei dem Qualcomm® 4G-Vocoder gültig sind. Verschiedene Vocoder-Entwürfe (die oftmals verschiedene Sprachkomprimierungs-Codecs verwenden), können jedoch die Verwendung einer anderen Trägerfrequenz oder einer anderen Kombination von Trägerfrequenz und Bitrate erfordern, um eine akzeptable Bitfehlerrate zu erreichen. Zu jedem bestimmten Vocoder-Entwurf können die geeignete Frequenz und Bitrate durch Testen des Vocoders unter Verwendung von Beispielwellenformen ermittelt werden. Im Allgemeinen wird vorzugsweise jede Trägerfrequenz von 4.000 Hz oder kleiner (bis zu etwa 1 Hz) verwendet, und stärker bevorzugt liegt die Trägerfrequenz innerhalb des Bereichs von 400 Hz bis 2.500 Hz. Abgesehen von der Trägerfrequenz kann die Bitrate nicht nur ausgewählt werden, um eine niedrige Bitfehlerrate zu erreichen, sondern auch danach, wie es für eine bestimmte Anwendung notwendig oder erwünscht ist. Vorzugsweise weisen die digitalen Daten eine Bitrate von 250 bis 3.000 Bit/s auf. Beim Auswählen einer bestimmten Trägerfrequenz und Bitrate sollte der modulierte Träger in jedem der möglichen Betriebsmodi des Vocoders geprüft werden, um sicherzustellen, dass die Bitfehlerrate für die beabsichtigte Anwendung akzeptabel ist.

**[0052]** Neben einer DBPSK können andere Formen von differentieller Phasenumtastungs-Modulation verwendet werden, solange sie für den bestimmten verwendeten Vocoder zu einer geeigneten Bitfehlerrate führen. Beispielsweise zeigt [Fig. 12](#) eine Konstellationsdarstellung für eine differentielle Quadraturphasenumtastung (DQPSK) unter Verwendung von 5 Bit/Frame und einem 500 Hz-Träger. Wie es aus dieser Darstellung zu sehen ist, liegt eine höhere Bitfehlerrate vor. Bei einem Testen des oben erwähnten Qualcomm® 4G-Vocoders bei denselben 500 Hz zeigte ein Eingang von 10 Bit/Frame, der für den DBPSK-Test verwendet wurde, bei allen drei Betriebsmodi des Vocoders eine Bitfehlerrate von etwa 6 %. Obwohl dieser Quadraturansatz eine höhere Bitfehlerrate als eine DBPSK zeigte, kann er trotzdem bei Anwendungen verwendet werden, bei denen die höhere Bitfehlerrate toleriert werden kann. Bei 1000 Bit/s kann die DQPSK bei Frequenzen von 900 Hz, 950 Hz und 1350 Hz durchgeführt werden, wobei die Frequenz wieder um 50 Hz nach oben oder unten verändert werden kann, um bevorzugte Frequenzbereiche von 850-1000 Hz und 1300-1400 Hz zu liefern.

**[0053]** Wieder Bezug nehmend auf die BPSK-Beispiele von [Fig. 2\(b\)](#) und [Fig. 5](#) und durch Vergleichen dieser modulierten Signale mit dem DBPSK-Beispiel von [Fig. 10](#) ist zu sehen, dass die modulierten BPSK-Träger Diskontinuitäten und Energieeigenschaften umfassen, die denen der DBPSK-Modulati-

on von [Fig. 10](#) ähnlich sind. Somit ist das Problem einer erfolgreichen Übertragung des BPSK-modulierten Trägers nicht, dass er keinen Status einer transienten Sprache erreichen kann und keine volle Rate erhalten kann, sondern dass es, wie oben erläutert, einen Informationsverlust gibt, von dem angenommen wird, dass er aufgrund von Phasendriffs des Signals gibt. Somit kann, wenn es erwünscht ist, eine PSK (binär oder andere) und keine DPSK zu verwenden, ein Phasenverfolger oder eine PLL, wie beispielsweise die in [Fig. 13](#) gezeigte Costas-Schleife, beim Demodulieren des empfangenen Trägersignals verwendet werden, so dass die Phasendrift keine Wiederherstellung der codierten Daten verhindert. Diese Costas-Schleife kann als ein Teil des in den Modems [34](#), [44](#) von [Fig. 1](#) verwendeten DPSK-Codierers/Decodierers [36](#) verwendet werden, und kann in Software realisiert werden. Die Programmierung und Verwendung der Costas-Schleife ist Fachleuten bekannt.

**[0054]** Nun Bezug nehmend auf [Fig. 14](#) ist ein zweiter Typ von DPSK-Modulation gezeigt, der verwendet werden kann, um digitale Daten über einen EVRC-B-Vocoder und über einen Sprachkanal des zellularen Kommunikationssystems [12](#) zu übertragen. Bei dieser Ausführungsform wird eine DBPSK wie oben in dem in Verbindung mit [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) erläuterten Modulationsschema verwendet, außer, dass die digitalen Daten in eine gewünschte Anzahl  $n$  von verschiedenen Strömen geteilt werden, wobei an jedem Strom eine DBPSK verwendet wird, um auf der Grundlage der Änderung zwischen den Symbolen (d.h. 0 auf 1 oder 1 auf 0) in den digitalen Daten ein Trägersignal mit anderer Frequenz zu codieren. Die modulierten Trägersignale werden dann addiert, um ein zusammengesetztes moduliertes Trägersignal zu bilden. Wenn die eingehenden digitalen Daten in die verschiedenen Ströme getrennt werden, werden für jeden Strom verschiedene Teile der Daten verwendet, so dass beispielsweise, wenn nur zwei Ströme (zwei Trägerfrequenzen) verwendet werden, wechselnde Gruppen der digitalen Daten (z.B. jeweils 10 Bytes) verwendet werden, um das Trägersignal #1 zu modulieren, und die restlichen wechselnden Gruppen von digitalen Daten verwendet werden, um das Trägersignal #2 zu modulieren. Die Größe jeder Gruppe kann ausgewählt werden, wie es für eine bestimmte Anwendung gewünscht oder geeignet ist, entweder als größere Gruppen oder nur als ein einzelnes Bit, so dass jedes nachfolgende Bit mit einer anderen Frequenz als sein Vorgänger moduliert wird. Die Größe der Gruppen muss nicht gleich sein, so dass beispielsweise größere Gruppen von Daten mit einer höheren Frequenz codiert werden könnten, während kleinere Gruppen von Daten mit einer niedrigeren Frequenz codiert werden können. [Fig. 15](#) zeigt ein Beispiel von zwei einzelnen modulierten Trägersignalen, jedes mit einer anderen Frequenz, und zeigt das resultierende zusammengesetzte mo-

dulierte Trägersignal nach dem Addieren dieser.

**[0055]** Die Demodulation der DBPSK-Datenströme kann gemeinsam ausgeführt werden. Die Datenströme können durch Unterscheiden zwischen den verschiedenen Trägerfrequenzen getrennt werden. Nach einer frequenzmäßigen Trennung kann dann für jede der bekannten Trägerfrequenzen die korrekte differentielle Phase ermittelt werden, und können die digitalen Daten dann durch Standard-DBPSK-Demodulationstechniken wiederhergestellt werden.

**[0056]** Mit einer geeigneten Auswahl von Bitrate und Trägerfrequenzen weist das resultierende zusammengesetzte Trägersignal die Diskontinuitäten und Energieeigenschaften auf, die notwendig sind, um eine Übertragung mit voller Rate als transiente Sprache durch den EVRC-B-Vocoder zu erhalten. Obwohl dieser Modulationsansatz mit beliebigen ermittelten Bitraten und Trägerfrequenzen verwendet werden kann, wird er allgemein, um eine akzeptabel niedrige Bitfehlerrate bereitzustellen, vorzugsweise mit Bitraten von 250-3.000 Bit/s und Frequenzen von etwa 1 Hz bis 4.000 Hz und stärker bevorzugt von 400 Hz bis 2.500 Hz verwendet. Am stärksten bevorzugte Frequenzen zur Verwendung bei einer Modulation mit zwei Trägersignalen (d.h.  $n = 2$ ) mit einer Rate von 1.000 Bit/s sind 650 und 1150 Hz, und 900 und 1400 Hz (oder innerhalb  $\pm 50$  Hz dieser). Ein Frequenzpaar kann in einer Richtung über den Sprachkanal verwendet werden, und das andere kann in der anderen Richtung verwendet werden.

**[0057]** Nun auf [Fig. 16](#) Bezug nehmend, ist eine weitere DPSK-Ausführungsform offenbart, bei der eine Frequenzumtastung (FSK) in Verbindung mit einer DPSK (vorzugsweise einer DBPSK) verwendet wird, um die digitalen Daten zu codieren. Bei dieser Ausführungsform werden die digitalen Daten verwendet, um eine FSK eines Trägersignals auszuführen, wobei gemäß den digitalen Daten zwischen zwei verschiedenen Frequenzen gewechselt wird. Diese Daten werden auch verwendet, um eine DBPSK des FSK-modulierten Trägersignals auszuführen. Somit werden sowohl Frequenz als auch Phase des Trägersignals moduliert und werden die Daten sowohl durch den bestimmten Ton, der gesendet wird (den FSK-Teil), als auch die bestimmte Phasenverschiebung zu Beginn des Tons (den DBPSK-Teil) dargestellt. Eine Demodulation kann gemeinsam ausgeführt werden, und, sobald die Frequenz eines bestimmten Symbols bekannt ist, kann die korrekte differentielle Phase ermittelt werden. Als ein Ergebnis dieses Schemas liefern die demodulierten Daten 2 Bit pro Symbol von eingegebenen digitalen Daten anstatt des 1 Bit des oben erläuterten Modulationsschemas. Obwohl vorzugsweise eine DBPSK verwendet wird, können eine DQPSK und andere Formen einer DPSK ausgewählt werden, wenn sie für eine bestimmte Anwendung geeignet sind. Wie bei den an-

deren oben erläuterten DPSK-Modulationstechniken liefern die Phasenverschiebungen in dem modulierten Trägersignal, die aus der Verwendung einer DPSK resultieren, zusammen mit einer geeigneten Frequenz- und möglicherweise Bitratenauswahl dem modulierten Trägersignal die notwendigen Diskontinuitäten und Energieeigenschaften, um zu bewirken, dass der EVRC-B-Vocoder das Signal als transiente Sprache klassifiziert und ihm eine volle Rate zuordnet. Die allgemeinen Frequenz- und Bitratenbereiche, die oben für die anderen DPSK-Techniken spezifiziert wurden, können für dieses FSK-DPSK-Modulationsschema verwendet werden. Bei einer stärker bevorzugten Ausführungsform können die folgenden Frequenzpaare bei 1000 Bit/s verwendet werden (wieder mit Frequenzen innerhalb  $\pm 50$  Hz der gegebenen): 850 und 1400 Hz, 850 und 1450 Hz, 900 und 1350 Hz, 900 und 1550 Hz, 950 und 1550 Hz, 1000 und 1550 Hz, 1100 und 1800 Hz, 1150 und 1550 Hz, 1150 und 1750 Hz, 1400 und 2050 Hz, 1450 und 2000 Hz, 1500 und 2000 Hz, und 1500 und 2050 Hz.

**[0058]** Ein Ansatz, der dieser FSK-DPSK-Technik ähnlich ist, ist in [Fig. 17](#) gezeigt, außer, dass anstatt einer FSK eine Amplitudenumtastung (ASK) verwendet wird. Die allgemeinen oben für die anderen DPSK-Techniken spezifizierten Frequenz- und Bitratenbereiche können für dieses ASK-DPSK-Modulationsschema verwendet werden. Somit kann die Bitrate von 250-3.000 Bit/s reichen und können die Frequenzen von etwa 1 Hz bis 4.000 Hz und stärker bevorzugt von 400 Hz bis 2.500 Hz reichen. Durch Anwenden der DPSK-Modulation auf das ASK-modulierte Trägersignal und durch geeignete Auswahl von Bitrate und Frequenz kann das sich ergebende modulierte Trägersignal die Diskontinuitäten (und somit eine niedrige Periodizität) und Energieeigenschaften aufweisen, die notwendig sind, um eine Übertragung mit voller Rate als transiente Sprache über den Vocoder zu erhalten.

**[0059]** Wie es oben in Verbindung mit [Fig. 13](#) erläutert ist, können für jede dieser vorherigen Modulationstechniken (z.B. Multi-DPSK, FSK-DPSK und ASK-DPSK) unter Verwendung einer regulären PSK anstatt einer DPSK mit einer Costas-Schleife oder einem anderen geeigneten Phasenverfolger, der verwendet wird, um den Informationsverlust aufgrund von Phasendrifts zu vermeiden, Diskontinuitäten in dem Trägersignal erreicht werden.

**[0060]** Vorübergehend wieder Bezug nehmend auf [Fig. 1](#) wird somit ersichtlich, dass gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens der vorliegenden Erfindung digitale Daten über das drahtlose Netzwerk übertragen werden können, indem

(a) ein oder mehrere Trägersignale mit digitalen Daten unter Verwendung einer differentiellen Phasenumtastungs-Modulation des einen oder der mehreren Trägersignale moduliert werden, wo-

durch ein modulierte Trägersignal erzeugt wird;  
 (b) das modulierte Trägersignal über einen Sprachkanal eines drahtlosen Telekommunikationsnetzwerks übertragen wird;  
 (c) das modulierte Trägersignal über das drahtlose Telekommunikationsnetzwerk empfangen wird; und  
 (d) das empfangene modulierte Trägersignal in die digitalen Daten zurück demoduliert wird.

**[0061]** Bei einem Beispiel, bei dem Daten von dem Fahrzeug **20** an das Call Center **40** gesendet werden, kann Schritt (a) durch das Modem **34** unter Verwendung von digitalen Daten ausgeführt werden, die von einem der Fahrzeugsystemmodule **38** empfangen werden. Schritt (b) kann bei diesem Beispiel erreicht werden, indem zuerst der CDMA 4GV-Chipsatz **24** verwendet wird, um das modulierte Trägersignal von dem Modem **34** zu codieren, und dies kann unter Verwendung eines Linear Predictive Codec des Typs durchgeführt werden, der eine zeitabhängige, nicht lineare Transferfunktion aufweist, die zumindest teilweise Komponenten, die keine Sprache umfassen, aus den eingegebenen Daten filtert. Der codierte Ausgang kann dann über das zellulare Netzwerk **12** über die Fahrzeugantenne **26** übertragen werden. Schritt (c) dieses Beispiels umfasst dann, dass das modulierte Trägersignal an dem Call Center **40** empfangen wird, nachdem es durch einen Sprach-Decodierer in dem CDMA 4GV-Modul **18** gelangte. Schließlich umfasst Schritt (d), dass das modulierte Trägersignal zurück in die ursprünglichen digitalen Daten von dem VSM **38** decodiert wird. Jedes der DPSK-Modulationsschemas, die oben in Verbindung mit [Fig. 11-Fig. 12](#) und [Fig. 14-Fig. 17](#) erläutert wurden, kann durch den DPSK-Codierer/Decodierer **36** verwendet werden; alternativ kann eine reguläre PSK unter Verwendung einer Costas-Schleife oder einer anderen Phasenverfolgung an dem Demodulator verwendet werden.

**[0062]** Es ist zu verstehen, dass die vorangehende Beschreibung eine oder mehrere bevorzugte beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung betrifft. Die Erfindung ist nicht auf die hierin offenbarte(n) bestimmte(n) Ausführungsformen) beschränkt, sondern ist lediglich durch die nachstehenden Ansprüche definiert. Ferner beziehen sich die in der vorangehenden Beschreibung enthaltenen Aussagen auf bestimmte Ausführungsformen und sollen nicht als Beschränkungen des Schutzzumfangs der Erfindung oder der Definition von Begriffen betrachtet werden, die in den Ansprüchen verwendet werden, außer, wenn ein Begriff oder eine Phrase oben ausdrücklich definiert ist. Verschiedene andere Ausführungsformen und verschiedene Änderungen und Abwandlungen der offenbarten Ausführungsformen) werden für Fachleute ersichtlich. Alle anderen Ausführungsformen, Änderungen und Abwandlungen sollen innerhalb des Schutzzumfangs der beigefügten Ansprüche

liegen.

**[0063]** Wie in dieser Beschreibung und den Ansprüchen verwendet, sollen die Begriffe "zum Beispiel" und "beispielsweise" und die Verben "umfassen", "aufweisen", "einschließen" und ihre Verbformen, wenn sie in Verbindung mit einer Auflistung einer oder mehrerer Komponenten oder Elemente verwendet werden, jeweils als ein offenes Ende aufweisend betrachtet werden, was bedeutet, dass die Auflistung nicht als andere, zusätzliche Komponenten oder Elemente ausschließend betrachtet werden soll. Andere Begriffe sollen unter Verwendung ihrer breitesten vernünftigen Bedeutung betrachtet werden, wenn sie nicht in einem Kontext verwendet werden, der eine andere Interpretation erfordert.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Übertragen von digitalen Daten über ein drahtloses Telekommunikationsnetzwerk, das die Schritte umfasst, dass  
 ein oder mehrere Trägersignale mit digitalen Daten unter Verwendung einer differentiellen Phasenumtastungs-Modulation des einen oder der mehreren Trägersignale moduliert werden, wodurch ein modulierte Trägersignal erzeugt wird;  
 das modulierte Trägersignal über einen Sprachkanal eines drahtlosen Telekommunikationsnetzwerks gesendet wird;  
 das über das drahtlose Telekommunikationsnetzwerk gesendete modulierte Trägersignal empfangen wird; und  
 das empfangene modulierte Trägersignal in die digitalen Daten zurück demoduliert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Modulationsschritt ferner umfasst, dass ein Trägersignal einer einzelnen Frequenz mit einer ausgewählten Bitrate mit den digitalen Daten unter Verwendung einer differentiellen binären Phasenumtastungs-Modulation moduliert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Bitrate innerhalb des Bereichs von 250 Bit/s bis 3.000 Bit/s liegt, und die Trägerfrequenz innerhalb des Bereichs von 400 Hz bis 2.500 Hz liegt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Modulationsschritt ferner umfasst, dass das modulierte Trägersignal als ein zusammengesetztes moduliertes Trägersignal erzeugt wird, indem die Schritte ausgeführt werden, dass  
 mehrere Trägersignale moduliert werden, wobei jedes Trägersignal eine andere Frequenz aufweist und mit einem Teil der digitalen Daten unter Verwendung einer differentiellen Phasenumtastungs-Modulation moduliert wird; und  
 die mehreren modulierten Trägersignale zu einem zusammengesetzten modulierten Trägersignal kom-

binirt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Modulationsschritt ferner umfasst, dass das modulierte Trägersignal als ein zusammengesetztes modulierte Trägersignal erzeugt wird, indem die Schritte ausgeführt werden, dass  
ein erstes Trägersignal mit einer ersten Frequenz mit einem Teil der digitalen Daten unter Verwendung einer differentiellen binären Phasenumtastungs-Modulation moduliert wird;  
ein zweites Trägersignal mit einer zweiten Frequenz mit dem Rest der digitalen Daten unter Verwendung einer differentiellen binären Phasenumtastungs-Modulation moduliert wird; und  
die beiden modulierten Trägersignale zu einem zusammengesetzten modulierten Trägersignal kombiniert werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Modulationsschritt umfasst, dass ein Trägersignal unter Verwendung von sowohl einer Frequenzumtastungs-Modulation als auch einer differentiellen Phasenumtastungs-Modulation moduliert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der Modulationsschritt ferner umfasst, dass das modulierte Trägersignal durch die Schritte erzeugt wird, dass  
(a) ein FSK-moduliertes Trägersignal erzeugt wird, indem das Trägersignal mit einem Teil der digitalen Daten unter Verwendung einer Frequenzumtastungs-Modulation moduliert wird; und  
(b) das FSK-modulierte Trägersignal mit dem Rest der digitalen Daten unter Verwendung einer differentiellen Phasenumtastungs-Modulation moduliert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die differentielle Phasenumtastungs-Modulation eine differentielle binäre Phasenumtastungs-Modulation umfasst.

9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Modulationsschritt umfasst, dass ein Trägersignal unter Verwendung von sowohl einer Amplitudenumtastungs-Modulation als auch einer differentiellen Phasenumtastungs-Modulation moduliert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der Modulationsschritt ferner umfasst, dass das modulierte Trägersignal durch die Schritte erzeugt wird, dass  
(a) ein ASK-moduliertes Trägersignal erzeugt wird, indem das Trägersignal mit einem Teil der digitalen Daten unter Verwendung einer Amplitudenumtastungs-Modulation moduliert wird; und  
(b) das ASK-modulierte Trägersignal mit dem Rest der digitalen Daten unter Verwendung einer differentiellen Phasenumtastungs-Modulation moduliert wird.

11. Verfahren zum Übertragen von digitalen Daten über ein drahtloses Telekommunikationsnetzwerk unter Verwendung eines Sprach-Codierers, der in

verschiedenen Modi gemäß einer Klassifizierung von eingehenden Daten in Kategorien arbeitet, die zumindest stimmhafte, stimmlose und transiente Sprache umfassen, wobei jedem der verschiedenen Modi ein Codierungsschema zum Codieren der eingehenden Daten zugehörig ist, wobei das Verfahren die Schritte umfasst, dass  
ein modulierte Trägersignal mit Diskontinuitäten und Energieeigenschaften in den Sprach-Codierer eingegeben wird, die bewirken, dass der Sprach-Codierer das modulierte Trägersignal als transiente Sprache klassifiziert;  
ein codierter Ausgang erhalten wird, der durch den Sprach-Codierer unter Verwendung des eingegebenen modulierten Trägersignals erzeugt wird;  
der codierte Ausgang über einen Sprachkanal des drahtlosen Telekommunikationsnetzwerks gesendet wird;  
der über das drahtlose Telekommunikationsnetzwerk gesendete codierte Ausgang empfangen wird;  
ein decodiertes modulierte Trägersignal erzeugt wird, indem der empfangene codierte Ausgang unter Verwendung eines Sprach-Decodierers decodiert wird; und  
das decodierte modulierte Trägersignal demoduliert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei das Verfahren vor dem Eingabeschritt ferner den Schritt umfasst, dass das modulierte Trägersignal erzeugt wird, indem ein oder mehrere Trägersignale mit digitalen Daten unter Verwendung einer differentiellen Phasenumtastungs-Modulation des einen oder der mehreren Trägersignale moduliert werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei die differentielle Phasenumtastungs-Modulation eine differentielle binäre Umtastungsmodulation umfasst.

14. Verfahren nach Anspruch 12, wobei die differentielle Phasenumtastungs-Modulation eine differentielle Quadraturumtastungs-Modulation umfasst.

15. Verfahren nach Anspruch 12, wobei der Erzeugungsschritt ferner umfasst, dass das modulierte Trägersignal als ein zusammengesetztes modulierte Trägersignal erzeugt wird, indem die Schritte ausgeführt werden, dass  
mehrere Trägersignale moduliert werden, wobei jedes Trägersignal eine andere Frequenz aufweist und mit einem Teil der digitalen Daten unter Verwendung einer differentiellen Phasenumtastungs-Modulation moduliert wird; und  
die mehreren modulierten Trägersignale zu einem zusammengesetzten modulierten Trägersignal kombiniert werden.

16. Verfahren nach Anspruch 12, wobei der Erzeugungsschritt ferner umfasst, dass das modulierte Trägersignal als ein zusammengesetztes modulier-

tes Trägersignal erzeugt wird, indem die Schritte ausgeführt werden, dass  
 ein erstes Trägersignal mit einer ersten Frequenz mit einem Teil der digitalen Daten unter Verwendung einer differentiellen binären Phasenumtastungs-Modulation moduliert wird;  
 ein zweites Trägersignal mit einer zweiten Frequenz mit dem Rest der digitalen Daten unter Verwendung einer differentiellen binären Phasenumtastungs-Modulation moduliert wird; und  
 die beiden modulierten Trägersignale zu einem zusammengesetzten modulierten Trägersignal kombiniert werden.

17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei die Schritte des Modulierens der ersten und zweiten Trägersignale ferner umfassen, dass die digitalen Daten in wechselnde erste und zweite Gruppen von Daten getrennt werden, das erste Trägersignal mit der ersten Gruppe von Daten moduliert wird und das zweite Trägersignal mit der zweiten Gruppe von Daten moduliert wird.

18. Verfahren nach Anspruch 11, wobei das Verfahren vor dem Eingabeschritt ferner den Schritt umfasst, dass das modulierte Trägersignal erzeugt wird, indem ein Trägersignal unter Verwendung von sowohl einer Frequenzumtastungs-Modulation als auch einer differentiellen Phasenumtastungs-Modulation moduliert wird.

19. Verfahren nach Anspruch 11, wobei das Verfahren vor dem Eingabeschritt ferner den Schritt umfasst, dass das modulierte Trägersignal erzeugt wird, indem ein Trägersignal unter Verwendung von sowohl einer Amplitudenumtastungs-Modulation als auch einer differentiellen Phasenumtastungs-Modulation moduliert wird.

20. Verfahren nach Anspruch 11, wobei das Verfahren vor dem Eingabeschritt ferner den Schritt umfasst, dass das modulierte Trägersignal erzeugt wird, indem ein oder mehrere Trägersignale mit digitalen Daten unter Verwendung einer Phasenumtastungs-Modulation des einen oder der mehreren Trägersignale moduliert werden, und wobei der Demodulationsschritt umfasst, dass das decodierte modulierte Trägersignal unter Verwendung eines Phasenverfolgers demoduliert wird.

21. Verfahren zum drahtlosen Übertragen von digitalen Daten unter Verwendung eines EVRC-B-Vocoders, wobei das Verfahren die Schritte umfasst, dass  
 digitale Daten codiert werden, indem mindestens ein Trägersignal mit den digitalen Daten moduliert wird und hieraus ein moduliertes Trägersignal mit Diskontinuitäten und Energieeigenschaften erzeugt wird, die bewirken, dass der Vocoder das modulierte Trägersignal als transiente Sprache klassifiziert;

das modulierte Trägersignal in einen EVRC-B-Vocoder eingegeben wird;  
 ein codierter Ausgang von dem Vocoder erhalten wird; und der codierte Ausgang über eine Antenne gesendet wird.

22. Verfahren nach Anspruch 21, wobei der Codierungsschritt ferner umfasst, dass eine binäre differentielle Phasenumtastungs-Modulation (DBPSK-Modulation) eines oder mehrerer Trägersignale unter Verwendung der digitalen Daten ausgeführt wird.

23. Verfahren nach Anspruch 22, wobei der Schritt des Ausführens einer DBPSK-Modulation ferner umfasst, dass ein Trägersignal mit einer einzelnen Frequenz mit einer ausgewählten Bitrate mit den digitalen Daten unter Verwendung einer differentiellen binären Phasenumtastungs-Modulation moduliert wird.

24. Verfahren nach Anspruch 23, wobei die Bitrate innerhalb des Bereichs von 250 Bit/s bis 3.000 Bit/s liegt, und die Trägerfrequenz innerhalb des Bereichs von 400 Hz bis 2.500 Hz liegt.

25. Verfahren nach Anspruch 21, wobei der Codierungsschritt ferner umfasst, dass das modulierte Trägersignal als ein zusammengesetztes moduliertes Trägersignal erzeugt wird, indem die Schritte ausgeführt werden, dass  
 mehrere Trägersignale moduliert werden, wobei jedes Trägersignal eine andere Frequenz aufweist und mit einem Teil der digitalen Daten unter Verwendung einer differentiellen Phasenumtastungs-Modulation moduliert wird; und  
 die mehreren modulierten Trägersignale zu einem zusammengesetzten modulierten Trägersignal kombiniert werden.

26. Verfahren nach Anspruch 21, wobei der Codierungsschritt ferner umfasst, dass das modulierte Trägersignal als ein zusammengesetztes moduliertes Trägersignal erzeugt wird, indem die Schritte ausgeführt werden, dass  
 ein erstes Trägersignal mit einer ersten Frequenz mit einem Teil der digitalen Daten unter Verwendung einer differentiellen binären Phasenumtastungs-Modulation moduliert wird;  
 ein zweites Trägersignal mit einer zweiten Frequenz mit dem Rest der digitalen Daten unter Verwendung einer differentiellen binären Phasenumtastungs-Modulation moduliert wird; und  
 die beiden modulierten Trägersignale zu einem zusammengesetzten modulierten Trägersignal kombiniert werden.

27. Verfahren nach Anspruch 21, wobei der Codierungsschritt umfasst, dass ein Trägersignal unter Verwendung von sowohl einer Frequenzumtas-

tungs-Modulation als auch einer differentiellen Phasenumtastungs-Modulation moduliert wird.

28. Verfahren nach Anspruch 27, wobei der Modulationsschritt ferner umfasst, dass das modulierte Trägersignal durch die Schritte erzeugt wird, dass  
(a) ein FSK-moduliertes Trägersignal erzeugt wird, indem das Trägersignal mit einem Teil der digitalen Daten unter Verwendung einer Frequenzumtastungs-Modulation moduliert wird; und  
(b) das FSK-modulierte Trägersignal mit dem Rest der digitalen Daten unter Verwendung einer differentiellen Phasenumtastungs-Modulation moduliert wird.

29. Verfahren nach Anspruch 21, wobei der Codierungsschritt ferner umfasst, dass die Trägersignalphasenverschiebungen konditioniert werden.

30. Verfahren zum Übertragen von digitalen Daten über ein drahtloses Telekommunikationsnetzwerk unter Verwendung eines Vocoder, der ein eingehendes Datensignal mit einer oder mehreren einer Mehrzahl von verschiedenen Raten codiert und sendet, die eine volle Rate und eine oder mehrere kleinere Raten umfassen, wobei die Rate, die durch den Vocoder zum Codieren und Senden des eingehenden Datensignals verwendet wird, zumindest teilweise von der Periodizität des eingehenden Datensignals und Eigenschaften der in dem eingehenden Datensignal enthaltenen Energie abhängt, wobei das Verfahren die Schritte umfasst, dass  
ein oder mehrere Trägersignale unter Verwendung von digitalen Daten moduliert werden, so dass ein sich ergebendes modulierte Trägersignal erzeugt wird, das die folgenden Eigenschaften aufweist:

a)  $NACF_{sf2} < UNVOICEDTH$ ;

b)  $bER > 0$ ; und

c)  $vER2 > -15$ ;

wobei

$NACF_{sf2}$  eine normierte Autokorrelationsfunktion des zweiten Subframes ist und  $UNVOICEDTH$  ein Schwellenwert auf der Grundlage eines Rauschabstands ist;

$bER$  ein Frequenzbandenergieverhältnis ist, das gemäß der Gleichung

$$bER = \log_2 \frac{EL}{EH}$$

ermittelt wird, wobei  $EL$  der Umfang an Energie ist, die in einem unteren Frequenzband von 0-2 kHz enthalten ist, und  $EH$  der Umfang an Energie ist, die in einem höheren Frequenzband von 2-4 kHz enthalten ist; und

$vER2$  gemäß der Gleichung

$$vER2 = \text{MIN}(20, 10 * \log_{10} \frac{E}{vEav})$$

ermittelt wird, wobei  $E$  die Energie eines momentanen Frames des modulierten Trägersignals ist und

$vEav$  die durchschnittliche Energie über drei vorherigen stimmhaften Frames des modulierten Trägersignals ist;

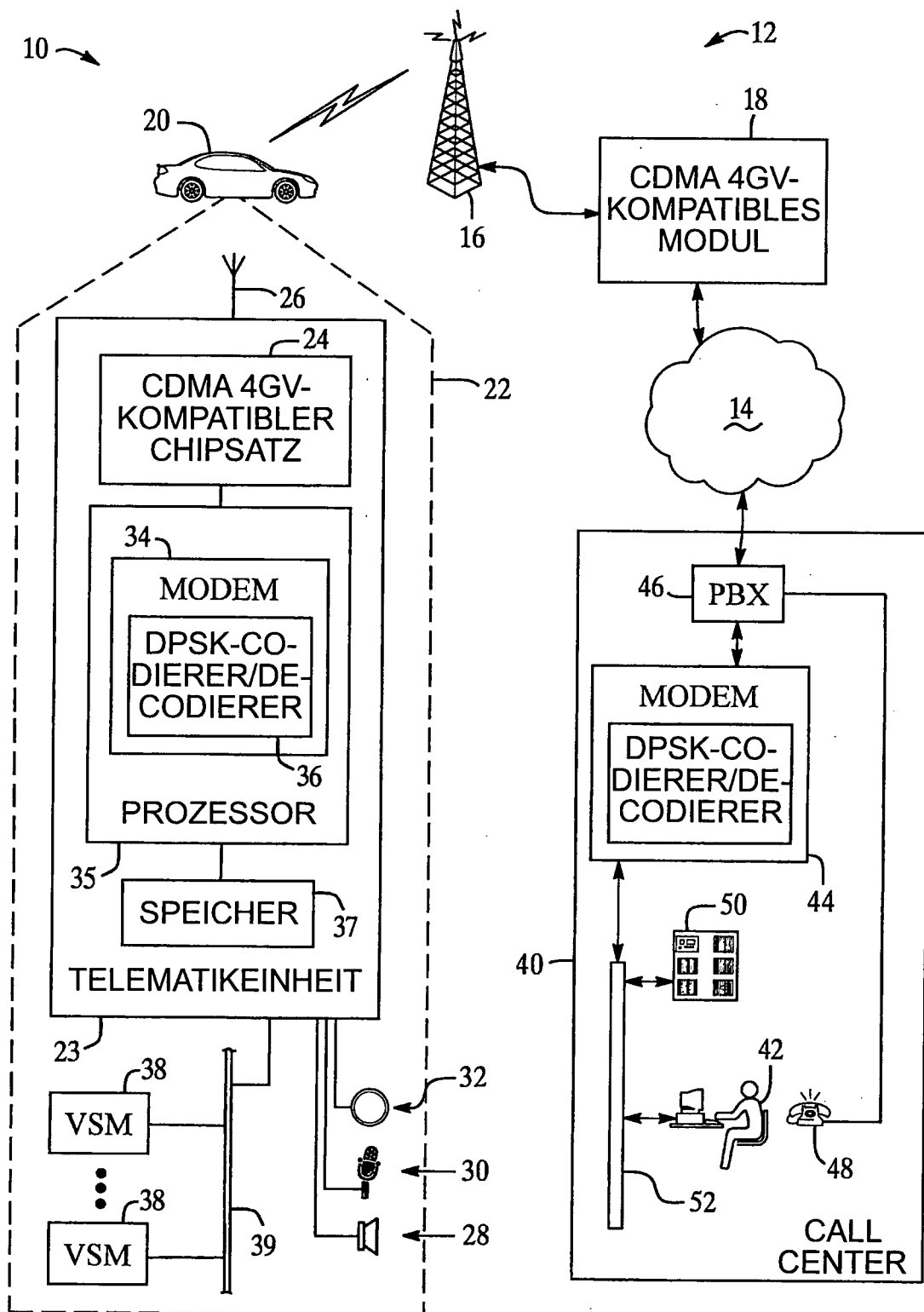
das modulierte Trägersignal über einen Sprachkanal eines drahtlosen Telekommunikationsnetzwerks gesendet wird;

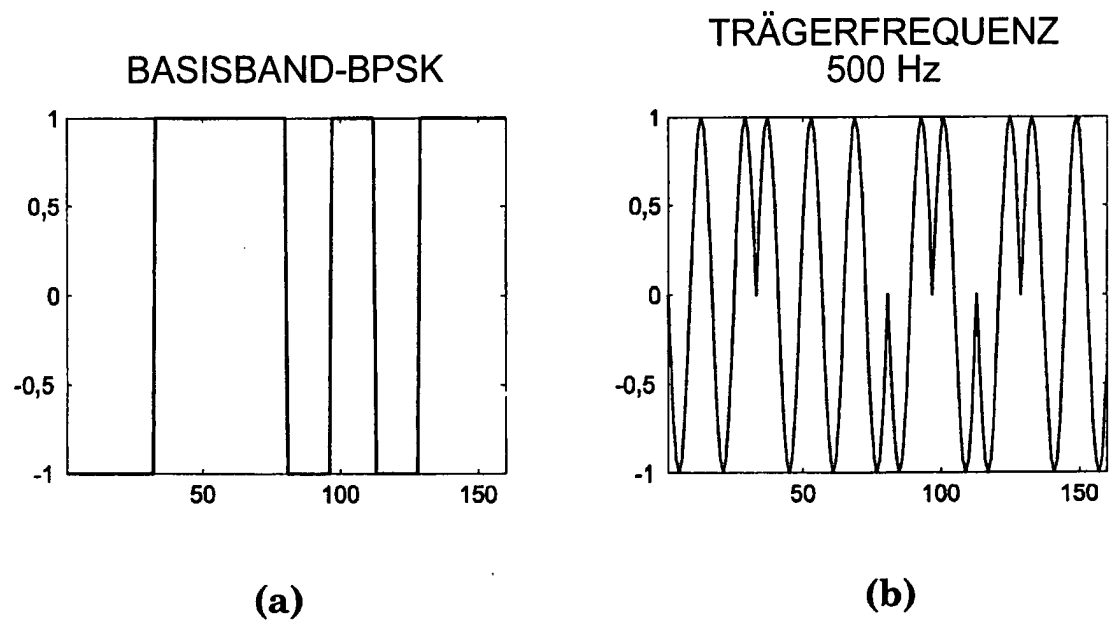
das über das drahtlose Telekommunikationsnetzwerk gesendete modulierte Trägersignal empfangen wird; und

das empfangene modulierte Trägersignal zurück in die digitalen Daten demoduliert wird.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

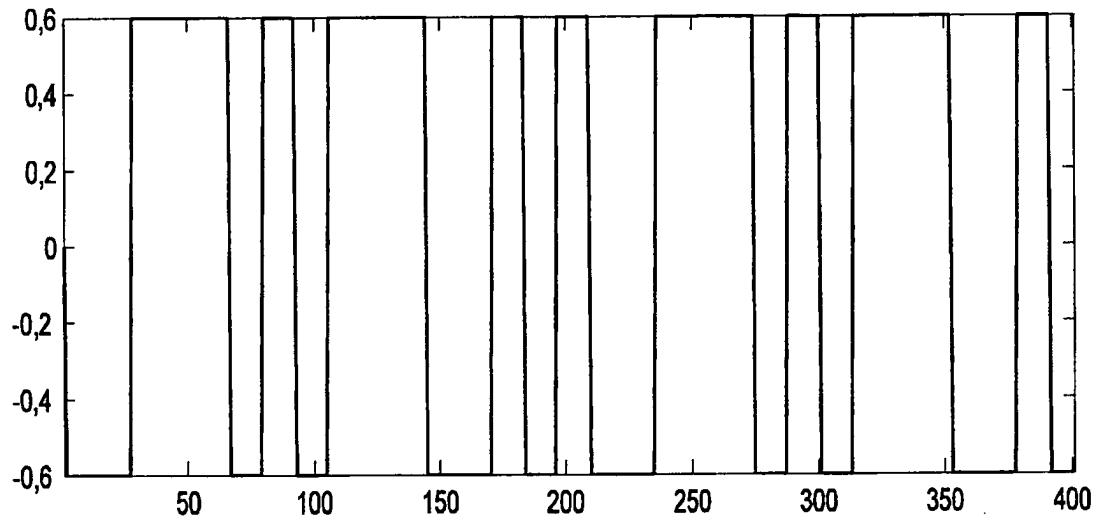
*Figur 1*



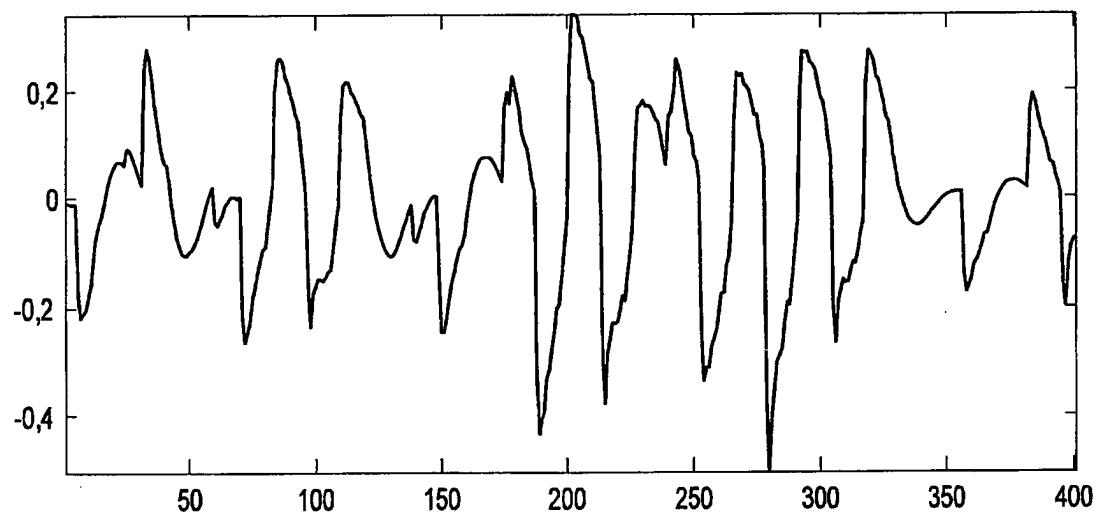
***Figur 2***

**Figur 3**

BPSK-MODULATION DES BASISBANDS MIT  
ZUFALLSBITMUSTER



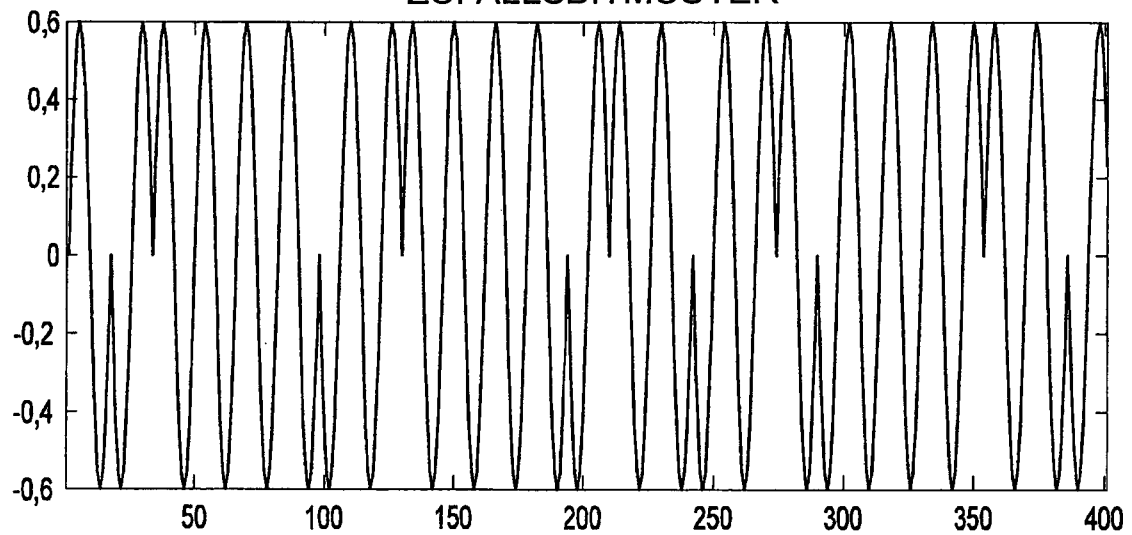
ABGETASTETER 4G VOCODER-AUSGANG



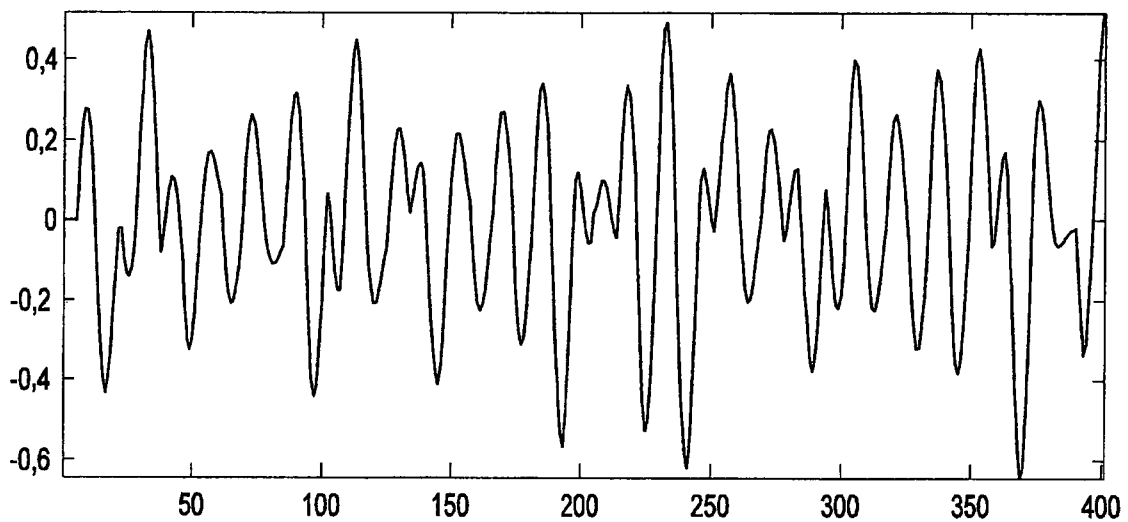
**Figur 4**

**Figur 5**

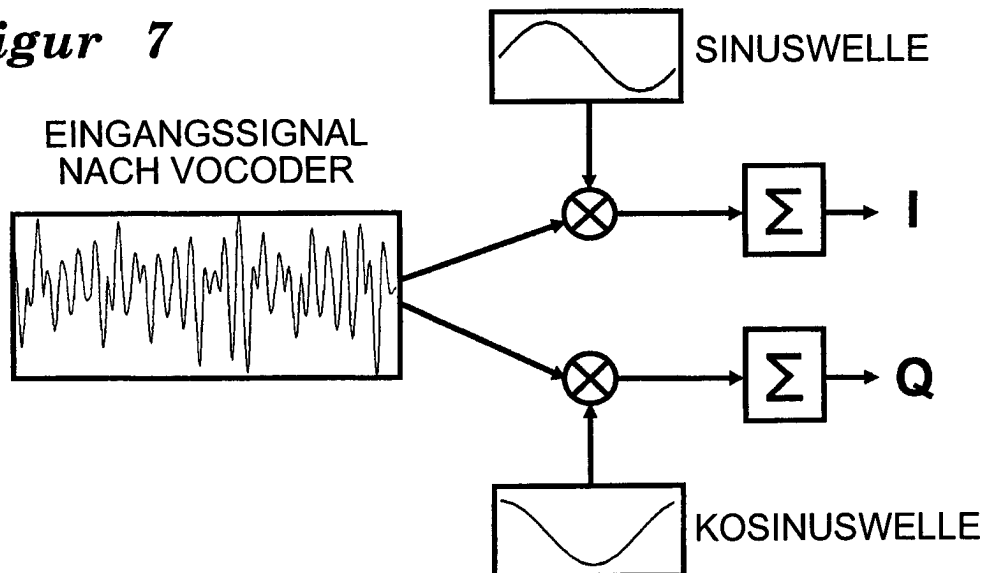
BPSK-MODULATION DES TRÄGERS (500 Hz) MIT  
ZUFALLSBITMUSTER



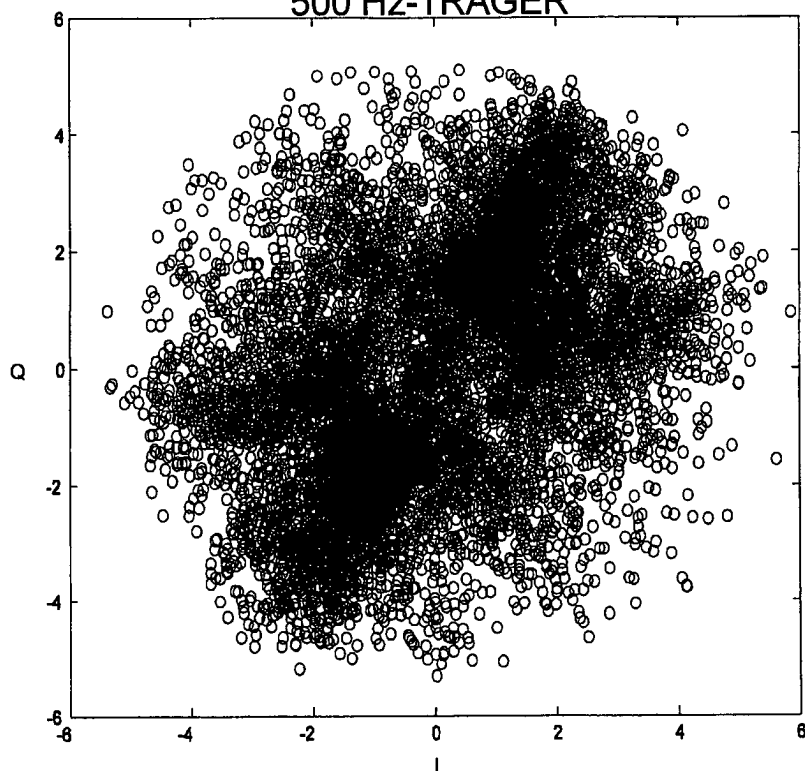
ABGETASTETER 4G VOCODER-AUSGANG

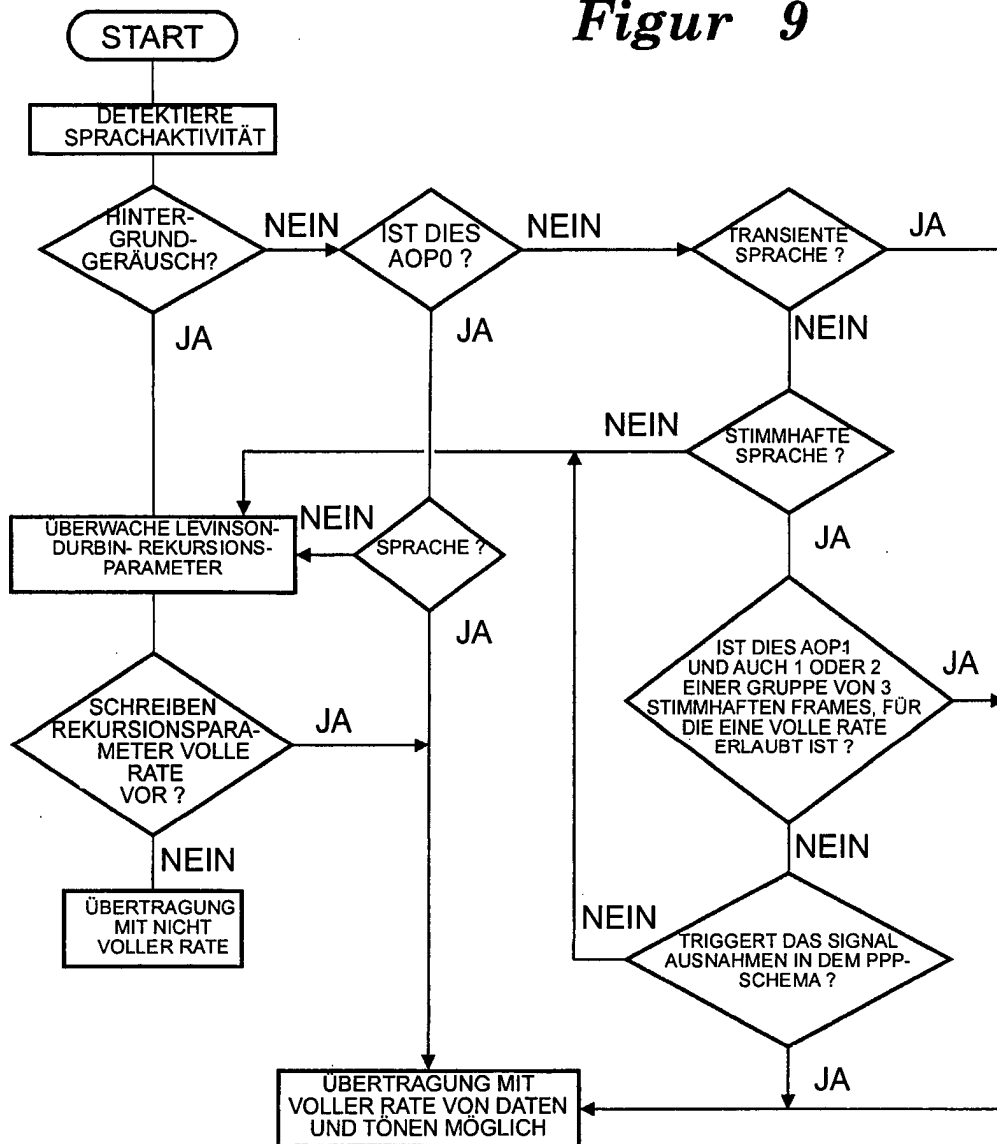


**Figur 6**

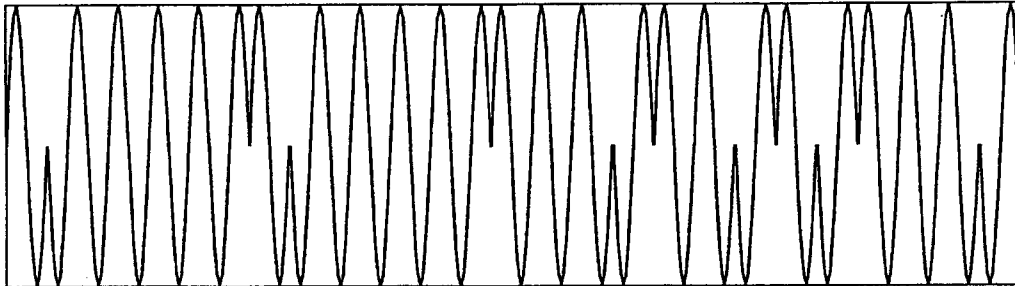
**Figur 7****Figur 8**

BPSK-DEMODULATION: 10 BIT/FRAME  
500 Hz-TRÄGER



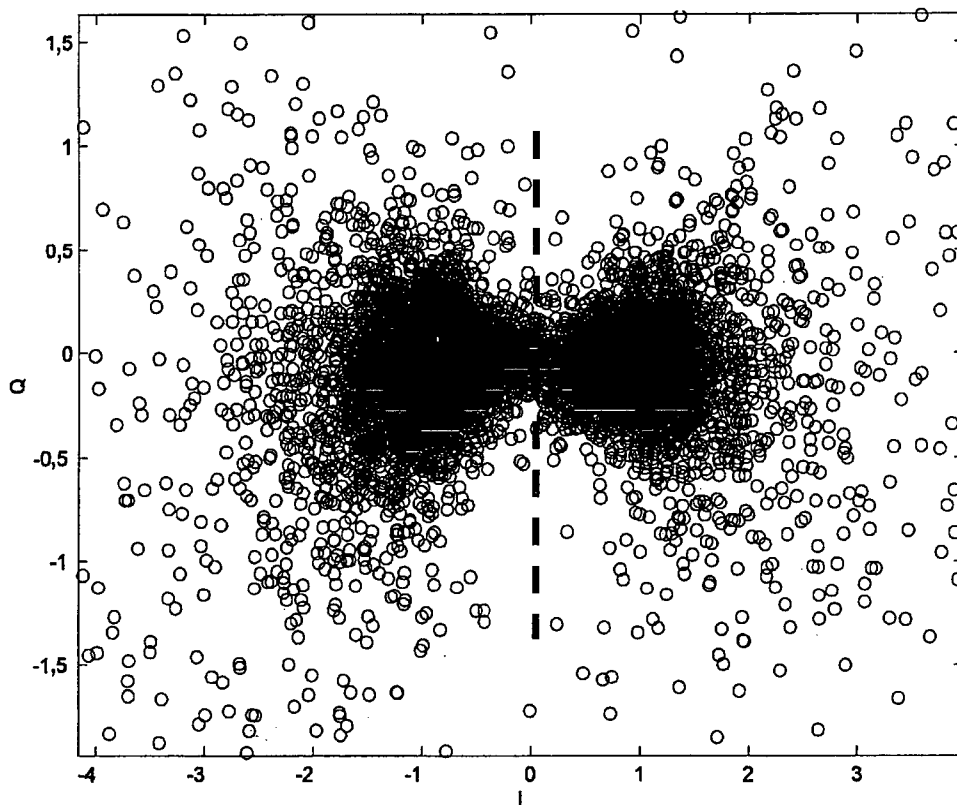
**Figur 9**

DIFFERENTIELLE BPSK-MODULATION DES TRÄGERS  
(500 Hz) MIT ZUFALLSBITMUSTER

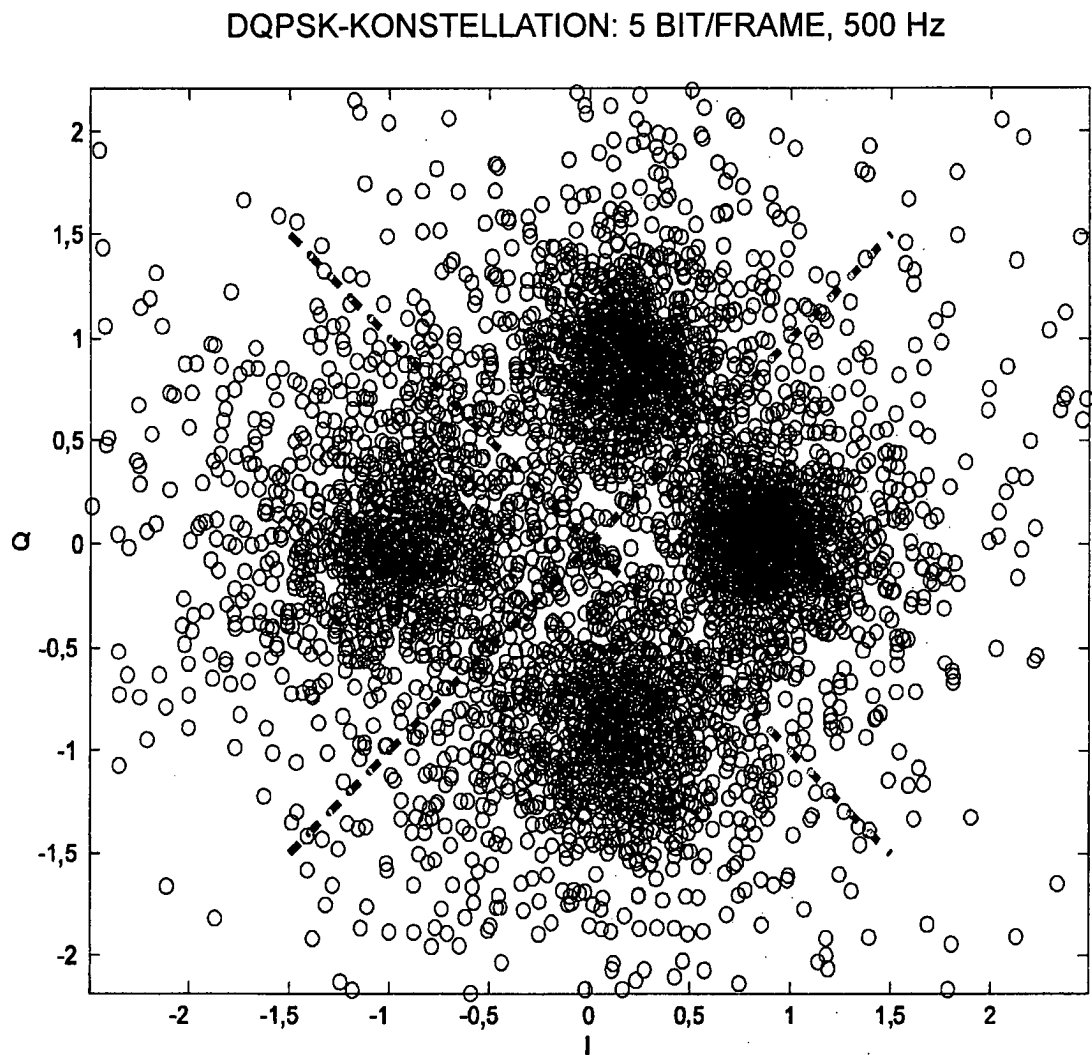


*Figur 10*

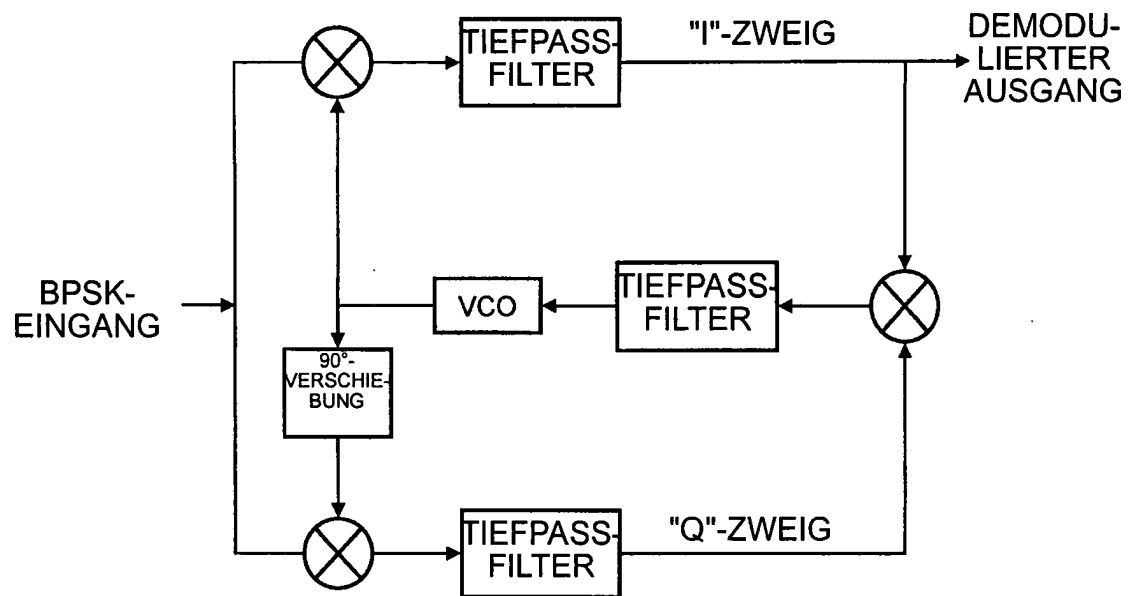
DIFFERENTIELLE BPSK-DEMODULATION:  
10 BIT/FRAME, 500 Hz-TRÄGER



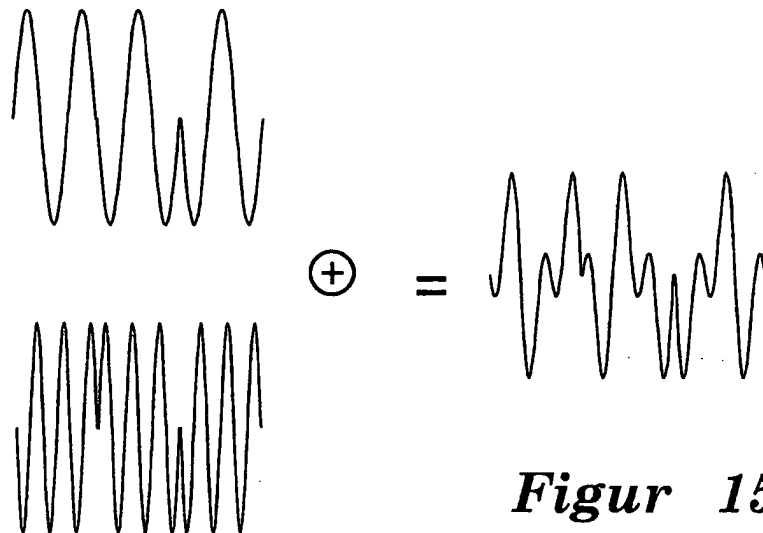
*Figur 11*



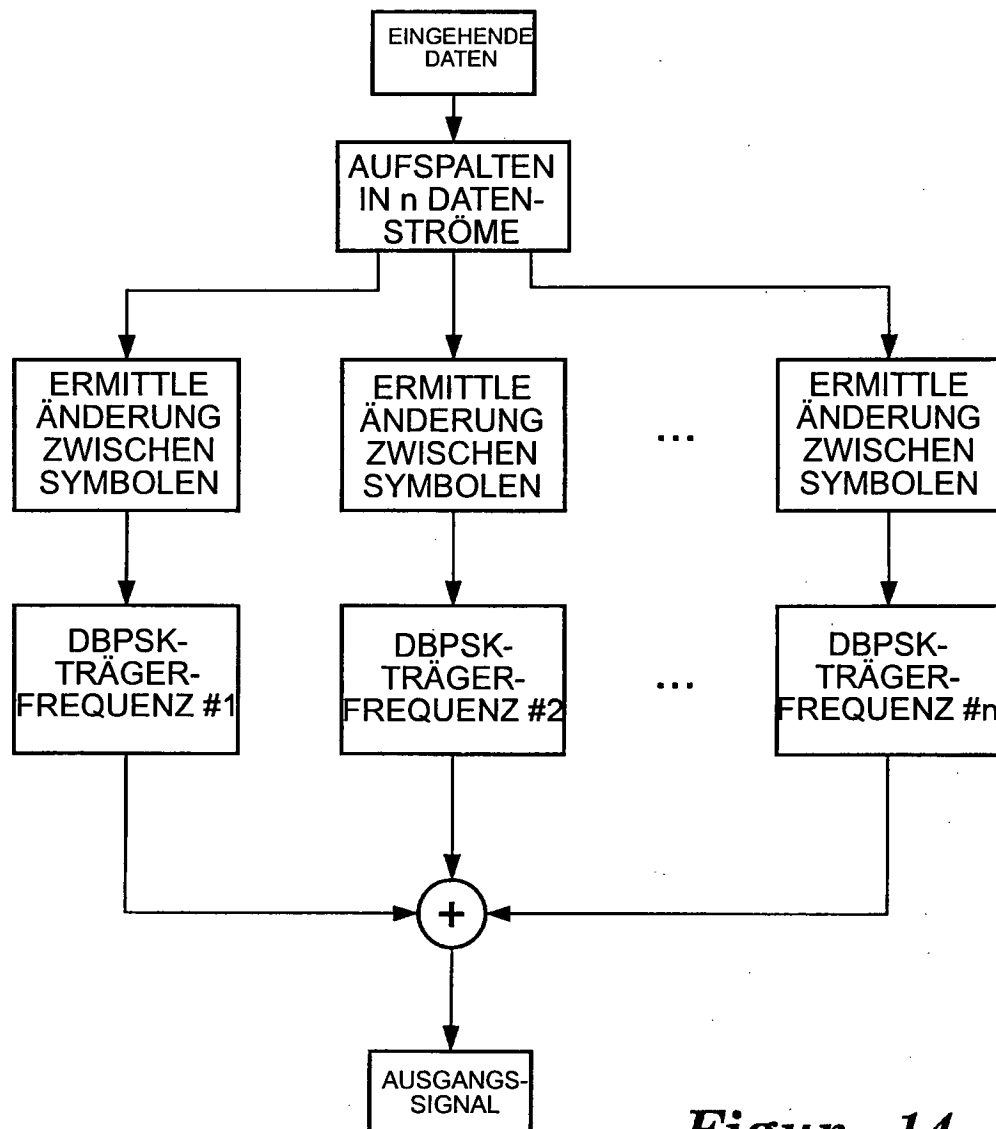
***Figur 12***

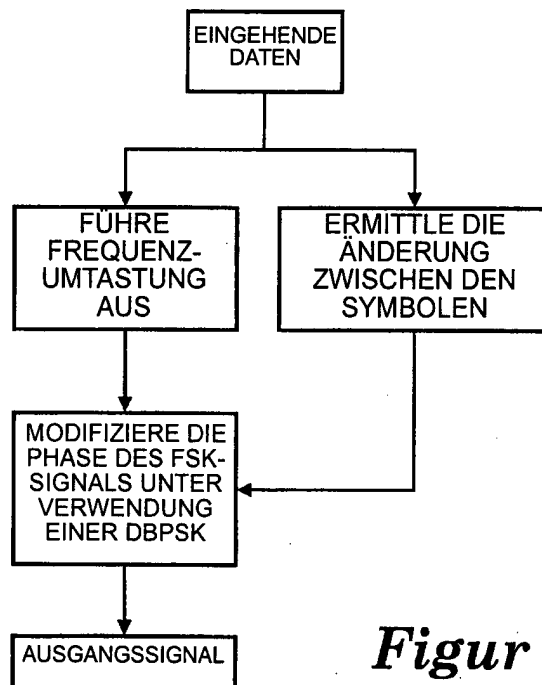


**Figur 13**

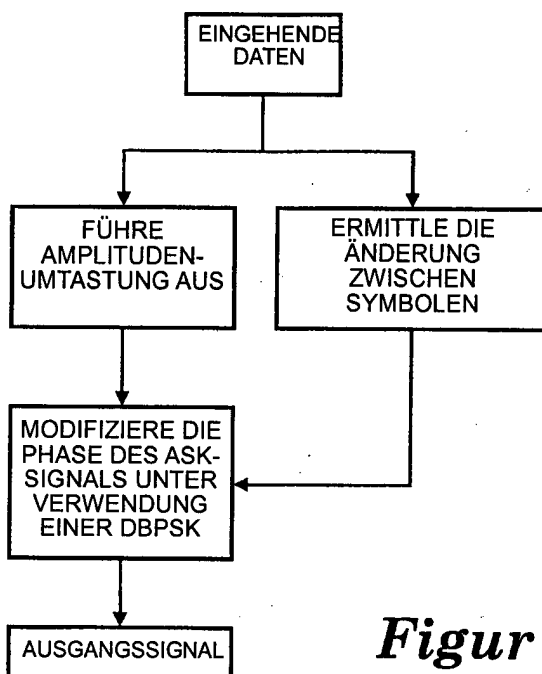


**Figur 15**

*Figur 14*



*Figur 16*



*Figur 17*