



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 25 596 T2** 2006.04.27

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 086 545 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 25 596.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/12266**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 926 136.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 99/065181**

(86) PCT-Anmeldetag: **02.06.1999**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **16.12.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **28.03.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **01.06.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.04.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H04L 7/00** (2006.01)  
**H04B 7/26** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**95357 10.06.1998 US**

(73) Patentinhaber:

**Intersil Americas Inc., Milpitas, Calif., US**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner et col.,  
50667 Köln**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

**McCALLISTER, D., Ronald, Scottsdale, US**

(54) Bezeichnung: **SCHNELLE SYNCHRONISIERUNG IN NACHRICHTENÜBERTRAGUNGSSYSTEMEN**

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**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft generell Kommunikationssysteme, bei denen eine gemeinsame Basisstation oder Mobilstation in Zweiwege-Kommunikation mit mehreren Teilnehmereinheiten tritt. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung die schnelle Synchronisierung der Basisstation mit von den Basiseinheiten kommenden Signalen.

## TECHNISCHER HINTERGRUND

**[0002]** Bei vielen Funkkommunikationssystemen, wie z.B. lokalen Mehrpunkt-Verteilernetzen (LMDS), Punkt-zu-Mehrpunkt-Systemen oder Burst-Systemen mit Vielfachzugriff im Zeitmultiplex (TDMA), hat eine Anzahl von Datenübertragungs- und -empfangsstationen unabhängiger Teilnehmereinheiten Zugriff auf eine einzelne Basisstation. Übertragungen von Teilnehmereinheiten werden auf Zeitmultiplex-Basis verwaltet, so dass die von der Basisstation zur Verfügung gestellte Zeit auf bestimmte Weise den Teilnehmereinheiten zugewiesen wird. Die Leistungsfähigkeit dieser Systeme ist in hohem Maße abhängig von der Effizienz, mit der die Funktionen einer schnellen Synchronisierung und Demodulation ausgeführt werden.

**[0003]** Bei herkömmlichen Burst-Modus-Kommunikationen besteht das Problem der Frequenzsynchronisierung des Basisstations-Empfängers mit dem Rückkanal der Teilnehmereinheit. Das Problem wird zumindest teilweise durch Rauschen oder andere Unsicherheiten bezüglich der Frequenz des Empfangssignals hervorgerufen. Die Unsicherheit bezüglich des Empfangssignals bewirkt, dass die Basisstation übermäßig viel Zeit zum Synchronisieren aufwendet, bevor die Basisstation erfolgreich Daten aus dem Empfangssignal extrahieren kann. Ein übermäßiger Zeitaufwand für das Synchronisieren oder Erfassen von Daten führt zu geringen Betriebsleistungen. Solche geringen Betriebsleistungen werden bei im Burst-Modus arbeitenden Kommunikationssystemen noch verringert, da die Synchronisierungszeit für jedes Burst wiederholt wird. Systeme mit einer großen Anzahl von kurzen Übertragungs-Bursts sind aufgrund der Overhead-Zeit zum Synchronisieren mit der größeren Anzahl von Bursts ineffizienter als Systeme mit einer kleinen Anzahl von längeren Bursts.

**[0004]** Bei digitalen Kommunikationssystemen werden herkömmlicherweise mindestens zwei unterschiedliche Arten der Frequenzsynchronisierung in den Empfängern durchgeführt. Die Trägerfrequenzsynchronisierung betrifft einen Prozess, bei dem eine Frequenz eines Empfangsoszillators typischerweise unter Verwendung eines in einer Rückkopplungsschleife in dem Empfänger angeordneten span-

nungsgesteuerten Oszillators (VCO) eingestellt wird, um die Frequenz eines Empfangssignals anzupassen, und zwar entweder in RF- oder IF-Form. Die Baud-Synchronisierung, die auch als Bit-Synchronisierung, Bit-Zeitsteuerung o.dgl. bezeichnet wird, betrifft einen Prozess zum Einstellen eines weiteren Oszillators zum Festlegen des Baud der von einem Empfangssignal übermittelten Daten. Die Baud-Synchronisierung erfolgt herkömmlicherweise unter Verwendung einer Rückkopplungsschleife in dem Empfänger. Bei einem typischen digitalen Kommunikationssystem erfolgt die Synchronisierung der Trägerfrequenz, bevor die Baud-Synchronisierung durchgeführt werden kann. Beide Arten der Synchronisierung erfolgen vor der erfolgreichen Demodulierung der Daten.

**[0005]** Bei jeder der beiden Arten von Frequenzsynchronisierung gilt: je weiter die Frequenz des Empfangssignals von der Anfangsfrequenz des in dem Empfänger angeordneten Oszillators versetzt ist, desto länger dauert der Synchronisierungsprozess. Ferner tragen durchstimbare Oszillatoren, wie z.B. VCOs, Phasenrauschen ein. Wenn Rückkopplungsschleifen versuchen, Signale mit starkem Phasen- und Wärmerauschen aufzuspüren, wird ein unerwünschter Kompromiss zwischen schmalen und breiten Schleifen-Bandbreiten erzielt. Eine schmale Schleifen-Bandbreite kann eine durch Rauschen bewirkte Verschlechterung reduzieren und zu den niedrigstmöglichen Bit-Fehlerraten führen, die Synchronisierungszeiten verlängern sich jedoch mit abnehmenden Bandbreiten und das Aufspüren wird unsicher. Bei einer breiten Schleifen-Bandbreite können große Mengen von Phasenrauschen erfolgreich aufgespürt und schnell synchronisiert werden, ein Teil des Phasenrauschens geht jedoch durch und erhöht die Bit-Fehlerraten.

**[0006]** Das oben Gesagte zeigt, dass ein Bedarf an einem verbesserten Verfahren zum Synchronisieren bei Funkkommunikationssystemen besteht.

## OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

**[0007]** Entsprechend liegt ein Vorteil der vorliegenden Erfindung darin, dass ein verbessertes Verfahren und eine verbesserte Vorrichtung zum Erreichen einer schnellen Synchronisierung in einem Kommunikationssystem bereitgestellt werden.

**[0008]** Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass ein schnelles Synchronisieren eines Übertragungssignals einer Teilnehmereinheit an einem Empfänger einer Basisstation ermöglicht wird.

**[0009]** Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, dass Teilnehmereinheiten ihre Träger- und/oder Baud-Frequenz-Oszillatoren derart

einstellen, dass nur eine geringe oder gar keine Synchronisierung oder Datenerfassung an der Basisstation erforderlich ist.

**[0010]** Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass Phasenrauschen in Übertragungssignalen durch Verwendung eher stabiler statt variabler Oszillatoren reduziert wird.

**[0011]** Zur Erzielung der oben genannten und weiterer Vorteile schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum schnellen Frequenzsynchronisieren eines Rückkanalsignals mit einer Basisstations-Empfangsfrequenz, wobei eine Basisstations-Empfangs-Baud-Frequenz proportional zu  $\eta'$ -mal einer Basisstations-Baud-Referenzfrequenz ist, wobei  $\eta'$  ein erster Wert ist, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst: Übertragen eines Vorwärtskanalsignals von einer Basisstation, wobei das Vorwärtskanalsignal eine Basisstations-Übertragungs-Baud-Frequenz aufweist, die proportional zu  $\alpha'$ -mal der Basisstations-Baud-Referenzfrequenz ist, wobei  $\alpha'$  ein zweiter Wert ist; Berechnen (132) eines Baud-Frequenz-Multiplikanden, welcher proportional zu  $\eta'$  und umgekehrt proportional zu  $\alpha'$  ist, an einer Teilnehmereinheit; Erzeugen eines Baud-Taktsignals, das in Reaktion auf den Baud-Frequenz-Multiplikanden bei der Teilnehmereinheits-Übertragungs-Baud-Frequenz oszilliert; und Übertragen des Rückkanalsignals von der Teilnehmereinheit, wobei das Rückkanalsignal die Teilnehmereinheits-Übertragungs-Baud-Frequenz aufweist.

**[0012]** Entsprechend schafft die Erfindung ferner ein Verfahren, wie es oben definiert ist, wobei eine Basisstations-Empfangs-Trägerfrequenz proportional zu  $\eta$ -mal einer Basisstations-Träger-Referenzfrequenz ist, wobei  $\eta$  ein dritter Wert ist; eine Basisstations-Übertragungs-Trägerfrequenz proportional zu  $\alpha$ -mal der Basisstations-Träger-Referenzfrequenz ist, wobei  $\alpha$  ein vierter Wert ist; das Vorwärtskanalsignal die Basisstations-Übertragungs-Baud-Frequenz und die Basisstations-Übertragungs-Trägerfrequenz aufweist; das Verfahren ferner den Schritt des Berechnens eines Trägerfrequenz-Multiplikanden, welcher proportional zu  $\eta$  und umgekehrt proportional zu  $\alpha$  ist, an der Teilnehmereinheit umfasst; wobei das Verfahren ferner den Schritt des Erzeugens einer Teilnehmereinheits-Übertragungs-Trägerfrequenz in Reaktion auf den Trägerfrequenz-Multiplikanden umfasst; und das Rückkanalsignal die Teilnehmereinheits-Übertragungs-Baud-Frequenz und die Teilnehmereinheits-Übertragungs-Trägerfrequenz aufweist.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0013]** Die vorliegende Erfindung wird anhand der detaillierten Beschreibung und der Patentansprüche in Zusammenhang mit den Figuren besser verständlich, in welchen gleiche Bezugszeichen in sämtlichen

Figuren im wesentlichen gleiche Teile bezeichnen. Es zeigen:

**[0014]** [Fig. 1](#) ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Funkkommunikationssystems;

**[0015]** [Fig. 2](#) ein vereinfachtes Blockschaltbild einer Basisstation und einer Teilnehmereinheit in dem erfindungsgemäßen Funkkommunikationssystem;

**[0016]** [Fig. 3](#) ein Zeitdiagramm bidirektionaler Kommunikation in dem in [Fig. 2](#) gezeigten Kommunikationssystem;

**[0017]** [Fig. 4](#) ein Blockschaltbild eines Demodulatorteils der Teilnehmereinheit in dem erfindungsgemäßen Funkkommunikationssystem;

**[0018]** [Fig. 5](#) ein Ablaufdiagramm der von dem in [Fig. 2](#) gezeigten Kommunikationssystem ausgeführten Aufgaben zum Erzielen einer Basisstations-Empfängersynchronisierung;

**[0019]** [Fig. 6](#) ein Ablaufdiagramm der von dem in [Fig. 2](#) gezeigten System ausgeführten Aufgaben zum Erzielen einer schnelle Synchronisierung einer Teilnehmereinheits-Übertragungsfrequenz mit einer Basisstations-Empfangsfrequenz; und

**[0020]** [Fig. 7](#) ein Blockschaltbild einer Multiplikatorschaltung, die gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in der Teilnehmereinheit verwendet wird.

#### BESTE ART DER DURCHFÜHRUNG DER ERFINDUNG

**[0021]** [Fig. 1](#) zeigt ein Blockschaltbild eines Kommunikationssystems 10. Das System 10 weist mindestens eine Kontrollstation, die nachstehend als Basisstation 12 bezeichnet wird, und eine beliebige Anzahl von Teilnehmerausrüstungen, die nachstehend als Teilnehmereinheiten 14 bezeichnet werden, auf. Die Teilnehmereinheiten 14 sind geografisch von der Basisstation 12 und voneinander getrennt. Bei den bevorzugten Ausführungsformen befinden sich die Basisstation 12 und die Teilnehmereinheiten 14 in einem Abstand von einigen Meilen zueinander, verschiedene Teilnehmereinheiten 14 befinden sich jedoch in unterschiedlichen Abständen zu der Basisstation 12. Bei den bevorzugten Ausführungsformen stellt der Doppler-Effekt kein großes Problem dar, da die Basisstation 12 und die Teilnehmereinheiten 14 im wesentlichen relativ zueinander stationär sind.

**[0022]** Die Basisstation 12 weist einen Empfänger 16, einen Sender 18, einen Frequenzgenerator 20 und einen Controller 22 auf. Der Empfänger 16 und der Sender 18 sind mit dem Frequenzgenerator 20 und dem Controller 22 gekoppelt. Ähnlich ist der Fre-

quenzgenerator **20** mit dem Controller **22** gekoppelt. Daten können einen Ausgangs-Datenport **24** und einen Eingangs-Datenport **26** der Basisstation **12** zu und von einem (nicht gezeigten) Datennetzwerk, wie z.B. einem öffentlichen Telekommunikationsnetzwerk, durchlaufen. Unter der Steuerung des Controller **22** werden Daten von dem Eingangsport **26** des Datennetzwerks zu dem Sender **18** geleitet und werden Daten von dem Empfänger **16** zu dem Ausgangs-port **24** des Datennetzwerks geleitet. Ferner arbeitet der Controller **22** mit dem Empfänger **16** und dem Sender **18** zusammen, um die Qualität der an der Basisstation **12** empfangenen Signale zu messen, Kommunikationskapazität oder -bandbreite Verbindungen zuzuweisen, Modulationsreihenfolgen festzulegen, in denen die Kommunikation mit den Teilnehmereinheiten **14** erfolgt, und Verbindungsaufbauvorgänge durchzuführen.

**[0023]** Die Basisstation **12** überträgt ein Ausgangssignal von einer Antenne **28** über einen Vorwärts-(RF-) Kanal **30** von der Basisstation **12** fort. [Fig. 1](#) zeigt der Einfachheit halber unsichtbar verdoppelte Antennen **28**, verdoppelte Antennen **28** sind jedoch nicht erforderlich. Ein Rückkanal **32** liefert ein von einer Teilnehmereinheit **14** übertragenes Eingangssignal zu der Antenne **28** der Basisstation **12**. Die Ausdrücke Vorwärtskanal und Rückkanal werden hier nur zur Unterscheidung einer Operation von einer anderen verwendet. Wenn eine Teilnehmereinheit **14** an die Basisstation **12** sendet, wird dies als Rückkanaloperation verstanden. Wenn die Basisstation **12** an eine Teilnehmereinheit **14** sendet, gilt dies als Vorwärtskanaloperation.

**[0024]** Eine beliebige Anzahl von Teilnehmereinheiten **14** innerhalb des Funkbereichs der Basisstation **12** nutzt gemeinsam den Vorwärtskanal **30**, und ihre Antennen **34** sind auf den Empfang des Vorwärtskanalsignals ausgerichtet. [Fig. 1](#) zeigt in Form eines Blockschaltbilds eine detaillierte Darstellung nur einer der Teilnehmereinheiten **14**, da jede Teilnehmereinheit **14** vorzugsweise wie die anderen Teilnehmereinheiten **14** konfiguriert ist. Insbesondere weist jede Teilnehmereinheit **14** einen zum Empfangen des Vorwärtskanalsignals vorgesehenen Empfänger **36**, einen Sender **38**, einen Frequenzgenerator **40** und einen Controller **42** auf. Der Empfänger **36** und der Sender **38** sind mit dem Frequenzgenerator **40** und dem Controller **42** gekoppelt. Der Frequenzgenerator **40** ist ebenfalls mit dem Controller **42** gekoppelt.

**[0025]** Wie nachstehend genauer beschrieben, erzeugt der Empfänger **36** Kohärenzsignale, die über den Controller **42** mit dem Sender **38** gekoppelt sind. Diese Kohärenzsignale bewirken, dass von verschiedenen Teilnehmereinheiten **14** im Rückkanal **32** zu der Basisstation **12** übertragene Rückkanalsignale zeitlich und spektral mit den im Vorwärtskanal **30** gesendeten Vorwärtskanalsignalen kohärent sind.

**[0026]** Bei jeder Teilnehmereinheit **14** durchlaufen Daten einen Eingangs-Datenport **44** und einen Ausgangs-Datenport **46**. Unter der Steuerung des Controller **42** werden Daten von dem Datenport **44** zu dem Sender **38** und von dem Empfänger **36** zu dem Datenport **46** geleitet. Ferner arbeitet der Controller **42** mit dem Empfänger **36** und dem Sender **38** zusammen, um Mitteilungen zu konfigurieren, die in Reaktion auf das über den Vorwärtskanal **30** gesendete Ausgangssignal über den Rückkanal **32** übertragen werden, die Qualität der an der Teilnehmereinheit **14** empfangenen Signale zu messen, Verbindungsaufbauvorgänge durchzuführen und an Kommunikationssessionen teilzunehmen.

**[0027]** Bei der bevorzugten Ausführungsform führt das System **10** RF-Kommunikationen unter Verwendung eines zugewiesenen Breitband-Spektrums eines lokalen Mehrpunkt-Verteilungssystems durch. Bei der bevorzugten Ausführungsform kann dieses Spektrum eine Bandbreite von bis zu 1 GHz oder mehr aufweisen und ist in oder um das  $K_a$ -Band positioniert. Fachleute auf dem Sachgebiet erkennen, dass die breitbandige Natur dieses zugewiesenen Spektrums das Liefern riesiger Mengen von Daten in kurzen Zeiträumen ermöglicht. Das System **10** ist derart konfiguriert, dass diese Bandbreite gleichzeitig Anwendungen mit hohen Datenraten, wie z.B. Echtzeit-Video oder höher, und Anwendungen mit niedrigen Datenraten, wie z.B. Sprache, abdeckt. Ferner ist das System **10** derart konfiguriert, dass zahlreiche gleichzeitig stattfindende Kommunikationssessionen oder Verbindungen sowohl bei hohen als auch niedrigen Datenraten auf effiziente Weise durchgeführt werden können. Bei der Benutzung des  $K_a$ -Bands wird die stationäre Beziehung zwischen der Basisstation **12** und den Teilnehmereinheiten **14** ausgenutzt.

**[0028]** Das System **10** nutzt die Frequenz- und Zeitdiversity zum gleichzeitigen Abwickeln zahlreicher Verbindungen. Die Frequenzdiversity wird derart genutzt, dass im Nahbereich erfolgende Kommunikationen bei unterschiedlichen Frequenzen durchgeführt werden, ohne dass Interferenzen auftreten. Vorzugsweise erfolgen die Kommunikationen über die Vorwärts- und Rückkanäle **30** und **32** bei unterschiedlichen Frequenzen, so dass die Vorwärts- und Rückkanäle **30** und **32** gleichzeitig in Betrieb sind, ohne dass wesentliche Overhead-Kommunikationen zum Verwalten bidirektionaler Kommunikationen in einem gemeinsamen Frequenzband erforderlich sind.

**[0029]** Die Zeitdiversity verhindert auch eine Interferenz zwischen gleichzeitig und simultan ablaufenden Kommunikationen. Insbesondere interferieren simultan ablaufende Kommunikationen zwischen unterschiedlichen, auf derselben Frequenz betriebenen Teilnehmereinheiten **14** nicht miteinander, da diese Teilnehmereinheiten **14** an Kommunikationssessionen mit unterschiedlichen, innerhalb von Zeitrahmen

zugewiesener Zeitfenstern teilnehmen. Vorzugsweise sind sämtliche Kommunikationen Digital-RF-Kommunikationen. Es können jedoch unterschiedliche Kommunikationssessionen festgelegt werden, um einen Ablauf in unterschiedlichen Modulationsreihenfolgen zu bewirken. Beispielsweise können simultan ablaufende Kommunikationen stattfinden, bei denen entweder 1 (z.B. BPSK), 2 (z.B. QPSK), 3 (z.B. 8-PSK), 4 (z.B. 16-PSK oder 16-QAM) oder mehr Bits pro Einheits-Baud-Intervall übermittelt werden. Die Modulationsreihenfolge und die Zuweisung von Zeitfenstern werden von dem Controller **22** gesteuert, um die Datenraten von Verbindung zu Verbindung und zwischen unterschiedlichen Segmenten von Kommunikationssessionen zu variieren.

**[0030]** [Fig. 2](#) bis [Fig. 7](#) zeigen eine bevorzugte Ausführungsform des Funkkommunikationssystems **10**, das eine schnelle Synchronisierung einer Teilnehmereinheit-Übertragungsfrequenz mit einer Empfangsfrequenz der Basisstation **12** ermöglicht. Obwohl [Fig. 2](#) der Einfachheit halber nur eine Teilnehmereinheit **14** zeigt, kann eine beliebige Anzahl von Teilnehmereinheiten **14** einer Basisstation **12** zugeordnet sein, wie oben beschrieben.

**[0031]** [Fig. 2](#) zeigt ein Blockschaltbild der Basisstation **12** und der Teilnehmereinheit **14**. Ein Basisstations-Referenzoszillator **48** ist in dem Frequenzgenerator **20** enthalten, um eine im wesentlichen stabile Basisstations-Referenzfrequenz zu erzeugen. Insbesondere ist der Oszillator **48** vorzugsweise als kristallgesteuerter Oszillator konfiguriert, der trotz Spannungs- oder Temperaturschwankungen und mit minimalem Phasenrauschen nur mit einer Einzelfrequenz mit minimaler Frequenzdrift von dieser Einzelfrequenz fort oszilliert. Der Frequenzgenerator **20** weist ferner einen Übertragungs-Trägerfrequenz-Multiplikator **50**, einen Empfangs-Trägerfrequenz-Multiplikator **52**, einen Übertragungs-Baud-Frequenz-Multiplikator **54** und einen Empfangs-Baud-Frequenz-Multiplikator **56** auf.

**[0032]** Bei der bevorzugten Ausführungsform ist ein Ausgang des Oszillators **48** mit einem ersten Eingang jedes Frequenz-Multiplikators **50**, **52**, **54** und **56** gekoppelt. Bei einer alternativen Ausführungsform können die Baud-Frequenz-Multiplikatoren **54** und **56** jedoch von einem (nicht gezeigten) weiteren stabilen Referenzoszillator statt dem Oszillator **48** angesteuert werden. Der erste, der zweite, der dritte und der vierte Steuerausgang von dem Controller **22** ist jeweils mit dem zweiten Eingang jedes Frequenz-Multiplikators **50**, **52**, **54** und **56** gekoppelt.

**[0033]** Jeder Multiplikator **50**, **52**, **54** und **56** ist zum Erzeugen eines stabilen Oszilliersignal vorgesehen, welches das Produkt eines von dem Controller **22** erzeugten Multiplikanden und einer von dem Referenzoszillator **48** erzeugten Referenzfrequenz ist. Der

Multiplikand ist ein im wesentlichen konstanter Wert, der sich vorzugsweise über den Verlauf einer vorgegebenen Signalübertragung nicht verändert. Die stabilen Oszilliersignale weisen ein sehr geringes Phasenrauschen auf, da sie mit der von dem Oszillator **48** erzeugten Referenzfrequenz kohärent sind. Es ist jedoch nicht erforderlich, dass die Multiplikanden von dem Controller **22** erzeugt werden, und die Multiplikanden können alternativ festprogrammiert sein. Fachleute auf dem Sachgebiet erkennen, dass die Multiplikatoren **50**, **52**, **54** und **56** derart konfiguriert sind, wie sie zum Synthetisieren der jeweiligen stabilen Oszilliersignale benötigt werden, so dass sie mit dem Referenzoszillator kohärent sind. Entsprechend können die Multiplikanden jede reelle Zahl sein, die entweder größer als, gleich oder kleiner als Eins ist. Selbstverständlich kann, wenn der Referenzoszillator **48** derart konfiguriert ist, dass eines der von den Multiplikatoren **50**, **52**, **54** und **56** erzeugten stabilen Oszillationssignale eine Frequenz aufweist, die der Frequenz des Referenzoszillators **48** gleich ist, der Frequenz-Multiplikator für dieses stabile Oszillationssignal wegfallen.

**[0034]** Entsprechend erzeugt der Frequenzgenerator **20** vier stabile Oszillationssignale. Das von dem Übertragungs-Trägerfrequenz-Multiplikator **50** erzeugte Signal definiert die Basisstations-Übertragungsfrequenz. Das von dem Empfangs-Trägerfrequenz-Multiplikator **52** erzeugte Signal definiert die Basisstations-Empfangsfrequenz, bei der eine Demodulierung des Signals des Rückkanals **32** erfolgen kann. Fachleute auf dem Sachgebiet erkennen, dass die Frequenzen der von dem Übertragungs- und dem Empfangs-Trägerfrequenz-Multiplikator **50** und **52** erzeugten Signale der RF-Trägerfrequenz nicht gleich zu sein braucht, sondern alternativ IF-Frequenzen repräsentieren können, welche anschließend unter Anwendung bekannter Techniken in RF konvertiert werden.

**[0035]** Das von dem Übertragungs-Baud-Frequenz-Multiplikator **54** erzeugte Signal definiert die Übertragungs-Baud-Frequenz für die Basisstation **12**, und das von dem Empfangs-Baud-Frequenz-Multiplikator **56** erzeugte Signal definiert die Empfangs-Baud-Frequenz für die Basisstation **12**. Die Baud-Frequenz, oder einfach das Baud, ist der Umkehrwert des Einheits-Intervalls. Während jedes Einheits-Intervalls überträgt das System **10** einen einzelnen Phasenpunkt, der eine Daten-Einheit übermittelt, wobei die Daten-Einheit eine Anzahl von Bits oder Symbolen enthält, die von der Modulationsreihenfolge festgelegt sind. Bei einer BPSK-Modulation wird ein Einzelsymbol pro Einheits-Intervall übertragen, bei einer QPSK-Modulation werden zwei Symbole pro Einheits-Intervall übertragen, bei einer 8-PSK-Modulation werden drei Symbole pro Einheits-Intervall übertragen, bei einer 16-QAM, 32-QAM und 64-QAM-Modulation werden vier, fünf



und sechs Symbole pro Einheits-Intervall übertragen und so weiter.

**[0036]** Fachleute auf dem Sachgebiet erkennen, dass die Übertragungs- und Empfangs-Baud-Frequenzen wesentlich kleiner sind als die Übertragungs- und Empfangs-Trägerfrequenzen. Fachleute auf dem Sachgebiet erkennen ferner, dass es die vier von dem Frequenzgenerator **20** erzeugten stabilen Oszillationssignale ermöglichen, dass sich die Übertragungs- und Empfangs-Trägerfrequenzen voneinander unterscheiden und dass sich die Übertragungs- und Empfangs-Baud-Frequenzen voneinander unterscheiden. Bei dem System **10** müssen sich die Übertragungs- und Empfangs-Baud-Frequenzen jedoch nicht unterscheiden.

**[0037]** Der Sender **18** weist einen Modulator **58** und einen Aufwärts-Konverter **60** auf. Ein Ausgang des Übertragungs-Trägerfrequenz-Multiplikators **50** ist mit einem ersten Eingang des Aufwärts-Konverters **60** gekoppelt. Der Controller **22** weist einen Steuerbus auf, der mit dem Modulator **58** gekoppelt ist und in dem Signal des Vorwärtskanals **30** zu übertragende Daten liefert. Diese Daten können zwecks Steuerung des Systems **10** innerhalb des Controller **22** erzeugt werden oder von dem Eingangs-Datenport **26** erhalten werden. Das stabile Oszillationssignal von dem Übertragungsfrequenz-Baud-Oszillator **54** ist ebenfalls mit dem Modulator **58** gekoppelt, um die Übertragungs-Baud-Frequenz zu definieren. Ein Ausgang des Modulators **58** ist mit einem ersten Eingang des Aufwärts-Konverters **60** gekoppelt. Das stabile Oszillationssignal von dem Übertragungs-Trägerfrequenz-Oszillator **50** ist mit einem zweiten Eingang des Aufwärts-Konverters **60** gekoppelt, um die Basisstations-Übertragungsfrequenz des Vorwärtskanalsignals zu definieren. Ein Ausgang des Aufwärts-Konverters **60** ist mit der Antenne **28** gekoppelt. Selbstverständlich erkennen Fachleute auf dem Sachgebiet, dass der Multiplikator **50** und der Aufwärts-Konverter **60** alternativ derart konfiguriert sein können, dass sie in mehreren Stufen miteinander kooperieren, statt in einer einzelnen Stufe, wie in dem Blockschaltbild aus [Fig. 2](#) gezeigt.

**[0038]** Der Aufwärts-Konverter **60** überträgt ein RF-Signal an die Antenne **28**, die die von dem Controller **22** zu dem Modulator **58** geleiteten Daten übermittelt. Der Datenteil dieses Signals weist die Übertragungs-Baud-Frequenz auf, und der Trägereil dieses Signals weist die Basisstations-Übertragungsfrequenz auf. Das Vorwärtskanalsignal wird erzeugt, wenn dieses Signal von der Antenne **28** zu der Teilnehmereinheit **14** gesendet wird.

**[0039]** Der Empfänger **16** der Basisstation **12** weist einen Abwärts-Konverter **62** und einen Demodulator **64** auf. Ein Ausgang des Empfangs-Trägerfrequenz-Multiplikators **52** ist mit dem Abwärts-Kon-

verter **62** gekoppelt, um die Basisstations-Empfangsfrequenz zu definieren. Der Abwärts-Konverter **62** empfängt ebenfalls ein Signal von der Antenne **28**. Obwohl in [Fig. 2](#) die Basisstation **12** separate Sende- und Empfangsantennen **28** aufweist, erkennen Fachleute auf dem Sachgebiet, dass eine einzelne Antenne bei vielen Anwendungen ausreicht. Ein Ausgang des Abwärts-Konverters **62** ist mit einem ersten Eingang des Demodulators **64** gekoppelt. Ein Ausgang des Empfangs-Baud-Frequenz-Multiplikators **56** ist mit einem zweiten Eingang des Demodulators **64** gekoppelt, um die Empfangs-Baud-Frequenz zu definieren. Wie nachstehend genauer erläutert, wird das Rückkanalsignal in der Teilnehmereinheit **14** vor der Übertragung konfiguriert, damit es im wesentlichen die Basisstations-Empfangs-Trägerfrequenz und die Basisstations-Empfangs-Baud-Frequenz aufweist.

**[0040]** Ein Ausgang des Demodulators **64** ist mit einem Eingang des Controller **22** gekoppelt. In Reaktion auf das von dem Abwärts-Konverter **62** bei der Basisstations-Empfangsfrequenz empfangene Rückkanalsignal extrahiert der Demodulator **64** von dem Rückkanalsignal übermittelte Daten und leitet diese Daten an den Controller **22** weiter. Diese Daten können dann von dem Controller **22** für den System-Overhead genutzt oder über den Ausgangs-Datenport **24** weitergeleitet werden.

**[0041]** Der Frequenzgenerator **40** der Teilnehmereinheit **14** weist eine im wesentlichen gleiche Struktur auf wie der Frequenzgenerator **20** der Basisstation **12**. Somit ist ein Teilnehmereinheits-Oszillator **66** in dem Frequenzgenerator **40** enthalten, um eine im wesentlichen stabile Teilnehmereinheits-Referenzfrequenz zu erzeugen. Der Oszillator **66** ist vorzugsweise ein kristallgesteuerter Oszillator, der in Reaktion auf Temperatur- oder Spannungsänderungen nur minimale Schwankungen aufweist. Der Frequenzgenerator **40** weist ferner einen Übertragungs-Trägerfrequenz-Multiplikator **68**, einen Empfangs-Trägerfrequenz-Multiplikator **70**, einen Übertragungs-Baud-Frequenz-Multiplikator **72** und einem Empfangs-Baud-Frequenz-Multiplikator **74** auf.

**[0042]** Jeder Multiplikator **68**, **70**, **72** und **74** ist zum Erzeugen eines stabilen Oszilliersignals vorgesehen, welches das Produkt eines von dem Controller **42** erzeugten Multiplikanden und einer von dem Referenzoszillator **66** erzeugten Referenzfrequenz ist. Die Multiplikatoren **68**, **70**, **72** und **74** sind derart konfiguriert, wie sie zum Synthetisieren der jeweiligen stabilen Oszilliersignale benötigt werden, und die Multiplikanden können in jeder reellen Zahl vorgesehen sein, die entweder größer als, gleich oder kleiner als Eins ist. Diese Multiplikanden sind vorzugsweise im wesentlichen konstante Werte.

**[0043]** Entsprechend erzeugt der Frequenzgenerator **40** vier stabile Oszillationssignale. Das von dem

Übertragungs-Trägerfrequenz-Multiplikator **68** erzeugte Signal definiert die Teilnehmereinheits-Übertragungs-Trägerfrequenz. Das von dem Empfangs-Trägerfrequenz-Multiplikator **70** erzeugte Signal liefert eine grobe oder unpräzise Definition der Teilnehmereinheits-Empfangs-Trägerfrequenz. Das von dem Übertragungs-Baud-Frequenz-Multiplikator **72** erzeugte Signal definiert die Übertragungs-Baud-Frequenz für die Teilnehmereinheit **14**, und das von dem Empfangs-Baud-Frequenz-Multiplikator **74** erzeugte Signal liefert eine grobe oder unpräzise Definition der Empfangs-Baud-Frequenz, die nachstehend als Abtastfrequenz  $F_s$  bezeichnet wird, für die Teilnehmereinheit **14**. Wie nachstehend genauer erläutert, erfolgen genaue oder präzise Definitionen der Empfangs-Träger- und Baud-Frequenzen während des Demodulationsprozesses, der bei Synchronisierung der Teilnehmereinheit **14** mit dem Vorwärtskanalsignal in der Teilnehmereinheit **14** erfolgt.

**[0044]** In dem Empfänger **36** empfängt ein Abwärts-Konverter **76** das Vorwärtskanalsignal von der Antenne **34**. Ein Ausgang des Empfangs-Trägerfrequenz Multiplikators **70** ist mit dem Abwärts-Konverter **76** gekoppelt. Ein Ausgang des Abwärts-Konverters **76** liefert vorzugsweise ein basisbandnahes Signal und ist mit einem ersten Eingang eines Demodulators **78** gekoppelt, und ein Ausgang des Empfangs-Baud-Frequenz-Multiplikators **74** ist mit einem zweiten Eingang des Demodulators **78** gekoppelt. Dieses basisbandnahe Signal wird aufgrund der Differenz zwischen der Trägerfrequenz des Vorwärtskanals **30** und der von dem Empfangs-Trägerfrequenz-Multiplikator **70** erzeugten Frequenz frequenzmäßig vom Basisband verschoben. Selbstverständlich kann der Abwärts-Konverter **76** einen zweistufigen Prozess anwenden, bei dem zuerst eine Abwärtskonvertierung auf eine IF-Frequenz vor der Erzeugung des basisbandnahen Signals erfolgt.

**[0045]** Der Demodulator **78** extrahiert und liefert die von dem Vorwärtskanal **30** übermittelten digitalen Daten und liefert Steuersignale über einen Daten- und Steuerbus an den Controller **42**. Die Steuersignale enthalten die oben beschriebenen Kohärenzsignale, die in Reaktion auf die Synchronisierung der Teilnehmereinheit **14** mit dem Vorwärtskanalsignal festgelegt werden. Ähnlich werden Steuersignale über diesen Steuer- und Datenbus von dem Controller **42** an den Demodulator **78** geliefert. Der Demodulator **78** wird nachstehend anhand von [Fig. 4](#) genauer beschrieben.

**[0046]** In dem Sender **38** werden über den Rückkanal **32** zu übertragende Daten von dem Controller **42** zu einem ersten Eingang eines Modulators **80** geliefert. Diese Daten können den Controller **42** von dem Eingangs-Datenport **44** aus durchlaufen oder zwecks Steuerung des System **10** in dem Controller **42** erzeugt werden. Eine Teilnehmereinheits-Übertra-

gungs-Baud-Frequenz wird von einem von einem Ausgang des Teilnehmereinheits-Übertragungs-Baud-Multiplikators **72** kommenden Taktsignal festgelegt, das zu einem zweiten Eingang des Modulators **80** geliefert wird. Der Modulator **80** erzeugt ein neues Phasenpunktdatum pro Einheits-Intervall, wobei das Einheits-Intervall von der Teilnehmereinheits-Übertragungs-Baud-Frequenz definiert ist. Fachleute auf dem Sachgebiet der digitalen Kommunikation erkennen, dass die Phasenpunktdaten vorzugsweise als digitale Quadratursignale konfiguriert sind.

**[0047]** Der Phasenpunktdatenstrom wird zu einem Digitalimpulsformer **82** geleitet. Bei der bevorzugten Ausführungsform filtert der Impulsformer **82** die Phasenpunktdaten unter Anwendung einer geeigneten Filterfunktion, wie z.B. der bekannten Nyquist-Wurzel-Funktion, aus, um den Phasenpunkt jedes Einheits-Intervalls zeitlich zu verteilen, so dass der Rückkanal **32** eine bevorzugt schmale Bandbreite aufweist.

**[0048]** Ein Ausgang des Impulsformers **82** liefert ein digitales Quadratursignal, das impulsgeformte Phasenpunktdaten repräsentiert, die zu einem ersten Eingang eines digitalen Interpolators (NTRP) **84** geleitet werden. Ein zweiter Eingang des Interpolators **84** empfängt Steuersignale von dem Controller **42**. Der Interpolator **84** ist zum selektiven Verzögern der impulsgeformten Phasenpunktdaten um ein von den von dem Controller **42** kommenden Steuerdaten festgelegtes Maß vorgesehen.

**[0049]** Ein Ausgang des Interpolators **84** liefert ein digitales Quadratursignal, das zu einem ersten Eingang eines Aufwärts-Konverters **86** geliefert wird. Ein zweiter Eingang des Aufwärts-Konverters **86** empfängt das Übertragungs-Trägerfrequenz-Signal von dem Teilnehmereinheits-Übertragungs-Trägerfrequenz-Multiplikator **68**. Der Aufwärts-Konverter **86** konvertiert das digitale Quadratursignal von dem Interpolator **84** in ein analoges Signal, das zur Erzeugung eines RF-Rückkanalsignals mit dem Trägersignal gemischt wird. Selbstverständlich kann der Aufwärts-Konverter **86** einen zweistufigen Prozess anwenden, bei dem zuerst eine Aufwärtskonvertierung auf IF-Frequenz und dann auf die endgültige RF-Trägerfrequenz erfolgt. Das RF-Rückkanalsignal wird von der Antenne **34** gesendet. In [Fig. 2](#) weist die Teilnehmereinheit **14** zwar getrennte Sende- und Empfangsantennen **34** auf, Fachleute auf dem Sachgebiet erkennen jedoch, dass für viele Anwendungen eine einzelne Antenne ausreichen kann.

**[0050]** Eine beispielhafte zeitliche Beziehung zwischen dem Vorwärtskanalsignal von der Basisstation **12** und dem Rückkanalsignal von unterschiedlichen Teilnehmereinheiten **14** ist in [Fig. 3](#) gezeigt. Gemäß [Fig. 2-Fig. 3](#) überträgt die Basisstation **12** ein konti-

nuierliches Signals des Vorwärtskanals **30** zu einer Gruppe von Teilnehmereinheiten **14** und überträgt jede Teilnehmereinheit **14** kurze Bursts des Rückkanals **32** gemäß dem ihr zugewiesenen Zeitfenster **88**. Sobald eine Teilnehmereinheit **14** ihre Übertragung beendet hat, kann eine andere Teilnehmereinheit **14** mit der Übertragung beginnen.

**[0051]** Die genauen Frequenzen der Referenzfrequenzsignale von den Teilnehmereinheiten-Oszillatoren **66** schwanken in beträchtlichem Maße zwischen den unterschiedlichen Teilnehmereinheiten **14**. Diese Frequenzschwankungen zwischen den Teilnehmereinheiten **14** werden typischerweise von unterschiedlichen Oszillatoren **66** hervorgerufen. Vorzugsweise werden kostengünstige Oszillatoren in den Teilnehmereinheiten **14** verwendet. Solche kostengünstigen Oszillatoren können eine unzureichende Genauigkeit und eine Frequenzdrift aufweisen. Ferner kann von Temperaturschwankungen und einer Lebensdauerbeeinträchtigung von Komponenten eine zusätzliche langfristige Drift verursacht werden.

**[0052]** Die Charakteristiken des Vorwärtskanals **30** der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfassen ein kontinuierliches Senden der Basisstation **12** an die Teilnehmereinheiten **14**. Obwohl ein kontinuierliches Senden über den Vorwärtskanal **30** nicht erforderlich ist, übersteigt bei der bevorzugten Ausführungsform die Periode des Signals des Vorwärtskanals **30** in beträchtlichem Maße die Periode eines einzelnen Burst des Rückkanals **32**.

**[0053]** Herkömmliche Synchronisieretechniken erfordern Overhead-Bearbeitungszeit für den Basisstations-Demodulator **64** ([Fig. 2](#)), um die Teilnehmereinheiten-Übertragungsfrequenz des Rückkanals **32** zu "verriegeln". Wenn das Signal-Rausch-Verhältnis niedrig ist, oder wenn übermäßige Schwankungen zwischen der Teilnehmereinheiten-Übertragungsfrequenz und der Basisstations-Empfangsfrequenz auftreten, steht die zum Synchronisieren verwendete Overhead-Zeit nicht mehr zum Übermitteln von Teilnehmereinheiten-Daten zur Verfügung. Die Basisstations-Empfangsfrequenz kann als Frequenz verstanden werden, bei der Signale von dem Rückkanal **32** demoduliert werden können, ohne dass zuerst eine beträchtliche Frequenzsynchronisierung erforderlich ist. Da der Rückkanal **32** konstant und häufig zwischen verschiedenen Teilnehmereinheiten **14** umgeschaltet wird, wird die Synchronisierzeit vorzugsweise auf einem Minimum gehalten, um das zugewiesene Spektrum auf effiziente Weise zu nutzen. Vorzugsweise wird die Basisstation **12** bei Initiierung eines neuen Zeitfensters **88** so schnell wie möglich mit einer anderen Teilnehmereinheit **14** synchronisiert.

**[0054]** Bei Anwendung herkömmlicher Techniken zum Synchronisieren von Phasenregelkreisen ist es nicht möglich, eine schnelle Synchronisierung am

Basisstations-Demodulator **64** zu versuchen, da die Signalcharakteristiken aufgrund der inhärenten Natur von Burst-Modus-Signalcharakteristiken zu unsicher sind, um akkurate Frequenzschätzungen anhand kleiner Abtastgrößen zu ermöglichen. Mit anderen Worten: die kurzen Bursts übermitteln nicht genug Informationen zum Auflösen der Unsicherheiten des Empfangssignals und anschließenden Liefern einer beträchtlichen Menge an Benutzerdaten. Herkömmliche kohärente Demodulationstechniken machen beträchtliche Abtastgrößen erforderlich, die durch Anhören der Empfangssignale über einen unerwünscht langen Zeitraum erhalten werden, bevor nützliche Daten extrahiert werden können. Bestimmte Demodulationstechniken können eine schnelle Synchronisierung ermöglichen, jedoch nur zum Preis eines Penalty in Form eines Signal-Rausch-Verhältnisses von bis zu 3 dB für ein vorgegebenes Empfangssignal.

**[0055]** Generell liefert das System **10** bestimmte Daten an die Teilnehmereinheiten **14**, die es den Teilnehmereinheiten **14** ermöglichen, ihre Sendefrequenzen derart einzustellen, dass die von unterschiedlichen Teilnehmereinheiten **14** kommenden und von der Basisstation **12** empfangenen Signale des Rückkanals **32** bereits mit dem Basisstations-Demodulator **64** synchronisiert sind. Somit braucht die Basisstation **12** kein wesentlichen zeit- aufwendigen Frequenzsynchronisierungsaufgaben durchzuführen.

**[0056]** [Fig. 4](#) zeigt ein Blockschaltbild des Demodulators **78** in dem Empfänger **36** jeder Teilnehmereinheit **14**. Der Demodulator **78** weist einen Phasenkomparator **90**, ein Schleifenfilter **92**, einen numerisch gesteuerten Oszillator (NCO) **94** und einen Datendetektor **96** auf. Der Ausgang des Abwärts-Konverters **76** ist mit einem ersten Eingang des Phasenkomparators **90** verbunden. Der Ausgang des NCO **94** ist mit einem zweiten Eingang des Phasenkomparators **90** verbunden. Der Ausgang des Phasenkomparators **90** ist mit einem Eingang des Datendetektors **96** und einem Eingang des Schleifenfilters **92** gekoppelt. Ein Ausgang des Schleifenfilters **92** bildet einen der Kohärenz-Steuersignalausgänge des Demodulators **78**, wie oben beschrieben. Der Ausgang des Schleifenfilters **92** ist ferner mit einem Eingang des NCO **94** verbunden.

**[0057]** Der Phasenkomparator **90**, das Schleifenfilter **92** und der NCO **94** bilden einen Phasenregelkreis **98**, der für Fachleute auf dem Gebiet digitaler Demodulatoren eine bekannte Schaltung ist und zum Erzielen einer spektralen Kohärenz mit einem Empfangssignal sinnvoll ist. Obwohl der Einfachheit halber ein einzelner Ausgang des Abwärts-Konverters **76** gezeigt ist, arbeitet der Phasenregelkreis **98** bei der bevorzugten Ausführungsform in Quadratur. Wie nachstehend genauer erläutert, synchronisiert der Phasenregelkreis **98** den Demodulator **78** mit der Basis-



stations-Übertragungsfrequenz des Vorwärtskanals **30**. Die daraus resultierende Teilnehmereinheits-Empfangsfrequenz, die der Basisstations-Übertragungsfrequenz nach der Synchronisierung genau gleich ist, ist die Summe der von dem Multiplikator **70** ([Fig. 2](#)) definierten groben Trägerfrequenz und der Frequenz eines von dem NCO **94** erzeugten Signals. Die Frequenz des von dem NCO **94** erzeugten Signals ist durch das von dem Schleifenfilter **92** ausgegebene Steuersignal gekennzeichnet. Dieses Steuersignal wird hier als Beta-Fein ( $\beta_f$ ) bezeichnet, und es dient als eines der von dem Demodulator **78** zu dem Controller **42** gelieferten Kohärenzsignale.

**[0058]** Wenn der Phasenregelkreis **98** mit der Basisstations-Übertragungsfrequenz des Vorwärtskanals **30** verriegelt ist, ist das von dem Phasenkomparator **90** ausgegebene Signal ein Basisbandsignal. Das Basisbandsignal wird an einem Analog-Digital-(A/D-) Konverter **100** des Datendetektors **96** abgetastet. Die von dem Multiplikator **74** erzeugte Abtastfrequenz  $F_s$  wird an einen Takteingang des A/D **100** und einen Takteingang eines NCO **102** geliefert. Diese stabile Frequenz ist vorzugsweise etwas größer (z.B. 1,1–1,6-mal) als die erwartete Baud-Rate, die der Vorwärtskanal **30** aufweist.

**[0059]** Ein Ausgang des A/D **100** ist mit einem Dateneingang eines Interpolators **104** gekoppelt, und ein Steuereingang des Interpolators **104** wird von einem Ausgang des NCO **102** angesteuert. Ein Ausgang des Interpolators (NTRP) **104** ist mit einem Eingang einer Entscheidungs- (DCSN-) Schaltung **106** gekoppelt. Ein Ausgang der Entscheidungsschaltung **106** liefert dem Controller **42** Entscheidungen über die über den Vorwärtskanal **30** übertragenen Daten. Erste und zweite Eingänge eines Timing-Fehler-Detektors **108** sind mit dem Eingang und Ausgang der Entscheidungsschaltung **106** gekoppelt, und ein Ausgang des Timing-Fehler-Detektors **108** ist mit einem Eingang eines Schleifenfilters **110** gekoppelt. Ein Ausgang des Schleifenfilters **110** ist mit einem Steuereingang des NCO **102** gekoppelt und liefert Daten, die proportional zu der Frequenz eines von dem NCO **102** erzeugten Baud-Taktsignals sind.

**[0060]** Der Interpolator **104**, die Entscheidungsschaltung **106**, der Timing-Fehler-Detektor **108**, das Schleifenfilter **110** und der NCO **102** bilden zusammen einen Phasenregelkreis **112**. Vorzugsweise sind sämtliche Komponenten in dem Phasenregelkreis **112** digitale Komponenten. Der Phasenregelkreis **112** synchronisiert den Demodulator **78** mit der Übertragungs-Baud-Frequenz des Vorwärtskanals **30**. Das Ausgangssignal des NCO **102** repräsentiert das Verhältnis der Basisstations-Übertragungs-Baud-Frequenz, wie von dem Interpolator **104** festgelegt und hier als  $F_1$  bezeichnet, zu der Abtastfrequenz  $F_s$  (d.h.  $F_1/F_s$ ). Dieses Ausgangssignal ist durch das von dem Schleifenfilter **110** ausgegebene

Steuersignal gekennzeichnet. Dieses Steuersignal wird hier als Beta-Fein-Apostroph ( $\beta_f'$ ) bezeichnet und dient als weiteres der von dem Demodulator **78** an den Controller **42** gelieferten Kohärenzsignale. Die Verwendung der Kohärenzsignale  $\beta_f$  und  $\beta_f'$  zum Bewirken, dass die Teilnehmereinheits-Übertragungsfrequenzen a priori mit den Empfangsfrequenzen der Basisstation **12** synchronisiert werden, wird nachstehend anhand von [Fig. 6](#) beschrieben.

**[0061]** [Fig. 5](#) zeigt ein Schaubild mit Aufgaben, die von der Basisstation **12** ausgeführt werden, um eine Spektral-Synchronisierung des Demodulators **64** ([Fig. 2](#)) mit dem Rückkanal **32** von den Teilnehmereinheiten **14** zu erreichen. Vor der Ausführung einer Übertragungs- oder Empfangsoperation führt die Basisstation **12** eine Anfangsaufgabe **114** durch. Die Aufgabe **114** berechnet zwei Konstantwerte Alpha ( $\alpha$ ) und Eta ( $\eta$ ) zur Verwendung als Trägerfrequenz-Multiplikatoren und zwei Konstantwerte Alpha-Apostroph ( $\alpha'$ ) und Eta-Apostroph ( $\eta'$ ) zur Verwendung als Baud-Frequenz-Multiplikatoren. Im Rahmen der vorliegenden Beschreibung werden die Apostrophe (') weggelassen, um Träger-Multiplikatoren anzuzeigen und um Baud- und Träger-Multiplikatoren gemeinsam anzuzeigen.

**[0062]** Der Wert  $\alpha$  wird an den Übertragungs-Trägerfrequenz-Multiplikator **50** angelegt, um die Übertragungs-Trägerfrequenz des Vorwärtskanals **30** zu definieren. Der Wert  $\eta$  wird an den Empfangs-Trägerfrequenz-Multiplikator **52** angelegt, um die Trägerfrequenz zu definieren, bei der der Rückkanal **32** demoduliert werden kann, ohne dass zuerst eine wesentliche Frequenzsynchronisierung durchgeführt werden muss. Diese Frequenz kann als die Basisstations-Empfangs-Trägerfrequenz angesehen werden. Der Wert  $\alpha'$  wird an den Übertragungs-Baud-Frequenz-Multiplikator **54** angelegt, um die Übertragungs-Baud-Frequenz des Vorwärtskanals **30** zu definieren. Der Wert  $\eta'$  wird an den Empfangs-Baud-Frequenz-Multiplikator **56** angelegt, um die Frequenz zu definieren, bei der die Signale des Rückkanals **32** demoduliert werden können, ohne dass zuerst eine wesentliche Baud-Frequenzsynchronisierung durchgeführt werden muss. Diese Frequenz kann als die Basisstations-Empfangs-Baud-Frequenz angesehen werden.

**[0063]** Nach dem Berechnen und Anlegen von  $\alpha$ ,  $\eta$ ,  $\alpha'$  und  $\eta'$  führt der Controller **22** der Basisstation eine Aufgabe **116** durch, um Frequenzeinstellkonstanten zusammen mit anderen für die Teilnehmereinheiten **14** bestimmten Daten über den Vorwärtskanal **30** zu übertragen. Die Frequenzeinstellkonstanten weisen bei der bevorzugten Ausführungsform sowohl  $\alpha$  als auch  $\eta$  zu Trägerfrequenz-Einstellzwecken auf und weisen sowohl  $\alpha'$  als auch  $\eta'$  zu Baud-Frequenz-Einstellzwecken auf. Der Controller **22** sendet einen Digitaldatenstrom, der zusätzlich zu den Frequenzein-

stellkonstanten für die Teilnehmereinheiten **14** bestimmte Daten enthält. Obwohl bei der bevorzugten Ausführungsform  $\alpha$ ,  $\eta$ ,  $\alpha'$  und  $\eta'$  während der Aufgabe **116** übertragen werden, können bei anderen Ausführungsformen andere auf  $\alpha$  und  $\eta$  basierende Frequenzkonstanten zu Trägerfrequenz-Einstellzwecken übertragen werden und auf  $\alpha'$  und  $\eta'$  basierende Frequenzkonstanten zu Baud-Frequenz-Einstellzwecken übertragen werden. Diese anderen Konstanten können ein Verhältnis der  $\alpha$ - und  $\eta$ -Werte oder andere Funktionen der  $\alpha$ - und  $\eta$ -Werte sein.

**[0064]** Bei der Rückkanal-Empfangsoperation führt der Controller **22** der Basisstation eine Empfangs-Synchronisier-Aufgabe **118** durch. Der Demodulator **64** ist bereits frequenzsynchronisiert, und zwar zum größten Teil mit dem Rückkanal **32** am Anfang jedes Rückkanal-Zeitfensters **88** (siehe [Fig. 4](#)), und es gehen keine Daten verloren. Der Rückkanal **32** ist jedoch am Anfang des Rückkanals-Zeitfensters **88** nicht notwendigerweise phasensynchronisiert. Eine Blockdemodulation oder ein im wesentlichen gleiches Konzept, das Fachleuten auf dem Sachgebiet bekannt ist, kann zum Erreichen einer Phasensynchronisierung am Demodulator **64** ohne Datenverlust angewendet werden.

**[0065]** Fachleute auf dem Sachgebiet erkennen, dass viele andere Aufgaben von dem Controller **22** ausgeführt werden, wie von den Ellipsen in [Fig. 5](#) angezeigt. Solche Aufgaben sind für die bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht relevant.

**[0066]** [Fig. 6](#) zeigt ein Ablaufdiagramm von Aufgaben, die die Teilnehmereinheit **14** durchführt, so dass ihr Übertragungssignal des Rückkanals **32a** priori mit dem Basisstations-Demodulator **64** frequenzsynchronisiert ist. Eine Anfangsaufgabe **120** für den Controller **42** der Teilnehmereinheit liefert eine grobe Trägerfrequenzkonstante  $\beta_c$  zu dem Empfangs-Trägerfrequenz-Multiplikator **70** ([Fig. 2](#)) und eine grobe Baud-Frequenzkonstante  $\beta'_c$  zu dem Empfangs-Baud-Frequenz-Multiplikator **74** ([Fig. 2](#)).

**[0067]** Die grobe Trägerkonstante  $\beta_c$  wird in Reaktion auf die erwartete Trägerfrequenz des Vorwärtskanals **30** und die Frequenz des Referenzoszillators **66** bestimmt. Die Teilnehmereinheit **14** konvertiert unter Anwendung der Teilnehmereinheits-Referenzfrequenz des Oszillators **66** multipliziert mit der Konstante  $\beta_c$  das Signal des Vorwärtskanals **30** in ein basisbandnahes Signal. Die Teilnehmereinheit **14** hat nun eine extrem grobe Synchronisierung mit dem Vorwärtskanal **30** erzielt. Die Frequenzdifferenz zwischen dem Produkt aus Teilnehmereinheits-Referenzfrequenz mal  $\beta_c$  und dem tatsächlich empfangenen Signal des Vorwärtskanals **30** wird hier als "Offset-Frequenz" oder "Frequenzfehlerkonstante" bezeichnet.

**[0068]** Wie in Aufgabe **122** angegeben, wird der Demodulator **78** mit der basisbandnahen Form des Signals des Vorwärtskanals **30** synchronisiert. Wenn sich der Demodulator **78** mit der Trägerfrequenz des Signals des Vorwärtskanals **30** verriegelt oder mit dieser synchronisiert wird, gilt die folgende Gleichung:  $\alpha f_{bs} = \beta f_{sref}$ , wobei  $f_{bs}$  die Basisstations-Referenzfrequenz und  $f_{sref}$  die Teilnehmereinheits-Referenzfrequenz ist. Mit anderen Worten: das Produkt aus  $\alpha$  mal der Frequenz ( $f_{bs}$ ) des Basisstations-Referenzoszillators **48** ist gleich dem Produkt aus  $\beta$  mal der Frequenz ( $f_{sref}$ ) des Teilnehmereinheits-Referenzoszillators **66**. Der Phasenregelkreis **98** des Demodulators **78** ([Fig. 4](#)) bestimmt den Wert der Offset-Frequenz einfach dadurch, dass er sich mit dem basisbandnahen Signal des Vorwärtskanals **30** verriegelt. Der von dem Schleifenfilter **92** erzeugte Konstantwert  $\beta_f$  kennzeichnet dieses Offset und wird in Aufgabe **124** an den Controller **42** gesendet.

**[0069]** Ähnlich wird die grobe Baud-Konstante  $\beta'_c$  in Reaktion auf die erwartete Baud-Frequenz des Signals des Vorwärtskanals **30** und die Frequenz des Referenzoszillators **66** bestimmt. Die Teilnehmereinheit **14** tastet den Vorwärtskanal **30** mit einer Abtastrate  $F_s$  gleich der Teilnehmereinheits-Referenzfrequenz des Oszillators **66** multipliziert mit der Konstante  $\beta'_c$  ab. Wie oben beschrieben, ist diese Abtastrate vorzugsweise geringfügig größer als die erwartete Baud-Rate. Wie ferner in Aufgabe **122** angegeben, wird der Demodulator **78** mit der über-abgetasteten Form des Signals des Vorwärtskanals **30** synchronisiert. Wenn sich der Demodulator **78** mit der Baud-Frequenz  $F_1$  des Signals des Vorwärtskanals **30** verriegelt oder mit dieser synchronisiert wird, gilt folgende Gleichung:  $\alpha' f_{bs} = \beta' f_{sref}$ . Mit anderen Worten: das Produkt aus  $\alpha'$  mal der Frequenz ( $f_{bs}$ ) des Basisstations-Referenzoszillators **48** ist gleich dem Produkt aus  $\beta'$  mal der Frequenz ( $f_{sref}$ ) des Teilnehmereinheits-Referenzoszillators **66**. Der Phasenregelkreis **112** des Demodulators **78** ([Fig. 4](#)) bestimmt den Wert  $F_1/F_s$ , der bei Multiplikation mit der Abtastfrequenz  $F_s$  der Basisstations-Übertragungs-Baud-Frequenz gleich ist, mit der der Modulator **78** synchronisiert worden ist. Der von dem Schleifenfilter **110** erzeugte Konstantwert  $\beta'_f$  kennzeichnet dieses Verhältnis, das in Aufgabe **124** ebenfalls an den Controller **42** gesendet wird.

**[0070]** Die Teilnehmereinheits-Träger-Konstante  $\beta$  ist gleich der Summe aus  $\beta_c$  und  $\beta_f$  oder  $\beta = \beta_c + \beta_f$ . Ein Momentanwert von  $\beta_f$  oder  $\beta$  kann ohne Filterung jedoch zu fehleranfällig sein. Entsprechend werden von dem Controller **42** im Schritt **126** eine digitale Filterung und/oder statistische Mittelung von  $\beta_f$  durchgeführt.

**[0071]** Ähnlich ist die Teilnehmereinheits-Baud-Konstante  $\beta'$  gleich dem Produkt aus  $\beta'_c$  und  $\beta'_f$  oder  $\beta' = (\beta'_c)(\beta'_f)$ . Während  $\beta'_c$  ein Konstant-

wert ist, wird  $\beta_f$  durch die Operation des Phasenregelkreises **112** kontinuierlich eingestellt, um sowohl Phasen- als auch Frequenzfehler zwischen dem Kreis **112** und dem Vorwärtskanal **30** aufzuspüren. Entsprechend werden von dem Controller **42** im Schritt **126** auch eine digitale Filterung und/oder statistische Mittelung von  $\beta_f$  durchgeführt. Durch diese zusätzliche Filterung wird der Phasengehalt von  $\beta_f$  entfernt, wobei gleichzeitig eine stabile Darstellung des Frequenzgehalts erzeugt wird.

**[0072]** Wenn eine Synchronisierung der Trägerfrequenz und der Baud-Frequenz erfolgt, kann der Teilnehmereinheits-Demodulator **78** erfolgreich Daten aus dem von der Basisstation **12** über die Vorwärtskanal **30** übertragenen Digitaldatenstrom extrahieren. Die Daten von dem Demodulator **78** werden zu Verarbeitungszwecken an den Controller **42** geliefert. Der Digitaldatenstrom enthält Overhead-Kanal-Informationen, wie z.B. Verbindungsaufbauparameter, Modulationsreihenfolge, Zuweisungen von Zeitfensterblöcken und Timing-Offsets sowie Daten, die die Mitteilung der Teilnehmereinheit und die oben beschriebenen Frequenzeinstellkonstanten enthalten.

**[0073]** Bei Aufgabe **128** werden die Frequenzeinstellkonstanten  $\alpha$ ,  $\eta$ ,  $\alpha'$  und  $\eta'$  von dem Demodulator **78** aus dem ankommenden Digitaldatenstrom extrahiert und zusammen mit anderen über den Vorwärtskanal **30** übermittelten Daten zu dem Controller **42** geliefert. Der Controller **42** berechnet dann bei Aufgabe **130** den Teilnehmereinheits-Empfangs-Trägerfrequenzwert  $\beta$  unter Verwendung der Werte  $\beta_f$  und  $\beta_c$  und den Empfangs-Baud-Frequenzwert  $\beta'$  unter Verwendung von  $\beta_f$  und  $\beta_c'$ .

**[0074]** Wenn der Controller **42** der Teilnehmereinheit die  $\alpha$ - und  $\eta$ -Werte empfangen und die  $\beta$ -Werte berechnet hat, führt er die Aufgabe **132** aus, bei der er die Frequenzkonstantenwerte Gamma ( $\gamma$ ) und Gamma-Apostroph ( $\gamma'$ ) berechnet. Zum Sicherstellen einer wesentlichen Übereinstimmung der Teilnehmer-Übertragungs-Trägerfrequenz mit der Basisstations-Empfangs-Trägerfrequenz sollte  $\gamma$  gleich dem Produkt aus dem Verhältnis von  $\beta$  zu  $\alpha$  multipliziert mit  $\eta$  oder  $\gamma = \beta\eta/\alpha$  sein. Ähnlich sollte zur Sicherstellung einer wesentlichen Übereinstimmung der Teilnehmereinheits-Übertragungs-Baud-Frequenz mit der Basisstations-Empfangs-Baud-Frequenz  $\gamma'$  gleich dem Produkt aus dem Verhältnis von  $\beta'$  zu  $\alpha'$  multipliziert mit  $\eta'$  oder  $\gamma' = \beta'\eta'/\alpha'$  sein.

**[0075]** Bei der Aufgabe **134** liefert der Controller **42** jeweils  $\gamma$  und  $\gamma'$  zu den Multiplikatoren **68** und **72**, so dass die Teilnehmereinheits-Referenzfrequenz mit  $\gamma$  und  $\gamma'$  multipliziert wird, um die Träger- und Baud-Frequenzen zu erreichen, mit der der Basisstations-Demodulator **64** bereits synchronisiert ist.

**[0076]** Bei Aufgabe **136** liefert der Controller **42** Da-

ten, die der Sender **38** auf das Trägersignal moduliert. Das Trägersignal "transportiert" Informationen, wenn es moduliert ist. Das Teilnehmereinheits-Trägersignal wird von dem Übertragungs-Trägerfrequenz-Multiplikator **68** geliefert. Bei Aufgabe **138** wird das Ausgangssignal des Senders **38** als Signal des Rückkanals **32** von der Antenne **34** übertragen. Wenn die Daten für das aktuelle Zeitfenster **88** an die Basisstation **12** übertragen sind, endet die Übertragungsoperation **138**.

**[0077]** Bei Aufgabe **134** kann, da der Wert  $\gamma$ , der die Teilnehmereinheits-Übertragungs-Trägerfrequenz steuert, proportional sowohl zu  $\beta$  als auch  $\eta$ , jedoch umgekehrt proportional nur zu  $\alpha$  ist,  $\gamma$  einen hohen Wert aufweisen.

**[0078]** Bei einer Ausführungsform kann  $\gamma$  Werte von mehreren Tausend aufweisen. Entsprechend wird der Übertragungs-Trägerfrequenz-Multiplikator **68** derart implementiert, dass die Teilnehmereinheits-Referenzfrequenz akkurat mit diesem hohen Wert von  $\gamma$  multipliziert werden kann, ohne dass ein zu großes Maß an Phasenrauschen auftritt. Eine bevorzugte Implementierung des Multiplikators **68** ist in dem Blockschaltbild aus [Fig. 7](#) gezeigt.

**[0079]** [Fig. 7](#) zeigt den Multiplikator **68** aufgeteilt in einen Digitalkomponentenabschnitt **140** und einen Analogkomponentenabschnitt **142**. Der Digitalabschnitt **140** weist einen Vollkomplex-Direkt-Digital-Synthesizer **143** auf, der ein komplexes Oszilliersignal mit einer von einem digitalen Eingangssignal, das von dem Controller **42** kommt, gesteuerten Frequenz digital synthetisiert. Der Synthesizer **143** und ein Analog-Synthesizer **144** in dem Analogkomponentenabschnitt **142** können jeweils von der Referenzfrequenz des Oszillators **66** oder mit dieser Referenzfrequenz kohärenten Signalen angesteuert werden.

**[0080]** Vorzugsweise ist der Synthesizer **143** zum Arbeiten über einen relativ kleinen Frequenzbereich und eine relativ kleine Frequenzstufengröße vorgesehen. Beispielsweise kann der Synthesizer **143** zum Arbeiten über einen Bereich von 0–1 MHz in Schritten von 1 Hz oder weniger vorgesehen sein. Ein Ausgang des Synthesizers **143** ist mit einer Vollkomplex-Digital-Multiplizierschaltung **146** gekoppelt, die zusätzlich zu modulierende Daten von dem Interpolator **84** empfängt. Der Multiplikator **146** und der Synthesizer **143** bewirken, dass Daten digital zu einer digitalen "Zwischen"frequenz moduliert werden, die als komplexer Digitaldatenstrom ausgedrückt wird.

**[0081]** Das Komplex-Digitaldatenstrom-Ausgangssignals des digitalen Multiplikators **146** wird zu dem analogen Komponentenabschnitt **142** des Multiplikators **68** geliefert. Insbesondere wird der Datenstrom zu einem Eingang eines Digital/Analog-Konverters

(DAC) **148** geliefert, in dem er in ein analoges IF-Signal konvertiert wird. Das analoge IF-Signal und ein Frequenz-Referenzsignal von dem analogen Synthesizer **144** werden zu einem analogen Mischer **150** der Aufwärts-Konvertierschaltung **86** geliefert.

**[0082]** Vorzugsweise ist der analoge Synthesizer **144** im Gegensatz zu dem digitalen Synthesizer **143** zum Arbeiten über einen relativ großen Frequenzbereich und eine relativ große Frequenzstufengröße vorgesehen. Beispielsweise kann der Synthesizer **144** zum Arbeiten über einen Bereich von 0–1 GHz in Schritten von 0,9 MHz vorgesehen sein. Die genaue Arbeitsfrequenz, die mit einer von der Frequenzstufengröße des Synthesizer **144** bestimmten Genauigkeit angezeigt wird, wird von den vom Controller **42** gelieferten Daten festgelegt.

**[0083]** Entsprechend wendet der Multiplikator **68** einen zweistufigen digitalen und analogen Synthetisierungsprozess an, um die Teilnehmereinheiten-Referenzfrequenz des Oszillators **66** mit dem Wert von  $\gamma$  zu multiplizieren. Ein niedrigstwertiger Teil von  $\gamma$  wird zu dem digitalen Synthesizer **143** geliefert und steuert die Frequenz des von diesem erzeugten Signals. Ein höchstwertiger Teil von  $\gamma$  wird zu dem analogen Synthesizer **144** geliefert und steuert die Frequenz des von diesem erzeugten Signals. Das Ergebnis repräsentiert die Summe dieser beiden Frequenzen. Im wesentlichen tritt aufgrund der kleinen Stufengröße des Synthesizer **143** und seiner digitalen Implementierung kein Phasenrauschen in Zusammenhang mit dem digitalen Zwischenfrequenz-Datenstrom auf. In Zusammenhang mit dem von den analogen Synthesizer **144** erzeugten Oszillationssignal tritt nur ein sehr geringes Phasenrauschen auf, da das Signal zwar über einen großen Bereich schwanken kann, der Synthesizer **144** jedoch eine hohe Stufengröße aufweist. Die hohe Stufengröße ermöglicht die Anwendung eines höherfrequenten Referenzsignals durch den analogen Synthesizer **144**, was zu reduziertem Phasenrauschen führt.

**[0084]** Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die vorliegende Erfindung ein verbessertes Verfahren und eine verbesserte Vorrichtung zum Erzielen einer schnellen Frequenzsynchronisierung in einem Kommunikationssystem schafft. Die Rückkanäle sind zeitlich und spektral mit den Vorwärtskanälen kohärent, um Overhead-Kommunikationen zu reduzieren. Die Rückkanäle senden bei Träger- und Baud-Frequenz, mit der der Basisstations-Demodulator bereits frequenzsynchronisiert ist.

**[0085]** Die vorliegende Erfindung ist oben anhand bevorzugter Ausführungsformen beschrieben worden. Fachleute auf dem Sachgebiet erkennen jedoch, dass Änderungen und Modifikationen an diesen bevorzugten Ausführungsformen durchgeführt werden können, ohne dass dadurch vom Umfang der

vorliegenden Erfindung abgewichen wird. Fachleute auf dem Sachgebiet erkennen, dass bei an den Basisstationen und den Teilnehmereinheiten durchgeführten Prozessen Aufgaben anders klassifiziert werden und aufeinanderfolgen können als hier beschrieben, wobei äquivalente Ergebnisse erzielt werden. Diese und weitere Änderungen und Modifikationen, die für Fachleute auf dem Sachgebiet offensichtlich sind, fallen in den Umfang der vorliegenden Erfindung.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur schnellen Frequenzsynchronisierung eines Rückkanalsignals mit einer Basisstations-Empfangsfrequenz, wobei eine Basisstations-Empfangs-Baud-Frequenz proportional zu  $\eta$ -mal einer Basisstations-Baud-Referenzfrequenz ist, wobei  $\eta$  ein erster Wert ist, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

Übertragen (**116**) eines Vorwärtskanalsignals von einer Basisstation (**12**), wobei das Vorwärtskanalsignal eine Basisstations-Übertragungs-Baud-Frequenz aufweist, die proportional zu  $\alpha$ -mal der Basisstations-Baud-Referenzfrequenz ist, wobei  $\alpha$  ein zweiter Wert ist;

Berechnen (**132**) eines Baud-Frequenz-Multiplikanden, welcher proportional zu  $\eta$  und umgekehrt proportional zu  $\alpha$  ist, an einer Teilnehmereinheit (**14**);

Erzeugen (**134**) eines Baud-Taktsignals, das in Reaktion auf den Baud-Frequenz-Multiplikanden bei der Teilnehmereinheiten-Übertragungs-Baud-Frequenz oszilliert; und

Übertragen (**138**) des Rückkanalsignals von der Teilnehmereinheit (**14**), wobei das Rückkanalsignal die Teilnehmereinheiten-Übertragungs-Baud-Frequenz aufweist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem: eine Basisstations-Empfangs-Trägerfrequenz proportional zu  $\eta$ -mal einer Basisstations-Träger-Referenzfrequenz ist, wobei  $\eta$  ein dritter Wert ist; eine Basisstations-Übertragungs-Trägerfrequenz proportional zu  $\alpha$ -mal der Basisstations-Träger-Referenzfrequenz ist, wobei  $\alpha$  ein vierter Wert ist; das Vorwärtskanalsignal die Basisstations-Übertragungs-Baud-Frequenz und die Basisstations-Übertragungs-Trägerfrequenz aufweist; das Verfahren ferner den Schritt des Berechnens (**132**) eines Trägerfrequenz-Multiplikanden, welcher proportional zu  $\eta$  und umgekehrt proportional zu  $\alpha$  ist, an der Teilnehmereinheit (**14**) umfasst; wobei das Verfahren ferner den Schritt des Erzeugens (**134**) einer Teilnehmereinheiten-Übertragungs-Trägerfrequenz in Reaktion auf den Trägerfrequenz-Multiplikanden umfasst; und das Rückkanalsignal die Teilnehmereinheiten-Übertragungs-Baud-Frequenz und die Teilnehmereinheiten-Übertragungs-Trägerfrequenz aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, ferner mit folgenden Schritten:

Konfigurieren (120) des Vorwärtskanalsignals zum Übermitteln von Frequenzeinstelldaten, die auf die Basisstations-Empfangsfrequenz und die Basisstations-Übertragungsfrequenz ansprechen; und Extrahieren (128) der Frequenzeinstelldaten aus dem Vorwärtskanalsignal vor dem Berechnungsschritt.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem: bei dem Vorwärtskanal-Übertragungsschritt (116) das Vorwärtskanalsignal kontinuierlich über eine erste vorbestimmte Dauer übertragen wird; und bei dem Rückkanal-Übertragungsschritt (138) das Rückkanalsignal kontinuierlich über eine zweite vorbestimmte Dauer übertragen wird, wobei die zweite vorbestimmte Dauer kürzer ist als die erste vorbestimmte Dauer.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem eine Teilnehmereinheit-Empfangsfrequenz und die Teilnehmereinheit-Übertragungsfrequenz jeweils auf eine Teilnehmereinheit-Referenzfrequenz ansprechen.

6. Verfahren nach Anspruch 5, ferner mit dem Schritt des Synchronisierens (122) der Teilnehmereinheit-Empfangsfrequenz mit der Basisstations-Übertragungsfrequenz.

7. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem: die Teilnehmereinheit-Empfangs-Baud-Frequenz proportional zu  $\beta'$ -mal der Teilnehmereinheit-Baud-Referenzfrequenz ist, wobei  $\beta'$  ein dritter Wert ist; und der Berechnungsschritt (132) den Schritt umfasst, bei dem der Multiplikand proportional zu  $\beta'$  gemacht wird.

8. Verfahren nach Anspruch 5 mit Rückbezug auf Anspruch 2, bei dem: die Teilnehmereinheit-Empfangs-Trägerfrequenz proportional zu  $\beta$ -mal der Teilnehmereinheit-Träger-Referenzfrequenz ist, wobei  $\beta$  ein dritter Wert ist; und der Berechnungsschritt (132) den Schritt umfasst, bei dem der Träger-Multiplikand proportional zu  $\beta$  gemacht wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, bei dem der Erzeugungsschritt (134) den Schritt des Multiplizierens der Teilnehmereinheit-Referenzfrequenz mit dem Multiplikanden umfasst.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem der Multiplizierschritt folgende Schritte umfasst: Synthetisieren eines ersten Signals bei einer in Reaktion auf einen ersten Teil des Multiplikanden bestimmten ersten Frequenz, die in ersten Frequenzschritten über einen ersten Frequenzeinstellbereich einstellbar ist; und

Produzieren eines zweiten Signals bei einer in Reaktion auf die Frequenz des ersten Signals und einen zweiten Teil des Multiplikanden bestimmten zweiten Frequenz, die in zweiten Frequenzschritten, welche größer sind als die ersten Frequenzschritte, über einen zweiten Frequenzeinstellbereich, welcher größer ist als der erste Frequenzeinstellbereich, einstellbar ist.

11. Verfahren nach Anspruch 10 mit Rückbezug auf Anspruch 8, bei dem: der Synthetisierschritt in digitalen Komponenten (143) durchgeführt wird; und der Produzierschritt in analogen Komponenten (144) durchgeführt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Basisstation (12) und die Teilnehmereinheit (14) im wesentlichen relativ zueinander stationär sind.

13. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem: die Teilnehmereinheit (14) eine von mehreren Teilnehmereinheiten (14) ist; jede der mehreren Teilnehmereinheiten (14) die Berechnungs- (132), Erzeugungs- (134) und Übertragungsschritte (138) durchführt; bei dem an jeder der mehreren Teilnehmereinheiten (14) durchgeführten Berechnungsschritt (132) Frequenz-Multiplikanden berechnet werden, die bei jeder der mehreren Teilnehmereinheiten (14) unterschiedlich sind; und bei dem an jeder der mehreren Teilnehmereinheiten (14) durchgeführten Erzeugungsschritt (134) im wesentlichen gleiche Teilnehmereinheit-Übertragungsfrequenzen erzeugt werden.

14. RF-Digital-Kommunikations-Teilnehmereinheit für ein RF-Digital-Kommunikationssystem (10), bei dem eine Basisstation (12) eine schnelle Synchronisierung eines Rückkanalsignals mit einer Basisstations-Empfangsfrequenz durchführt, wobei eine Basisstations-Empfangs-Baud-Frequenz proportional zu  $\eta'$ - (Eta-Apostroph) mal einer Basisstations-Baud-Referenzfrequenz ist, wobei  $\eta'$  ein erster Wert ist, und die Basisstation (12) ein Vorwärtskanalsignal überträgt, das eine Basisstations-Übertragungsbaud-Frequenz aufweist, die proportional zu  $\alpha'$ - (Alpha-Apostroph) mal der Basisstations-Baud-Referenzfrequenz ist, wobei  $\alpha'$  ein zweiter Wert ist, wobei die RF-Digital-Kommunikations-Teilnehmereinheit (14) aufweist: einen Demodulator (78) zum Synchronisieren einer Teilnehmereinheit-Empfangs-Baud-Frequenz mit der Basisstations-Übertragungsbaud-Frequenz und zum Erzeugen von Fehlerdaten, die sowohl auf die Teilnehmereinheit-Empfangs-Baud-Frequenz als auch eine Teilnehmereinheit-Baud-Referenzfrequenz ansprechen; einen mit dem Demodulator (78) gekoppelten Controller (42) zum Berechnen eines Baud-Fre-



quenz-Multiplikatoren, der proportional zu  $\eta'$  und umgekehrt proportional zu  $\alpha'$  ist und auf die Fehlerdaten anspricht;  
eine mit dem Controller (42) gekoppelte Frequenzmultiplizierschaltung (72) zum Multiplizieren der Teilnehmereinheits-Baud-Referenzfrequenz mit dem Baud-Frequenz-Multiplikatoren zum Erzeugen eines Baud-Taktsignals, das bei einer Teilnehmereinheits-Übertragungs-Baud-Frequenz arbeitet; und  
eine mit der Frequenzmultiplizierschaltung (72) gekoppelte RF-Schaltung (86) zum Erzeugen des Rückkanalsignals, das die Teilnehmereinheits-Übertragungs-Baud-Frequenz aufweist.

15. RF-Digital-Kommunikations-Teilnehmereinheit (14) nach Anspruch 14, bei der:  
die Basisstation (12) derart konfiguriert ist, dass das Vorwärtskanalsignal Frequenzeinstelldaten übermittelt, die auf die Basisstations-Empfangsfrequenz und die Basisstations-Übertragungsfrequenz ansprechen; und  
der Controller (42) derart konfiguriert ist, dass der Frequenz-Multiplikand auf die Frequenzeinstelldaten anspricht.

16. RF-Digital-Kommunikations-Teilnehmereinheit (14) nach Anspruch 14, bei der:  
die Teilnehmereinheits-Empfangsfrequenz proportional zu  $\beta'$  (Beta-Apostroph) mal der Teilnehmereinheits-Referenzfrequenz ist, wobei  $\beta'$  ein dritter Wert ist;  
der dritte Wert  $\beta'$  zu  $\beta_c'$  (Beta-Grob-Apostroph) plus  $\beta_f$  (Beta-Fein-Apostroph) gleich ist, wobei  $\beta_f$  ein vierter Wert ist, der durch die Fehlerdaten gekennzeichnet ist, und  $\beta_c'$  ein fünfter Wert ist;  
die Teilnehmereinheit (14) ferner eine zweite Frequenzmultiplizierschaltung (74) aufweist, in der die Teilnehmereinheits-Empfangsfrequenz mit  $\beta_c'$  multipliziert wird, wobei die zweite Frequenzmultiplizierschaltung (74) mit dem Demodulator (78) gekoppelt ist; und  
der Controller (42) derart konfiguriert ist, dass der Frequenzmultiplikand ferner proportional zu  $\beta'$  ist.

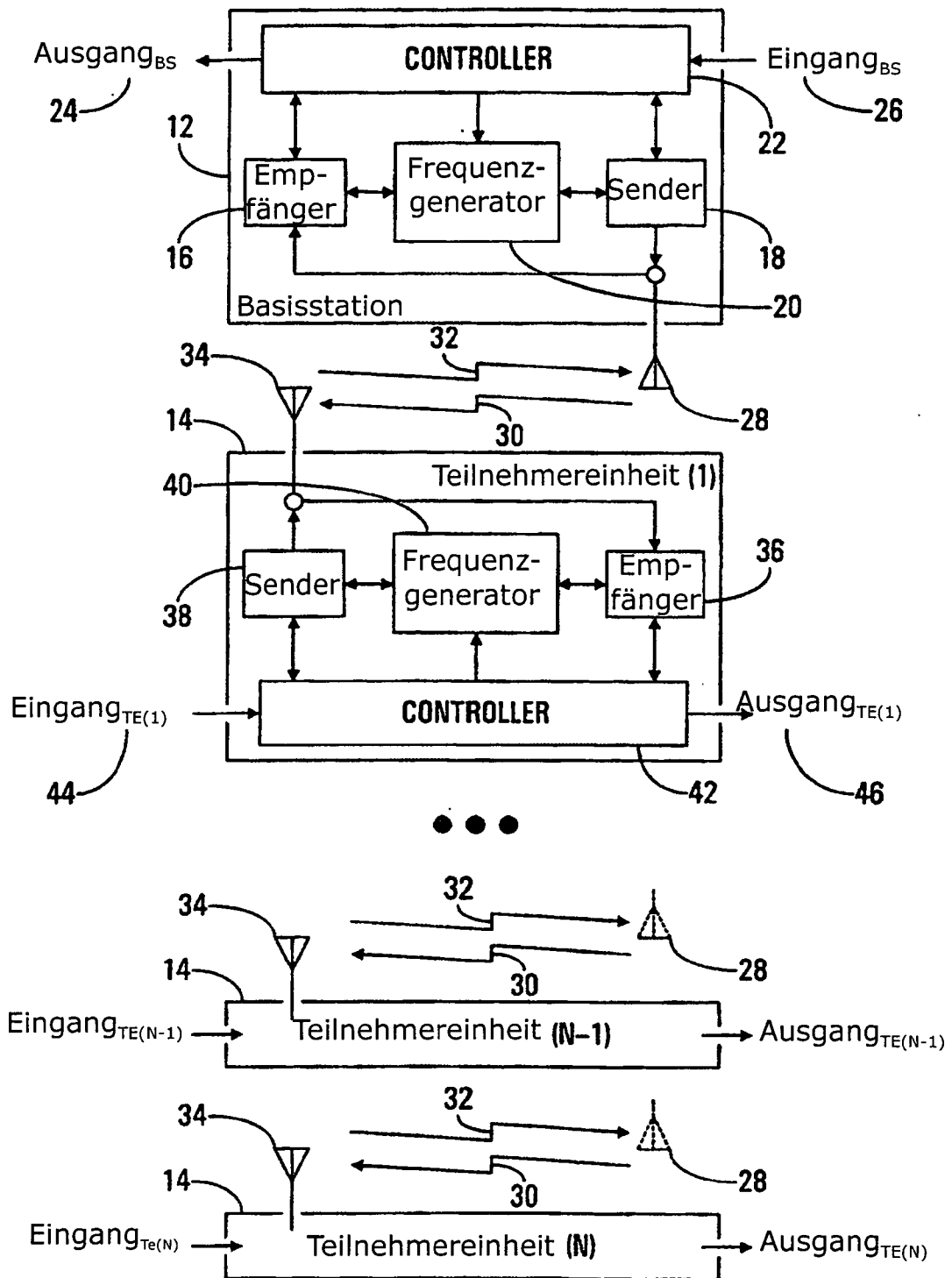
17. RF-Digital-Kommunikations-Teilnehmereinheit (14) nach Anspruch 14, bei der:  
eine Basisstations-Empfangs-Trägerfrequenz proportional zu  $\eta$ -mal einer Basisstations-Träger-Referenzfrequenz ist, wobei  $\eta$  ein dritter Wert ist;  
eine Basisstations-Übertragungs-Trägerfrequenz proportional zu  $\alpha$ -mal der Basisstations-Träger-Referenzfrequenz ist, wobei  $\alpha$  ein vierter Wert ist;  
das Vorwärtskanalsignal die Basisstations-Übertragungs-Baud-Frequenz und die Basisstations-Übertragungs-Trägerfrequenz aufweist;  
der Controller (42) ferner zum Berechnen eines Trägerfrequenz-Multiplikanden vorgesehen ist, welcher proportional zu  $\eta$  und umgekehrt proportional zu  $\alpha$  ist;  
die Teilnehmereinheit (14) ferner eine mit dem Controller (42) und der RF-Schaltung (86) gekoppelte

zweite Frequenzmultiplizierschaltung (68) zum Multiplizieren einer Teilnehmereinheits-Träger-Referenzfrequenz mit dem Trägerfrequenz-Multiplikatoren zum Erzeugen einer Teilnehmereinheits-Übertragungs-Trägerfrequenz aufweist; und  
die RF-Schaltung (86) derart konfiguriert ist, dass das Rückkanalsignal die Teilnehmereinheits-Übertragungs-Baud-Frequenz und die Teilnehmereinheits-Übertragungs-Trägerfrequenz aufweist.

18. RF-Digital-Kommunikations-Teilnehmereinheit (14) nach Anspruch 17, bei der die Frequenzmultiplizierschaltung (68) aufweist:  
einen Digital-Frequenzsynthesizer (143) zum Synthetisieren eines ersten Signals bei einer in Reaktion auf einen ersten Teil des Frequenz-Multiplikanden bestimmten ersten Frequenz, wobei die erste Frequenz in ersten Frequenzschritten über einen ersten Frequenzeinstellbereich einstellbar ist; und  
einen Analog-Frequenzsynthesizer (144) zum Produzieren eines zweiten Signals bei einer in Reaktion auf die Frequenz des ersten Signals und einen zweiten Teil des Multiplikanden bestimmten zweiten Frequenz, die in zweiten Frequenzschritten, welche größer sind als die ersten Frequenzschritte, über einen zweiten Frequenzbereich, welcher größer ist als der erste Frequenzbereich, einstellbar ist.

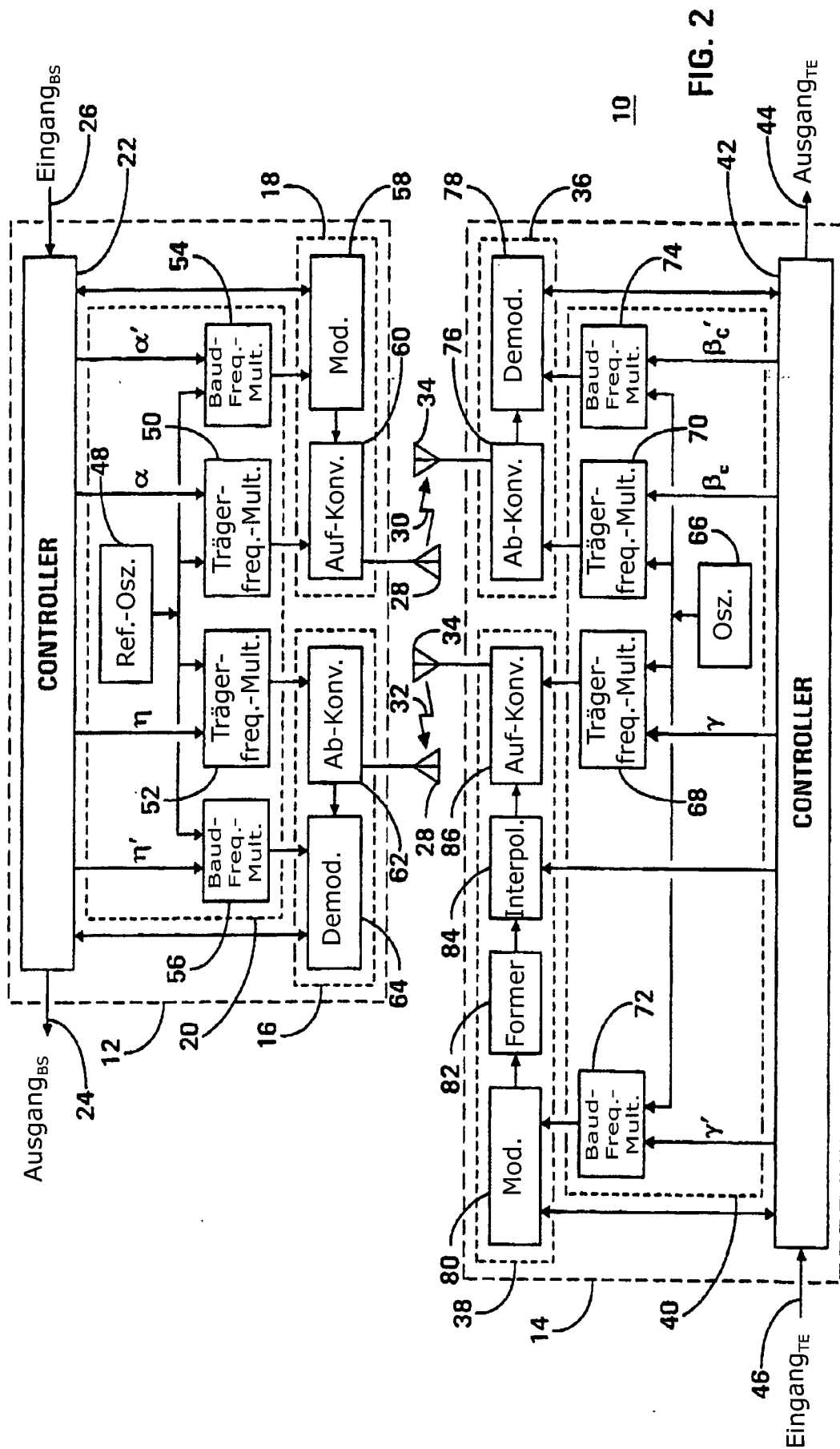
Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen



10

FIG. 1



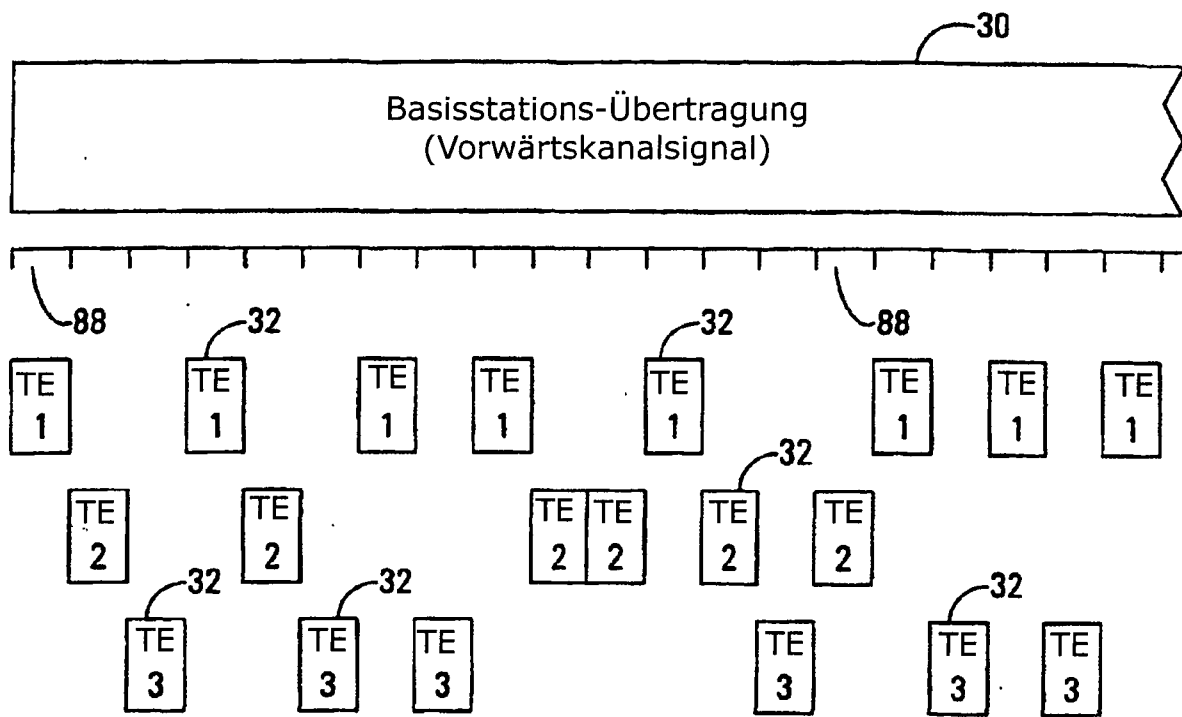


FIG. 3

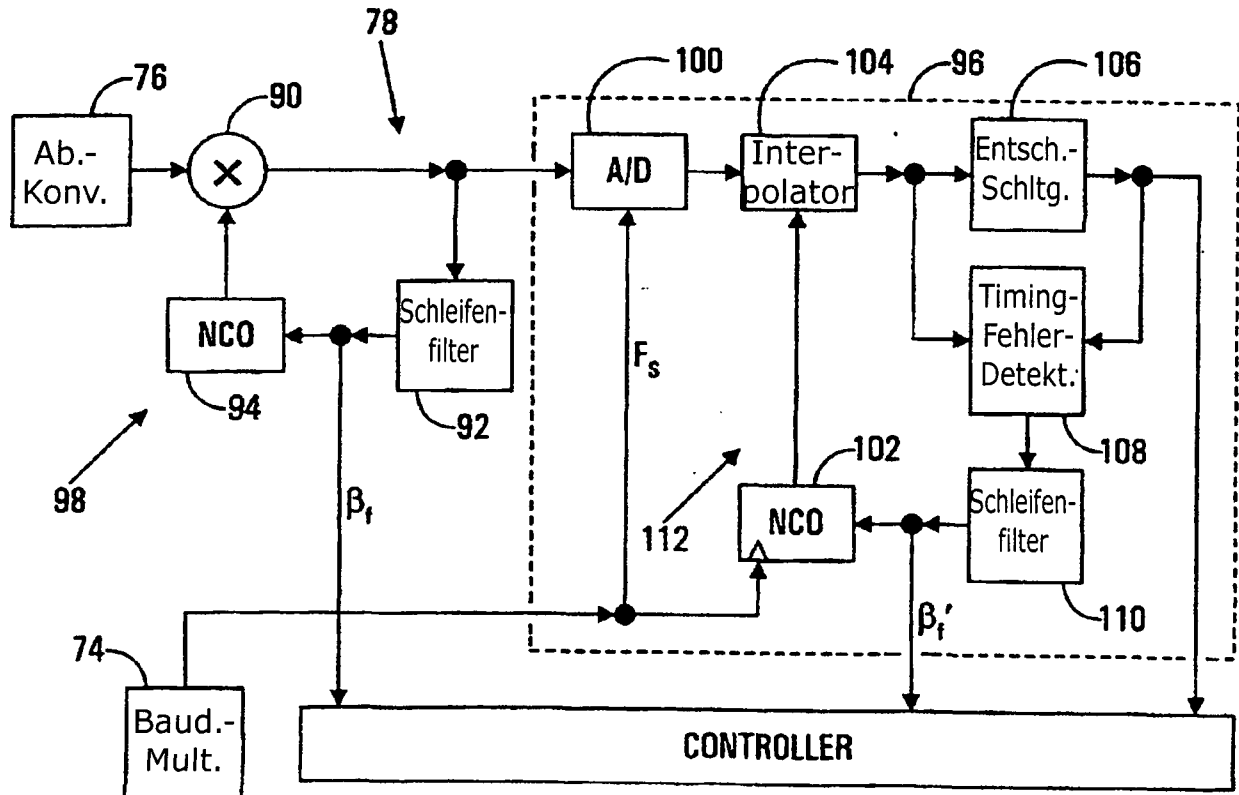


FIG. 4

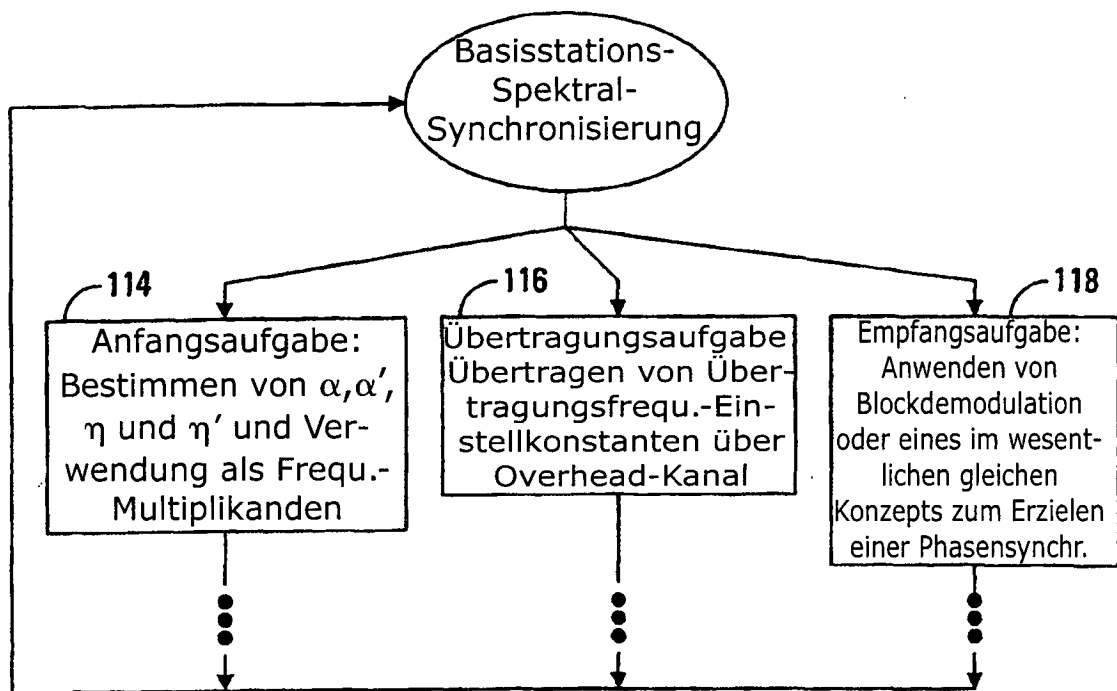


FIG. 5

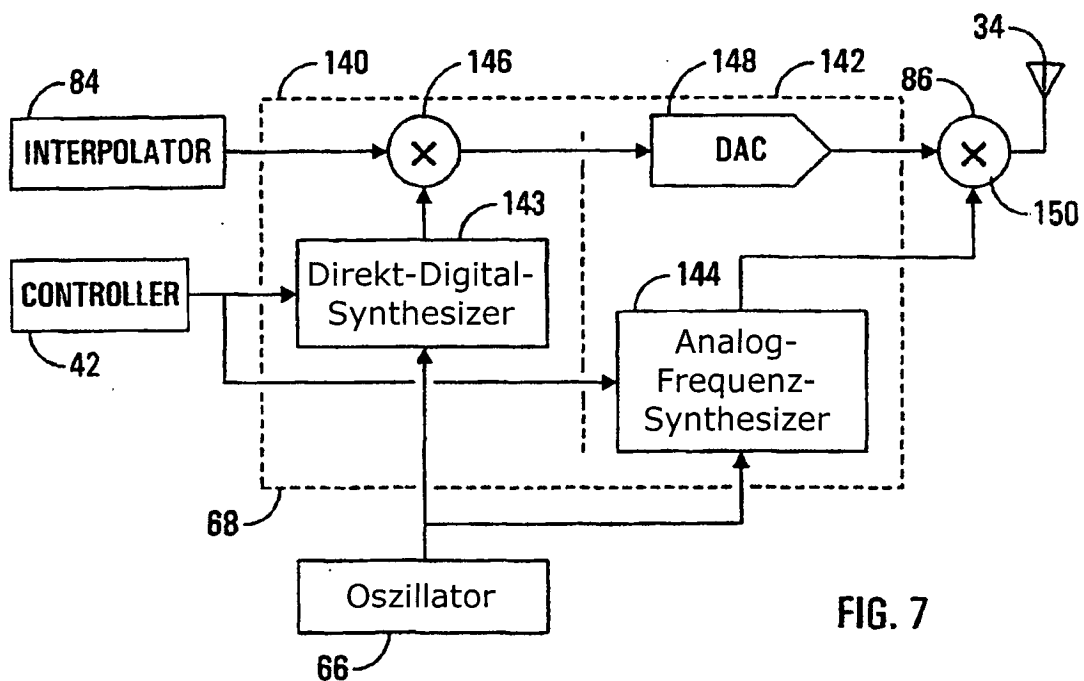


FIG. 7



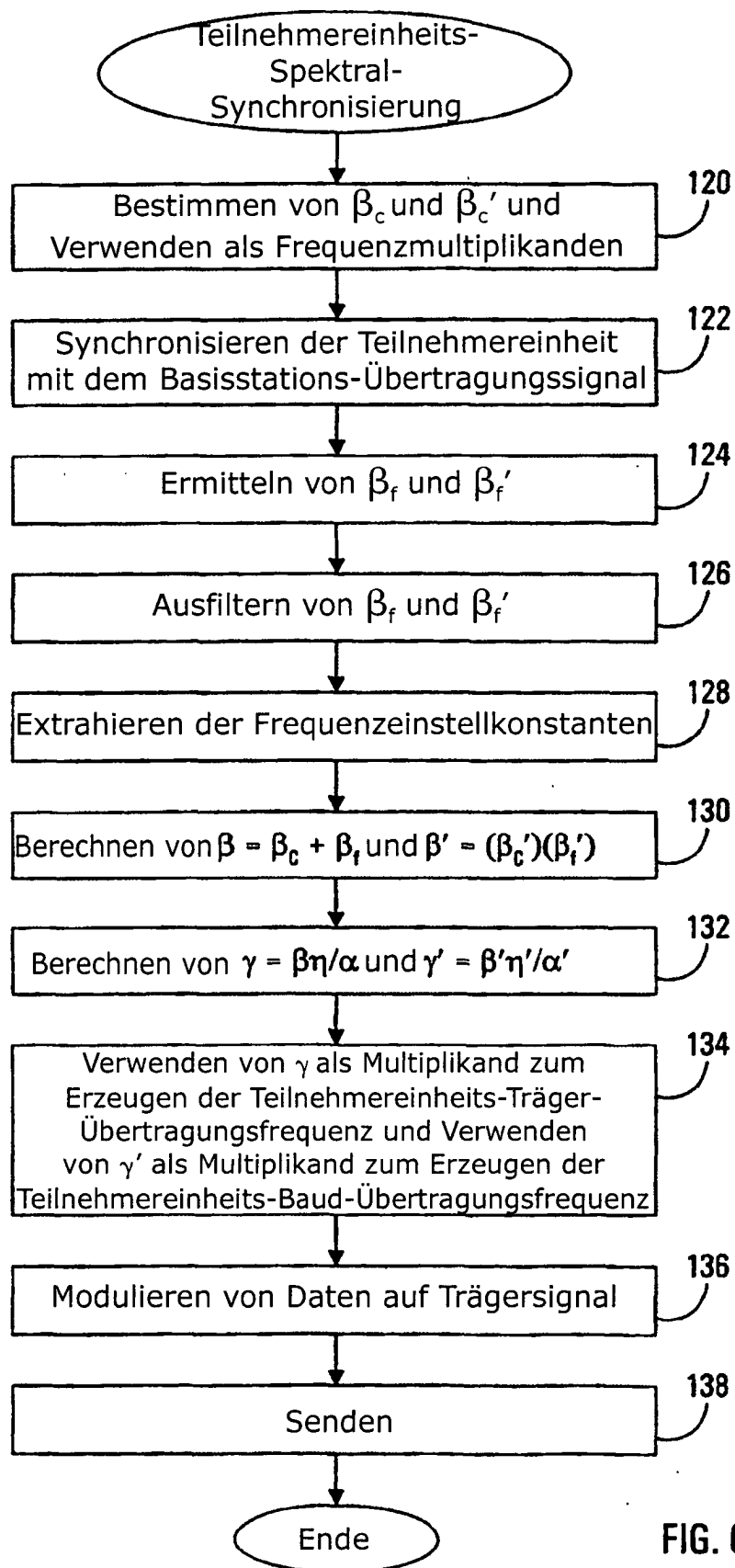


FIG. 6