(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 36 45 394 B4** 2006.02.09

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **P 36 45 394.3**
(22) Anmeldetag: **20.03.1986**
(43) Offenlegungstag: **25.09.1986**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **09.02.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***H04J 4/00*** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten(§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
713 925 20.03.1985 US

(62) Teilung aus:
P 36 45 383.8

(73) Patentinhaber:
InterDigital Technology Corporation, Wilmington, Del., US

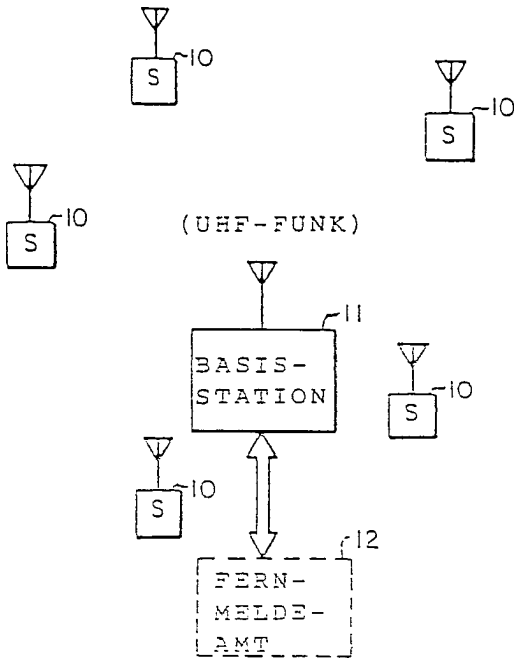
(74) Vertreter:
FROHWITTER Patent- und Rechtsanwälte, 81679 München

(72) Erfinder:
Paneth, Eric, San Diego, Calif., US; Handzel, Mark J., San Diego, Calif., US

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
KINOSHITA, K.; HATA, M.; HIRADE, K.: "Digital Mobile Radio Telephone System Using TD/FDMA Scheme". In: Trans. IECE 1981, Vol. J64-B, Nr. 9, S. 1016-1023 (deutsche Übersetzung);
THOMAS, C.M.; ALEXANDER, J.E.; RAHNEBERG, E.W.:
"A New Generation of Digital Microwave Radios for
U.S. Military Telephone Networks". In: IEEE Transactions on Communications, 1979, Vol. COM-27, No. 12, S. 1916-1928;
KINOSHITA, K.; HATA, M.; HIRADE, K.: "Digital Mobile Radio Telephone System Using TD/FDMA Scheme". IEEE Trans. On Vehicular Technology, 1982, Vol. VT-31, No. 4, S. 153-157;

(54) Bezeichnung: **Funkkommunikationssystem**

(57) Hauptanspruch: Teilnehmerstation für ein Funkkommunikationssystem, in welchem Signale von einer Basisstation zu einer Teilnehmerstation über einen entsprechenden Vorwärtskanal auf einer zugewiesenen Vorwärtsfrequenz einer Vielzahl von Vorwärtsfrequenzen übertragen werden und in welchem Signale von einer Teilnehmerstation zu einer Basisstation über einen entsprechenden Rückwärtskanal auf einer zugewiesenen Rückwärtsfrequenz einer Vielzahl von Rückwärtsfrequenzen übertragen werden, wobei jeder der Vorwärtskanäle und der Rückwärtskanäle in eine Folge von Zeitschlitzen unterteilt ist, wobei eine Gruppe aufeinander folgender Zeitschlitze einen Rahmen definiert und alle Rahmen innerhalb des Funkkommunikationssystems zueinander synchronisiert sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Teilnehmerstation (10) Eingangsschnittstellen (53, 62) zum Empfang von Sprachsignalen und Datenströmen aufweist,
dass die Teilnehmerstation Sprachsignalverarbeitungsmittel (55) zum Erzeugen komprimierter Sprachabtastsignale und Mittel (64, 28) zum Formatieren der Datenströme in Datenpakete aufweist,
dass die Teilnehmerstation Mittel (28, 29, 30) zum Platzieren der komprimierten Sprachabtastsignale beziehungsweise der Datenpakete in Zeitschlitze des Rückwärtskanals umfasst, und
dass die Zeitschlitze des...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Funkkommunikationssystem nach Anspruch 1, eine Basisstation und eine Teilnehmereinheit für ein Funkkommunikationssystem, sowie ein Verfahren zur Übertragung eines Informationssignals in einem Funkkommunikationssystem.

Stand der Technik

[0002] K. Kinoshita et al.: „Digital Mobile Radio Telephone System Using TD/FDMA Scheme" in Trans. IECE 1981, Vol. J654-B, Seiten 1016 bis 1023 (deutsche Übersetzung) und K. Kinoshita et al.: „Digital Mobile Radio Telephone System Using TD/FDMA Scheme" IEEE Trans. On Vehicular Technology, 1982, Vol. VT-31, No. 4, Seiten 153 bis 157 beschreiben die Einführung der TDMA-Technik (Time Division Multiple Access, Zeitteilungsmehrfachzugriff) zur Lösung von Problemen wie Erhöhung der Anzahl der Sender und Empfänger in der Basisstation und Notwendigkeit von hochstabilen Lokaloszillatoren. Sie behandeln den grundlegenden Aufbau des TDMA-Telefonsystems und wichtige Konstruktionsspezifikationen wie Rahmenformat, Informationsteil-Bit-Länge, Multiplexgrad sowie Steuerung und Hardware-Aufbau und erläutern dabei die Realisierung eines mobilen Telefonsystems unter Einsatz der TDMA-Technik.

[0003] C.M. Thomas et al., „A new Generation of Digital Microwave Radios for U.S. Military Telephone Networks" in IEEE Trans. on Comm., 1979, Vol. COM-27, No. 12, Seiten 1916 bis 1928 beschreibt Merkmale von Modulations-Techniken, welche für digitales Radio geeignet sind.

Aufgabenstellung

[0004] Die Erfindung schafft ein System zur drahtlosen Übertragung von mehrfachen Informationssignalen unter Verwendung digitaler Zeitteilungsschaltungen zwischen einer Basisstation und einer Vielzahl von Teilnehmerstationen. Die Teilnehmerstationen können fest oder beweglich sein. Die Anzahl der Zeitteilungsschaltungen wird durch die Übertragungsqualität der Signale bestimmt. Die Basisstation ist mit einem externen Informationsnetz verbunden, das analog und/oder digital sein kann. Die Informationssignale werden von der aus Sprach-, Daten-, Faksimile-, Video-, Computer- und Gerätschaftssignalen bestehenden Gruppe ausgewählt.

[0005] Die beweglichen Teilnehmerstationen können sich wahlweise relativ schnell und relativ langsam bewegen.

[0006] Der Modulationsspiegel der Signale und die dem System zugeführte Leistung werden entsprechend der Signalfehlerwahrnehmung im System eingestellt.

[0007] Das System ist mit Raumdiversity ausgestattet, wobei eine Vielzahl von Antennen verwendet werden, die wahlweise voneinander entfernt sind, um einen relativ hohen Signalempfang trotz Signalschwund zu liefern.

[0008] Die Basisstation arbeitet über eine Vielzahl von RF-Kanalpaaren. Jeder Kanalpaarbetrieb wird durch die Kombination einer Sendekanalschaltung zum Verarbeiten einer vorgegebenen Vielzahl von Informationssignalen, die gleichzeitig über Telefonfernsprechleitungen zur gleichzeitigen Übertragung an verschiedene Teilnehmerstationen über einen vorgegebenen Hochfrequenz (RF)-Kanal empfangen werden, und einer Empfangskanalschaltung zum Verarbeiten einer Vielzahl von Signalen, die gleichzeitig über einen vorgegebenen RF-Kanal von verschiedenen Teilnehmerstationen empfangen werden, um Informationssignale zur Übertragung über die Fernsprechleitungen auszugeben, ausgeführt.

[0009] Getrennte Umwandlungsgeräte sind jeweils mit jeder Fernsprechleitung zum Umwandeln der Informationssignale, die über die Fernsprechleitungen empfangen werden, in digitale Signalabtastwerte verbunden.

[0010] Die Sendekanalschaltung beinhaltet eine vorgegebene Vielzahl von getrennten Signalkompressionsgeräten zum gleichzeitigen Komprimieren der digitalen Signalabtastwerte, die jeweils von getrennten Umwandlungsgeräten abgeleitet werden, um die vorgegebene Anzahl von getrennten komprimierten Signalen zu liefern, eine Kanalsteuerungseinheit, die mit den Kompressionsgeräten zum sequentiellen Vereinigen der komprimierten Signale in einen einzelnen Sendekanal-Bitstrom verbunden ist, wobei jedes der jeweiligen komprimierten Signale eine wiederkehrende sequentielle Schlitzposition im Sendekanal-Bitstrom einnimmt, die zu einem vorbestimmten Kompressionsgerät gehört, und eine Einheit zum Ausgeben eines Sendekanalsignals zur Übertragung über den vorbestimmten RF-Kanal als Antwort auf den Sendekanal-Bitstrom.

[0011] Eine Vermittlungseinrichtung verbindet die jeweiligen getrennten Umwandlungsgeräte mit angegebenen getrennten Kompressionsgeräten.

[0012] Eine fernverbundene Zentraleinheit ist mit den Fernsprechleitungen verbunden und spricht auf ein hereinkommendes Verbindungsanforderungssignal, das über eine der Fernsprechleitungen empfangen wird, dadurch an, daß sie ein Schlitzzuordnungssignal ausgibt, das anzeigt, welches der getrennten kompressionsgeräte die Vermittlungseinrichtung mit dem einen getrennten Umwandlungsgerät, das mit der einen Fernsprechleitung verbunden ist, verbinden soll, und dadurch der einen Fernsprechleitung den Schlitz im Sendekanal-Bitstrom zuordnet, der zu dem einen getrennten Umwandlungsgerät gehört, das durch die Vermittlungseinrichtung so verbunden ist. Die fernverbundene Zentraleinheit speichert ab, welche Schlitze so zugeordnet sind, und befragt bei dem Empfang einer hereinkommenden Verbindungsanforderung den Speicher und liefert dann ein Schlitzzuordnungssignal, das die Verbindung zu einem Kompressionsgerät bewirkt, das zu einem der Schlitze gehört, der nicht einer anderen Fernsprechleitung zugeordnet ist.

[0013] Ein Anrufsprozessor ist mit der fernverbundenen Zentraleinheit verbunden und spricht auf das Schlitzzuordnungssignal dadurch an, daß es die Vermittlungseinrichtung veranlaßt, die durch das Schlitzzuordnungssignal angegebene Verbindung zu schließen.

[0014] Die Empfangskanalschaltung beinhaltet eine Empfangseinheit zum Empfangen eines Empfangskanalsignals und zum Verarbeiten des Empfangskanalsignals, um einen Empfangskanal-Bitstrom zu liefern, der getrennte komprimierte Signale in verschiedenen jeweiligen wiederkehrenden sequentiellen Schlitzpositionen enthält. Eine vorgegebene Vielzahl von getrennten Signalsynthesegeräten, von denen jedes zu einer verschiedenen Schlitzposition im Empfangskanal-Bitstrom gehört, um digitale Signalabtastwerte aus getrennten komprimierten Signalen, die in den zugehörigen jeweiligen Schlitzpositionen des Empfangskanal-Bitstromes enthalten sind, wiederherzustellen und eine Steuereinheit zum Ausscheiden der getrennten komprimierten Signale aus dem Empfangskanal-Bitstrom und zum Verteilen der ausgeschiedenen Signale an getrennte Synthesegeräte, die zu den jeweiligen Zeitschlitzen gehören, von denen die Signale ausgeschieden wurden.

[0015] Getrennte Wiederumwandlungsgeräte sind jeweils mit jeder Fernsprechleitung zum Wiederumwandeln der digitalen Signalabtastwerte in Informationssignale zur Übertragung über die jeweiligen Fernsprechleitungen verbunden. Jedes getrennte Wiederumwandlungsgerät gehört zu einem der getrennten Umwandlungsgeräte und ist mit einer gemeinsamen Fernsprechleitung mit den zugehörigen getrennten Umwandlungsgeräten verbunden.

[0016] Die Vermittlungseinrichtung verbindet die jeweiligen getrennten Wiederumwandlungsgeräte mit angegebenen getrennten Synthesegeräten.

[0017] Die fernverbundene Zentraleinheit spricht auf das hereinkommende Verbindungsanforderungssignal, das über eine der Fernsprechleitungen empfangen wurde, dadurch an, daß sie ein Schlitzzuordnungssignal liefert, um anzugeben, welches der getrennten Synthesegeräte die Vermittlungseinrichtung mit dem einen der getrennten Wiederumwandlungsgeräte verbinden soll, das mit der einen Fernsprechleitung verbunden ist, und dadurch der einen Fernsprechleitung den Schlitz im Empfangskanal-Bitstrom zuordnet, der zu dem einen getrennten Synthesegerät gehört, das durch die Vermittlungseinrichtung so verbunden ist. Die fernverbundene Zentraleinheit speichert ab, welche Schlitze im Empfangskanal-Bitstrom so zugeordnet sind, und befragt beim Empfang der hereinkommenden Verbindungsanforderung den Speicher und gibt dann an den Anrufsprozessor das Schlitzzuordnungssignal ab, um die Verbindung zu einem Synthesegerät zu bewirken, das zu einem der Schlitze gehört, der nicht einer anderen Fernsprechleitung zugeordnet ist.

[0018] Das System nach der Erfindung macht von fortgeschrittenen digitalen und im großen Umfang integrierenden elektronischen Techniken Gebrauch, um verschiedenen Marktteilen billige, zuverlässige hochqualitative Kommunikationen zu geben. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird eine feste Basisstationseinrichtung verwendet, die zentral angeordnet ist, um mit einer großen Anzahl von Teilnehmerstationen, die in der Nähe angeordnet sind, in Verbindung zu treten. Die zentrale Basisstation kann mit einem Zentralamt eines öffentlichen Fernsprechnetzes über eine Nebenstellenanlage (PBX) verbunden sein, die mit hereinkommenden Telefonleitungen verbunden ist. Die Teilnehmerstationen im System können entweder fest tragbar oder mobil sein und können entweder relativ langsam oder schnell arbeiten. Die Teilnehmerstationen stehen mit der Basisstation über UHF-Funkkanäle und mit dem Benutzer über ein standardmäßiges Zweileiter-DTMF-Tastentelefon oder über ein RS-232C oder über nicht-standardmäßige Fernsprechstellen (z.B. 4-Leiter) in Verbindung. Das System kann dazu verwendet werden, bestehende Ortsteilnehmerschleifen mit Hartdrähten zu ersetzen oder einen Qualitätsfernsprechdienst für Gebiete zu schaffen, wo Drahtverbindungen nicht möglich oder wirt-

schaftlich sind.

[0019] Ein Merkmal des Systems nach der Erfindung ist seine Fähigkeit, einen Zeitteilungs-Mehrfachzugriff (TDMA) und eine digitale Sprachcodierung einzusetzen, um die gleichzeitige Mehrfachverwendung von Frequenzen innerhalb eines vorgegebenen Netzes zu gestatten. Jede mögliche Anzahl von hochqualitativen Sprachschaltungen können auf einmal auf einem vorgegebenen Frequenzkanal (mit 25-KHz-Kanalabstand) arbeiten. Vier solcher Schaltungen werden für Erläuterungszwecke verwendet. Hierdurch ergibt sich sowohl ein spektraler als auch wirtschaftlicher Vorteil über bestehende analoge Funktelefonsysteme, die nur ein Gespräch auf einmal auf einem vorgegebenen Frequenzkanal ermöglichen.

[0020] Die Merkmale, die eine kostengünstigere, feste, mobile und tragbare Einrichtung mit sich bringen, bestehen in der Verwendung der digitalen Sprachcodierung geringer Geschwindigkeit (weniger als 16 Kbps) verbunden mit spektral-wirksamen Digitalmodulationstechniken. Beispielsweise gestattet die kombinierte Verwendung einer 14,6-Kbps-Sprachcodierungstechnik und einer 16-Pegel-DPSK-Modulation vier gleichzeitige Gespräche im Voll-Duplex-Betrieb, die von einem einzelnen Paar von 20-KHz-Bw-Kanälen getragen werden, die 25 KHz im gesamten Spektrum und insbesondere in den 400 bis 500 MHz und 800 bis 950 MHz Segmenten voneinander getrennt sind. Diese Kombination ermöglicht eine Sprechverbindung guter Qualität über eine Entfernung von mindestens 20 km.

[0021] Um gegenüber einem drahtgebundenen Dienst wettbewerbsfähig zu sein, muß eine viel größere Anzahl von Teilnehmern untergebracht werden, als auf einem vorgegebenen Paar von 25-KHz-Kanälen gleichzeitig getragen werden kann. Beispielsweise kann ein 12-Kanal-Paar-System, das 47 gleichzeitige Verbindungen unterhalten hat, eine Gesamtanzahl von 500 den Hörer abgenommenen und aufgelegten Teilnehmern haben, wobei die maximale Anzahl durch die gewünschte Spitzenzeit-Sperrwahrscheinlichkeit begrenzt ist. Somit ist ein Teilnehmerverbindungsanforderungssteuerplan, der vernünftige Verbindungsverzögerungen liefert, auch ein wichtiges Merkmal der Erfindung.

[0022] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele und den Zeichnungen. Es zeigen:

[0023] Fig. 1 ein Blockschaltbild, welches das Hochfrequenz-Teilnehmertelefonsystem nach der Erfindung allgemein zeigt,

[0024] Fig. 2 ein Blockschaltbild einer repräsentativen bevorzugten Ausführungsform der Basisstation in dem System von Fig. 1,

[0025] Fig. 3 ein Blockschaltbild einer bevorzugten Ausführungsform einer Teilnehmerstation in dem System von Fig. 1,

[0026] Fig. 4 die Folge von Nachrichten, die von den Teilnehmerstationen und der Basisstation erzeugt werden, um eine Verbindung zwischen zwei Teilnehmerstationen herzustellen,

[0027] Fig. 5 verschiedene Datenverarbeitungsmodule, die in der ferngesteuerten Zentraleinheit (RPU) in der Basisstation von Fig. 2 ausgeführt werden,

[0028] Fig. 6 die Verarbeitung von eingehenden und abgehenden BCC-Nachrichten durch die RPU in der Basisstation von Fig. 2,

[0029] Fig. 7 die Verarbeitung von eingehenden und abgehenden PBX-Nachrichten durch die RPU in der Basisstation von Fig. 2,

[0030] Fig. 8 die Verarbeitung von Protokollnachrichten durch die RPU in der Basisstation von Fig. 2,

[0031] Fig. 9 ein Speicherbild der RPU in der Basisstation von Fig. 2,

[0032] Fig. 10 die Verarbeitung von auf den RCC-Zustand bezogenen Nachrichten durch das in Fig. 5 gezeigte Nachrichtenverarbeitungsmodul (message processing module (MPM)),

[0033] Fig. 11 die Verarbeitung von auf den Kanalzustand bezogenen Nachrichten durch das in Fig. 5 gezeigte Nachrichtenverarbeitungs-MPM,

[0034] Fig. 12 ein Blockschaltbild der Teilnehmeranschluß-Schnittstelleneinheit (STU) in der Teilnehmerstation von Fig. 3,

[0035] Fig. 13 die Signalschnittstelle zwischen der PBX und der VCU in der Basisstation von Fig. 2,

[0036] Fig. 14 (auf Blatt 1) die Signalschnittstelle zwischen der STU und der VCU in der Teilnehmerstation von Fig. 2,

[0037] Fig. 15 die zeitlichen Zusammenhänge der in Fig. 13 gezeigten PBX-VCU-Schnittstellensignale und der in Fig. 14 gezeigten STU-VCU-Schnittstellensignale,

[0038] Fig. 16 (auf Blatt 11) die Signalschnittstelle zwischen der VCU und der CCU in der Basisstation von Fig. 2 und der Teilnehmerstation von Fig. 3,

[0039] Fig. 17 den zeitlichen Zusammenhang der Sendekanalsignale der in Fig. 16 gezeigten VCU-CCU-Signalschnittstelle,

[0040] Fig. 18 den zeitlichen Zusammenhang der Empfangskanalsignale der in Fig. 16 gezeigten VCU-CCU-Signalschnittstelle,

[0041] Fig. 19A und Fig. 19B jeweils die zeitlichen Zusammenhänge für die Sende- und Empfangssprachblöcke, die zwischen der VCU und der CCU für eine 16-Pegel-PSK-Modulation weitergeleitet werden,

[0042] Fig. 20A den Eingabe- und Ausgabedatenzeitablauf und -inhalt für den Empfangskanal zwischen der VCU und der PBX (oder STU) für eine 16-Pegel-PSK-Modulation,

[0043] Fig. 20B den Eingabe- und Ausgabedatenzeitablauf und -inhalt für den Sendekanal zwischen der VCU und der PBX (oder STU) für eine 16-Pegel-PSK-Modulation,

[0044] Fig. 21 (auf Blatt 5) ein Blockschaltbild der CCU der Basisstation von Fig. 2 und der Teilnehmerstation von Fig. 3,

[0045] Fig. 22 die software-ausgeführte Funktionsarchitektur der CCU von Fig. 21,

[0046] Fig. 23 ein Zeitdiagramm zum Weiterleiten der RCC- und 16-Pegel-PSK-Sprachdaten auf dem Sendebus der CCU von Fig. 22,

[0047] Fig. 24 ein Zeitdiagramm zum Weiterleiten von RCC- und 16-Pegel-PSK-Sprachdaten auf dem Empfangsbus der CCU von Fig. 23,

[0048] Fig. 25 (auf Blatt 3) ein Blockschaltbild des Modems der Basisstation von Fig. 2 und der Teilnehmerstation von Fig. 3,

[0049] Fig. 26 die Signalschnittstelle zwischen der CCU, dem Modem und der STIMU in der Basisstation von Fig. 2,

[0050] Fig. 27 die Signalschnittstelle zwischen dem Modem und der RFU in der Basisstation von Fig. 2 und in der Teilnehmerstation von Fig. 3,

[0051] Fig. 28 ein Blockschaltbild der Antennenschnittstellenleitung für die Teilnehmerstation von Fig. 3, und

[0052] Fig. 29 ein Blockschaltbild der Antennenschnittstellenleitung für die Basisstation von Fig. 2.

Verzeichnis von Akronymen

[0053] Verzeichnis von in der Beschreibung verwendeten Akronymen

AKRONYM	DEFINITION
A/D	Analog-Digital-Wandler
ADPCM	Adaptive Differenzpulscodemodulation
AGC	(Automatic Gain Control) Automatische Verstärkungsregelung
AM	Amplitudenmodulation
BCC	(Baseband Control Channel) Basisbandsteuerkanal
BPSK	(Binary Phase Shift Keying Modulation) Binäre Phasenumtastung
BW	(Bandwidth) Bandbreite
CCU	(Channel Control Unit) Kanalsteuerungseinheit
CODEC	(Combined Coder and Decoder) Kombinierter Coder und Decoder
DEMOD	Demodulator (Empfangsteil des Modems)
D/A	Digital-Analog-Wandler
dB	Dezibel
DID	(Direct Inward Dial) Durchwahl
DMA	(Direct Memory Access) Direkter Speicherzugriff
DPSK	(Differential Phase Shift Keying Modulation) Differenzphasenumtastung
DTMF	(Dual Tone Multi-Frequency signalling scheme) Zweiton-Mehrfrequenz-Signalbild
ECL	(Emitter-coupled Logic) emittergekoppelte Logik
FCC	(United States Federal Communications Commission) Amerikanische Bundeskommission für das Nachrichtenwesen
FIFO	(First-in First-out Memory) Schiebespeicher
FIR	(Finite-Duration Impulse-Response filter) Filter für Impulse endlicher Dauer
Hz	Hertz (Schwingungen pro Sekunde)
I	(In-phase) Gleichphasig
IF	(Intermediate Frequency) Zwischenfrequenz
Kbps	Kilobits pro Sekunde
KHz	KiloHertz
Km	Kilometer
LSB	(Least Significant Bit) niedrigstwertiges Bit
MDPSK	(Multi-phase Differential Phase Shift Keying modulation) Mehrphasen-Differenzphasenumtastung
MHz	MegaHertz
MODEM	(Combined Modulator and Demodulator) kombinierter Modulator und Demodulator
MPM	(Message Processing Module) Nachrichtenverarbeitungsmodul
ms	Millisekunden
OCXO	(Oven Controlled Crystal Oscillator) thermostatisierter Kristalloszillator
PBX	(Private Branch Exchange or Automatic Switch) Nebenstellenanlage oder Wählvermittlungseinrichtung

PCM	(Pulsed Coded Modulation) Pulscodemodulation
PSN	(Public Switched Network) öffentliches Wählnetz
PSTN	(Public Switched Telephone Network) öffentliches Fernsprechnetz oder andere Verbindungsträger (typisch Telco)
Q	(Quadrature) 90°-Verschiebung
QPSK	(Quadrature Phase Shift Keying Modulation) Phasenumtastung mit 90°-Verschiebung
RBTG	(Ringback Tone Generator) Rückruftongenerator
RAM	(Random Access Memory) Speicher mit direktem Zugriff
RCC	(Radio Control Channel) Funksteuerungskanal
RELP	(Residual Excited Linear Prediction) restliche angeregte Linearvoraussage
RF	(Radio Frequency) Hochfrequenz
RFU	(Radio Frequency Unit) Hochfrequenzeinheit
RPU	(Remote-Connection Processor Unit) fernverbundene Zentraleinheit
ROM	(Read-only Memory) Nur-Lese-Speicher
RX	(Receive) Empfangen
SHF	(Super High Frequency) superhohe Frequenz (3 000 bis 30 000 MHz)
SIN	(Subscriber Identification Number) Teilnehmer-Kennummer
SLIC	(Subscriber Loop Interface Circuit) Anpaßschaltung für digitalen Teilnehmeranschluß
STIMU	(System Timing Unit) Systemzeittakteinheit
STU	(Subscriber Station Telephone Interface Unit) Teilnehmerstation-Telefonschnittstelleneinheit
SUBTU	(Subscriber Timing Unit) Teilnehmerzeittakteinheit
TDM	(Time Division Multiplexing) Zeitteilen
TDMA	(Time Division Multiple Access) Zeitteilung-Mehrfachzugriff
Telco	(Telephone Company) Telefongesellschaft
TX	(Transmit) Senden
UHF	Ultrahochfrequenz
UTX-250	Vermittlungseinrichtung, die Verarbeitung und Verknüpfung (interfacing) beinhaltet und die eine PBX sein kann, aber eine solche nicht notwendigerweise ist
UW	(Unique Word) eindeutiges Wort
VCU	(Voice Codec Unit) Sprachkodier- und -dekodiereinheit
VCXO	(Voltage Controller Crystal Oscillator) spannungsgesteuerter Kristalloszillator
VHF	(Very High Frequencies (30 bis 350 MHz))

[0054] In der Beschreibung ist zu merken, daß dort wo ein spezielles Band (z.B. 454 bis 460 MHz) in dem beschriebenen Ausführungsbeispiel verwendet wird, die Erfindung gleichermaßen auf mindestens die ganzen VHF-, UHF- und SHF-Bänder anwendbar ist.

Ausführungsbeispiel

[0055] Es wird auf Fig. 1 Bezug genommen. Das System nach der Erfindung schafft einen Teilnehmerschleifen-Fernsprechdienst mit UHF-Funk zwischen Teilnehmerstationen (S) **10** und einer Basisstation **11**. Die Basisstation **11** liefert Rufverbindungen unmittelbar zwischen den funkgestützten Teilnehmerstationen **10** und ist mit dem Zentralamt **12** einer Telefongesellschaft (Telco) für Anrufe bei und von außerhalb des Systems liegenden Stellen verbunden.

[0056] Beispielsweise arbeitet das dargestellte System auf gemeinsamen Trägerfrequenz-Kanalpaaren im 454-MHz-bis 460-MHz-Band. Diese Gruppe von Frequenzen enthält 26 bestimmte Kanäle. Die Kanäle haben einen Abstand von 25 KHz voneinander und eine zugelassene Bandbreite von 20 KHz. Der Abstand zwischen dem Sende- und dem Empfangskanal beträgt 5 MHz, wobei die Mittelfrequenz der unteren der beiden Frequenzen den Basisstationssendungen zugeordnet ist. Wie zuvor angegeben, kann das System auch auf anderen UHF-Kanalpaaren arbeiten.

[0057] Die Art des Sendens von der Basisstation zu der Teilnehmerstation (der Sendekanal) ist zeitgeteilt (TDM). Das Senden von der Teilnehmerstation zu der Basisstation (der Empfangskanal) ist ein Zeitteilung-Mehrfachzugriff (TDMA).

[0058] Alle Systeme sind mit den 47-CFR-FCC-Teilen 21, 22 und 90 sowie mit anderen relevanten Vorschriften vereinbar.

[0059] Die Übertragung zwischen der Basisstation **11** und den Teilnehmerstationen **10** erfolgt digital durch gefilterte Mehrphasen-Differenzphasenumtastung (MDPSK) auf 25 KHz voneinander beabstandeten Voll-Duplex-Kanälen im 454 bis 460-MHz-Band, wodurch die Forderungen nach einer 20-KHz-Bandbreite, wie sie in der FCC-Vorschrift Teile 21, 22 und 90 (z.B. 21.105, 22.105 und 90.209) angegeben sind, erfüllt werden. Das System kann auch für andere Bandbreiten und Abstände innerhalb irgendeines möglichen Abschnittes des VHF-, UHF- und SHF-Spektrums verwendet werden.

[0060] Die Symbolgeschwindigkeit auf jedem 25-KHz-FCC-Kanal beträgt 16 Kilosymbole/Sekunde in jeder Richtung. Die Sprachübertragung erfolgt unter Verwendung einer 16-Pegel-PSK-Modulation und einer Sprachdigitalisierung mit einer Kodiergeschwindigkeit von 14,6 Kbps. Die Modulation kann auch eine zwei-Pegel-Modulation (BPSK) oder eine vier-Pegel-Modulation (QPSK) sein. Eine Mischung von verschiedenen Modulationspegeln kann auf demselben Kanal gleichzeitig verwendet werden. Mit Zeitteilung ermöglicht das System ein Gespräch für jedes Vielfache von zwei Phasen bei der Geschwindigkeit von 14,6 Kbps (4 Phasen ergeben zwei Gespräche, 16 Phasen ermöglichen vier Gespräche usw.) oder mehr bei entsprechend geringeren Geschwindigkeiten. Dies ist natürlich nur ein Beispiel, denn wie in der folgenden Tabelle gezeigt ist, können viele verschiedene Kombinationen von Modem-Bits/Symbolen oder Phasen und Codec-Geschwindigkeiten verwendet werden:

Tabelle 1

2-Weg-Gespräche oder Duplex-Leitungen mit Codec-Geschwindigkeiten von:

Phasenmodulation	14,4 Kbps	6,4 Kbps	2,4 Kbps
4	2	4	8
8	3	6	12
16	4	8	16
32	5	10	20
64	6	12	24
128	7	14	28

[0061] Die Basisstation kann auf irgendeinem oder allen der verfügbaren FCC-25-KHz-beabstandeten-Frequenzkanälen im 454- bis 460-MHz-Band senden und empfangen, wobei die Kanäle wählbar sind. Die Kanalfrequenzwahl für jeden Sprechkanal wird von der Basisstation immer nur für einen automatisch durchgeführt, kann aber an einer in der Basisstation vorgesehenen Bedienungskonsolenschnittstelle außer Kraft gesetzt werden.

[0062] Die Basisstation kann eine Sendeleistung von typischerweise 100 Watt für jeden Frequenzkanal haben.

[0063] Die Basisstation ermöglicht Modulationssteuerung und Zeitschlitz- und Frequenzkanalzuordnungen zu den Teilnehmerstationen. Außerdem kann von der Basisstation eine Anpaßleistungssteuerung über die Teilnehmerstationen ausgeübt werden, um aufeinanderfolgende Zeitschlitzunterschiede und eine Nachbarkanalstörung zu verringern.

[0064] Das Vermitteln zwischen Fernsprechleitungen der Telco (telephone company) und den TDM-Schlitzen auf dem ausgewählten Kanal wird von der Basisstation vorzugsweise unter Verwendung einer Digitalvermittlungseinrichtung durchgeführt, obwohl es möglich ist, dafür eine Analogvermittlungseinrichtung einzusetzen.

[0065] Die Basisstation ermöglicht dreifache Raumdiversity auf den Empfangskanälen.

[0066] Die Teilnehmerstation kann mit einer Dreifach-Zweig-Diversity arbeiten. Die Senderleistung ist typischerweise zwischen 0,1 und 25 Watt einstellbar, kann aber für andere Leistungsbereiche eingestellt werden. Während Sprechverbindungen über die Teilnehmerstation als Echtzeit-Vollduplexbetrieb wahrgenommen werden, arbeitet das Hochfrequenzsystem im Halbduplexbetrieb durch die Verwendung von geeigneten Zeitteilungs-Taktverfahren.

[0067] Die Teilnehmerstation ist mit irgendeinem Telefongerät für Sprechverbindungen verknüpft, oder das Telefon kann in das System eingebaut sein. Außerdem kann ein Datenanschluß wie ein RS-232C, standardmäßiger 25-Stift-AnschluB für eine 9600 Bandgeschwindigkeit-Datenübertragung zwischen den Teilnehmern vorgesehen sein. Die Basisstation und die Teilnehmerstation können von irgendeiner möglichen Quelle, entweder einer internen oder einer externen, die Betriebsleistung erhalten.

[0068] Fig. 2 zeigt ein Blockschaltbild einer Ausführungsform der Basisstation, die den gleichzeitigen Betrieb von zwei Paaren von Sende- und Empfangsfrequenzkanälen unterhält. Jeder Kanal kann bis zu vier Telefonverbindungen gleichzeitig verarbeiten. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind viele Sende- und Empfangskanalpaare vorhanden. In jedem Kanal gibt es einige Zeitschlitze.

[0069] Einer der verfügbaren Zeitschlitze wird für einen Funksteuerkanal (RCC) benötigt.

[0070] Verbindungen zwischen dem PSTN und den Teilnehmerstationen werden in der Nebenstellenanlage (PBX) **15** hergestellt und aufrechterhalten, die in der Basisstation ihren Ort hat. Die PBX **15** ist ein System des Modells UTX-250, ein im Handel erhältliches Fertigprodukt der United Technologies Building Systems Group. Viele der bestehenden Merkmale des allgemeinen PBX-Systems werden in der Steuerung der Telco-Schnittstelle verwendet, die für das erfindungsgemäße System erforderlich sind. Die PBX **15** wandelt auch Sprachinformationen zu oder von der PSTN in 64 Kbps, nach dem µ-Gesetz kompandierte, pulscodemodulierte (PCM), digitale Abtastimpulse um. Von dieser Stelle an werden die Sprachinformationen in digitaler Form durch die Basisstation und die Teilnehmerstationen bis zu der Schnittstellenschaltung, die an das Teilnehmertelefon angeschlossen ist, oder soweit wie der Teilnehmersender und -empfänger es gestattet, verarbeitet.

[0071] Digitale Sprachinformationen von der PBX **15** werden zunächst von einem Sprachkompressionssystem, das als Codec **16** bekannt ist, verarbeitet, das die Sprachinformationsgeschwindigkeit von 64 Kbps bis auf etwa 14,6 Kbps oder weniger verringert. Der Codec **16** verwendet entweder einen restlichen angeregten linearen voraussagenden (RELP) Algorithmus oder einen SBC-Kodierer-Dekodierer, um die Sprachgeschwindigkeitskompression durchzuführen. Typischerweise sind vier Codecs **16** in einer Sprachkodier- und Dekodiereinheit (VCU) **17** zum Durchführen der Sprachkompression für die vier oder mehreren Zeitschlitze in jedem Frequenzkanal vorhanden. Jede Basisstation-VCU **17** kann vier oder mehr Voll-Duplex-Sprechverbindungen sowohl für den Sendekanal als auch den Empfangskanal eines jeden Kanalpaares verarbeiten. Schaltverbindungen der PBX **15** bestimmen, welcher Sprechanruf von welcher VCU **17** und von welchem Codec **16** in der ausgewählten VCU **17** verarbeitet wird. Die Schaltungen von jeder VCU **17** sind hardware-mäßig so ausgelegt, daß ein Sprechanruf auf einer bestimmten Frequenz und einer bestimmten Schlitzzuordnung in der Basisstation immer von demselben VCU-Codec **16** verarbeitet wird.

[0072] Jede VCU **17** ist mit einer Kanalsteuerungseinheit (CCU) **18** verbunden. Die CCU **18** steuert die TDMA-Funktion und fungiert auch als Verbindungspegel-Protokollprozessor. Jede CCU **18** nimmt die Sendekanal-Ausgabesignale der Codecs **16** in der entsprechenden VCU **17** auf und leitet die Daten in den richtigen Zeitschlitz und im richtigen Format zu einer Modemeinheit **19** weiter. Jede CCU **18** bestimmt unter der Leitung einer ferngesteuerten Zentraleinheit RPU **20** die Modulationspegel, die für die Ausstrahlung zu verwenden sind (wie 2-, 4- oder 16-Pegel-PSK-Modulation). Jede CCU **18** verarbeitet auch Steuerungsinformation zur Durchgabe an die Teilnehmerstationen durch den Funksteuerkanal (RCC)-Zeitschlitz und während zusätzlicher Steuerungsbits in den Sprechkanälen. Jedes Kanalpaar enthält eine in Reihe geschaltete Kombination aus einer VCU **17**, einer CCU **18** und einem Modem **19**.

[0073] Richtig formatierte Sendedaten von jeder CCU **18** werden mit einer Geschwindigkeit von 16 K Symbol/Sekunde zu dem Modem **19** weitergeleitet. Jedes Modem **19** nimmt diese synchrone Symbole auf und

wandelt sie in ein Gray-kodiertes mehrpegelphasenumgetastetes (PSK) Format um. Das Sendekanal-Ausgabesignal des Modems **19** ist ein moduliertes IF-Signal. Dieses Signal wird in die RF/IF-Verarbeitungseinheit (RFU) **21** eingeführt, die dann das IF-Signal in das RF-UHF-Signal im 450-MHz-Bereich umwandelt. Steuersignale für das Modem **19** und die RFU **21** werden von der entsprechenden CCU **18** geliefert, die unter der Gesamtsteuerung der RPU **20** arbeitet. Das UHF-Signal wird durch Leistungsverstärker in der RFU **21** verstärkt und über eine Antennenschnittstelleneinheit **22** zu einer Sendeantenne **23** für eine Ausstrahlung im Freien weitergeleitet.

[0074] Der Empfangsbetrieb der Basisstation ist im wesentlichen die Umkehrung des Sendebetriebs. Jede RFU **21**, jedes Modem **19**, jede CCU **18**, jede VCU **17** und die PBX **15** sind für den Voll-Duplex-Betrieb ausgelegt.

[0075] Die ferngesteuerte Zentraleinheit (RPU) **20** ist der zentrale Steuerungsprozessor, der Anschlußdaten und Steuerungsnachrichten an die CCU weiterleitet. Die RPU **20** beinhaltet einen Allzweckcomputer, der auf einem Mikroprozessor Modell 6800 basiert, der die hochentwickelten Systemmanagementfunktionen und Steuermechanismen für das Herstellen, Abbrechen und Aufrechterhalten der Verbindung ausführt. Die RPU **20** steht auch mit einem Anrufsprozessor **24** in der PBX **15** in Verbindung, um die Verbindungen zwischen den Codecs **16** und den Fernsprechleitungen der Telefongesellschaft, die von einer Schaltmatrix **25** der PBX **15** hergestellt werden, zu steuern.

[0076] Jede Teilnehmerstation ist eine verhältnismäßig kleine Einheit, die an jedem Benutzerort in dem System angeordnet ist. Die Teilnehmerstation verbindet den standardmäßigen Telefonapparat und/oder die Datenendstelle oder den integrierten akustischen Sender und Empfänger des Benutzers mit der Basisstation über den UHF-Funkkanal. Die Wirkungsweise der Teilnehmerstation ist der der Basisstation sehr ähnlich. Während aber die Basisstation auf einem oder mehreren Frequenzkanälen gleichzeitig arbeiten kann, von denen jeder die Kapazität hat, mehrere Sprachschaltungen zu unterhalten, arbeitet die Teilnehmerstation nur auf einer Frequenz jeweils.

[0077] Fig. 3 zeigt ein Blockschaltbild einer Teilnehmerstation. Die funktionelle Aufteilung ist der der Basisstation (Fig. 2) sehr ähnlich. Die Benutzer-Schnittstellenfunktion wird von der Teilnehmertelefon-Schnittstelleneinheit (STU) in der Teilnehmerstation ausgeführt. Die zugehörige Funktion in der Basisstation wird von dem PBX-Modul ausgeführt. Die STU in der Teilnehmerstation führt auch alle Steuerfunktionen der Teilnehmerstation aus, genauso wie die RPU in der Basisstation. Die Teilnehmerstationen wirken wie Helfer der Hauptbasisstation in der Gesamtsystem-Steuerungsarchitektur. Die STU kann mit einem externen Gerät verknüpft sein oder akustisch senden und empfangen.

[0078] Verfolgt man den Datenstrom durch die Teilnehmerstation, stellt man fest, daß die Sprach- oder Dateninformationen des Benutzers zuerst von einer Teilnehmeranschlußeinheit (STU) **27** verarbeitet werden. Die Sprachsignaleingaben vom Benutzertelefon werden in der VCU **28** empfangen und digitasiliert. Das Format der digitalisierten Sprachsignale ist mit dem Format identisch, das von der PBX **15** in der Basisstation verwendet wird. Die Teilnehmerstation beinhaltet eine VCU **28**, CCU **29**, ein Modem **30a** und eine RFU **31a**, welche dieselben Funktionen wie die entsprechenden Einheiten, die im auf die Fig. 2 bezogenen Beschreibungsteil der Basisstationsarchitektur beschrieben wurden. Ein Unterschied im Teilnehmerstationsbetrieb besteht gewöhnlich darin, daß er auf nur einen Sprechkanal jeweils beschränkt ist. Die Teilnehmerstation arbeitet im wesentlichen im Halb-Duplexbetrieb, wobei sie in einem Teil des TDMA-Rahmens sendet und in einem anderen Teil des TDM-Rahmens empfängt. Bei einer Rahmengröße von 45 ms ist die Halb-Duplexeigenart der Teilnehmerstation für den Benutzer durchsichtig, der laufende Sprecheingaben von dem Teilnehmer am anderen Ende der Anrufsverbindung hört. Die STU **27** und VCU **28** sowie das Modem **30a** können verdoppelt werden, um mehr als ein Teilnehmergespräch zu ermöglichen.

[0079] Der Halb-Duplexbetrieb der Teilnehmerstation eröffnet die Möglichkeit, einen wirksameren Gebrauch von der vorhandenen Teilnehmerstation-Hardware zu machen. Die VCU und CCU der Teilnehmerstation arbeiten im wesentlichen auf identische Weise wie in der Basisstation, zumindest soweit es die Sprachdatenhandhabung betrifft. Das Modem **30a** arbeitet jedoch im Halb-Duplexbetrieb, so daß entweder der Empfangs- oder Sendeteil des Modems verwendet wird, aber nicht zur selben Zeit. Die hauptsächliche Einsparung besteht darin, daß die RFU **31a** nur im Halb-Duplexbetrieb arbeiten muß. Hierdurch wird Energie gespart, denn der RF-Leistungsverstärker ist für nicht mehr als die Hälfte der Zeit wirksam. Auch kann die RF-Sendeantenne **32a** so geschaltet werden, daß sie als zweite Empfangsantenne während der Empfangsteile des Rahmens arbeitet, wobei eine RF-Antennenschaltfunktion verwendet wird. Außerdem ist kein Duplexer erforderlich.

[0080] Jede Teilnehmerstation weist auch ein Diversity-Netz auf, mit drei Modems und einer Diversity-Kombinierschaltung **33**. Die Diversity-Kombinierschaltung **33** sammelt demodulierte Empfangsinformationen von jedem der Demodulatoren der drei Modems **30a**, **30b**, **30c** und vereinigt die drei Ströme, um einen einzelnen, "am besten geratenen" Symbolstrom zu bilden, der dann zu der CCU **29** zum Verarbeiten weitergesandt wird. Die Demodulationsschaltungen oder Demodulatoren in den drei Modems **30a**, **30b**, **30c** trennen die RX-RFUs **31a**, **31b**, **31c** und damit die Antennen **32a**, **32b**, **32c**.

[0081] In der Basisstation sind drei Empfangsantennen **34a**, **34b** und **34c** mit einem geeigneten Abstand voneinander angeordnet, um nicht in Wechselbeziehung miteinander stehende räumlich verschiedene Signale zu liefern, die von einem Diversity-Netz verarbeitet werden. Der Betrieb des Diversity-Netzes ist für die Wirkungsweise der CCU klar und kann daher durch eine einzelne Modemwirkung zu jeder Zeit ersetzt werden, wenn die Diversity-Wirkung nicht benötigt wird.

[0082] Die Basisstation weist auch ein Raumdiversity-Netz für jedes Sende- und Empfangskanalpaar auf. Obwohl das Diversity-Netz nicht gezeigt ist, ist das Basisstation-Schaltbild von Fig. 2 dasselbe wie das der Teilnehmerstation von Fig. 3, die die Schaltung des Diversity-Netzes für ein einzelnes Sende- und Empfangskanalpaar zeigt. Somit enthält jedes Sende- und Empfangskanalpaar in der Basisstation tatsächlich drei Demodulatoren und ein Modem, das mit einer Diversity-Kombinierschaltung, wie sie in Fig. 3 gezeigt ist, verbunden ist.

[0083] Eine genaue Taktsynchronisation zwischen der Basisstation und den Teilnehmerstationen ist im Gesamtsystem entscheidend. Die Hauptzeittaktbasis für das gesamte System wird durch die Basisstation geschaffen. Alle Teilnehmereinheiten in einem gegebenen System müssen auf dieser Zeitbasis in bezug auf Frequenz, zeitliche Symboleinteilung und zeitliche Rahmeneinteilung synchronisiert werden.

[0084] Die Basisstation weist eine System-Zeittakteinheit (STIMU) **35** auf, das ein hochgenaues Zeiteinteilungs-Bezugstaktsignal bei 80,000 MHz liefert. Dieses 80-MHz-Bezugstaktsignal wird unterteilt, um ein 16-KHz-Taktsignal und ein 22,222 Hz (45 ms Dauer)-Rahmenmarkiersignal zu erzeugen. Die gesamte Sendezeiteinteilung der Basisstation wird von diesen drei synchronen Hauptbezugssignalen erzeugt. Das 80-MHz-Taktsignal wird von den Modems **19** und den RFUs **21** für genaue IF- und RF-Frequenzbasen benutzt. Das 16-KHz-Taktsignal liefert die Symbolgeschwindigkeitszeiteinteilung für Übertragungen auf allen Basisstationsfrequenzen. Das 45-ms-Markiersignal wird verwendet, um das erste Symbol in einem neuen Rahmen zu bezeichnen. Dieser Markierer ist während einer Dauer einer Symbolzeit (62,5 Mikrosekunden gleich 1/16000 Hz) wirksam. Alle Frequenzkanäle in der Basisstation verwenden denselben Zeitbezug für die Übertragung. Die drei Zeiteinteilungssignale (80 MHz, 16 KHz und der Beginn-des-Rahmens-(SOF)-Markierer) werden jedem Modem **19** in der Basisstation zugeführt. Das Modem **19** verteilt die entsprechenden Taktsignale an die CCU **18** und die RFU **21** in denselben in Reihe geschalteten Sende- und Empfangskanalpaaren. Der 16-KHz- und SOF-Markierer werden von der CCU **18** verwendet, um die Übertragung der Sprach- und Steuersymbole entsprechend der momentanen Rahmenstruktur auf dieser Frequenz zeitlich einzuteilen.

[0085] Die zeitliche Empfangseinteilung in der Basisstation ist im Idealfall identisch mit der zeitlichen Sendeeinteilung der Basisstation. D.h., daß die SOF-Markier- und Symboltaktsignale genau zwischen den Sende- und Empfangssignalen aufgereiht sein sollten. Da aber eine perfekte Zeiteinteilungssynchronisation von der Teilnehmerstationsübertragung nicht erwartet werden kann, muß die zeitliche Empfangseinteilung des Basisstationsmodems **19** mit den hereinkommenden Symbolen von der Teilnehmerstation übereinstimmen. Dies ist erforderlich, so daß die Abtastzeitdauer im Empfangsbetrieb des Basisstationsmodems **19** die beste Einschätzung des Symbols liefert, das von der Teilnehmerstation empfangen wird. Ein kleiner elastischer Puffer in der CCU **18**, die mit dem Empfangsteil des Modems **19** verknüpft ist, gleicht diese leichte Zeittaktverzerrung aus.

[0086] Die Teilnehmerstationen im Gesamtsystem synchronisieren ihre Zeitbezugssignale mit der Hauptzeitbasis in der Basisstation. Die Synchronisation wird durch ein Mehrschrittverfahren erzielt, wobei die Teilnehmerstation anfänglich den Zeitbezug der Basisstation durch die Verwendung von RCC-Nachrichten von der Basisstation erwirbt. Dieses Verfahren ist unten beschrieben.

[0087] Wenn die Teilnehmerstation den Zeitbezug von der Basisstation anfänglich erworben hat, hält ein Spuralgorithmus in den Demodulatoren der Teilnehmerstationsmodems **30a**, **30b**, **30c** die Empfangszeiteinteilung genau. Die Teilnehmerstation rückt ihre eigenen Übertragungen zurück zu der Basisstation um einen kleinen Zeitbetrag nach vorne, um die Verzögerung des Übertragungsrundlaufes infolge der Entfernung der Teilnehmerstation auszugleichen. Dieses Verfahren führt dazu, daß die Übertragung von allen Teilnehmerstationen von der Basisstation in der richtigen Phase bezüglich einander empfangen wird.

[0088] Die Systemzeittakteinheit (STIMU) **35** liefert die Zeitbasis für alle Übertragungen in der Basisstation. Die STIMU **35** beinhaltet einen hochgenauen (3×10^{-9}) thermostatisierten Kristalloszillator, der bei einer festen Frequenz von 80 MHz arbeitet. Diese Grundtaktfrequenz wird in der STIMU **35** durch 5000 geteilt, um das 16-KHz-Symboltaktsignal zu bilden, und nochmals durch 720 geteilt, um ein Rahmenbeginn (SOF)-Markiersignal zu bilden. Diese drei Zeitbezugssignale werden zwischengespeichert und jedem Basisstationsmodem zugeführt.

[0089] Die Teilnehmerzeiteinteilungseinheit (SUBTU) (nicht in Fig. 3 gezeigt) liefert ein 80-MHz-Taktsignal, ein 16-KHz-Symbolzeiteinteilungssignal und ein Rahmenmarkiersignal von 45 ms Dauer für die Teilnehmerstationen. Diese Signale sind mit denen der STIMU der Basisstation identisch, außer daß das 16-KHz-Taktsignal als die Empfangssymbolzeiteinteilung in der Teilnehmerstation verwendet wird. Das 16-KHz-Taktsignal wird zur Sendezeiteinteilung in der Basisstation verwendet. Die Sendezeiteinteilung in der Teilnehmerstation wird durch eine verzögerte Version der Teilnehmerstation-Empfangszeiteinteilung bereitgestellt. Die Verzögerung ist ein variabler Betrag, der durch die Bereichsberechnung bestimmt wird, die zwischen der Basisstation und der Teilnehmerstation ausgeführt wird.

[0090] Das Zeiteinteilungsbezugssignal für die Teilnehmerstation wird durch einen spannungsgesteuerten Kristalloszillator (VCXO), der bei einer nominellen Frequenz von 80 Mhz arbeitet, geliefert. Die tatsächliche Frequenz wird durch das Teilnehmerstationsmodem so eingestellt, daß sie von dem Basisstationszeiteinteilungssignal, wie es am Eingang der RF-Einheit des Teilnehmers empfangen wird, mitgenommen wird.

Protokolle

[0091] Die folgenden Protokolle geben die Verfahren für die Systemsteuerung, Kollisionsvermeidung und Anrufssignalgabe im System sowie die übertragene Rahmenstruktur näher an. Bei der Bezugnahme auf die Bauteile des Systems, wird auf die Bauteile der Basisstation Bezug genommen, die oben in bezug auf Fig. 2 beschrieben wurde, wenn nicht etwas anderes angegeben ist.

[0092] Das System benutzt 20-KHz-BW-Voll-Duplexkanäle im 450-MHz-Spektralbereich auf 25-KHz-Zentrierungen und bringt mehrere gleichzeitige Gespräche pro Kanal unter. Jeder Voll-Duplexkanal besteht aus einer Empfangs- und einer Sendefrequenz, die um 5 MHz voneinander getrennt sind. Die untere Frequenz von jedem Kanal ist der Basisstation für die Übertragung zugeordnet und wird als Vorwärtsfrequenz bezeichnet. Die höhere Frequenz von jedem Kanal, die als Rückwärtsfrequenz bezeichnet wird, ist den Teilnehmerstationen zur Übertragung zugeordnet. Somit sendet die Basisstation auf der Vorwärtsfrequenz und empfängt auf der Rückwärtsfrequenz. Das Umgekehrte gilt für die Teilnehmerstationen.

[0093] Das Vermögen des Systems, ein spektral wirksames Verfahren zum Übertragen von bis zu mehreren Sprachkanälen auf einer einzelnen Frequenz ist hauptsächlich vom Modembetrieb abhängig. Das Modem **19** muß auf eine solche Art und Weise arbeiten, daß es einen Wirkungsgrad von 3,2 Bits/Hz hat, wenn es im 16-Phasen DPSK-Betrieb bei einer Geschwindigkeit von 16 K Symbolen/Sekunden arbeitet.

[0094] Das Modem **19** ist streng genommen eine Einrichtung zum Umwandeln der 1, 2, 4 oder mehr Bitsymbole von der CCU **18** in einen phasen-modulierten IF-Träger zur Übertragung und zum Umkehren des Vorgangs auf der Empfangsseite. Die gesamte Steuerung für die Rahmenzeiteinteilung und Betriebsartwahl wird durch die CCU **18** ausgeführt. Eine Schnittstelle zwischen der CCU **18** und dem Modem **19** kann aus zwei Vier-Bit in einer Richtung wirkenden synchronen (16 K Symbole/Sekunde) Datenbussen (Tx und Rx) bestehen. Außerdem kann ein Acht-Bit-Zustands/Steuerungsbus Steuerungsinformation an das Modem abgeben und den Zustand von dem Modem an die CCU **18** berichten. Das Modem **19** beliefert die CCU **18** auch mit dem Haupt-l6-KHz-Symboltaktsignal. In der Basisstation wird dieses Taktsignal vom Hauptoszillator in der Systemzeiteinteilungseinheit **35** empfangen, auf die die gesamte Basisstation (und daher das gesamte System), synchronisiert ist. In der Teilnehmerstation wird dieser Takt von den hereinkommenden Symbolen abgeleitet, die von der Basisstation empfangen werden. Daher werden alle Übertragungen auf die Zeitbasis in der Basisstation bezogen. Eine Hauptfunktion des Teilnehmermodembetriebes besteht darin, das örtliche Teilnehmertaktsignal auf das Basisstations-Zeitbezugssignal durch Dekodieren der Zeiteinteilung von den empfangenen Symbolen zu synchronisieren.

[0095] Der Modemsendemodulatorteil benutzt einen FIR-Digitalfilter, um eine digitale Darstellung der Wellenform zu erzeugen, die zum Modulieren des RF-Trägers verwendet wird. Der sich ergebende Digitalstrom wird in ein Analogformat umgewandelt und auf eine IF-Sendefrequenz von 20,2 MHz gemischt. Das Signal wird dann an die RFU zum Filtern, weiterer Umwandlung in RF und Verstärkung vor der Ausstrahlung gesandt.

[0096] Der Modemempfangsdemodulatorteil empfängt das IF-Empfangssignal von der RFU **21** auf der Empfangs-IF-Frequenz von 20 MHz. Dieses Signal wird auf das Basisband nach unten umgewandelt, dann mit einem A/D-Wandlerteil digitalisiert. Die sich ergebenden digitalen Abtastproben werden durch eine auf einem Mikroprozessor basierende Signalverarbeitungseinheit verarbeitet. Dieser Operationsteil führt eine Filterentzerrung und Synchronisationsalgorithmen auf den Eingabe-Abtastwerten aus und demoduliert dann das PSK-Signal, um den Symbolstrom von 16 K Symbole/Sekunde zu liefern. Diese Signalverarbeitungseinheit hat auch einen Selbstausbildungsbetrieb, der dazu verwendet wird, der Verarbeitungseinheit die Ungenauigkeiten der im Empfangsstrom verwendeten Analogfilter zu lehren. Wenn die Signalverarbeitungseinheit ausgebildet ist, gleicht der Demodulator-Digitalentzerrungsprozeß die Eingabeabtastwerte um diese Ungenauigkeiten in den Analogfilterbauteilen aus. Diese Technik erlaubt die Verwendung von weniger teuren Analogbauteilen geringer Toleranz und erhöht die Gesamtsystemfähigkeit, schwache oder geräuschvolle Signale zu demodulieren.

[0097] Die vom Modem demodulierten Symbole werden mit der Symbolgeschwindigkeit an die CCU **18** während des Empfangsbetriebes ausgegeben. Das Modem **19** liefert die Zeiteinteilung, die zu diesem Symbolstrom gehört. Sowohl die Basisstation als auch die Teilnehmerstationen leiten die Empfangsfunktionszeiteinteilung von dem eingehenden Empfangssignal ab.

[0098] Eine genauere Beschreibung der Modemfunktionen und Leistungsmerkmalen ist weiter unten in bezug auf **Fig. 25** dargelegt.

[0099] Der Grund-TDM/TDMA-Kanal pro Teilnehmer bietet eine Gesamtheit von 16 Kbps in jeder Richtung, die jedem Gespräch gewidmet ist. Von dieser Kanalkapazität werden 1,43 Kbps in jeder Richtung für Orginisationssteuerung und Demodulationseinleitungen benötigt. Die VCU arbeitet daher mit einer festen Datengeschwindigkeit von 14,57 Kbps. Dies ist äquivalent zu 328 Bits pro Codec-Rahmendauer, die als die Hälfte der Modem-Rahmendauer oder 22,5 ms definiert ist.

[0100] Um mehrere Gespräche pro Kanal unterzubringen, ist jeder Kanal in "Schlitze" über einen Zeitteilungsplan (TDM) unterteilt. Diese Schlitze geben das Systemrahmenformat an. Die Länge des Systemrahmens besteht aus einer vorbestimmten konstanten Anzahl von Symbolen. Die Systemrahmendauer wurde unter Berücksichtigung der Sprachkodiergeschwindigkeit und der Anzahl von Erfassungssymbolen, die von dem Modem **19** beim Beginn jedes Impulsbündels benötigt werden, optimiert. Die Anzahl von Schlitzen im Systemrahmen ist vom Modulationspegel des Kanals abhängig. Wenn z.B. der Modulationspegel des Kanals QPSK ist, dann besteht der Systemrahmen aus zwei Schlitzen pro Rahmen. Durch Erhöhen des Modulationspegels des Kanals erhöht sich die Anzahl von Informationsbits, die pro Symbol kodiert sind und erhöht sich daher die Datengeschwindigkeit des Kanals. Bei einer 16-Pegel DPSK wird der Systemrahmen in vier Schlitze unterteilt, wobei jeder mit der Sprachdatengeschwindigkeit für ein Gespräch fertig wird. Es ist wichtig zu wissen, daß selbst bei höheren Modulationspegeln die Anzahl von Symbolzeiten, die für die Modemsynchronisation erforderlich sind, konstant bleibt.

[0101] Das Format des Systemrahmens stellt sicher, daß das Modem **19** in der Teilnehmerstation niemals im Voll-Duplexbetrieb (d.h. Senden und Empfangen zur selben Zeit) arbeiten muß. Folglich sind die Schlitze auf der Rückwärts- und Vorwärtsfrequenz durch mindestens eine Schlitzzeit zeitversetzt.

[0102] Der Systemrahmen für das System ist bei 45 ms Dauer festgelegt. Die Symbolübertragungsgeschwindigkeit ist bei 16 K Symbole/Sekunde festgelegt. Jedes Symbol wird während einer gleichen Zeiteinheit übertragen, die gleich ein 1/16000stel einer Sekunde (62,5 Mikrosekunden) ist. Dies ergibt feste 720 Symbole pro Rahmen, die von 0 bis 719 vom Beginn des Systemrahmens numeriert sind. Diese 720 Symbole können aus 1, 2 oder 4 Informationsbits bestehen, von denen jedes Schrittgeschwindigkeiten von 2, 4 oder 16 Phasen entspricht.

[0103] Die Symstemrahmenzeit (45 ms) ist ferner abhängig vom Modulationsformat für die Schlitze, aus denen der Rahmen zusammengesetzt ist, in zwei oder vier Zeitteilungsschlitze eingeteilt. Jeder Schlitz kann einer von drei Schlitzarten entsprechen:

(1) Funksteuerkanal (RCC),
(2) 4-ärer Sprachkanal, und
(3) 16-ärer Sprachkanal.

[0104] Der RCC wird immer in einem binären (2-Phasen) Modulationsmodus übertragen. Der RCC und die 16-ären Sprachkanalschlitze erfordern jeweils 180 Symbole zum Übertragen, d.h. ein Viertel einer Systemrahmendauer. Da der 16-äre Sprachkanal 4 Informationsbits pro Symbol (das ist 2^4 = 16 Phasen) überträgt, über-

trägt der 16-äre Sprachkanal 720 Informationsbits pro Rahmen. Dies entspricht einer Bitgeschwindigkeit von 16 Kbps. Einige dieser Bits werden für Modemorganisation und Steuerzwecke verwendet, wobei sich eine Sprach-bitgeschwindigkeit von 14,57 Kbps ergibt. Der 4-äre Sprachkanalschlitz benötigt 360 Symbole zum Übertragen, dies ist gleich einer Hälfte der Systemrahmendauer. Jedes Symbol in dieser Schlitzart besteht aus einer von vier Differenzphasen, so daß 2 Bits pro Symbol (2 = 4 Phasen) übertragen werden. Die sich ergebende Bitgeschwindigkeit ist 16 Kbps, also dieselbe wie für den 16-ären Sprachkanal. Dieselbe Anzahl von Bits (nicht Symbole) sind für das Modem und für Steuerzwecke reserviert, so daß die Sprachinformationsgeschwindigkeit 14,57 Kbps wie bei der 16-ären Sprachkanalschlitzart ist.

[0105] Der Systemrahmen auf irgendeinem vorgegebenen Frequenzkanal kann aus irgendeiner Kombination aus diesen drei Schlitzarten innerhalb der folgenden fünf Grenzen zusammengesetzt sein:

1. Eine Höchstzahl (720) von Symbolen werden in jedem Systemrahmen übertragen. Kombinationen von den drei Schlitzarten können auf einer vorgegebenen Frequenz vereinigt sein, um dies zu erfüllen. Im Falle, daß nicht die ganze Kanalkapazität mit der Basisstationsrahmenübertragung (d.h. weniger als 720 Symbole werden in einem Rahmen übertragen) ausgefüllt ist, werden Null-Symbole eingeführt, um die 720-Symbolrahmenkapazität zu füllen. Ein Null-Symbol ist ein Symbol, das keine Sendeenergie hat.
2. Nur eine Frequenz in einer Mehrfrequenzbasisstation enthält eine RCC-Schlitzart. Nur ein RCC ist zu irgendeiner vorgegebenen Zeit im gesamten System wirksam. Die Frequenz auf der der RCC arbeitet, wird durch einen Systemeinleitungsparameter eingestellt und wird nur geändert, wenn dieser Frequenzkanal aus irgendeinem Grund nicht verfügbar wird. Der RCC-Schlitz ist immer den ersten 180 Symbolen des Systemrahmens (als Schlitz 0 bezeichnet) zugeordnet.
3. Eine Basisstationsfrequenz kann in einem konstanten Sendemodus arbeiten. Die Teilnehmerstation sendet während nicht mehr als der Hälfte der gesamten Rahmenzeit. Die Teilnehmerstation, sendet beim Tragen eines Gesprächs nur während 25% des Rahmens, wenn sie im RCC- oder 16-ären Sprachkanalmodus arbeitet. Die Teilnehmerstation sendet während 50% des Rahmens, wenn sie im 4-ären Sprachkanalmodus arbeitet. Eine Teilnehmerstation kann nur in einem Schlitz während irgendeines vorgegebenen Rahmens senden, wenn sie ein Gespräch trägt.
4. Alle 4-ären Sprachkanäle müssen die Übertragung auf der Symbolnummer 0 oder 360 beginnen. D.h., daß die erste Hälfte oder die zweite Hälfte eines Rahmens einen 4-ären Sprachkanal enthalten kann.
5. Übertragungen zwischen der Vorwärts- und Rückwärtsfrequenz werden so zugeordnet, daß die Rückwärtsnachricht eines vorgegebenen Schlitzes die Übertragung 180 Symbole nach der Übertragung der Vorwärtsfrequenznachricht beginnt. Dies schließt die Teilnehmerstation von dem Erfordernis aus, auf der Rückwärtsfrequenz zu senden, während sie gleichzeitig auf der Vorwärtsfrequenz empfängt.

[0106] Unter diesen Einschränkungen können bis zu vier Sprachverbindungen auf einer einzelnen Frequenz verarbeitet werden, wenn alle vier Verbindungen aus dem 16-ären Sprachkanalformat beim Betrieb in 14,4-Kbps-Codecs bestehen.

[0107] Die Schlitze in dem Systemrahmen sind durch die Position in der Rahmenstruktur numeriert. Das Numerierungssystem muß nicht zusammenhängend sein. Wenn einer oder mehrere der Schlitze im Rahmen aus einer 4-ären Sprachkanalschlitzart bestehen, "springt" das Numerierungssystem über die zweite Schlitzdauer, die in dem längeren 4-ären Schlitz enthalten ist. Das Schlitznumerierungssystem für die Rückwärtsfrequenz (d.h. Teilnehmer)-Übertragungen ist gegenüber der Numerierung der Basisstation (Vorwärtsfrequenz)-Übertragung versetzt. Daher sendet ein Teilnehmer, der Informationen auf Schlitz 2 der Vorwärtsfrequenz empfängt, auf Schlitz 2 auf der Rückwärtsfrequenz, die um einen halben Rahmen in der Zeit versetzt ist. Die Tabellen 1 bis 5 stellen mögliche Rahmenformate und die zu jedem Schlitz gehörende Numerierung dar.

Tabelle 1

Funksteuerkanalaufbau: BPSK

Vorwärtskanal:

<-------- Systemrahmen = 45 ms---------->

<-11.25->	<-11.25->	<-11.25->	<-11.25->	ms
0	1	2	3	Schlitz Nr.
180	180			Anzahl der Symbole
BPSK	16-PSK			Modulationsart

AM-LOCH	FILTER-BEGINN	BIT-SYN-CHRONISIER-MUSTER	RCP	Funktion
8	8	46	112	Anzahl der Symbole

Rückwärtskanal:

<-11.25->	<-11.25->	<-11.25->	<-11.25->	ms
2	3	0	1	Schlitz Nr.
		180	180	Anzahl der Symbole
		BPSK	16-PSK	Modulationsart

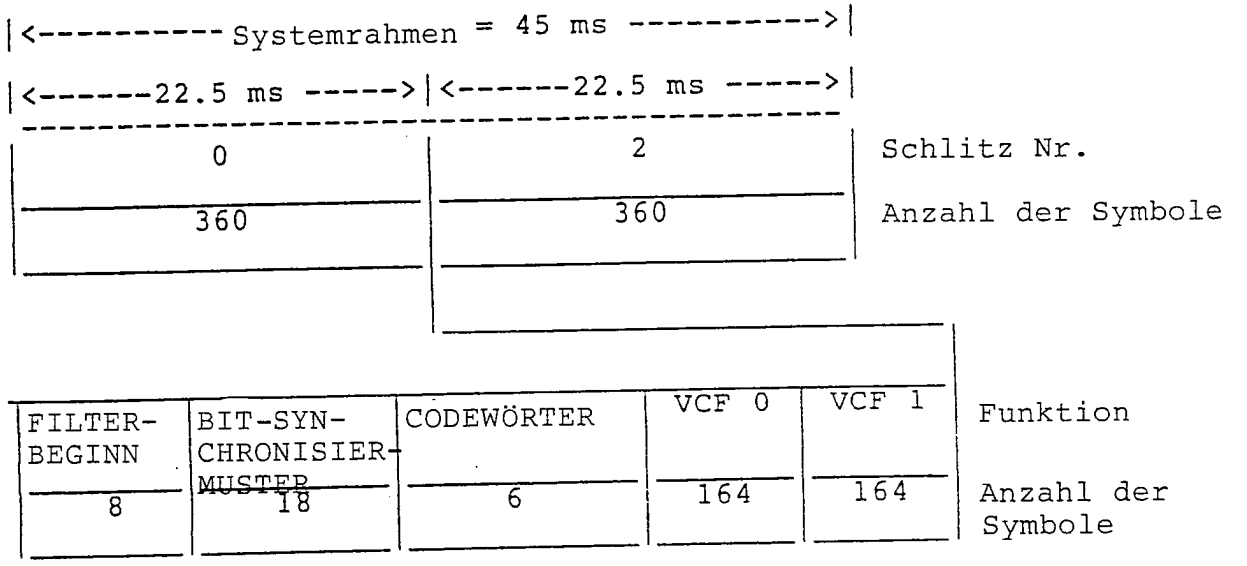
BEREICH 1	FILTER-BEGINN	BIT-SYN-CHRONISIER-MUSTER	UW	RCP	BEREICH 2	Funktion
XX	8	49	8	112	3-XX	Anzahl der Symbole

= 0/1/2/3

Tabelle 2

4-ärer Sprachkanalrahmenaufbau

Vorwärtskanal:



Rückwärtskanal:

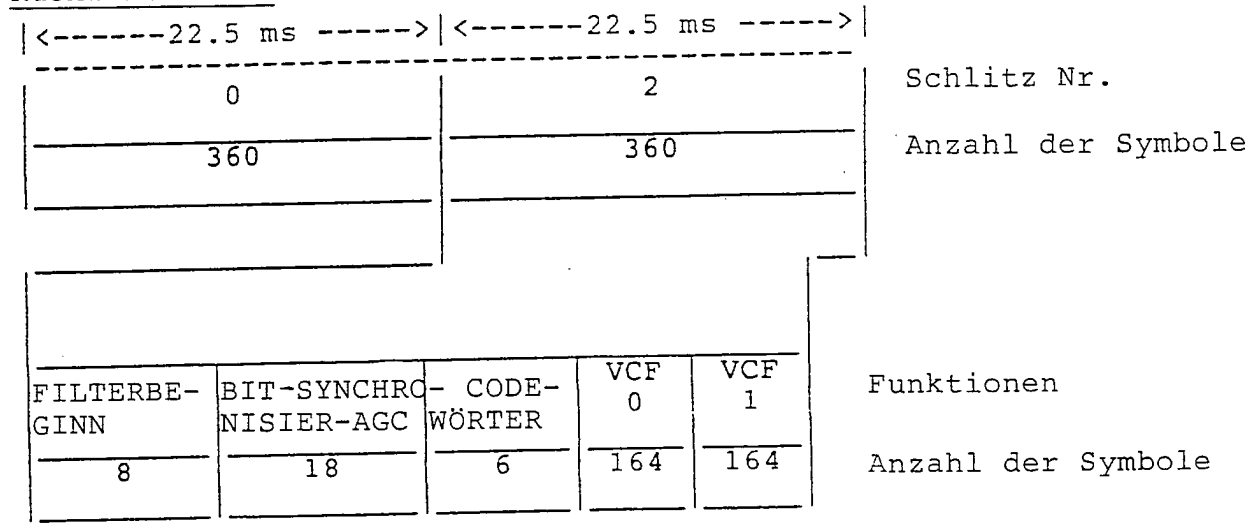


Tabelle 3

16-ärer Sprachkanalrahmenaufbau

Vorwärtskanal:

|<-------Systemrahmen = 45 ms--------->|

<-11.25->	<-11.25->	<-11.25->	<-11.25->	ms
0	1	2	3	Schlitz Nr.
180	180	180	180	Anzahl der Symbole

FILTERBE-GINN	BIT-SYN-CHRONISIER-MUSTER	CODEWÖRTER	VCF 0	VCF 1	Funktion
8	5	3	82	82	Anzahl der Symbole

Rückwärtskanal:

<-11.25->	<-11.25->	<-11.25->	<-11.25->	ms
2	3	0	1	Schlitz Nr.
180	180	180	180	Anzahl der Symbole

FILTERBEGINN	BIT-SYNCHRO-NISIER-AGC	CODE-WÖRTER	VCF 0	VCF 1	Funktion
8	5	3	82	82	Anzahl der Symbole

Tabelle 4

Mischmodulationsrahmenaufbau: 2/16-PSK und 4-PSK

Vorwärtskanal:

<---------Systemrahmen = 45 ms ---------->			
<- 11.25 ->	<- 11.25 ->	<------ 22.5 ------>	ms
0	1	2	Schlitz Nr.
2/16-PSK	16-PSK	4-PSK	Modulationsart
180	180	360	Anzahl der Symbole

Rückwärtskanal:

<------- 22.5 -------->	<-11.25->	<-11.25 ->	ms
2	0	1	Schlitz Nr.
4-PSK	2/16-PSK	16-PSK	Modulationsart
360	180	180	Anzahl der Symbole

[0108] Für jede Schlitzsymbolbeschreibung ist auf die Fig. 2-Fig. 1 bis Fig. 6-Fig. 3 Bezug zu nehmen.

Tabelle 5

Mischmodulation: 4-PSK und 16-PSK

Vorwärtskanal:

<--------22.5 -------->	<- 11.25 ->	<- 11.25 ->	ms
0	2	3	Schlitz Nr.
4-PSK	16-PSK	16-PSK	Modulationsart
360	180	180	Anzahl der Symbole

Rückwärtskanal:

<- 11.25 ->	<- 11.25 ->	<-------- 22.5-------->	ms
2	3	0	Schlitz Nr.
16-PSK	16-PSK	4-PSK	Modulationsart
180	180	360	Anzahl der Symbole

[0109] Mit Bezug auf Tabelle 3 wird der Aufbau der 180 Symbole aufweisenden 16-ären Sprachkanalschlitzart beschrieben, Die ersten 8 Symbole dieser Schlitzart werden als Filterbeginn bezeichnet. Die Filterbeginnzeitdauer, die beim Beginn jeder Schlitzart vorhanden ist, ist eine Zeit, in welcher keine Energie übertragen wird,

wodurch der Empfangsteil des Modems **19** Zeit dafür erhält, seine Filter in Vorbereitung für den neuen Schlitz zu säubern.

[0110] Auf den Filterbeginn folgt eine Bit-Synchronisierdauer. Während dieser Zeit wird ein degeneriertes 16-äres Muster übertragen, das ein alternierendes BPSK-Signal simuliert. Der Empfangsteil des Modems **19** benutzt dieses Feld dazu, um den Phasenbezug des Sendeteiles des Modems **19** festzulegen.

[0111] Als nächstes wird ein 12-Bitcodewort dazu verwendet, die Synchronisation zwischen der Teilnehmer- und Basisstation zu bestimmen und Steuer- und Zustandsinformationen auszutauschen. Codewörter werden dazu verwendet, den momentanen Zustand der Verbindung, der Verbindungsqualität und Leistungs- und Zeiteinteilungseinstellungen auszutauschen. Jedes Steuerwort wird unter Verwendung eines Hamming-Codes in zehn Bits verschlüsselt, der eine Einzelfehlerkorrektur und Doppelfehlerkorrektur gestattet. Die CCU **18** bestimmt den Gewinn und Verlust der Synchronisation durch Verfolgen der Anzahl von aufeinanderfolgenden Codewörtern, die richtig oder falsch empfangen werden, und die CCU **18** gibt Sychronisationsänderungen an die RPU **20** in der Basisstation weiter. In der Teilnehmerstation gibt die CCU **29** Synchronisationsänderungen an die STU **27** weiter.

[0112] Der Hamming-Code fügt fünf Paritätsbits fünf Informationsbits hinzu, um einen Zehn-Bitcode zu erzeugen. Jedes Paritätsbit wird durch Ausführen einer Modulo-zwei-Stufe von allen Bits in Positionen im Codewort berechnet, das das Bit enthält, das durch das Paritätsbit dargestellt wird. Obwohl das Codewort gesendet wird, wobei alle Datenbits aneinandergereiht und von allen Paritätsbits gefolgt werden, indem die Paritätsbits in dem Wort angeordnet werden, wobei nur ein Bit in der Position ist, die durch das Bit dargestellt wird, und in dem die Datenbits in andere Positionen gebracht werden, kann der Code wie folgt sichtbar gemacht werden:

Bit-Position:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Information:	P1	P2	D1	P3	D2	D3	D4	P4	D5	P5

P = Paritätsbit
D = Datenbit

P1 = D1 + D2 + D4 + D5
P2 = D1 + D3 + D4
P3 = D2 + D3 + D4
P4 = D5
P5 = Summe

[0113] Wenn ein Codewort empfangen wird, werden Paritätsbits aus den empfangenen Datenbits berechnet und mit den empfangenen Paritätsbits verglichen. Wenn das berechnete Gesamtparitätsbit von dem empfangenen Gesamtbit verschieden ist, dann wird das berechnete Paritätsbit mit den empfangenen Bits exklusiv-oder mäßig verknüpft, um die Adresse des Fehlerbits anzugeben. Wenn die berechneten und empfangenen Gesamtbits dieselben sind, und die anderen vier Bits sind es nicht, wurden zwei Fehler ermittelt. Wenn alle Paritätsbits dieselben sind, wurden die Daten richtig empfangen.

[0114] Der Rest des Schlitzes enthält zwei Sprachcodecpakete, die 328 Informationsbits jeweils enthalten.

[0115] Tabelle 2 zeigt die Symbolstruktur für den 4-ären Sprachkanal. Die Struktur ist der des 16-ären Sprachkanals sehr ähnlich. Unterschiede bestehen, weil bestimmte Zuordnungen von Symbolen von einer festen Anzahl von Symbolen abhängig sind, die pro Schlitz für Zwecke benötigt werden, wo andere Bitzuordnungen auf einer festen Anzahl von Bits gemacht werden.

[0116] Der Funksteuerkanal (RCC) dient dem doppelten Zweck, daß er eine Basis für die Teilnehmerstationen zum anfänglichen Übernehmen der Symstemzeiteinteilung von der Basisstation liefert und daß er eine Außenband-Signalisierung zwischen der Basisstation und den Teilnehmerstationen bereitstellt.

[0117] Das Format des Funksteuerkanalschlitzes ist für den Vorwärts- und den Rückwärtskanal dasselbe, die folgenden Gebiete ausgenommen. Die ersten acht Symbole eines Steuerschlitzes, der von der Basisstation (Vorwärtskanal) übertragen wird, enthält eine Amplitudenmodulationslücke ("AM-Loch"), die ein Zeitabschnitt

ist, in welchem keine Energie übertragen wird. Diese Lücke wird von den Teilnehmerstationen dazu verwendet, den Steuerkanal eindeutig zu identifizieren. Am Anfang und Ende des Rückwärtskanalsteuerschlitzes sind einige Extrasymbole, um die Tatsache zu berücksichtigen, daß die Teilnehmerstationen in ihrer Zeiteinteilung um einige Symbole versetzt sind.

[0118] Alle Schlitze enthalten acht Symbole der "Null"-Übertragung, das Filterbeginnfeld, das das Modem in die Lage versetzt, seine Empfangsfilter zu säubern, um sich für den nächsten Schlitz vorzubereiten. Das nächste Feld des Schlitzes ist ein Festbit-Synchronisiermuster. Das übertragene Muster ist ein alternierendes BPSK-Signal. Das Empfangsmodem benutzt dieses Feld dazu, um einen Phasenbezug und eine Frequenzeinrastung auf das sendende Modem herzustellen.

[0119] Die CCU **18** sucht laufend nach einem eindeutigen Wort (UW), das eine Acht-Symbolfolge ist, um eine hereinkommende RCC-Nachricht zu identifizieren. Die Basisstation-CCU **18** muß nach einer gültigen RCC-Nachricht in jedem RCC-Schlitz erschöpfend suchen. Sie führt diese Aufgabe dadurch aus, daß sie nach dem eindeutigen Wort in einem Fenster von ±3 Symbolen um die nominelle UW-Stelle herum auf der Grundlage der Hauptsystemzeiteinteilung abfragt. Der Suchalgorithmus beginnt mit der nominellen UW-Position und verschiebt ein Symbol nach rechts und nach links bis er (1) das UW-Muster findet und (2) eine richtige RCC-Prüfsumme verifiziert. Die Suche endet sobald (1) und (2) erfüllt oder alle Möglichkeiten ausgeschöpft sind. Die Schiebeinformation, die RCC-Nachricht und die Leistungsnachricht werden an die RPU **20** nach einer erfolgreichen Suche geschickt.

[0120] Die CCU **29** der Teilnehmerstation kann sich beim Empfangen von RCC-Daten in einer von zwei Betriebsarten befinden: Rahmensuche oder Überwachung. Die Rahmensuchebetriebsart wird dazu verwendet, die Empfangsrahmenzeiteinteilung von den hereinkommenden RCC-Daten zu erwerben, und wird automatisch in Kraft gesetzt, wenn die RCC-Synchronisation verloren geht. In die Überwachungsbetriebsart wird eingetreten, so oft Empfangsrahmensynchronisation erworben wurde.

[0121] In der Rahmensuchbetriebsart muß die CCU **29** der Teilnehmerstation erschöpfend nach einer gültigen RCC-Nachricht unmittelbar nach dem Empfang eines RCC-Schlitzes in der Teilnehmerstation suchen. Wie die CCU **18** der Basisstation führt sie diese Aufgabe dadurch aus, daß sie nach dem eindeutigen Wort in einem Fenster von ±3 Symbolen um die nominelle UW-Stelle herum auf der Grundlage der Zeiteinteilung, die von der AM-Lochermittlung des Modems abgeleitet wurde, abfragt. Der Suchalgorithmus beginnt mit der nominellen UW-Position und verschiebt ein Symbol nach rechts und nach links bis er (1) das UW-Muster findet und (2) eine richtige RCC-Prüfsumme verifiziert. Die Suche endet sobald (1) und (2) erfüllt oder alle Möglichkeiten ausgeschöpft sind. Die Schiebeinformation von einer erfolgreichen Suche wird dazu verwendet, die von der CCU erzeugten Empfangsrahmenmarkierungen einzustellen. Die Erfassung endet, wenn (1) und (2) oben für drei aufeinanderfolgende Rahmen erfüllt sind, wobei das UW in seiner nominellen Position ist. Die STU **27** wird über die Rahmenerfassung informiert, wenn sie auftritt. RCC-Nachrichten werden nicht an die STU **27** während der Rahmensuchbetriebsart geschickt.

[0122] Wenn die Rahmenerfassung beendet ist, tritt die CCU **29** der Teilnehmerstation in die Überwachungsbetriebsart ein. Nur die nominelle UW-Position wird überprüft, um die Möglichkeit falscher UW-Erfassungen auszuschließen. Wenn bei fünf aufeinanderfolgenden Rahmen kein UW ermittelt wird, wird der Kanal als Nicht-in-Synchronisation erklärt und in die Rahmensuchbetriebsart eingetreten (Dieser Übergang sollte sehr unwahrscheinlich sein, oder die Leistung des Systems ist unannehmbar). Die STU **27** wird über diesen Zustand der Außer-Synchronisation informiert. Während der Überwachungsbetriebsart werden RCC-Nachrichten, die eine richtige Prüfsumme und Teilnehmer-ID-Nummer (SIN) haben, an die STU **27** weitergeleitet.

[0123] Der Rest des Schlitzes wird dazu verwendet, Informationen zwischen der Basisstation und den Teilnehmerstationen auszutauschen. Der Datenteil besteht aus zwölf Bytes. Die ersten acht Datenbits enthalten ein Bindefeld, das Informationen betreffend den Zustand des Systems, Kollision, Ermittlungs- und Reservierungsinformationen weiterleitet.

[0124] Der Zweck des Bindepegelprotokolls besteht darin, fehlerhafte Nachrichten auf dem Funksteuerkanal festzustellen. Das Bindeprotokoll löst auch Konkurrenzbetriebe auf dem RCC-Schlitz auf.

[0125] Das Bindefeld beinhaltet "Leerübertragung", "System besetzt", "Kollision", "Übertragung festgestellt" und "Schlitzreservierungs"-Bits. Diese Bits werden durch die CCU **18** der Basisstation gesetzt und von der CCU **29** der Teilnehmerstation gelesen.

[0126] Das Leerübertragungsbit wird durch die Basisstation gesetzt, um anzuzeigen, daß eine Leernachricht übertragen wurde. Wenn eine Teilnehmereinheit einen Schlitz mit dieser Biteinstellung empfängt, führt sie die üblichen Synchronisations- und Fehlerprüfungen durch, gibt aber die Nachricht nicht an die jeweiligen RPU **20** oder STU **27** weiter, wenn die Nachricht ohne Fehler empfangen wurde.

[0127] Das System-besetzt-Bit zeigt an, daß alle Sprachkanäle zugewiesen sind und keine neuen Verbindungsanforderungen (eine feste Zeit lang) versucht werden sollen.

[0128] Das Kollisionsbit löst Konkurrenzsituationen auf, bei denen zwei oder mehr Teilnehmerstationen versuchen, im gleichen Steuerschlitz zu senden.

[0129] Das Übertragung -ermittelt-Bit zeigt an, daß die Basisstation eine Übertragung auf dem Rückwärtssteuerkanal festgestellt hat.

[0130] Das Schlitzreservierungsbit reserviert den nächsten Schlitz auf dem Rückwärtssteuerkanal.

[0131] Der Rest des Datenteiles wird dazu verwendet, Informationen während der Verbindungsaufbau- und -abriß-Vorgänge zu adressieren und auszutauschen. Dem Datenteil folgt ein 16-Bit zyklischer Redundanztest (CRC) über das eindeutige Wort und die Datenteile des Schlitzes. Der CRC wird dazu verwendet, Fehler zu ermitteln, die während der Übertragung der RCC-Nachrichten auftreten. Der CRC-Algorithmus umfaßt die Teilung eines Datenblockes durch eine vorbestimmte Bitfolge und die Übertragung des Restes dieser Teilung als ein Teil des Datenblockes. Das Polynom zur Erzeugung des CRC hat die folgende Form:

$$P(x) = 1 + x^5 + x^{12} + x^{16} \qquad \text{(Gleichung 1)}$$

[0132] Wenn der CRC die Überprüfung einer empfangenen Nachricht verifiziert, wird die Nachricht nicht von der CCU **18** an die RPU **21** in der Basisstation oder von der CCU **29** an die STU **27** in der Teilnehmerstation weitergeleitet.

[0133] Wenn eine Teilnehmerstation in Betrieb kommt und angeschlossen wird, muß die Teilnehmerstation die Systemzeiteinteilung und Synchronisation erfassen, die auf die Basisstation bezogen ist. Diese Erfassung wird durch Übertragungsaustauschungen auf dem Funksteuerkanal (RCC) und einem Raffinieren auf dem Sprachkanal erzielt. Die Ereignisse, die zu einer Systemerfassung führen, sind die folgenden:

1. Wenn am Anfang der Teilnehmerstation Energie zugeführt wird, beginnt das System und gibt die CCU **29** der Teilnehmerstation eine Folge von Befehlen an die Demodulatoren der Teilnehmerstationsmodems **30a**, **30b**, **30c**, die zu der RCC-Erfassung führen.
2. Der Demodulator eines jeden Modems **30a**, **30b**, **30c** wird zuerst in seine Lehrbetriebsart gesetzt. Während dieser Zeit lehrt das Modem seine Empfangsdigitalfilter die Merkmale der Empfangsanalogfilter. Die Analogfilter können sich aufgrund der Zeit und Temperaturschwankungen verschlechtern. Jedes Modem stellt seine Digitalfilterkoeffizienten während der Lehrbetriebsart so ein, daß diese Verschlechterungen kompensiert werden. Nachdem die CCU **29** den Zustand von den Demodulatoren der Modems **30a**, **30b**, **30c**, daß die Lehrfolge vollständig ist, empfängt, stellt die CCU die Empfangsfrequenz auf die Standard-RCC-Frequenz ein. Die CCU befiehlt dann dem Modem, die RCC-Frequenz anzunehmen und nach der charakteristischen Amplitudenmodulations-"Lücke" des RCC, die als AM-Loch bezeichnet wird, zu suchen. Das AM-Loch ist ein Zeitabschnitt von 16 Symbolen Dauer, wenn keine Energie während des Anfangs der RCC-Übertragung von der Basisstation übertragen wird. Alle anderen übertragenen Schlitzarten umfassen nur eine Acht-Symbol-"Null"-Übertragung. Die extra acht Symbole der Nullinformation identifizieren am Beginn eines Schlitzimpulsbündels dieses Impulsbündel eindeutig als den RCC.
3. Die erste Aktion der Demodulatoren der Modems **30a**, **30b**, **30c** besteht darin, eine grobe Frequenzerfassung durchzuführen, Das empfangene Signal wird in einer digitalen Phasenregelschleife verarbeitet, und der Teilnehmer-VCXO wird auf die Sendefrequenz der Basisstation eingestellt. Nach dem Erfassen der Frequenz beginnt das Modem nach dem AM-Loch zu suchen. Das Modem sucht nach einer Folge von Symbolen mit kleiner oder keiner Amplitude. Wenn diese Folge für eine Anzahl von Rahmen ermittelt wurde, behauptet das Modem ein "taktmäßiges AM-Freigabesignal" (AM-strobe signal), um die CCU-Rahmenzeiteinteilungsschaltung auszulösen. Wenn keine AM-Lochfolge ermittelt wurde, gibt das Modem den Zustand an die CCU zurück, daß die RCC-Erfassung nicht erfolgreich war. Die CCU beginnt dann, alternative RCC-Frequenzen auf dieselbe Art und Weise herauszusuchen.
4. Nach der AM-Locherfassung führen die Demodulatoren der Modems **30a**, **30b**, **30c** eine verfeinerte Frequenzerfassung und anfängliche Bitsynchronisationseinstellungen durch. Die ersten 60 Symbole des RCC-Steuerschlitzes sind ein festes Bitsynchronisationsmuster, das von dem Modem dazu verwendet wird,

sich auf die Phase der Basisstation (Bitzeiteinteilung) aufzuschalten. An dieser Stelle ist der RX-Takt in der Teilnehmerstation nützlich als ein Symboltakt.

5. Die CCU **29** der Teilnehmerstation hat eine grobe Symbolzeiteinteilungseinstellung über das AM-Freigabesignal von dem Modem erhalten. Nach der Frequenzerfassung und der Bitsynchronisation prüft die CCU die von dem Modem empfangenen Daten und sucht nach einem eindeutigen Wort der RCC. Dieses eindeutige Wort gibt dem Rahmen den absoluten Symbolzählbezug. Die CCU stellt dann ihre Symbolzähler so ein, daß die Zähler auf diesen Bezug ausgerichtet sind. Die Teilnehmerstation ist nun mit der Übertragungssystem-Zeiteinteilung der Basisstation (sowohl Frequenz als auch Symbolzeiteinteilung) ausgerichtet und darauf aufgeschaltet.

6. Der verbleibende Teil der Systemzeiteinteilungserfassung bestimmt die Entfernungsverzögerung zwischen der Basis und den Teilnehmerstationen. Diese Verzögerung kann in einem Bereich von 0 bis 1,2 Symbolzeiten (ein Weg) im System sein. Während eines Verbindungsaufbaus sendet die Teilnehmerstation eine Nachricht an die Basisstation über den RCC.

7. Das Basisstationsmodem **19** sucht immer nach neuen hinzustoßenden Teilnehmern. Diese Stoßimpulse können von 0 bis 3 Symbolzeiten von dem Hauptbezug-Rahmenbeginn der Basisstation verzögert werden. Während eines jeden Schlitzes suchen die Demodulatoren der Basisstationsmodems **30a**, **30b 30c** nach einer Übertragung auf dem Rückwärts-RCC-Schlitz. Alle Zeiteinteilungs- und Phaseninformationen müssen während des ersten Teiles des Schlitzes (Einleitung) abgeleitet werden, da sonst der Schlitz und seine Information verloren sind. Es gibt keine zweite Möglichkeit, wenn ankommende Steuerschlitze empfangen werden. Die ankommenden Steuerschlitze werden nach dem Aloha-Warteschema auf dem RCC empfangen, daß unten beschrieben ist, wobei sie dieser Einzelangabe der Ereignisse folgend, die zur Systemerfassung führen.

8. Während eines jeden Schlitzes führt das Basisstationsmodem **19** eine schnelle AGC-Einstellung und Bitzeiteinteilungsschätzung während der ersten 60 Symbole des Schlitzes durch, Die Empfangsteiltaktsignale werden eingestellt, um die Entfernungsverzögerung der Teilnehmerstation zu kompensieren. Die empfangenen Daten werden dann der CCU **18** der Basisstation zugeführt. Die CCU **18** ermittelt den Ort des eindeutigen Wortes im Strom und bestimmt die ganzzahlige Entfernungsverzögerung zwischen der Basisstation und der Teilnehmerstation. Das Modem **19** gibt AGC-Informationen an die CCU **18** für die Bestimmung der Teilnehmerstation-TX-Leistungseinstellungen ab. Das Modem **19** liefert der CCU **18** auch Verbindungsqualitäts- und Teilzeitinformationen. Die Verbindungsqualität wird dazu verwendet, zu bestimmen, ob eine Kollision aufgetreten ist. Ein schlechtes Maß der Verbindungsqualität zeigt an, daß das Signal höchstwahrscheinlich wegen einer gleichzeitigen Übertragung durch mehr als einen Teilnehmer auf dem RCC-Schlitz keine gute Qualität hatte. Die Teilzeitschätzung ist der von dem Modem **19** berechnete Wert der Teilentfernungsverzögerung zwischen der Basis- und Teilnehmerstation.

9. Diese Leistungs- und Entfernungsverzögerungsinformation wird von der CCU **18** bearbeitet und an die RPU **20** geschickt. Die RPU **20** formatiert diese Information in das RCC-Format und übermittelt diese Information an die Teilnehmerstation über den RCC-Steuerschlitz. Die CCU **18** der Teilnehmerstation entschlüsselt diese Information und macht die erforderlichen Einstellungen bei den Sendeleistungs- und Entfernungsverzögerungszählern sowohl im Modem **19** als auch in der CCU **18**. Die CCU **18** bringt ihren eigenen ganzzahligen TX-Symbolrahmenzähler auf den neuesten Stand und bringt die TX-Taktteilverzögerungszähler des Modems auf den neuesten Stand.

10. Während der Anrufverbindung für eine Teilnehmerstation, weist die RPU **20** der Basisstation die Frequenz- und Schlitzzuordnung dem Sprachanruf zu. Diese Information wird über den RCC übermittelt, und die CCU **29** der Teilnehmerstation stellt die RX-Frequenz ein und befiehlt dem Modem die Ermittlung des Sprachschlitzes zu beginnen. AGC-Zeiteinteilungs- und Frequenzinformationen werden von dem RCC-Betrieb zu dem Sprachkanalbetrieb vorgetragen. Dies ist möglich, weil alle Frequenzen in dem System auf denselben Rahmenzeiteinteilungsbezug in der Basisstation synchronisiert sind.

11. Um die Zeiteinteilung der Teilnehmerstation genau einzustellen, wird ein Verfeinerungsverfahren zu Beginn jeder Sprachverbindung durchgeführt. Während dieser Verfeinerungsphase ist die Verbindung über den Sprachkanal ähnlich der des Steuerkanals, der Modulationspegel ist BPSK, und die Nachrichten sind im RCC-Format, es wird aber kein AM-Loch in der Basisstation erzeugt; diese neuen RCC-Nachrichten werden nur zwischen den CCUs **18** und **19** ausgetauscht. Das Modem **19** wird in der Basisstation in die Verfeinerungsbetriebsart und in der Basisstation in die Ausgangssteuerbetriebsart gesetzt. Während der Verfeinerung erzeugt die CCU **29** der Teilnehmerstation eine Nachricht, die zum größten Teil ein festes Bitmuster zusammen mit einem variablen Teil enthält, der die Annahme oder Zurückweisung der vorhergehenden Nachricht, die von der Basisstation empfangen wurde, anzeigt. Das Basisstationsmodem **19** gibt Zeiteinteilungs- und Leistungseinstellungen an die CCU **18** von jedem Schlitz, der empfangen wird, weiter. Leistungseinstellungen werden fortlaufend an die Teilnehmerstation geschickt. Zeiteinteilungseinstellungen und Steuerinformationen, die die Fortsetzung oder Beendigung der Verfeinerungsbetriebsart anzeigen, werden nach einer Dauer von Berechnungen ausgesandt. Die CCU **18** der Basisstation sammelt die Zeiteintei-

lungseinstellungen von dem Modem **19** für 30 Rahmen, berechnet einen Mittelwert und sendet dann die Einstellung an die CCU **29** der Teilnehmerstation. Dann wird eine weitere 30-Rahmenverfeinerungsoperation von der CCU **18** der Basisstation durchgeführt, wobei die Resultate wieder an die CCU **29** der Teilnehmerstation gesandt werden. Die Verfeinerungsphase wird durch die CCU **18** der Basisstation beendet, und die Sprachverbindung wird begonnen, wenn die Abweichungen der Einstellungen, die von dem Modem **19** empfangen werden, innerhalb eines annehmbaren Bereiches wie 1% sind oder die Verfeinerung einen Höchstzeitbetrag gedauert hat.

[0134] Während des Verbindungsaufbaues und -abrisses stehen die Teilnehmerstationen mit der Basisstation durch Senden von Nachrichten über den Rückwärts-RCC-Schlitz in Verbindung. Die Verkehrsattribute der Teilnehmerstationen, die versuchen, Zugang zum RCC zu bekommmen, können dem Wesen nach als stochastisch gekennzeichnet werden. Wenn eine Teilnehmerstation eine Nachricht an die Basisstation senden möchte, muß irgendeine Form von Steuermechanismus vermitteln, welche Teilnehmerstation senden darf, da mehrere Teilnehmerstationen versuchen könnten, auf demselben Schlitz zu senden. Das Schlitz-Aloha-Schema ist für den Zusammenhang einer großen Anzahl von Teilnehmern gut geeignet, die verhältnismäßig selten Direktzugriffe zu dem RCC-Kanal fordern.

[0135] Das Schlitz-Aloha-Schema gestattet es den Teilnehmerstationen, Nachrichten in dem bestimmten RCC-Schlitz vollständig unabhängig davon zu senden, ob andere Teilnehmerstationen auch versuchen, auf demselben Steuerschlitz zu senden. Die natürliche Folge dieser Unabhängigkeit des Vorgehens besteht darin, daß Nachrichten von verschiedenen Teilnehmerstationen gleichzeitig gesendet werden können und daher kollidieren. Um Kollisionen zu behandeln, erfordert dieses Schema, daß eine positive Rückmeldung (ACK (acknowledgement)) von der Basisstation nach dem richtigen Empfang der Nachricht der Teilnehmerstation geschickt wird. Wenn die ACK innerhalb der zugeordneten Höchstzeit, die für die Übertragung und die Verarbeitung von Verzögerungen in jeder Richtung (etwa 1 bis 2 Rahmenzeiten) erforderlich wird, muß die Teilnehmerstation die Nachricht nochmals senden. Nochmalige Sendungen können durch einen Fehler beim Empfang der ACK in der Teilnehmerstation hervorgerufen werden. Im allgemeimen können die Teilnehmerstationen die Ursache des Problems nicht bestimmen. Somit wird eine Zufallsverzögerung von den Teilnehmerstationen vor der Wiederholungssendung der Nachricht ausgewählt, um wiederholte Kollisionen mit anderen Sendern zu vermeiden, die bei einer vorausgegangenen Kollision dabei sein konnten.

[0136] Eine beim Aloha-Schema entstehende Komplikation ist die Tatsache, daß der Kanal unstabil werden kann, wenn zufällige Wiederholungssendungsverzögerungen nicht lang genug sind. Wenn dies passiert, wird der Kanal durch Wiederholungssendungen verstopft und der Durchsatz fällt auf Null. Eine Zusatztechnik schwächt dieses Problem dadurch ab, daß jede durchschnittliche zufällige Wiederholungssendungsverzögerung der Teilnehmerstation mit folgenden Wiederholungssendungen erhöht wird.

[0137] Die mit Kollisionswiederholungssendungen und der Stabilitätssteuerung für Zugangsverzögerungen verbundenen Schwierigkeiten bestehen darin, daß die Verzögerungen typischerweise geometrisch verteilt sind. Um große Abweichungen in der Verzögerung zu vermeiden, ist es daher notwendig, den Kanal bei einer Ausnutzung von erheblich weniger als 36% zu betreiben.

[0138] Besonders macht eine Ausnutzung von 20% oder weniger es unwahrscheinlich, daß mehr als eine Wiederholungssendung in Folge von Kollisionen notwendig ist. Bei Verwendung einer Zufallsverzögerung von beispielsweise 8 Rahmenseiten für Rahmen von 45 ms beträgt die Gesamtdurchschnittsverzögerung mit einer Wiederholungssendung dann 450 ms (d.h. im Durchschnitt beinhaltet die Verzögerung: Eine Rahmenverzögerung für die ursprüngliche Übertragung, plus eine Rahmenverzögerung für die Rückmeldung, plus die Acht-Rahmen-Zufallsverzögerung).

[0139] Um sicherzustellen, daß die Ausnutzung nicht größer als 20% ist, müssen wir die Durchschnittszeit T zwischen Verbindungsanforderungen pro Teilnehmer, die gesamte Anzahl N der Teilnehmer und die Rahmenzeit F für Werte weniger als 36% in Betracht ziehen, wobei die Ausnutzung durch NF/T vorgegeben wird. Für F = 45 ms, N = 1000 Teilnehmer und T = 30 Minuten beträgt die Ausnutzung 1,5%.

[0140] Somit kann bei dem Höchstwert der Ausnutzung von 20% eine Anzahl von 1000 Teilnehmern, die im Durchschnitt jede halbe Minute einen Anruf tätigen, durch eine Rahmenzeit von 45 ms mit Zugangsverzögerungen von ungefähr 45 ms, wenn eine Wiederholungssendung erforderlich ist, und eine durchschnittliche Zugangszeit von ungefähr 70 bis 80 ms unterhalten werden. Der für die viel niedrigere Durchschnittsverzögerung bezahlte Preis ist eine erhöhte Verzögerungsschwankung, die für die 20 oder geringer prozentige Ausnutzung selten zwei Wiederholungssendungszeiten, d.h. 1 s, übersteigen sollte.

[0141] Die Vorgehensweise des Aloha-Schemas scheint für ein System gut geeignet zu sein, das eine große Anzahl von Teilnehmern hat, die verhältnismäßig seltene Direktzugriffe zu dem Steuerkanal benötigen, und sollte ermöglichen, daß das Konstruktionsziel von Aufbauverzögerungen von weniger als 1 s, für die erwarteten Teilnehmerparameter erzielt wird. Im Gegensatz dazu, ergeben Sendeaufruf- und feste-TDMA-Techniken unannehmbare Verzögerungen.

[0142] Alle Phasen der Anrufsverarbeitung, welche die Verbindungsherstellung, Verbindungstrennung und Schlitzverbindung beinhalten, erfordern einen Informationsaustausch über den Steuerkanal und/oder den Steuerteil des Sprachschlitzes. Im folgenden werden die verschiedenen Phasen der Anrufsverarbeitung in bezug auf sowohl Teilnehmerstationsverarbeitung und Basisstationsverarbeitung beschrieben.

[0143] Die Teilnehmerkennummer (SIN) der Teilnehmerstation und die gewählten Zahlen sind zwei Anrufssteuerposten, die in einer Verbindungsanforderungsnachricht bei jedem von einer Teilnehmerstation gemachten Anruf der Basisstation zugeführt werden muß. Bei Anrufen von Teilnehmerstation zu Teilnehmerstation wählt der Benutzer die Nummer in ein Register im Speicher der Teilnehmerstation. Der Benutzer leitet die Verbindung mit der Basisstation dadurch ein, indem er die Sendetaste drückt oder eine Zeitsperre ermöglicht. Nur wenn die Nummer vollständig zusammengesetzt und in der Teilnehmerstation gespeichert ist, wird der Funkkanal benutzt. Somit kann der Kunde mit einer geringen Geschwindigkeit wählen, ohne wertvolle Bandbreite oder Zeit des Funksteuerkanals (RCC) in Anspruch zu nehmen.

[0144] Die Folge von Nachrichten, die von den Teilnehmerstationen und der Basisstation erzeugt werden, um eine Verbindung zwischen zwei Teilnehmerstationen herzustellen, ist in **Fig. 4** gezeigt. Das Steuerkanal-Verbindungspegelprotokoll wird dazu verwendet, die verschiedenen Fehlerzustände zu prüfen, die in Folge von Kanalfehlern auftreten. Außerdem werden Nachrichten, die von der Basisstation auf der Rückwärtssteuerfrequenz empfangen werden, im nächsten Steuerschlitz auf der Vorwärtssteuerfrequenz automatisch bestätigt. Die folgenden Abschnitte geben eine kurze Beschreibung eines Nachrichtenaustausches zur Verbindungsherstellung zwischen zwei Teilnehmerstationen.

[0145] Wenn die Basisstation eine Verbindungsanforderungsnachricht auf dem Steuerkanal von einer Teilnehmerstation A empfängt, prüft sie zuerst die empfangene SIN auf Fehler. Wenn die SIN falsch ist, wird die Nachricht fallengelassen. Ohne eine gültige SIN, weiß die Basisstation nicht, wer die Nachricht geschickt hat. Wenn die gewählten Ziffern falsch oder unvollständig sind, sendet die Basisstation eine Angabe-Klären-Nachricht auf der Vorwärtssteuerkanalfrequenz an die anrufende Teilnehmerstation A mit Zustandsinformationen, die das Problem darlegen.

[0146] Wenn der Ursprungsversuch richtig oder zulässig ist (d.h. die Bestimmungseinheit ist nicht besetzt), wird der Sprachkanal der Ursprungsteilnehmerstation A zugeordnet und die Basisstation sendet einen Ruf in Form einer ankommenden Anrufsnachricht auf der Vorwärtssteuerfrequenz an die Bestimmungsteilnehmerstation B. Wenn die Bestimmungsteilnehmerstation B den Aufruf nicht mit einer Anruf-Angenommen-Nachricht nach zwei Versuchen beantwortet oder eine Belegt-Zustand-Anzeige über eine Aufforderung-Klären-Nachricht zurückmeldet, dann sendet die Basisstation eine Anzeige-Klären-Nachricht an die ursprüngliche Teilnehmerstation A mit einer Belegt-Zustands-Information (d.h. Bestimmungseinheit ist abgenommen) oder daß die Bestimmungsteilnehmerstation den Aufruf nicht beantwortet.

[0147] Wenn die Bestimmungsteilnehmerstation B den ankommenden Anruf annimmt, dann wird eine Anruf-Angenommen-Nachricht zurück an die Basisstation gesendet und der Sprachkanal wird zugeordnet. Wenn die Sprachkanalsynchronisation erzielt ist, erzeugt die Bestimmungsteilnehmerstation B einen hörbaren Ton, der in der Bestimmungsteilnehmerstation B gehört wird und erzeugt auch den Rückruf-Ton über den Sprachkanal an die ursprüngliche Teilnehmerstation A.

[0148] Wenn die Bestimmungsteilnehmerstation B abgenommen wird, ändert sich der Steuerteil des Sprachschlitzes von einer Synchronisationsanrufanzeige in eine Synchronisations-Abgenommen-Anzeige, und es werden Anruf-Fortsetzen-Nachrichten über den Sprachkanal über die Basisstation zwischen den beiden Teilnehmerstationen ausgegeben. Die Bestimmungsteilnehmerstation B beendet den hörbaren Rufton und trennt den Rückrufton vom Sprachkanal an dieser Stelle ab. Die Schaltung ist nun vervollständigt, und der Austausch von Sprach- und/oder Datensignalen kann beginnen.

[0149] Das Anmelden eines Anrufs bei einem externen Telefon wird auf dieselbe Art und Weise durchgeführt, wie das Anrufen bei einer anderen Teilnehmerstation. Die Teilnehmerstation wählt nur die gewünschten Ziffern und drückt den Sendeknopf oder wartet auf die Zeitsperre. Hierdurch wird eine Funkanforderungsnachricht an

die Basisstation erzeugt. Die Basisstation entscheidet, ob eine andere Teilnehmerstation anzurufen oder eine äußere Fernsprechleitung zu nehmen ist. In diesem Fall wird eine äußere Fernsprechleitung genommen und die gewählten Ziffern werden auf der Fernsprechleitung pulsförmig ausgegeben. Während die Ziffern pulsförmig ausgegeben werden, wird die Sprachfrequenz für die Ursprungsteilnehmerstation zugeordnet. Wenn eine Teilnehmerstation die Anrufsverbindungsnachricht empfängt, ändert sie die Frequenz und synchronisiert sich auf den zugeordneten Sprachkanal. Wenn der Sprachkanal fertig ist, wird das Teilnehmerstation-Handgerät von der örtlichen Ruhe getrennt und mit der externen Fernsprechleitung verbunden. Ab dieser Stelle erzeugt das Bestimmungsfernsprechamt alle Anrufsfortsetzungstöne.

[0150] Ein ankommender externer Anruf nimmt eine Fernsprechleitung zur Basisstation. Das Ursprungsfernsprechamt sendet zwischen zwei bis fünf Ziffern, wobei es die eindeutigen Wörter der Bestimmungsteilnehmerstation SIN identifiziert, an die Basisstation über eine Durchwahl-(DID)-Fernsprechleitung. Wenn die angewählte Teilnehmerstation nicht belegt ist, sendet die Basisstation eine Aufrufsnachricht über den RCC an die entsprechende Teilnehmerstation. Drei mögliche Situationen können entstehen. Erstens die Teilnehmerstation nimmt den ankommenden Anruf an, und die Verarbeitung läuft wie unten beschrieben ab. Zweitens, es wird keine Antwort empfangen. In diesem Fall versucht die Basisstation den Anrufsvorgang noch zweimal. Wenn die Basisstation die Wiederholungszählung ohne eine Antwort von der Teilnehmereinheit ausgeschöpft hat, dann wird ein Rückrufton in der ursprünglichen Einheit erzeugt. Der dritte Zustand ergibt sich, wenn die Teilnehmerstation belegt wählt (d.h. abgenommen ist) und eine Aufruf-Klären-Nachricht an den Steuerkanal zurückgibt. In diesem Fall wird ein Belegtzeichen an die ursprüngliche Teilnehmerstation zurückgegeben.

[0151] Im Falle einer erfolgreichen Rufanforderung wird der Sprachkanal zugeordnet und wird ein äußerer Ton am Handgerät der Bestimmungsteilnehmerstation erzeugt, während ein hörbarer Rückrufton von der Teilnehmerstation zurück an den Ursprungsteilnehmer gesendet wird. Wenn die Bestimmungsteilnehmerstation den Anruf beantwortet, (d.h. die Basisstation stellt einen Übergang vom aufgelegten zum abgenommenen Zustand fest) werden beide der äußere Rufton und die Kanal-Rückruf-Nachricht weggenommen. An dieser Stelle ist der Sprachkanal für ein Gespräch bereit.

[0152] Eine normale Anrufsbeendigung wird durch den Teilnehmer ausgelöst, der aufhängt. Die Basisstation stellt den Übergang vom abgenommenen in den aufgehängten Zustand über den Steuerteil des Sprachkanals fest. Beim Feststellen dieses Übergangs nimmt die Basisstation die Zuweisung des Sprachkanals weg. Der Kanal darf nicht wieder verwendet werden, bis die Basisstation sieht, daß die Teilnehmerstation die Synchronisation auf diesem Kanal verliert. Wenn der Anruf, der unterbrochen wird, an eine andere Teilnehmerstation geht, wird eine Schlußanzeige an die zweite Teilnehmerstation im Steuerteil des Sprachkanals geschickt. Die Teilnehmerstationen synchronisieren sich wieder auf die Übertragungen des RCC und senden Anforderung-Klären-Nachrichten an die Basisstation.

[0153] Die Beendigung eines Anrufes findet auch 5 Sekunden nachdem die Basisstation den Funkkontakt mit einer Teilnehmerstation verliert, statt.

[0154] Eine Sprachverbindung kann infolge eines Schwindens oder einer Kanalinterferenz am Bestimmungsempfänger "verloren" gehen. Die folgenden Bedingungen werden in den Teilnehmerstationen und der Basisstation geprüft, um festzustellen, ob die Verbindung Schwierigkeiten hat: Der Verbindungsqualitätswert der vom Teilnehmer- oder Basisstationsempfänger zurückgemeldet wird, ist unter einer vorbestimmten Schwelle bei aufeinanderfolgenden Empfängen; ein Verlust der Wortsynchronisation wurde bei mehreren aufeinanderfolgenden Sendungen festgestellt.

[0155] Nachrichten, die der Basisstation entstammen, werden an alle aktiven Teilnehmerstationen ausgesendet. Diese Nachrichten werden durch die Basisstation über den Funksteuerkanal übertragen. Der Zweck der Rundfunknachricht besteht darin, alle aktiven Teilnehmerstationen über Änderungen im Betrieb des Systems (d.h. Wechsel der Frequenz des RCC, oder einen Befehl an die Modems, in die Selbstprüfbetriebsart zu gehen, usw.) zu benachrichtigen. Diese Nachrichten werden von den Teilnehmerstationen nicht bestätigt.

Ferngesteuerte Zentraleinheit (RPU),

[0156] Die RPU arbeitet als Steuercomputer in der Basisstationsarchitektur, sie ist mit den CCUs **18**, die mit der Funkausrüstung in Verbindung stehen, und der PBX **15**, wie in Fig. 2 dargestellt, verknüpft.

[0157] Die RPU **20** koordiniert die notwendigen Maßnahmen für die Funkanrufsverarbeitung. Die RPU **20** tauscht Nachrichten mit den Teilnehmerstationen, der PBX **15** und den CCUs **18** aus, um Verbindungen und

Trennungen zu machen. In den Anrufsverarbeitungsfunktionen ist die Zuweisung und die Freigabe der Funkkanäle enthalten. Die RPU **20** unterhält auch eine Datenbasis, die den momentanen Zustand des Systems wiedergibt; die Datenbasis enthält Informationen über den Zustand der Ausrüstung, Teilnehmerstationen, Verbindungen und die Funkkanäle in dem System.

[0158] Die Anrufsherstellung beginnt, wenn die RPU eine Nachricht entweder von dem PBX-Anrufsprozessor **24** für einen von einer externen Leitung oder von einem Teilnehmer für einen für ein externes Telefon oder einen anderen Teilnehmer bestimmten Anruf empfängt. Eine Verbindung von einem Teilnehmer kommt über den Funksteuerkanal (RCC) über die CCU **18** der Basisstation herein. Die RPU **20** weist einen Sprachkanal zu und tauscht Nachrichten mit der Teilnehmerstation, der PBX **15** und der CCU **18** aus, um die Verbindung herzustellen.

[0159] Eine Trennung beginnt durch eine Nachricht, die von der PBX **15** oder einem Teilnehmer empfangen wird und angibt, daß ein Telefon aufgehängt wurde, oder von der CCU **18** empfangen wird, die anzeigt, daß die Synchronisation über den Funkkanal verloren wurde. Die RPU informiert die CCU **18** und die PBX **15** von der Trennung und der RCC wird freigegeben.

[0160] Die RPU-Software führt die folgenden Funktionen aus:

1. Sie verarbeitet Teilnehmer-, CCU- und PBX-Nachrichten, die den Anrufsaufbau, den Anrufsabriß und die Kanalzuweisung steuern;
2. sie iniziiert und unterhält eine Lese/Schreib-System-Datenbasis;
3. sie unterstützt einen Systemkontrollpult, der Systemabfragen und eine manuelle Systemsteuerung gestattet;
4. sie behandelt die BCC-Verknüpfungen, indem sie das Basisband-Steuerkanal-(BCC)-Gesprächsprotokoll über eine asynchrone serielle Schnittstelle von 9600 Baud unterhält;
5. sie behandelt die PBX-Schnittstelle, indem sie das PBX-Nachrichtenprotokoll unterhält; und
6. sie hält sich eine Transaktionsnotiz, die Diagnose- und Rohkostendaten liefert.

[0161] Die RPU-Software stützt eine serielle Schnittstelle an den PBX-Anrufsprozessor **24**. Sie stützt auch eine serielle Schnittstelle an jede CCU **18** in der Basisstationsanordnung.

[0162] Die RPU-Hardware beinhaltet einen Allzweckcomputer auf der Basis des Motorola-Modells 68000. Diese Maschine ist mit einem 1-Mbyte-Direktzugriffsspeicher (RAM) und einem nicht-flüchtigen Festplattenspeicher von 10 Mbytes ausgebildet. Die Eingabe/Ausgabe besteht aus einem Systemkontrollpult und einer Einheit, die acht asynchrone serielle Datenschnittstellen stützt.

[0163] Wie in Fig. 5 gezeigt, simuliert das RPU-Softwarepaket ein System, das ein Steuerprogramm-(scheduler)Modul **40**, ein BCC-Schnittstellenmodul oder-module **41a**, **41b**, ... **41n**, ein PBX-Schnittstellenmodul **42**, ein Konsolenmodul **43**, ein Registriermodul **44**, ein Nachrichtenverarbeitungsmodul (MPM) **45** und ein Datenbasismodul **46** enthält.

[0164] Bis auf das Datenbasismodul **46** werden alle Module von dem Steuerprogrammmodul **40** zum Laufen aufgerufen. Die Module stehen über ein System von Briefkästen miteinander in Verbindung. Das Datenbasismodul **46** basiert auf einer Ansammlung von Unterprogrammen für den Zugang von Informationen in der Datenbasis.

[0165] Das Steuerprogrammmodul **40** liefert den Energieleitungscode für die RPU-Software. Sie ist für die Programmierung und Aktivierung aller anderen Module verantwortlich. Sie ist auch für das Unterhalten von Ereigniszeiteinteilung und Briefkästen verantwortlich, die eine prozeßinterne Kommunikation und die Zwischenprozeßkommunikation gestatten.

[0166] Die BCC-Schnittstellenmodule **41a**, ... **41n** stützen eine serielle asynchrone Schnittstelle und ein Verbindungspegelprotokoll. Sie überwachen auch den Zustand der Kommunikation mit den CCUs **18**.

[0167] Das PBX-Schnittstellenmodul **42** unterstützt eine serielle asynchrone Schnittstelle zu dem PBX-Anrufsprozessor **24**.

[0168] Das Konsolenmodul **43** stellt eine Systembetriebsschnittstelle bereit, die Systemzustandsfragen und Abwandlungen und einen Nachrichtenaustausch zwischen der RPU **20** und dem Rest des Systems gestattet.

[0169] Das Registriermodul **44** liefert Rohtransaktionsinformationen für Diagnose- und Systemanalysezwecke.

[0170] Das Nachrichtenverarbeitungsmodul **46** verarbeitet alle empfangenen RCC-, BCC- und PBX-Nachrichten. Es führt alle Teilnehmeranrufsaufbau- und Abrißvorgänge aus, die nicht von der PBX **15** ausgeführt werden, und weist die Funkkanäle zu. Es beinhaltet auch eine Hintergrundaufgabe, die den Zustand der CCUs **18** überwacht.

[0171] Das Datenbasismodul **46** liefert eine konsistente Schnittstelle an alle Datenstrukturen, die für die Anrufsverarbeitung notwendig sind. Es enthält auch eine Frequenzzuweiaungsaufgabe, die die Funkkanäle zuordnet.

[0172] Die RPU-Datenbasis enthält eine Struktur, welche die Systemkonfiguration einschließlich der Informationen über alle Teilnehmer und dem Zustand aller Funkkanäle beschreibt. Diese Strukturen können wie folgt beschrieben werden:
Die RPU-Datenbasis enthält eine Basisbandsteuerkanal-(BCC)-Datenstruktur für jede CCU **18** im System.

[0173] Eine Teilnehmererkennungstabelle (SIN-Tabelle) enthält eine sortierte Liste aller gültigen Teilnehmer. Die Liste ist sortiert, um die Teilnehmergültigkeit zu erleichern. Die SIN-Tabelle hat einen Eingang für jeden Teilnehmer im System.

[0174] Die RPU-Software führt einen Teil der Teilnehmereinheit-Anrufsverarbeitung durch. Diese Verarbeitung wird im Nachrichtenverarbeitungsmodul durchgeführt. Die Anrufsverarbeitung wird mittels Austauschen von Nachrichten zwischen dem MPM **45**, dem PBX-Modul **42** und allen BCC-Modulen **41** durchgeführt.

Einleiten eines Telefonanrufes von einer Teilnehmerstation

[0175] Dieser Abschnitt beschreibt kurz den normalen Anrufsaufbauvorgang für einen von einem Teilnehmer eingeleiteten Telefonanruf. Ein Teilnehmer (der "Ursprungsteilnehmer") nimmt ab, wählt eine gültige Telefonnummer (die Telefonnummer der "Bestimmung") und drückt den Sendeknopf oder wartet für eine Zeitspanne. Die Ursprungsteilnehmerstation sendet eine Anrufsanforderungsnachricht über den Steuerkanal an die Basisstation. Die RPU-BCC-Module **41** empfangen die Funkanforderungsnachricht und geben sie an das MPM **45** weiter. Das MPM **45** führt eine einfache Wählziffervalidierung aus und sendet eine Funkan forderungsnachricht an das PBX-Modul **42**, das die Nachricht an den PBX-Anrufsprozessor **24** weiterleitet. Der PBX-Anrufsprozessor **24** macht die gewählten Ziffern gültig (validieren) und sendet eine Anrufanmeldenachricht an die RPU **20** zurück. Das MPM **45** ordnet einen Sprachschlitz der Ursprungsteilnehmerstation zu. Das MPM **45** gibt einen Kanalwechselbefehl an die CCU **18**, die den Sprachschlitz enthält, der der Ursprungsteilnehmerstation zugeordnet ist. Das MPM **45** gibt einen Anrufsverbindungsbefehl an die Ursprungsteilnehmerstation, wobei der Befehl die Sprachfrequenz und den Sprachschlitz der Ursprungsteilnehmerstation zuordnet. Das MPM **45** gibt eine Zuweisungsnachricht an den PBX-Anrufsprozessor **24**, die dem PBX-Anrufsprozessor **24** befiehlt, einen Nachrichtenkanal zuzuweisen. An dieser Stelle ist die Ursprungsteilnehmerstation vollständig aufgebaut. Sie wartet nun auf eine Verbindung über die PBX-Schaltmatrix **25** zu dem "Bestimmungsort". Der "Bestimmungsort" kann entweder eine andere Teilnehmerstation oder ein Telefon sein, zu dem Zugang über eine Fernsprechleitung **14** verschafft werden muß, wobei dies keinen Unterschied macht.

Empfangen eines Anrufs in einer Teilnehmerstation

[0176] Dieser Abschnitt erläutert kurz wie ein eingehender Anruf an eine Teilnehmerstation behandelt wird. Der PBX-Anrufsprozessor **24** stellt fest, daß ein Telefonanruf für eine Teilnehmerstation bestimmt ist. Der PBX-Anrufsprozessor **24** erzeugt eine Eingangsanrufsnachricht. Diese Nachricht enthält Informationen über das Wesen des eingehenden Anrufes, insbesondere ob der Anruf von einer äußeren Fernsprechleitung **14** oder von einer anderen Teilnehmerstation kommt. Das RPU-PBX-Modul **42** empfängt die PBX-Nachricht von dem PBX-Anrufsprozessor **24** und sendet sie an das MPM **45**. Wenn der Anruf von einer anderen Teilnehmerstation kommt, stellt das MPM **45** den Teilnehmer-zu-Teilnehmerindex sowohl von der Ursprungs- als auch Bestimmungsteilnehmerstation ein und befiehlt den betreffenden CCUs **18**, in die Innenbetriebsart zu gehen. Das MPM **45** gibt eine Rufnachricht an die Teilnehmerstation, die durch die Eingangsanrufsnachricht näher angegeben ist. Die richtige Teilnehmerstation anwortet mit einer Anrufsannahmenachricht. Das MPM **45** anwortet auf die Anrufsannahmenachricht durch Ausgeben einer Kanalwechselnachricht an die entsprechende CCU **18** und eine Anrufsverbindungsnachricht an die entsprechende Teilnehmerstation. Das MPM **45** gibt dann eine Zuweisungsnachricht an den PBX-Anrufsprozessor **24**, welche die PBX-Schaltmatrix **25** dazu veranlaßt, die

Schlußverbindung für den eingehenden Anruf zu machen.

Ausfall-Wiederherstellung

[0177] Dieser Abschnitt beschreibt kurz die Anwort der RPU **20** auf einen Kanalschwund während eines Gespräches. Die CCU **18**, die den Sprachkanal abwickelt, der schwindet, merkt, daß der Kanal die Synchronisation verliert. Die CCU **18** erzeugt eine Nicht-Synchronisation-Ereignisnachricht. Das BCC-Modul **41** empfängt die Ereignisnachricht und schickt sie an die MPM **45** weiter. Die MPM **45** schickt eine Aufgelegt-Nachricht an den PBX-Anrufprozessor **24** und versetzt den Teilnehmer in den Ruhezustand und den Kanal in den aufgelegten Zustand.

Verarbeitung einer eingehenden BCC-Nachricht

[0178] Eine BCC-Nachricht wird über eine 9600 Baud-Asynchronschnittstelle von der CCU **18** zu der RPU **20** geleitet. Das BCC-Modul **41**, das die besondere CCU-Schnittstelle behandelt, liest die Nachricht ein und prüft die Verbindungspegelinformationsbits, um die Integrität der eingehenen Nachricht zu verifizieren. Wenn das BCC-Modul **41** feststellt, daß die Nachricht annehmbar ist, wird eine geeignete Bestätigung an die sendende CCU **18** zurückgegeben. Im anderen Fall wird ein nochmaliger Versuch oder eine negative Bestätigung zurückgegeben. Das BCC-Modul **41** sendet die Nachricht dann an das MPM **45**. Die Nachricht wird dann in den Nachrichtenverarbeitungsbriefkasten **48** gesetzt, wobei die von dem Scheduler-Modul **40** bereitgestellten Briefkästen verwendet werden. (Siehe **Fig. 6**).

[0179] Wenn kein Eingabesignal von der CCU **18** vorhanden ist und der BCC-Briefkasten **49**, der Ausgangsnachrichten an die CCU enthält, leer ist, "blockiert" das BCC-Modul **41** und geht die Steuerung an das Scheduler-Modul **40**.

[0180] Das Scheduler-Modul **40** macht das nächste Modul im Umlaufplan wirksam, und dieses Modul läuft dann bis es blockiert. Das Scheduler-Modul macht dann ein weiteres wirksam, usw. An einer späteren Stelle macht das Scheduler-Modul das MPM **45** wirksam.

[0181] Das MPM **45** liest dann die BCC-Nachricht zusammen mit irgendwelchen anderen Nachrichten, die in seinem Briefkasten **48** aufgereiht wurden, ein. Die BCC-Nachricht wird identifiziert und verarbeitet. Diese Verarbeitung kann Änderungen der Datenbasis und die Erzeugung neuer Nachrichten beinhalten. **Fig. 6** erläutert den Datenweg einer hereinkommenden Nachricht.

Erzeugen einer ausgehenden BCC-Nachricht

[0182] **Fig. 6** erläutert auch den Datenweg einer ausgehenden BCC-Nachricht. Eine ausgehende BCC-Nachricht wird durch das MPM **45** als Antwort auf irgendein spezielles Ereignis erzeugt. Die Nachricht wird in dem MPM **45** konstruiert und an das BCC-Modul **41** geschickt, welches die Bestimmungs-CCU **18** behandelt. Nachdem diese Nachricht und irgendwelche anderen notwendigen Nachrichten gesendet wurden und wenn keine weiteren Nachrichten im Briefkasten **48** des MPM sind, "blockiert" das MPM und kehrt die Steuerung zum Scheduler-Modul zurück.

[0183] Das BCC-Modul liest die Nachricht von seinem Briefkasten **49** und fügt die richtigen Verbindungspegelbits der ausgehenden Nachricht hinzu. Es leitet dann die Nachricht über den seriellen Datenausgang an die CCU **18** weiter.

Verarbeiten von RCC-Nachrichten

[0184] Eine eingehende RCC-Nachricht wird genauso wie eine eingehende BCC-Nachricht behandelt, da eine RCC-Nachricht eine Art von BCC-Nachricht ist. Auch wird eine ausgehende RCC-Nachricht auf demselben Weg wie eine ausgehende BCC-Nachricht erzeugt und weitergeleitet.

Verarbeiten einer eingehenden PBX-Nachricht

[0185] Eine PBX-Nachricht wird von dem PBX-Anrufsprozessor **24** empfangen. Diese Nachricht wird über eine 9600-Baud asynchrone Schnittstelle an die RPU **20** weitergeleitet. Wie in **Fig. 7** gezeigt, liest das RPU-PBX-Modul **42** die PBX-Nachricht ein und sendet sie an den MPM-Briefkasten **48**. Wenn keine weiteren eingehenden Zeichen vorhanden sind und der PBX-Briefkasten **50**, der die ausgehenden PBX-Nachrichten

enthält, leer ist, "blockiert" das RPU-PBX-Modul **42** und geht die Steuerung zurück an das Scheduler-Modul **40**.

[0186] Das MPM **45** liest die PBX-Nachricht zusammen mit irgendwelchen anderen Nachrichten, die in seinem Briefkasten **48** aufgereiht wurden, ein. Die PBX-Nachricht wird auf der Grundlage der Art der Nachricht und des momentanen Zustands des in der Nachricht angegebenen Teilnehmers verarbeitet. Die Verarbeitung kann Änderungen in der Datenbasis, Änderungen im Teilnehmerzustand und die Erzeugung neuer Nachrichten beinhalten. Fig. 7 erläutert den Datenweg der eingehenden PBX-Nachricht.

Erzeugen einer ausgehenden PBX-Nachricht

[0187] Es wird wieder auf Fig. 7 Bezug genommen. Eine ausgehende PBX-Nachricht wird von dem MPM **45** als Antwort auf ein Ereignis erzeugt. Die Nachricht wird in dem MPM **45** konstruiert und an das PBX-Modul **42** geschickt. Nachdem diese Nachricht und irgendwelche anderen notwendigen Nachrichten gesendet wurden und wenn keine weiteren Nachrichten im MPM-Briefkasten **48** sind, "blockiert" das MPM **45** und geht die Steuerung an das Scheduler-Modul **40** zurück.

[0188] Das Scheduler-Modul **40** fährt fort, andere Module im Umlaufplan wirksam zu machen, bis das RPU-PBX-Modul **42** wirksam gemacht wird.

[0189] Das RPU-PBX-Modul **42** liest die PBX-Nachricht von seinem Briefkasten **50** und leitet die Nachricht über den seriellen Datenausgang an den PBX-Anrufsprozessor **24** weiter.

Erzeugen von Registriernachrichten

[0190] An bedeutenden Stellen in jedem der Module im RPU-Softwarepaket wird eine wichtige Informationen enthaltende Nachricht an das Registriermodul **44** geschickt. Diese Information wird datiert und in eine Datei ausgegeben. Fig. 8 erläutert die Registrierdatenwege.

Konsolen-Eingangs- und Ausgangsmodul

[0191] Der Eingabeteil des Konsolenmoduls **43** führt Befehlswecken und Erkennung zusammen mit Befehlsvalidierung aus. Gültige Konsolenbefehle haben die Fähigkeit, die RPU-Datenbasis zu befragen und sie auf den neuesten Stand zu bringen und Nachrichten an die RPU-Module zu schicken. Die sich aus den Konsolenanzeigebefehlen ergebende Ausgabe wird direkt an den Konsolenanschluß ausgegeben.

Scheduler-Modul

[0192] Das Scheduler-Modul **40** wird als besonderes Systemmodul betrachtet und ist für das planmäßige Steuern aller anderen RPU-Module verantwortlich. Die Hauptverantwortlichkeiten des Scheduler-Moduls **40** bestehen darin, das nächste auszuführende Modul auszuwählen und eine Zwischen- und Innenmodulkommunikation zu schaffen.

[0193] Obwohl die verschiedenen RPU-Module als separate Module angesehen werden können, sind in Wirklichkeit alle Module ein Anwendungsverfahren eines Regelbetriebssystems. Es ist das Scheduler-Modul **40**, das die Umlaufabfertigung der anderen RPU-Module ausführt. Das Scheduler-Modul **40** behandelt den Stapel für jedes der Pseudo-RPU-Module, indem es einen festen Teil des Stapelraumes einem jeden Pseudo-Modul am Anfang zuweist. Kurz bevor dann jedes Modul laufen soll, wird der Stapelzeiger durch das Scheduler-Modul **40** so geändert, daß er auf die geeignete Stapeladresse für das richtige Modul zeigt. Ein Speicherplan der RPU **20** ist in Fig. 9 gezeigt.

[0194] Jedes RPU-Modul läuft bis es blockiert. Wenn ein Modul blockiert, gibt es die Steuerung zurück an den Scheduler, der einem anderen Modul gestattet, eingeplant zu werden und zu laufen. Ein Modul kann auf verschiedenen Wegen blockieren:
Durch Rufen von EREIGNIS HOLEN(), das das Modul zwingt zu blockieren bis ein Ereignis eintritt, oder durch Rufen von WARTEN(), das für eine bestimmte Anzahl von Sekunden blockiert, oder durch Rufen von BLOCKIEREN(), das für eine Runde der Umlaufplanschleife blockiert.

[0195] Eine weitere Hauptaufgabe, die das Scheduler-Modul **40** ausführt, ist die Zwischenmodulkommunikation zwischen den Modulen. Briefkästen werden als Mittel zum Senden oder Empfangen von Nachrichten an andere Module bzw. von anderen Modulen verwendet. Jedes Modul kann nach seiner Post in seinem Briefkas-

ten durch Verwenden des Postleseaufrufs suchen. Ebenso kann ein Modul Post an ein anderes Modul durch Verwenden des Postsendeaufrufs schicken. Das Scheduler-Modul unterhält einen separaten Briefkasten für jedes der Module, die in der Planschleife sind. Wenn ein Modul eine Nachricht an ein anderes Modul schickt, wird die Nachricht in den Bestimmungsbriefkasten kopiert. Später wenn der Bestimmungspunkt an der Reihe ist zu laufen, überprüft das Scheduler-Modul seinen Briefkasten, um zu bestimmen, ob eine Nachricht in dem Briefkasten ist. Wenn dies der Fall ist, erzeugt das Scheduler-Modul **40** ein Ereignis der Art POST, das das Modul dazu zwingt nicht blockiert zu sein, wenn es durch ein HOLEREIGNIS() blockiert und damit eingeplant ist zu laufen.

[0196] Eine Ereignisliste wird von dem Scheduler-Modul für jedes Modul in der Planschleife auch gehalten. Ereignisse können aus Post- oder Zeiteinteilungsereignissen bestehen. Postereignisse werden immer dann erzeugt, wenn das Scheduler-Modul bestimmt, daß Nachrichten für das momentan laufende Modul anhängig sind. Ein Modul kann ein Zeiteinteilungsereignis auf die Ereignisliste setzen, indem EREIGNISSETZEN() gerufen wird, wobei die Anzahl von Sekunden zu warten ist, bevor ein Ereignis erzeugt wird. Das Scheduler-Modul **40** prüft die Ereignisliste des Moduls bei jedem Durchgang durch die Rundlauf-Planschleife, wobei es nach Zeitgeberabläufen sucht. Wenn ein Zeitgeberablauf festgestellt wird, wird das entsprechende Modul angewiesen zu laufen und das Ereignis zu dem Modul durch den Ruf HOLEREIGNIS() zurückgeführt.

[0197] Das Scheduler-Modul **40** enthält Routinen, die dazu verwendet werden, die RS-232-Schnittstellen zwischen der CCU **18** und der RPU **20** und zwischen der PBX **15** und der RPU **20** auszulösen. Diese Routinen, die eine ausschließliche Software-Kontrolle über die RS-232-Schnittstellen ausüben, schalten die gewöhnliche Verarbeitung der Steuerfolgen durch das Regelbetriebssystem ab. Andere Routinen werden dazu verwendet, die Eingabe/Ausgabe-Speicher zu spülen und die Anschlußeingabe und -ausgabe zu lesen und zu schreiben. Das Scheduler-Modul **40** verfolgt auch die Systemzeit für alle RPU-Module.

BCC-Schnittstellenmodul

[0198] Jedes BCC-Modul **41** schafft eine Schnittstelle zwischen einer CCU **18** und den anderen Software-Modulen in der RPU **20**. Die zwischen der CCU **18** und der RPU **20** ausgetauschten Nachrichten bestehen aus binären Daten unterschiedlicher Länge, die über eine asynchrone Kommunikationsverbindung übertragen werden. Das BCC-Modul **41** ist dafür verantwortlich, Nachrichtenintegrität über die Kommunikationsverbindung zu schaffen, die Fehlerermittlung, sequentielles Ordnen und Bestätigen von Nachrichten beinhaltet.

[0199] Die Hardware-Schnittstelle zwischen der CCU **18** und der RPU **20** besteht aus einer 9600-Baud-RS-232 asynchronen Schnittstelle.

[0200] Die Eingaben zu diesem Modul **41** beinhalten von der CCU oder von anderen RPU-Softwaremodulen empfangene Nachrichten. Nachrichten werden von diesem Modul entweder an die CCU über die RS-232-Schnittstelle oder an andere RPU-Softwaremodule über den richtigen Briefkasten ausgegeben.

[0201] Der Zweck dieses Moduls **41** besteht darin, den Nachrichtenverkehr zwischen der RPU **20** und der CCU **18** zu verarbeiten. Das Modul **41** sucht laufend nach Nachrichten, die von der CCU **18** empfangen werden und leitet sie dem richtigen RPU-Softwaremodul zu. Ebenso sucht dieses Modul laufend nach Nachrichten von anderen RPU-Softwaremodulen, die für eine CCU **18** bestimmt sind. Ein alternierendes Bit-Protokoll wird dazu verwendet, offenstehende Nachrichten (d.h. nicht bestätigt) auf eine in jeder Richtung zu beschränken. Sequenz und Bestätigungsbits dienen als notwendige Schlußkontrolle, um diese Funktion zu erfüllen. Das Protokoll wird in den folgenden Absätzen näher beschrieben.

[0202] In der folgenden Beschreibung wird ein Objekt, das Nachrichten verarbeiten kann, mit "Wir" oder "Uns" bezeichnet, und das andere ist mit "Sie" oder "Ihnen" bezeichnet. Das Protokoll kann erklärt werden, indem die Maßnahmen angegeben werden, wenn eine Nachricht empfangen wird. Es gibt nur vier grundlegende Maßnahmen, die von zwei Bedingungen abhängen. Diese Bedingungen werden durch Vergleichen der Sequenz- und Bestätigungsbits der empfangenen Nachricht mit den erwarteten bestimmt.

[0203] Bei einer ankommenden Nachricht, ist das ACK-Bit wie erwartet, wenn es dasselbe wie das SEQ-Bit unserer zuletzt ausgesendeten Nachricht ist. Entsprechend ist das SEQ-Bit wie erwartet, wenn es sich von dem SEQ-Bit der zuletzt empfangenen Nachricht unterscheidet. Anders ausgedrückt, die erwarteten Bedingungen bestehen darin, daß eine eingehende Nachricht unsere letzte Nachricht bestätigt und daß wir auch erwarten, daß jede neue Ankunft eine neue Nachricht ist.

[0204] Die Maßnahmen, die beim Empfangen einer Nachricht ergriffen werden, werden nun unter vier Kombinationen zusammengefaßt, die durch die obengenannten Bedingungen erzeugt werden:

1. ACK wie erwartet; SEQ wie erwartet. Markiere unsere letzte übertragene Nachricht als bestätigt (wodurch wir eine neue Nachricht senden können). Verarbeite die neu angekommene Nachricht (bestätige sie in der nächsten Nachricht, die wir senden).
2. ACK wie erwartet; SEQ nicht wie erwartet. Markiere unsere letzte übermittelte Nachricht als bestätigt (wodurch wir eine neue Nachricht übermitteln können). Lege die neu angekommene Nachricht ab (bestätige sie nicht).
3. ACK nicht wie erwartet; SEQ wie erwartet. Wenn wir eine Nachricht übermittelt haben, die noch nicht bestätigt wurde, dann Sende sie nochmals. Wenn wir nicht eine solche Nachricht haben, dann ist etwas am Zielpunkt falsch gelaufen und wir sollten zurückstellen wie unten beschrieben. Verarbeite die neu angekommene Nachricht.
4. ACK nicht wie erwartet; SEQ nicht wie erwartet. Unsere letzte Nachricht wurde nicht am Zielpunkt empfangen. Übermittle sie nochmals. Lege die neu angekommene Nachricht ab.

[0205] Das Zurückstell-Bit wird dazu verwendet, die SEQ- und ACK-Bits zurückzustellen. Wenn wir eine Nachricht mit dem Zurückstellbit darauf empfangen, sollte sie als neue Nachricht akzeptiert werden, ungeachtet ihres SEQ-Bit, und sie sollte bestätigt werden. Außerdem reflektiert das ACK-Bit auf der empfangenen Nachricht das SEQ-Bit der letzten Nachricht, das sie von uns empfangen haben. Wir sollten dieses Bit knebeln bevor die nächste Nachricht gesendet wird. Beispielsweise wenn wir eine Nachricht empfangen, deren ACK/SEQ-Ziffer "4" ist (Zurückstellung gleich 1, ACK gleich 0, SEQ gleich 0), dann sollte die ACK/SEQ-Ziffer in der Antwort "1" (Zurückstellung gleich Null, ACK gleich Null, SEQ gleich 1) sein. Jede Seite sollte zurückstellen, wenn sie glaubt, daß das Protokoll außer Tritt geraten ist.

[0206] Wenn wir eine Nachricht von ihnen empfangen und keine neue Nachricht anhängig haben und eine Standardantwort kommt nicht bald, werden wir die Nachricht bestätigen, indem wir eine besondere ACK-Nachricht senden. Das ACK-Bit wird die empfangene Nachricht bestätigen, aber das SEQ-Bit wird sich nicht aufgrund der letzten Nachricht ändern, die wir schickten. Dies wird sie veranlassen, die Bestätigung zu verarbeiten und die neu angekommene Nachricht abzulegen. Der Inhalt dieser Nächricht ist eine Null-Nachricht. Da diese Nachricht ohnehin abgelegt wird, ist der Inhalt dieser Nachricht unbedeutend.

PBX-Schnittstellenmodul

[0207] Das PBX-Modul **42** liefert die Schnittstelle zwischen dem UTX-250 PBX-Anrufsprozessor **24** und den anderen Software-Modulen der RPU **20**. Die zwischen den beiden Maschinen ausgetauschten Nachrichten bestehen aus einem ASCII-Zeichen gerichteten Nachrichtenaustausch. Das ASCII-Zeichen wird hier als 7 oder 8-Bit ASCII definiert. Sowohl der PBX-Anrufsprozessor **24** als auch die RPU **20** müssen in der Lage sein, Zeichen mit ungerader, gleicher oder keiner Parität annehmen zu können. Der Text der Nachrichten besteht aus Ketten mit unterschiedlicher Länge oder druckbaren Zeichen.

[0208] Die Hardware-Schnittstelle zwischen dem PBX-Anrufsprozessor **24** und der RPU **20** besteht aus einer 9600 Baud RS-232 asynchronen Schnittstelle.

[0209] Die Eingaben zu dem PBX-Modul **42** beinhalten Nachrichten, die von dem PBX-Anrufsprozessor **24** oder von anderen RPU-Software-Modulen empfangen wurden. Nachrichten werden von diesem Modul entweder an den PBX-Anrufsprozessor **24** oder an andere RPU-Software-Module über den richtigen Briefkasten ausgegeben.

[0210] Der Zweck des PBX-Moduls **42** besteht darin, den Nachrichtenverkehr zwischen der RPU **20** und dem PBX-Anrufsprozessor **24** zu verarbeiten. Dieses Modul sucht laufend nach Nachrichten, die von dem PBX-Anrufsprozessor **24** empfangen werden, und leitet sie dem richtigen RPU-Software-Modul zu. Ebenso sucht dieses Modul laufend nach Nachrichten von anderen RPU-Software-Modulen, die für den PBX-Anrufsprozessor **24** bestimmt sind.

[0211] Jedes Zeichen, das von dem PBX-Anrufsprozessor **24** empfangen wird, wird auf Gleichheit mit dem größer-als-Zeichen überprüft, das den Anfang einer Nachricht oder eines Wagenrücklaufzeichens anzeigt, welches das Ende einer Nachricht anzeigt. Dieses Modul ist in der Lage, einen Vollduplex-Nachrichtenverkehr zu handhaben.

Konsolenmodul

[0212] Das Konsolenmodul **43** ist das Fenster der Bedienungsperson in den momentanen Zustand der RPU **20**. Die Konsole verschafft die Möglichkeit, Informationen anzuzeigen, die den momentanen Zustand der Teilnehmer und der Funkkanäle betreffen, Verbindungen und Kanalzustände zu ändern und Nachrichten an die PBX **15** und die CCUs **18** zu schicken. Die Konsole verarbeitet den Eingabestrom vom Anschluß und führt den gewünschten Befehl aus.

[0213] Das Konsolenmodul **43** liefert die Schnittstelle zu dem Anschluß der Bedienungsperson an der Basisstation. Das Konsolenmodul **43** verarbeitet die Eingabe vom Anschluß und führt den Befehl aus. Daten werden aus der Datenbasis herausgesucht und in sie hineingeschrieben, Anzeigen werden an den Anschlußschirm ausgegeben und Nachrichten werden zu anderen Modulen geschickt. Die Schnittstellen dieses Moduls beinhalten:

(1) Zeichen werden von dem Bedienungstastenfeld eingegeben.
(2) Zeichen werden an den Bedienungsschirm ausgegeben.
(3) Daten werden aus der Datenbasis herausgesucht und in sie hineingeschrieben.
(4) Nachrichten werden an die PBX, BCC- und Nachrichtenverarbeitungsmodule geschickt.

[0214] Eine Gruppe von Parser-Routinen-Eingabezeichen kommen vom Bedienungstastenfeld. Ein sofortiger Dateneingang wird am Anfang jeder Befehlszeile angezeigt. Die Daten werden zwischengespeichert, die Editierzeichen werden verarbeitet, die Eingabe wird an die Anzeige zurückgemeldet und die Daten werden in Balken (token) begrenzt. Dadurch daß der Parser mit einer Gruppe von Datenstrukturen versehen wird, die alle möglichen Befehle und gültigen Balken in jedem Befehl beschreiben, führt der Parser die Erkennung bei den eingegebenen Daten aus, antwortet er auf Fragezeichen und zeigt er Führungswörter für den Dateneingang an. Jeder Balken wird überprüft, daß er der Typ von erwarteten Daten ist. Schlüsselwörter werden mit der Liste von annehmbaren Ganzheiten in Übereinstimmung gebracht und Zahlen werden in ganze Zahlen umgewandelt. Wenn der Befehlszeileneintrag vollständig ist, findet eine weitere Verifizierung statt. Zahlen werden überprüft, ob sie innerhalb des Bereiches sind und bei manchen Befehlen wird der Zustand des Systems überprüft, bevor der Befehl ausgeführt wird.

[0215] Die Befehle fallen in drei Kategorien:

(1) Befehle, die Informationen von der Datenbasis anzeigen,
(2) Befehle, die die Datenbasis abwandeln, und
(3) Befehle, die Nachrichten senden.

[0216] Informationen können über den Teilnehmer, die Verbindung den CCU- und Kanalzustand angezeigt werden. Alle Anzeigebefehle erfordern, daß Informationen aus der Datenbasis herausgesucht und formatierte Daten an die Bedienungsanzeige ausgegeben werden. Die Abwandlungsbefehle beinhalten die Fähigkeit, eine Teilnehmerverbindung auf einen besonderen Kanal zu zwingen und die Fähigkeit, Kanäle einzuschalten und abzuschalten. Die Abwandlungsbefehle werden beim Testen des Frequenzzuweisungsalgorithmus verwendet. Alle Abwandlungsbefehle schreiben sich in die Datenbasis ein.

[0217] PBX-, BCC- und RCC-Nachrichten können von dem Konsolenmodul **43** aus an verschiedene andere Module im System geschickt werden. Ein Nachrichtensendebefehl fordert von der Bedienungsperson alle Informationen, die für die Nachricht benötigt werden, die Nachricht wird dann formatiert und an das angegebene Modul geschickt. PBX-Nachrichten werden an das RPU-PBX-Modul **42** geschickt, das die Nachricht an den PBX-Anrufsprozessor **24** ausschickt. BCC- und RCC-Nachrichten können von der RPU **20** zu den CCUs **18** über die BCC-Module **41** geschickt werden, welche die Verbindungspegelprotokollbits den ausgehenden Nachrichten hinzufügen. Eingaben von den CCUs **18** werden simuliert und Nachrichten, einschließlich sowohl BCC- und RCC-Nachrichten werden an das MPM **46** geschickt.

Registriermodul

[0218] Das Registrier (logger)-Modul **44** ist für das Registrieren von RPU-Ereignissen oder Nachrichten verantwortlich. Das Registriermodul **44** unterhält die folgenden drei Plattendateien: Ein Transaktionsprotokoll mit Informationen die Gebührenabrechnungsinformationen ähnlich sind, ein Fehlerprotokoll, das aus Fehlernachrichten besteht und ein Nachrichtenprotokoll, das aus Systemwarnnachrichten besteht.

[0219] Das Registriermodul **44** besteht aus einer Gruppe von Unterprogrammen, die von den anderen RPU-Modulen abgerufen werden. Jedes Unterprogramm ist für das Zeitmarkieren der Nachricht und Einschrei-

ben der Nachricht in die richtige Plattendatei verantwortlich. Jedes Unterprogramm hat ein Gesamtkennzeichen, das bestimmt, welche Nachrichten registriert werden sollen und welche nicht. Die Gesamtkennzeichen werden durch Verwendung von Konsolenbefehlen eingestellt und zurückgestellt.

Nachrichtenverarbeitungsmodul (MPM)

[0220] Das MPM **45** führt die Anrufsverarbeitungsfunktionen mit hohem Pegel zwischen der PBX **15** und den Teilnehmerstationen aus. Es ist für Anrufsverarbeitungsfunktionen wie das Beginnen von Seiten, Zuweisen von Sprachkanälen und Steuern von Anrufsfortsetzungstönen sowohl für Teilnehmer- und externe Telefone verantwortlich. Das MPM **45** verarbeitet auch Zustandsnachrichten, die sie von den CCUs **18** empfängt. Beispielsweise werden Kanalzustandsinformationen, die aus Verbindungsqualität- oder Teilnehmeranschlußzustand bestehen, von dem MPM **45** verarbeitet.

[0221] Das MPM **45** ist als Zustandsmaschine organisiert, wobei PBX- und BCC-Nachrichten Balken für die Nachrichtenverarbeitungszustandsmaschine sind. Das MPM **45** verarbeitet die Balken (tokens), indem es die Datenbasis auf den neuesten Stand bringt, die notwendigen Antworten ausgibt und dann in den nächsten Zustand übergeht.

[0222] Das MPM **45** verwendet Systembriefkästen, die von dem Planungsmodul **40** unterhalten werden, um Nachrichten von anderen RPU-Modulen zu empfangen und Nachrichten an andere RPU-Module zu schicken. Auch benutzt das MPM **45** Unterprogramme im Datenbasismodul, um Zustandsinformationen aus der Datenbasis herauszusuchen oder sie auf den neuesten Stand zu bringen.

[0223] Wie zuvor beschrieben, ist das MPM **45** als Zustandsmaschine organisiert. Balken, die erzwingen, daß Verarbeitungen ausgeführt werden, bestehen aus Nachrichten oder Zeitsperren. Das MPM **45** bestimmt den Typ des Balkens (d.h. Zeitgeber, RCC-Nachricht, PBX-Nachricht usw.) und die Teilnehmerstation oder -kanal, der von dem Balken berührt wird. Das MPM **45** verarbeitet den Balken, indem es die richtigen Antworten auf die Nachrichten erzeugt und in den nächsten Zustand übergeht.

[0224] Das MPM **45** besteht eigentlich aus zwei Zustandstabellen. Die RCC-Zustandsmaschine, die in Fig. 10 gezeigt ist, wird dazu verwendet, Nachrichten vom PBX-Anrufsprozessor **24** oder RCC-Nachrichten von einer Teilnehmerstation zu verarbeiten. Die Kanalzustandsmaschine, die in Fig. 11 gezeigt ist, wird dazu verwendet, Nachrichten, die von einer CCU **18** empfangen werden, zu verarbeiten.

[0225] Zu Beginn sind alle Teilnehmer im RCC-Ruhezustand und alle Kanäle sind im Kanalruhezustand, der anzeigt, daß keine Verbindungen aufgebaut sind oder fortdauern.

[0226] Die Zustandsänderungen für einen typischen Anruf von außen zu einem Teilnehmer sind die folgenden. Eine externe Anrufsnachricht wird von dem PBX-Anrufsprozessor **24** empfangen, die die Telefonnummer und die Bestimmungsteilnehmerstation des Anrufs beinhaltet. Eine Rufnachricht wird an die Teilnehmerstation ausgesandt und der Zustand der Teilnehmerstation wird auf RUF eingestellt. Wenn eine Anrufsannahmenachricht von der Teilnehmerstation empfangen wird, wird der Zustand der Teilnehmerstation auf AKTIV eingestellt. An dieser Stelle wird der Kanal zugeordnet, und der PBX-Anrufsprozessor **24**, die CCU **18** und die Teilnehmerstation werden über die Kanalzuordnung informiert. Der Kanal wird dann in den Ruf-Synchronisier-Wartezustand (Fig. 11) versetzt. Wenn die CCU **18** angibt, daß die Synchronisation angenommen wurde, wird der Kanalzustand auf Synchronisationsruf eingestellt. Wenn schließlich die CCU **18** angibt, daß der Teilnehmer abgenommen hat, wird der Kanal auf den Synchronisationsabnahmezustand eingestellt. Der Synchronisationsabnahmezustand zeigt an, daß eine Sprachverbindung hergestellt ist.

[0227] Ein Anruf von Teilnehmer zu Teilnehmer beginnt mit einer Rufaufforderungsnachricht, die von der ursprünglichen Teilnehmerstation empfangen wird. Die ursprüngliche Teilnehmerstation wird in den Wählzustand gesetzt und eine Funkaufforderungsnachricht wird an den PBX-Anrufsprozessor **24** geschickt. Der PBX-Anrufsprozessor **24** gibt dann eine Nachricht ANRUF MACHEN an die ursprüngliche Teilnehmerstation und eine Nachricht ANKOMMENDER ANRUF an die Bestimmungsteilnehmerstation zurück. Als Antwort auf die Nachricht ANRUF MACHEN, wird ein Kanal zugewiesen, und der PBX-Anrufsprozessor **24**, die CCU **18** und die ursprüngliche Teilnehmerstation werden über die Zuordnung informiert. Der Kanal des ursprünglichen Teilnehmers wird auf den Zustand HÖRER ABGENOMMEN SYNCHRONISATION WARTEN eingestellt bis der Kanal in Synchronisation geht. Wenn die CCU **18** der Basisstation die Übertragung von dem ursprünglichen Teilnehmer wahrnimmt, erzeugt sie eine Kanalereignisnachricht SYNCHRONISATION HÖRER ABGENOMMEN. Die RPU **20** verarbeitet die Kanalereignisnachricht durch Ändern des Zustands des Kanals in den Zustand SYN-

CHRONISATION HÖRER ABGENOMMEN. Eine eingehende Anrufsnachricht für die Bestimmungsteilnehmerstation wird auf dieselbe Art und Weise wie eine externe Rufnachricht wie oben beschrieben verarbeitet. Außerdem werden die in die Verbindung eingeschalteten Kanäle auf Innenbetrieb geschaltet, wenn beide Teilnehmer in Synchronisation sind.

[0228] Eine Trennung beginnt, wenn eine der Parteien der Verbindung den Hörer auflegt. Wenn ein Telefon, das außerhalb des Systems ist, aufgehängt wird, wird eine Nachricht von dem PBX-Anrufsprozessor **24** durch das MPM **45** empfangen. Wenn ein Teilnehmer auflegt, sendet die CCU **18** eine Nachricht, die anzeigt, daß die Teilnehmerstation aufgelegt hat. In jedem Fall wird die andere Partei über die Trennung informiert, der Kanal wird in den Trennzustand geschaltet und die Teilnehmerstation wird in den Abbrechzustand gebracht. Wenn die CCU **18** anzeigt, daß die Synchronisation verloren ist, werden der Kanal und die Teilnehmerstation in den Ruhezustand zurückgebracht.

Hintergrundaufgaben

[0229] Eine Hintergrundaufgabenroutine wird von dem MPM **45** angewandt. Die Hintergrundaufgabe steht anfänglich mit den CCUs **18** nach einem kalten oder warmen Wiederbeginn in Verbindung. Wenn das System in Betrieb ist, überwacht auch die Hintergrundaufgabe die CCUs **18** um die Datenbasis auf dem laufenden und einen RCC zugeordnet zu halten.

[0230] BCC-Nachrichten, die sowohl von den CCUs **18** und von den BCC-Modulen **41** erzeugt werden, werden von den BCC-Modulen **41** empfangen. Nachrichten werden an die CCUs **18** über die BCC-Module **41** gesandt.

[0231] Daten werden in die Datenbasis eingeschrieben und aus ihr herausgesucht.

[0232] Anfänglich werden allen CCUs **18** Basisbandbefragungsnachrichten zugesandt, damit die RPU **20** den momentanen Zustand des Systems bestimmt. Alle Informationen, die vom Basisbandereignis oder von Antwortnachrichten empfangen werden, werden in der RPU-Datenbasis abgespeichert. Wenn die RPU **20** eine Basisbandereignisnachricht empfängt, die anzeigt, daß eine CCU **18** bereit aber nicht zurückgestellt ist, (d.h. die CCU **18** ist noch nicht angelaufen) wird die der CCU **20** zugeordnete Frequenz markiert wie zugewiesen. Der CCU **18** werden dann Kanalbefragungsnachrichten zugesandt, um die Datenbasis auf den momentanen Zustand des Systems zu bringen. Die Einleitung der CCU ist vervollständigt, wenn jede CCU **18** entweder auf alle offenen Befragungsnachrichten geantwortet hat oder wenn bestimmt wird, daß die CCU **18** unten ist. In diesem Zeitpunkt wird jeder CCU **18**, die angezeigt hat, daß sie bereit und zurückgestellt ist (d.h. die CCU ist gerade angelaufen), eine Frequenz zugeordnet. Wenn einer CCU **18** kein Steuerkanal zugeordnet wurde, dann versucht die RPU **20** den Steuerkanal zuzuordnen. Die erste Wahl besteht darin, der CCU **18** den Steuerkanal auf der ersten Frequenz zuzuordnen, denn dies ist dort wo der Teilnehmer zuerst nach dem RCC sucht. Die nächste Wahl ist irgendeine CCU **18** mit Schlitz 0 nicht im Gebrauch und die letzte Wahl ist eine CCU **18** mit einer Verbindung auf Schlitz 0. Wenn alle wirksamen CCUs **18** bereits eine Verbindung auf Schlitz 0 haben, dann wird eine der Verbindungen und der Steuerkanal wird diesem Schlitz zugeordnet.

[0233] Wenn die RPU **20** mit allen CCUs **18** in Verbindung war, wird der Zustand der CCUs **18** über Zustandsnachrichten überwacht, die von den CCUs **18** oder den BCC-Modulen **41** empfangen werden. Die BCC-Module **41** überwachen laufend den Verbindungspfad zu jeder CCU **18**. Eine CCU **18** gilt als außer Betrieb, wenn eine Basisbandereignisnachricht empfangen wird, die anzeigt, daß die CCU **18** nicht bereit ist. Zu diesem Zeitpunkt wird die CCU **18** als nicht bereit in der Datenbasis markiert. Außerdem werden alle Verbindungen abgebrochen, alle Kanäle werden in den Fehlzustand zurückgebracht und die der CCU **18** zugeordnete Frequenz wird freigegeben. Wenn die CCU **18** den Steuerkanal enthielt, dann wird ein neuer Steuerkanal zugeordnet.

[0234] Wenn eine Basisbandereignisnachricht empfangen wird, die anzeigt, daß eine CCU **18** bereit und zurückgestellt ist, dann wird der CCU **18** eine Frequenz zugeordnet. Wenn kein Steuerkanal einer CCU **18** momentan zugeordnet wird, dann wird dem Schlitz 0 der zurückgestellten CCU der Steuerkanal zugeordnet.

[0235] Wenn eine Basisbandereignisnachricht empfangen wird, die anzeigt, daß eine CCU **18** eine Verbindung mit der RPU **20** verloren hat, dann werden Kanalbefragungsnachrichten (d.h. eine für jeden der vier Kanäle) an die CCU **18** geschickt, um die RPU-Datenbasis mit dem momentanen Zustand jedes CCU-Kanals aufs laufende zu bringen. Wenn eine Antwort auf jede Kanalbefragungsnachricht empfangen wird, werden die momentanen Kanalzustands- und Verbindungsinformationen in der Datenbasis aufs laufende gebracht. Wenn ein Kanal im Zustand SYNCHRONISATION WARTEN ist, dann wird angenommen, daß der Teilnehmer nicht

länger in der Verbindung ist und die Verbindung wird abgebrochen.

[0236] Anfänglich werden die CCUs **18** von der RPU **20** nach ihrem anfänglichen Zustand befragt. Die CCUs **18** senden auch Ereignisnachrichten herein, wenn sie anlaufen oder ihren Zustand ändern. Der Austausch von Nachrichten hält die RPU-Datenbasis mit dem momentanen Zustand des Systems auf dem Laufenden.

Datenbasismodul

[0237] Das Datenbasismodul **46** enthält die Datenbasisschnittstellenroutinen, die für den Datenbasiszugang notwendig sind. Sie liefern eine knappe Einfadenverknüpfung mit der Datenbasis für jedes Modul, das den Zugang zu der Information darin fordert. Der größte Teil der Zugangsroutinen betrifft die SIN-Tabelle und die BCC-Tabelle. Zugang zu allen Feldern innerhalb dieser Tabellen wird durch die Zugangsroutinen geschaffen.

[0238] Das Datenbasismodul ist auch für die Datenbasiseinleitung am Beginn verantwortlich. Alle bedeutenden Felder werden durch den Einleitungsteil des Datenbasismoduls auf geeignete Werte eingeleitet.

[0239] Das Datenbasismodul liefert auch das folgende:
(1) Routinen, um TTY-Einleitung zu stützen;
(2) eine binäre Suchroutine für Teilnehmerrecherchen in der SIN-Tabelle;
(3) Routinen und Tabellen, um die Frequenz-zu-CCU-Planung zu stützen;
(4) Steuerung von Diagnoseanzeigeinformationen; und
(5) Frequenzzuweisung.

[0240] Das Datenbasismodul **46** ist eine Sammlung von Routinen, die einen gesteuerten Zugang zu der Datenbasis durch andere Module gestatten. Durch Leiten aller Zugänge durch die Datenbasisroutinen ist die Datenbasis vor Außenmodulen im wesentlichen versteckt. Dies gestattet es der Datenbasis, sich zu ändern, ohne Abwandlungen bei irgendeinem der anderen Module zu fordern. Wenn die Datenbasis ändert, muß nur die Schnittstellenroutine zu dem geänderten Teil der Datenbasis geändert werden.

Frequenzzuweisungsaufgabe

[0241] Die Frequenzzuweisungsaufgabe, die von der RPU **20** ausgeführt wird, wählt eine geeignete Frequenz und einen Schlitz für eine Teilnehmerstation aus, die einen Sprachkanal benötigt. Der Wählalgorithmus zieht die Anrufsart (d.h. intern oder extern) und den Modulationspegel (d.h. 16-är oder 4-är) in Betracht. Obwohl die Frequenzzuweisungsaufgabe vom Datenbasismodul **46** funktionell unabhängig ist, ist sie eng mit den Datenstrukturen in der Datenbasis verbunden. Aufgrund dieser Tatsache wird diese Funktion separat vom Datenbasismodul beschrieben, obgleich es technisch eine Routine in dem Datenbasismodul **46** ist.

[0242] Die Frequenzzuweisungsaufgabe wird von dem MPM während eines Anrufsaufbaus verwendet. Es macht ausführlichen Gebrauch von den Datenstrukturen in dem Datenbasismodul.

[0243] Alle Frequenzzuweisungsanforderungen fallen in eine von zwei Kategorien. Die erste ist die Kategorie der externen Quelle und die zweite ist die Kategorie der internen Bestimmung. Die interne Bestimmungskategorie deckt den eingehenden Teil (d.h. Bestimmungsort) eines eingehenden Anrufes ab. Die externe Quellenkategorie deckt alle anderen Fälle ab, die externe Anrufe beinhalten, egal ob sie eingehende oder ausgehende oder der Ursprung eines internen Anrufs sind.

[0244] Die Eingabe in die Frequenzzuweisungsaufgabe besteht aus einem Index in die SIN-Tabelle der Teilnehmerstation, die einen Kanal benötigt, und dem Index in die SIN-Tabelle der ursprünglichen Teilnehmerstation. Der Index der ursprünglichen Teilnehmerstation ist nur gültig, wenn der Kanal für einen Anruf zu einem internen Bestimmungsort aufgebaut ist. Zu allen anderen Zeitpunkten ist der Ursprungsteilnehmerindex ein vorbestimmter illegaler Index, der als DB NULL definiert ist. Diese Indexe schaffen einen Zugang zu allen Informationen, die benötigt werden, um einen geeigneten Kanal zuzuweisen (d.h. Frequenz und Schlitz).

[0245] Die Frequenzzuweisungsroutine geht auf einen Wahrheitswert zurück, wenn eine Frequenz-Schlitz-Kombination erfolgreich zugewiesen wurde. Im anderen Fall geht sie auf FALSCH zurück. Wenn zugewiesen, werden die Frequenz und der ausgewählte Schlitz in die SIN-Tabelle für die Teilnehmerstation eingebracht, die die Frequenzzuordnung benötigt.

[0246] Jede Frequenz ist in vier TDM-Schlitze eingeteilt. Die RPU-Datenbasis unterhält eine Zählung von wie-

vielen Schlitzen in jeder Position verfügbar sind. Wenn eine Zuweisungsanforderung in die externe Quellenkategorie fällt, wird ein Schlitz von der Schlitzposition mit der größten Leerzählung ausgewählt. Wenn eine Schlitzposition ausgewählt ist, wird die erste Frequenz, die bei diesem Schlitz verfügbar ist, ausgewählt. Tatsächlich macht es nichts aus, welcher Schlitz ausgewählt wird, wenn eine Anforderung in diese Kategorie fällt. Diese Technik neigt aber dazu, die Systembelastung gleichmäßig über alle Schlitze zu verteilen und, was noch wichtiger ist, sie erhöht die Wahrscheinlichkeit der optimalen Schlitzzuordnungen für beide Parteien eines internen Anrufes. Dies trifft zu, weil Systemzeiteinteilungsberechnungen gezeigt haben, daß die optimale Schlitzzuordnung für einen Anruf von Teilnehmer zu Teilnehmer darin besteht, daß der Sendeschlitz der Basisstation für jeden Teilnehmer im selben Schlitz auf verschiedenen Frequenzen ist. Durch Zuordnen des Auslösers eines Anrufs von Teilnehmer zu Teilnehmer an die am meisten verfügbare Schlitzposition ist die Wahrscheinlichkeit größer als wenn die Zeit kommt, in der die Bestimmungsteilnehmerstation in der Lage ist, dieselbe Schlitzposition einer anderen Frequenz zuzuweisen. Wenn beispielsweise Position Nr. 2 die am meisten verfügbare Position ist, wird sie ausgewählt. Wenn die Zuweisungsaufforderung der Bestimmungsteilnehmerstation verarbeitet wird, ist es eher wahrscheinlich, daß ein anderer Schlitz in Position Nr. 2 zum Auswählen verfügbar ist, wodurch die optimale Schlitz-zu-Schlitz-Zuordnung stattfinden kann.

[0247] Wenn eine Zuweisungsanforderung in die interne Bestimmungsortkategorie fällt, wird der zuzuordnende Schlitz von einer Wähltabelle ausgewählt. Eine Wähltabelle enthält Listen, die von den am meisten gewünschten Schlitzpositionszuweisungen zu den am wenigsten gewünschten Schlitzpositionszuweisungen für den Bestimmungsteilnehmer geordnet sind. Diese Ordnung ist auf die Schlitzzuordnung des ursprünglichen Teilnehmers gestützt. Bis zu dieser Stelle wurde der Modulationstyp nicht erwähnt. Der Grund dafür ist, daß die grundlegenden Zuweisungsregeln sich für 4-äre und 16-äre Schlitzwahlen nicht ändern, außer für eine wichtige Ausnahme. Die besteht darin, daß nur Schlitz 0 oder Schlitz 2 für eine 4-äre Verbindung zugewiesen wird. Wegen dieser Ausnahme und aufgrund der Tatsache, daß zwei Teilnehmer auf verschiedene Modulationstypen eingestellt werden können, sind insgesamt vier einzigartige Wähltabellen erforderlich, um alle möglichen Anrufskombinationen abzudecken. Diese sind die folgenden:

Tabelle 6

Ursprungs-schlitz	erste Wahl	zweite Wahl	dritte Wahl	vierte Wahl
Schlitz 0	0	1	3	2
Schlitz 1	1	0	2	3
Schlitz 2	2	1	3	0
Schlitz 3	3	0	2	1
Bewertung	(1)	(2a)	(2b)	(3)

[0248] Auswahltabelle für bevorzugten Schlitz bei internem Anruf der Art 16-är (Bestimmungsort) von 16-är (Ursprung).

[0249] Jede Spalte einer jeden Tabelle hat eine ihr zugeordnete Bewertung. Diese Bewertung zeigt den Grad des Verlangens nach einem bestimmten Schlitz an. Der am meisten verlangte Schlitz hat eine Bewertung von 1 und weniger verlangte Schlitze haben Bewertungen von 2, 3 usw. Wenn zwei oder mehr Spalten einer Auswahltabelle den gleichen Grad des Verlangens haben, haben sie dieselbe Bewertungszahl gefolgt von einem alphabetischen Zeichen. Wenn z.B. drei Spalten mit 2a, 2b und 2c jeweils bewertet sind, haben alle drei Spalten den gleichen Grad des Verlangens und ihre Ordnung (a, b, c) ist willkürlich.

Tabelle 7

Ursprungs-schlitz	erste Wahl	zweite Wahl	dritte Wahl	vierte Wahl
Schlitz 0	0	1	2	3
Schlitz 2	2	3	0	1
Bewertung	(1a)	(1b)	(2a)	(2b)

[0250] Auswahltabelle für bevorzugten Schlitz bei internem Anruf der Art 16-är (Bestimmungsort) von 4-är (Ursprung)

Tabelle 8

Ursprungs-schlitz	erste Wahl	zweite Wahl
Schlitz 0	0	2
Schlitz 1	0	2
Schlitz 2	2	0
Schlitz 3	2	0
Bewertung	(1)	(2)

[0251] Tabelle für bevorzugten Schlitz bei internem Anruf der Art 4-är (Bestimmungsort) von 16-är (Ursprung)

Tabelle 9

Ursprungs-schlitz	erste Wahl	zweite Wahl
Schlitz 0	0	2
Schlitz 2	2	0
Bewertung	(1)	(2)

[0252] Auswahltabelle für bevorzugten Schlitz bei internem Anruf der Art 4-är (Bestimmungsort) von 4-är (Ursprung)

[0253] Die Frequenzzuweisungsaufgabe hat zwei Eingaben. Diese Eingaben schaffen einen Zugang zu entscheidenden Informationen, die für eine richtige Frequenz und Schlitzauswahl benötigt werden.

[0254] Die erste Eingabe ist der Index in die SIN-Tabelle für die Teilnehmerstation, die einen Kanal benötigt. Mit diesem Index kann die Frequenzzuweisung den Standardmodulationstyp des anrufenden Teilnehmers bestimmen. Er gibt auch der Routine an, wo die Ergebnisse ihrer Selektionsalgorithmen (d.h. Frequenz und Schlitznummern) einzuordnen sind.

[0255] Die zweite Eingabe zu der Frequenzzuweisungsaufgabe zeigt die Kategorie der Frequenz-Schlitz-Anforderung an. Der Wert der zweiten Eingabe ist entweder ein Index in die SIN-Tabelle oder der zuvor definierte unzulässige Wert DB NULL. Wenn ein gültiger Index empfangen wird, wird die Frequenzzuweisungsaufforderung als Bestimmungsseite eines Anrufs von Teilnehmer zu Teilnehmer identifiziert und die Auswahltabellen sollten verwendet werden. Wenn DB NULL empfangen wird, fällt die Aufforderung in die externe Quellenkategorie und der "am meisten verfügbare Schlitzpositions"-Algorithmus wird verwendet.

[0256] Die Frequenzzuweisungsaufgabe kehrt zu WAHR zurück, wenn eine Frequenz-Schlitz-Kombination erfolgreich zugewiesen wurde, im anderen Fall kehrt sie zu FALSCH zurück. Sie bewirkt auch einen wünschenswerten Seiteneffekt. Wenn die Zuweisung erfolgreich ist, werden die Basisbandindex- und Schlitzfelder der SIN-Tabelle für den anfordernden Teilnehmer ausgefüllt.

[0257] Der Frequenzzuweisungsalgorithmus kann in zwei Stufen unterteilt werden. Die erste Stufe, die als Klassifizierungsstufe bezeichnet wird, bestimmt die Kategorie der Zuweisungsanforderung. Die zweite Stufe, die als Auswahlstufe bezeichnet wird, findet und weist eine Frequenz-Schlitz-Kombination zu, wobei sie den entsprechenden Algorithmus verwendet, wie er durch die Zuweisungsanforderungskategorie bestimmt wurde.

[0258] Die Klassifizierungsstufe bestimmt zuerst ob eine automatische Frequenzauswahl auftreten soll. Wenn der anfordernde Teilnehmer in den manuellen Modus gesetzt wurde, geben die speziellen Werte des manuellen Modulationspegels, der manuellen Frequenz und des manuellen Schlitzes die Frequenz-Schlitz-Modulation, die zuzuweisen ist, näher an. Wenn der näher angegebene Frequenz-Schlitz verfügbar ist, werden sie dem anfordernden Teilnehmer zugeordnet. Wenn der näher angegebende Frequenz-Schlitz nicht verfügbar ist, kehrt die Routine zu einem FALSCH-Wert zurück. Wenn der anfordernde Teilnehmer in den automatischen Modus gesetzt wurde, ist eine weitere Klassifizierung erforderlich.

[0259] Nachdem bestimmt wurde, daß eine automatische Auswahl auftreten muß, bestimmt der Frequenzzuweisungsalgorithmus die Anforderungskategorie. Diese Anforderungskategorien sind die folgenden:
"Extern-Herein" trifft zu, wenn eine Bestimmungsteilnehmerstation von einem externen Telefon angerufen wird;
"Extern-Hinaus" trifft zu, wenn eine Ursprungsteilnehmerstation ein externes Telefon anruft;
"Intern-Hinaus" gilt, wenn eine Ursprungsteilnehmerstation eine andere Teilnehmerstation anruft;
"Intern-Herein" gilt, wenn eine Bestimmungsteilnehmerstation von einer anderen Teilnehmerstation angerufen wird.

[0260] Wenn die Anforderung eine Extern-Herein; Extern-Hinaus- oder Intern-Hinaus-Anforderung ist, wird eine Schlitzposition durch Suchen nach der am meisten verfügbaren Position ausgewählt. Wenn die Position ausgewählt ist, werden alle Frequenzen sequentiell abgesucht bis ein freier Schlitz (oder benachbartes Schlitzpaar im Falle einer 4-ären Anforderung) der gewünschten Position gefunden ist. An dieser Stelle setzt die Routine die entsprechenden Werte in die SIN-Tabelle und tritt aus, wobei sie zu einem wahren Wert zurückkehrt. Wenn die Anforderung in die letzte Kategorie (Intern-Herein) fällt, sind weitere Informationen erforderlich.

[0261] Wenn eine Anforderung vom Typ Intern-Herein gemacht wird, sind zwei weitere Informationsbits erforderlich. Die Schlitzzuordnung und der Modulationstyp (4-är oder 16-är) des Ursprungsteilnehmers müssen herausgezogen werden. Wenn dies geschehen ist, wird die entsprechende Auswahltabelle auf der Basis des Modulationstyps des Ursprungsteilnehmers und des Bestimmungsteilnehmers bestimmt. Nachdem die Tabelle ausgewählt wurde, wird die Schlitzzuordnung des Ursprungsteilnehmers dazu verwendet, die entsprechende Reihe der Auswahltabelle, die zu verwenden ist, zu bestimmen. Jedes Folgeelement der ausgewählten Reihe enthält eine gleiche oder weniger wünschenswerte Schlitzzuordnung. Diese Liste wird durchgegangen, bis ein verfügbarer Schlitz gefunden ist, wobei mit der am meisten verlangten Position begonnen und fortgefahren wird, bis alle Schlitzpositionen aufgebraucht wurden. Für jede Schlitzposition (oder Schlitzpaar von 4-ären Verbindungen) wird jede Frequenz sequentiell abgesucht, bis der tatsächliche Schlitz (oder Schlitzpaar) gefunden ist. Die abgeleiteten Frequenz-Schlitzwerte werden nicht in die entsprechende SIN-Tabelle eingetragen und die Routine tritt aus, wobei sie zu einem WAHR-Wert zurückkehrt.

[0262] Eine "Schlitzzähler"-Anordnung verfolgt die Anzahl der verfügbaren Schlitze für jede Schlitzposition. Diese Zähler werden von dem Datenbasis-Modul aufrechterhalten, und die Frequenzzuweisungsaufgabe verweist auf sie.

[0263] Die SIN-Tabelle enthält bedeutende Informationen über jeden Teilnehmer, der von dem System erkannt wird. Die folgenden Zugänge zu der SIN-Tabelle werden gemacht.

Modulationspegel (Lesen):	Der Modulationspegel des Teilnehmers, der eine Frequenz fordert, wird aus dieser Tabelle zusammen mit dem Modulationspegel des Ursprungsteilnehmers während eines Aufbaus eines internen Anrufs herausgezogen.
Schlitznummer (Lesen):	Die Schlitzzuordnung des Ursprungsteilnehmers in einem

	Aufbau eines internen Anrufs muß herausgesucht werden.
Schlitznummer (Schreiben):	Die Schlitzzuordnung des Teilnehmers, der einen Kanal anfordert, wird hier eingegeben.
Basisband-Index (Schreiben):	Die Frequenzzuordnung des Teilnehmers, der einen Kanal anfordert, wird hier eingegeben.

[0264] Die BCC-Tabelle wird von der Frequenzzuweisungsroutinensuche nach einer verfügbaren Frequenzschlitzkombination verwendet. Die folgenden Zugänge zu der BCC-Tabelle werden gemacht:

Kanalzustand (Lesen):	Der Zustand eines Kanals wird überprüft, um die Verfügbarkeit festzustellen.
Kanalzustand (Lesen):	Der Kanalzustand wird überprüft, um zu verifizieren, daß der näher angegebene Kanal ein Sprachkanal ist.
Kanalzustand (Schreiben):	Der Kanalzustand wird geändert, wenn der näher angegebene Kanal zur Zuweisung ausgewählt ist.
Kanalsteuerung (Schreiben):	Der Modulationstyp des anfordernden Teilnehmers wird in das Kanalsteuerbyte geschrieben.
SIN-Index (Schreiben):	Stellt eine Verbindung von dem ausgewählten Kanal zu dem anfordernden Teilnehmer her.

[0265] Die Frequenzzuweisungsroutinen gehen direkt in die Datenbasis hinein. Infolge von Geschwindigkeits- und Wirksamkeitsüberlegungen ist dies notwendig. Immer wenn es möglich ist, werden die Datenbasisstellenroutinen dazu verwendet, in die Datenbasis von den Frequenzzuweisungsroutinen hineinzugehen.

Teilnehmertelefonschnittstelleneinheit (STU)

[0266] Die STU wirkt in ihrer Grundbetriebsart als Schnittstelleneinheit, um das 2-Draht-Analogsignal, das von einem standardmäßigen Telefongerät zugeführt wird, in 64-Kbps-PCM kodierte digitale Abtastsignale umzuwandeln. Es wird auf **Fig. 12** Bezug genommen. Die STU beinhaltet eine Anpaßschaltung für digitalen Teilnehmeranschluß (SLIC) **53**, die direkt mit einem Tastentelefon des Typs **500** über Leitungen **37** verbunden ist. Die SLIC **53** liefert die richtigen Spannungs- und Impedanz-Kennwerte für den Telefonbetrieb. Außerdem ermöglicht es die SLIC **53**, daß ein "RUF"-Strom dem Telefonapparat zugeführt wird, und sie führt auch eine "AUFGELEGT/ABGENOMMEN"-Wahrnehmung durch. Die Signalausgaben der SLIC **53** sind analoge Sprachfrequenz (VF) Sende- und Empfangssignale. Diese werden anschließend in PCM-Abtastsignale durch ein PCM-Codec **55** umgewandelt. Der PCM-Codec **55** benutzt den μ-255 kompandierenden Algorithmus, um die Sprachsignale in 8-Bit-Abtastsignale bei einer 8 KHz-Rate zu digitalisieren. Der PCM-Codec **55** ist im Wesen Voll-Duplex. Die digitalisierten Sprachabtastsignale werden dann zu einem "Betriebsartwähl"-Multiplexer (MUX) **57** geführt. Die Betriebsart des MUX wird durch die Teilnehmersteuerungseinheit SCU **58** bestimmt, die mit dem MUX **57** durch ein Sende- und Empfangs-FIFO **59** verknüpft ist. Die SCU **58** beinhaltet im wesentlichen eine Mikrosteuerung des Modells 803. Die SCU ist mit der CCU **29** über eine RS-232 Schnittstellenschaltung **60** verbunden, und sie steuert außerdem den Betrieb der SLIC **53**.

[0267] Die STU kann im wesentlichen in einem von drei unterschiedlichen Betriebsarten arbeiten. Die erste und am meisten grundlegende Betriebsart ist die Sprachbetriebsart. In dieser Betriebsart werden Sprachabtastsignale von dem PCM-Codec **55** über den Betriebsartwähl-MUX **57** und eine VCU-Treiber/Empfangs-Schaltung **61** zu der VCU **28** weitergeleitet, wo sie weiter verarbeitet werden, um die Bitrate von 64 Kbps auf 14,6 Kbps zu reduzieren, und wo sie dann zur Aussendung an die Basisstation weitergeschickt werden.

[0268] Die zweite Betriebsart ist die Datenbetriebsart. In dieser Betriebsart beinhaltet der 64-Kbps-Strom zu der oder von der VCU **28** keine Sprachinformationen, sondern die zu der Basisstation übertragene Information ein umformatierter Datenstrom von einer externen Datenquelle mit einer Rate bis zu der 14,6 Kbps Kanaldatenübertragungsrate. Die STU beinhaltet auch einen RS-232-Datenanschluß **62** um die Verbindung zu einem Datengerät (z.B. Terminal) über eine Leitung **63** zu gestatten, wobei eine standardmäßige asynchrone RS-232-Schnittstelle ist, die mit bis zu 9600 Baud arbeitet, verwendet wird. Die STU beinhaltet eine UART- und Zeitgeberschaltung **64**, um die Daten von dem RS-232 Datenanschluß **62** zu synchronisieren. Die VCU **28** packetiert die synchronisierten Daten, so daß sie durch die 14,6 Kbps-Begrenzung des Kanals hindurchgehen. Eine Voll-Duplex-Datenübertragung wird in dieser Betriebsart unterhalten.

[0269] Die dritte STU-Betriebsart ist die Anrufsaufbaubetriebsart. In dieser Betriebsart werden keine Daten

von der STU **27** zu der VCU **28** über den Betriebsartwähl-MUX **57** übertragen. Jedoch ist eine Rückruftonerzeugerschaltung **65** mit dem Betriebsartwähl-MUX **57** verbunden. Diese Schaltung synthetisiert digital die bei Gesprächsanmeldungsverfahren benutzten Töne wie Besetzt und Fehlertöne. Während der Gesprächsanmeldung werden von dem Teilnehmer gewählte DTMF-Ziffern von einer DTMF-Detektorschaltung **66** wahrgenommen und durch die SCU **58** verarbeitet, um das Gespräch anzumelden. Die Rückruftonerzeugerschaltung **65** gibt die entsprechenden Töne an das Kopfgeschirr des Teilnehmers zurück. Ein Ruferzeuger **67** ist mit der SLIC **53** verbunden. Ein Zeiteinteilungsgenerator **68** liefert Zeiteinteilungssignale an den PCM-Codec **55**, die VCU-Treiber-Empfangsschaltung **61** und den Rückruftongenerator **65**. Wenn die Gesprächsanmeldung vervollständigt ist, schaltet die STU entweder auf die Sprachbetriebsart oder die Datenbetriebsart für Kommunikationen mit der Basisstation.

[0270] Ein zusätzliches Erfordernis für die STU besteht darin, unerwünschte Echosignale von entfernten Verbindungen zu löschen. Die Verzögerung des Rundlaufes für die Sprachsignale zwischen der Basisstation und der Teilnehmerstation liegt gut über 100 ms. Jedes infolge von Impedanzfehlanpassung an jedem Ende reflektierte Signal führt zu einer lästigen Echorückgabe. Dieses Problem wird in der Basisstation durch ein Echolöschsystem in der PBX-Funktion behandelt. Die STU muß die Echoauslöschung in der Teilnehmerstation liefern. Eine Echodämpfung von mindestens 40 dB wird von dieser Löschung erwartet. Die Verzögerung des auszulöschenden Echos ist aber sehr klein, da die interessierende Reflexion zwischen der SLIC **53** in der STU und dem örtlichen Telefonapparat selbst ist. Die Entfernung ist typischerweise nur einige 10 Fuß und die Verzögerung ist im wesentlichen Null.

[0271] Die 8031-Mikrosteuerung in der SCU **58** führt die Funktionen der RPU **20** und des PBX-Anrufsprozessors **24** in der Basisstation aus. Sie steht mit der Basisstations-RPU **20** über Nachrichten in Verbindung, die über den Funksteuerkanal (RCC) gesendet werden, und steuert alle einzelnen Funktionen der STU **27**. Die SCTU steht auch mit der CCU **29** der Teilnehmerstation über den Basisbandsteuerkanal (BCC) in Verbindung. Die RS-232-Schnittstelle zu der CCU **29** arbeitet mit 9600 Baud und wird dazu verwendet, Steuerinformation zwischen der CCU **29** und der STU **27** in der Teilnehmerstation zu übertragen.

Sprachkodier- und Dekodiereinheit (VCU)

[0272] Die Sprachkodier- und -dekodiereinheit (VCU) wendet vier Voll-Duplex-RELP-Sprachkompressionssysteme an. Die VCU-Ausführung ist für die Basisstation und die Teilnehmerstationen identisch. In der Teilnehmerstation wird nur ein Viertel der gesamten Funktionsvielfalt verwendet (d.h. nur einer der vier Kanäle). Die Schnittstelle zu der STU **27** in der Teilnehmerstation ist mit der Schnittstelle identisch, die von jedem der vier PBX-Kanäle in der Schnittstelle der VCU **17** in der Basisstation verwendet wird. Die VCU **17**, **28** verwendet ein vollkommen digitales Schema, um den RELP-Sprachalgorithmus anzuwenden, der in der parallelen US-Patentanmeldung Nr. 667 446, die die Bezeichnung hat "RELP-Vocoder-Anwendung bei digitalen Signalprozessoren" hat und am 2. November 1984 von Philip J. Wilson eingereicht wurde, beschrieben ist und deren Inhalt hier mit einbezogen ist. Als Alternative kann ein Unterband-Codec verwendet werden. Die verarbeiteten Daten werden der CCU **18**, **29** auf einer gemeinsamen parallelen Busschnittstelle zugeführt, die durch CCU-Software gesteuert wird. Die CCU **18**, **29** sendet die Steuersignale der VCU **17**, **28**, um die Betriebsart und die Konfiguration in der VCU **18**, **29** zu bestimmen. Die Betriebsarten die Funktionsbeschreibung und die Anwendungsbetrachtungen, die mit der VCU **17**, **28** verbunden sind, sind unten beschrieben.

[0273] Die Schnittstellen zwischen der PBX **15** und der VCU **17** sind in Fig. 13 gezeigt. Die Schnittstellen zwischen der STU **27** und der VCU **28** sind in Fig. 14 gezeigt. Die Schnittstellen der STU **27** sind eine Untereinheit der Schnittstellen der PBX **15**, indenen die STU **27** nur einen Voll-Duplex-Sprachkanalbetrieb liefert. Die Zeiteinteilungsbeziehungen für die PBX- und STU-Schnittstellen sind identisch und sind in Fig. 15 gezeigt. Tabelle 10 beschreibt die Merkmale, die durch die in Fig. 15 verwendeten Symbole dargestellt sind.

Tabelle 10

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	
tw0	PBX-Rahmenbreite	---	125	---	µs
tw1	Taktpulsbreite	1.8	2.0	2.2	µs
tw2	Gatter 0 inaktive Breite	---	93.75	---	µs
tw3	Gatter 0 inaktiv - Gatter 1 Breite	5.9	7.8	9.7	µs
tw4	Gatter 1 inaktiv - Gatter 0 Breite	52.8	54.7	56.6	µs
td0	Startimpuls - Takt 0 Verzögerung	0	250	-800	ns
td1	Startimpuls - Takt 1 Verzögerung	0	250	-800	ns
td2	Takt 0 - Gatter 0 Flankenverzögerung	100	1000	2000	ns
td3	Takt 1 - Gatter 1 Flankenverzögerung	100	1000	2000	ns
ts0	Eingabedatenaufbauzeit	20	1500	----	ns
ts1	Ausgabedatenaufbauzeit	500	1800	----	ns
th0	Ausgabedatenhaltezeit	500	2200	----	ns

[0274] Es wird auf Fig. 13 Bezug genommen. Die PBX-SDAT0, 1, 2 und 3 Leitungen **70**, **71**, **72**, **73** übertragen Datensignale von der PBX **15** zu der VCU **17** in der Basisstation. In der Teilnehmerstation wird das Datensignal von der STU-SDAT0-Leitung **74** von der STU **27** zu der VCU **28** (Fig. 14) übertragen. 8-Bit µ-255 kompandierte serielle Daten werden während des aktiven Teils der PBX/STU Gatter **0** oder PBX Gatter 1 ... 3 mit einer Taktrate von 256 KHz zu dem Sprachcodec geschickt. Daten werden in die VCU **17**, **28** auf der aufsteigenden Flanke des 256-KHz-Taktes eingetaktet.

[0275] Die VCU SDAT0 1, 2 und 3 Leitungen **75**, **76**, **77**, **78** übertragen Datensignale von der VCU zu der PBX **15** in der Basisstation. Die VCU SDAT0-Leitung **29** überträgt Daten von der VCU **28** zu der STU **27** in der Teilnehmerstation. 8-Bit µ-255 kompandierte serielle Daten werden von dem Sprachcodec zu der PBX **15** oder der STU **27** während des aktiven hohen Teiles der PBX/STU Gatter **0** oder PBX Gatter 1 ... 3 mit einer 256-KHz-Taktrate geschickt. Daten werden aus der VCU **17**, **28** auf der aufsteigenden Flanke des 256-KHz-Taktes ausgetaktet.

[0276] Die PBX Gatter 0, 1, 2 und 3 Leitungen **80**, **81**, **82**, **83** übertragen Gattersignale von der PBX **15** zu der VCU **17** in der Basisstation. Die STU Gatter 0-Leitung **84** überträgt ein Gattersignal von der STU **27** zu der VCU **28** in der Teilnehmerstation. Das Gattersignal ist ein aktives hohes Signal, das dazu verwendet wird, die Übertragung von PBX/STU SDAT0, PBX SDAT1 ... 3 und VCU SDAT0 ... 3 zu ermöglichen. Dieses Gattersignal ist über acht aufeinanderfolgende Taktperioden alle 125 ms aktiv.

[0277] Die PBX CLK 0, 1, 2 und 3 Leitungen **85**, **86**, **87**, **88** übertragen 256-KHz-Taktsignale von der PBX **15** zu der VCU **17** in der Basisstation. Die STU CLK 0-Leitung **89** überträgt ein 256-KHz-Taktsignal von der STU **27** zu der VCU **28** in der Teilnehmerstation. Ein 256-KHz-Taktsignal wird dazu verwendet, die PBX/STU SDAT0 und PBX SDAT1 ... 3 Signale in die VCU **17**, **28** zu takten und das VCU SDAT0 ... 3 Signal in die PBX **15** oder

STU **27** zu takten. Jedoch sind die Takte mit irgendwelchen Takten nicht synchronisiert, die in der VCU **17**, **18**, CCU **18**, **29** oder dem Modem **19**, **30** erzeugt werden.

[0278] In der Basisstation wandelt die PBX-VCU-Schnittstelle vier Kanäle von synchronen 64-Kbps-seriellen Daten in 8-Bit-parallele Daten um, die dann den vier Sendesprachcodecs 16 mit einer 8 KHz-Abtastrate zur Verfügung gestellt werden. In der Teilnehmerstation wird nur ein Kanal (Kanal 0) von der STU-VCU-Schnittstelle umgewandelt. Die notwendigen Takte und Gatter werden von der PBX **15** und der STU **27** bereitgestellt.

[0279] Die PBX-VCU- und STU-VCU-Schnittstellen führen auch die komplementäre Funktion für die Empfangssprachcodecs aus. In der Basisstation werden 8-Bit parallele Daten, die von den vier Codeckanälen empfangen werden, in vier 64 Kbps synchrone serielle Kanäle zur Rücksendung an die PBX **15** umgewandelt. In der Teilnehmerstation wird ein Sprachkanal umgewandelt und an die STU **27** zurückgesandt.

[0280] Die Hardware-Schnittstellen zwischen der VCU **17**, **28** und der CCU **18**, **29** sind in Fig. 16 gezeigt. Die Zeiteinteilungsbeziehungen für die Sende- und Empfangskanäle zwischen der VCU und der CCU sind in den Fig. 17 bzw. Fig. 18 gezeigt. Die Tabellen **11** und **12** beschreiben die Merkmale, die durch die in den Fig. 17 bzw. Fig. 18 verwendeten Symbole dargestellt sind.

[0281] Die Fig. 17 und Fig. 18 legen die Ereignisse im Detail dar, die während der in Fig. 19A und Fig. 19B gezeigten VCBTP auftreten. Die einzelnen Schnittstellensignaldefinitionen sind in den folgenden Absätzen angegeben.

Tabelle 11

Symbol	Merkmal	Min	Max	Einheit
td1	Sprachcodecblocktransferperiode	---	750	µsec
td2	TCVC-Ansprechzeit	1.25	15	µsec
td3	CCU-DMA-Ansprechzeit		1.25	µsec
td4	Quittierverzögerung		15	nsec
td5	VC-Blockperiodenverzögerung		150	µsec
th1	Steuerdatenhalt			nsec
th2	Zustandsdatenhalt			nsec
th3	TC-Datenhalt			nsec
ts1	Steuerdatenaufbau			nsec
ts2	Zustandsdatenaufbau			nsec
ts3	TC-Datenaufbau			nsec
tw1	Schreibbreite			nsec
tw2	Lesebreite			nsec
tw3	Blockanforderungsbreite	1.5		µsec

Tabelle 12

Symbol	Merkmale	Min	Max	Einheit
td6	Blocktransferperiode		750	µsec
td7	CCU-Datenansprechzeit		1.25	µsec
td8	VC-Ansprechzeit	1.25	15	µsec
td9	Quittierverzögerung		15	nsec
td10	VC-Blockperiodenverzögerung		150	µsec
th4	Steuerdatenhalt			nsec
th5	Zustandsdatenhalt			nsec
th6	RC-Datenhalt			nsec
ts4	Steuerdatenaufbau			nsec
ts5	Zustandsdatenaufbau			nsec
ts6	TC-Datenaufbau			nsec
tw4	Schreibbreite			nsec
tw4	Lesebreite			nsec
tw6	Blockanforderungsbreite	1.5		µsec

[0282] Fig. 19A und Fig. 19B zeigen Zeiteinteilungsbeziehungen zwischen den verschiedenen Sende- und Empfangssprachblöcken, die zwischen der VCU **17**, **18** und der CCU **18**, **19** für eine 16-Pegel-Phasenumtastung (PSK) übertragen werden. Am oberen Ende der Fig. 19A ist die Systemrahmenzeiteinteilung, auf die alle Übertragungen bezogen werden. Diese Rahmenzeiteinteilung ist auch auf die Fig. 19B anwendbar. Ein Modemrahmen beträgt 45 ms in der Länge und beinhaltet vier Sprachschlitze (oder Kanäle). Jeder Sprachschlitz besteht aus zwei Systemsprachblockperioden (SVBP) von Sprachdaten, die jeweils 82 Symbole (sie benötigen 5,125 ms) und zusätzliche 16 organisatorische Datensymbole, die 1,0 ms der Rahmenzeit benötigen, enthalten.

[0283] Für die Sendekanäle wird ein Block von 328 Bits (41 Bytes) von verarbeiteter Sprache von der VCU **17**, **28** zur CCU **18**, **29** vor dem Beginn jeder SVBP während einer Sprachcodec-Blockübertragungsperiode (VCBTP) übertragen. Der 64 Kbps-Eingabedatenstrom der VCU, der einem verarbeiteten Sprachblock zugeordnet ist, ist in Sprachcodier-Blockperioden (VCBPs), die eine Länge von 22,5 ms haben, eingeteilt. Unter Bezugnahme auf Sendekanal 0 in Fig. 19A werden unverarbeitete VC-Eingabedaten in den VCB -Perioden OA1 und OB1 den verarbeiteten Daten in den VCBT-Perioden OA1 und OB1 zugeordnet. Auch sind die VCB-Perioden für die Kanäle 0 und 2 um eine Hälfte einer VCBP (d.h. 11,25 ms) von den VCB-Perioden für die Kanäle 1 und 3 versetzt.

[0284] Für die Empfangskanäle (wie in Fig. 19B gezeigt) wird ein Block von 328 Bits (41 Bytes) von verarbeiteter Sprache von der CCU **18**, **29** zur VCU **17**, **28** am Ende einer jeden SVBP während einer VCBTP übertragen. Wie bei den Sendekanälen ist die Zeitverschiebung der VCBP zu der VCBTP anwendungsabhängig und eine (maximale) Verschiebung einer VCBP ist in Fig. 19B gezeigt. Um die Beziehung der Eingabe- und Ausgabedaten des Sprachcodecs zu verstehen, ist auf die Fig. 19A und Fig. 19B Bezug zu nehmen. Für den Empfangskanal 0 gilt, daß komprimierte Sprachdaten, die während der OA10 und OB10 der VCBP übertragen werden, dem verarbeiteten expandierten Datenstrom in VCBPS OA10 und OB10 zugeordnet sind.

[0285] Die TCADDR-Leitungen **90** übertragen Sendekanaladressensignale von der CCU **18**, **29** zu der VCU

17, **28**. Diese drei Adressenleitungen werden dazu verwendet, die momentane Sendekanaladresse auszuwählen.

[0286] Der TCDATA-Bus **91** überträgt Sendekanaldatensignale zwischen der VCU **17**, **28** und der CCU **18**, **29**.

[0287] Die TCDAV-Leitung **92** überträgt ein freies Sendekanaldatensignal von der VCU **17**, **28** zu der CCU **18**, **29**. Das TCDAV/Signal zeigt der CCU **18**, **29** an, daß ein Datenbyte im TCDATA-Register verfügbar ist. Das TCDAV-Signal bleibt niedrig bis ein TCDACK-Signal wirksam gemacht ist.

[0288] Die TCDACK-Leitung **93** überträgt ein Sendekanaldatenbestätigungssignal von der CCU **18**, **29** zu der VCU **17**, **28**. Das TCDACK/Signal leitet die Daten auf den TCDATA/Bus und stellt den TCDAV/ zurück.

[0289] Die TCSCWR-Leitung **94** überträgt ein Sendekanalzustands/Steuerschreibsignal von der CCU **18**, **29** zu der VCU **17**, **28**. Das TCSCWR-Signal schreibt das Sprachcodec-Steuerwort in das entsprechende Sendekanalsteuerregister, das durch die TCADDR-Leitungen bestimmt wird. Die Daten werden in das Register auf der aufsteigenden Flanke des TCSCWR-Signals eingerastet.

[0290] Die TCSCRD-Leitung **95** überträgt ein Sendekanalzustands/Steuerlesesignal von der CCU **18**, **29** zu der VCU **17**, **28**. Das TCSCRD-Signal leitet das Zustandsbyte auf den TCDATA-Bus von dem Sprachcodec-Zustandsregister, das durch die TCADDR-Leitungen bestimmt wird.

[0291] Die BLOCKRQ-Leitung **96** überträgt ein Blockanforderungssignal von der CCU **18**, **29** zu der VCU **17**, **28**. Das BLOCKRQ-Signal wird dazu verwendet, einen 41 Byteblocktransfer von Daten von dem Sprachcodec (der durch die TCADDR-Leitungen bestimmt wird) zu der CCU **18**, **29** über den TCDATA-Bus auszulösen. Die BLOCKRQ wird von dem Sprachcodec zum Start der VCBP-Zeiteinteilung verwendet.

[0292] Die TCVCRST-Leitung **97** überträgt ein Sendekanalsprachcodecrückstellsignal von der CCU **18**, **29** zu der VCU **17**, **28**. Der durch die TCADDR-Leitungen bestimmte Sendesprachcodec wird zurückgestellt.

[0293] Die RCADDR-Leitungen **98** übertragen Empfangskanaladressensignale von der CCU **18**, **29** zu der VCU **17**, **28**. Diese Adressenleitungen werden dazu verwendet, die momentane Empfangskanaladresse wie folgt auszuwählen.

[0294] Der RCDATA-Bus **98** überträgt Empfangskanaldatensignale zwischen der CCU **18**, **29** und der VCU **17**, **28**.

[0295] Die RCDAV-Leitung **100** überträgt ein freies Empfangskanaldatensignal von der CCU **18**, **29** zu der VCU **17**, **28**. Das RCDAV-Signal zeigt dem durch die RCADDR-Leitungen bestimmten Sprachcodec an, daß ein Datenbyte im RCDATA-Register verfügbar ist. Das RCDAV-Signal leitet die Daten auf den RCDATA-Bus und in das RCDATA-Register und stellt die RCDACK-Leitung zurück.

[0296] Die RCDACK-Leitung **101** überträgt ein Empfangskanaldatenbestätigungssignal von der VCU **17**, **28** zu der CCU **18**, **29**. Das RCDACK-Signal zeigt der CCU **18**, **29** an, daß Daten aus dem RCDATA-Register ausgelesen wurden und daß ein anderes Byte von der CCU **18**, **29** übertragen werden kann.

[0297] Die RCSCWR-Leitung **102** überträgt ein Empfangskanalzustands/Steuerungsschreibsignal von der CCU **18**, **29** zu der VCU **17**, **28**. Das RCSCWR-Signal schreibt das Steuerwort in das entsprechende Sprachcodecsteuerregister ein, das durch die RCADDR-Leitungen bestimmt wird. Daten werden in das Register auf der aufsteigenden Flanke des RCSCRR-Signals eingerastet.

[0298] Die RCSCRD-Leitung **103** überträgt ein Kanalzustands/Steuerlesesignal von der VCU **17**, **28** zu der CCU **18**, **29**. Das RCSCRD-Signal leitet das Sprachcodeczustandswort auf den RCDATA-Bus von dem Zustandsregister, das durch die RCADDR-Leitungen bestimmt wird.

[0299] Die BLOCKRDY-Leitung **104** überträgt ein Blockbereitschaftssignal von der CCU **18**, **29** zu der VCU **17**, **28**. Das BLOCKRDY-Signal wird dazu verwendet, einen 41 Byte-Blocktransfer von Daten von der CCU **18**, **29** zu dem durch die RCADDR-Leitungen bestimmten Sprachcodec einzuleiten.

[0300] Das BLOCKRDY-Signal wird von dem Sprachcodec zum Start der VCBP-Zeiteinteilung verwendet.

Die CCU **18**, **29** muß ein Datenbyte im RCDATA-Register vor der aufsteigenden Flanke des BLOCKRDY-Signals verfügbar haben.

[0301] Die RCVCRST-Leitung **105** überträgt ein Empfangskanalsprachcodec-Rückstellsignal von der CCU **18**, **29** zu der VCU **17**, **28**. Der von den RCADDR-Leitungen bestimmte Sprachcodec wird durch die RCVCRST-Signale zurückgestellt.

[0302] Die Empfangskanal-VCU-Hardware empfängt 41 Byteblöcke von Eingabedaten von der CCU **18**, **28** während einer VCBTP wie in Fig. 20A gezeigt ist. Nachdem die Daten entsprechend der momentanen Betriebsart verarbeitet wurden, werden die 8-Bit nach dem µ-Gesetz kompandierten Daten mit einer 8 KHz-Rate zu dem PBX (STU)-Schnittstellenmodul übertragen. Zwischenspeichern von Daten wird in der VCU **17**, **28** ausgeführt, um die Eingabe/Ausgabe-Erfordernisse der CCU **18**, **29** zu vereinfachen. Steuerinformationen werden zwischen der VCU **17**, **28** und der CCU **18**, **29** über eine Gruppe von Steuer- und Zustandsanschlüsse für jeden Empfangskanal zu Beginn einer VCBTP wie in Fig. 18 durchgegeben. Die folgenden Betriebsarten werden durch die Empfangscodecs gestützt:
In der externen Betriebsart wird die Sprachbandbreitenexpansion mit einer Eingabedatenrate von 14,6 Kbps (328 Bits alle 22,5 ms) und eine Ausgabendatenrate von 64 Kbps ausgeführt. Sprachdaten können auch DTMF-Töne beinhalten.

[0303] In der internen Betriebsart werden zuvor komprimierte 14,6 Kbps Sprachsignale von der CCU **18**, **29** über die VCU **17**, **28** zu der PBX **15** oder STU **27** geleitet. Da die PBX **15** oder die STU **27** 64 Kbps Daten erwartet, muß ein Auffüllen des Datenstromes auftreten. Ausgabe (64 Kbps)-Daten bestehen aus einem Ruhebyte (FF hex)-Muster bis Sprachdaten von der CCU **18**, **29** verfügbar werden. Ein Synchronisationsbyte (55 hex) wird dann ausgegeben, das von den 41 zuvor verarbeiteten Datenbytes gefolgt wird, wonach das Ruhebytemuster fortgesetzt wird. Fig. 20A zeigt ein Beispiel der Eingabe- und Ausgabendatenzeiteinteilung und -inhalts für 16 PSK-Modulation.

[0304] In der Ruhebetriebsart werden Eingabeblöcke von Sprachdaten von der CCU **18**, **29** verbraucht aber nicht verwendet. Ein freies Ausgabebytemuster (FF hex) an die PBX **15** oder die STU **27** wird aufrechterhalten, um Leitungsstille sicherzustellen.

[0305] In der Wartebetriebsart werden fortlaufende Hardware-Diagnoseroutinen ausgeführt und der sich ergebende Zustand im Zustandsregister gespeichert. Blockübertragungen zu der CCU **18**, **29** treten nicht auf, bis die Betriebsart durch eine Blockanforderung entsprechend der VCBTPA geändert wird.

[0306] Das neue Steuerwort (und die Betriebsart) wird von dem Sprachcodec gelesen und die Diagnosezustandsinformation wird an die CCU **18**, **29** weitergeleitet.

[0307] Die Sendekanal-VCU-Hardware empfängt eine 8-Bit nach dem µ-Gesetz kompandierte PCM (mit einer 8 KHz Abtastrate) von der PBX/STU-Schnittstelle. Nach dem Verarbeiten der Daten entsprechend der momentanen Betriebsart werden die Ausgabedaten zu der CCU **18**, **29** in Blöcken von 41 Bytes während einer Sprachcodecblockübertragungsperiode (VCBTP) wie in Fig. 19A gezeigt, übertragen. Das Zwischenspeichern von Daten wird in der VCU **17**, **28** ausgeführt, um die Eingabe/Ausgabe-Erfordernisse der CCU **18**, **29** zu vereinfachen. Steuerinformationen werden zwischen der VCU **17**, **28** und der CCU **18**, **29** über eine Gruppe von Steuer- und Zustandsanschlüsse für jeden Sendekanal zu Beginn einer VCBTP wie in Fig. 17 gezeigt, durchgegeben. Die folgenden Betriebsarten werden durch die Sendecodecs gestützt:
In der externen Betriebsart wird die Sprachbandbreitenkompression mit einer Ausgabedatenrate von 14,6 Kbps ausgeführt. (328 Bits alle 22,5 ms). Verarbeitete Sprachdaten werden dann in 41 Byteblöcken zu der CCU **18**, **29** weitergeleitet. Die Sprachdaten können auch Zweiton-Mehrfrequenz (DTMF)-Töne beinhalten.

[0308] In der internen Betriebsart werden zuvor verarbeitete Sprachdaten von der PBX **15** oder der STU **27** über die VCU **17**, **28** in die CCU **18**, **29** geleitet. Der 64 Kbps-Eingabedatenstrom besteht aus einem freien Bytemuster (FF hex), einem Synchronisationsbyte (55 hex), 41 zuvor verarbeiteten komprimierten Sprachdatenbytes und zusätzlichen freien Bytes bis das nächste Synchronisationsbyte auftritt. Der Sprachcodec überwacht die Eingabedaten für das Synchronisationsbyte, die an einer Bytegrenze auftreten, und zwischenspeichert dann die 41 Bytes von Sprachdaten. Der Sprachblock wird dann zu der CCU **18**, **29** während der nächsten VCBTP wie oben beschrieben weitergeleitet. Fig. 20B zeigt ein Beispiel der Eingabe- und Ausgabedatenzeiteinteilung und des Inhalts für eine 16-PSK Modulation. Segment 1 auf dem Ausgabekanal ist ein Synchronisationsbyte; und Segment 2 ist ein verarbeitetes Sprachbyte. Das schraffierte Segment stellt ein freies Bytemuster dar. Es ist hervorzuheben, daß die Synchronisations- und Sprachdatenbytes nicht über die

VCBP-Grenzen hinweg auftreten.

[0309] In der Ruhebetriebsart werden Eingabesprachdaten von der PBX **15** oder der STU **27** verbraucht aber nicht verwendet. Die 41 Bytes von Ausgabesprachdaten zu der CCU enthalten ein stilles Sprachmuster.

[0310] In der Wartebetriebsart werden fortlaufende Hardware -Diagnoseroutinen ausgeführt und der sich ergebende Zustand in dem Zustandsregister gespeichert. Blockübertragungen zu der CCU **18**, **29** werden nicht auftreten bis die Betriebsart durch eine Blockanforderung entsprechend der VCBTPA geändert wird. Das neue Steuerwort (und die Betriebsart) wird von der VCU **17**, **28** gelesen und die Diagnosezustandsinformation wird an die CCU **18**, **29** weitergegeben.

[0311] Ein Codecrahmen wird entsprechend den Ausführungserfordernissen des RELP-Algorithmus definiert, aber der Rahmen muß ein ganzzahliges Untervielfaches der sprachcodierten Blockperiode (VCBP) sein, die 22,5 ms beträgt.

[0312] Infolge der Tatsache, daß die PBX **15** und die STU **27** asynchron von der internen Systemzeiteinteilung arbeiten, muß eine Einrichtung zum Wahrnehmen, Berichten und Kompensieren von Datenüberläufen und -unterläufen der VCU **17**, **28** eingebaut sein.

[0313] Dieser Zustand tritt etwa einmal in allen 5,000 VCBPen auf.

[0314] Während die Wahrnehmung von Über/Unterläufen anwendungsabhängig ist, wird für das Berichten dieser Fehler in dem Zustandswort gesorgt. Datenunterläufe können durch Wiederholen des letzten Sprachabtastwertes wie erforderlich kompensiert werden, und Überläufe können durch Nichtbeachten von Sprachabtastwerten wie benötigt, gehandhabt werden.

[0315] Nach einem Zurückstellen von irgendeinem (oder allen) Codecs ist die VCBTPA der erste von der CCU **18**, **29** übertragene Block, wie in Fig. 19A als Beispiel gezeigt ist.

Steuerkanaleinheit (CCU)

[0316] Die Steuerkanaleinheit (CCU) führt ähnliche Funktionen sowohl in den Teilnehmerstationen als auch in der Basisstation aus. Die in den beiden Stationsarten für die CCU-Funktion verwendete Hardware ist tatsächlich identisch. Die Software in der Teilnehmerstation unterscheidet sich leicht von der in der Basisstation. Die CCU führt Funktionen aus, die Wege für das Informationsinformatieren und die Zeiteinteilung betreffen, die den Betrieb auf den Zeitteilungsübertragungskanälen zugeordnet ist. Die Grundeingaben zu der CCU kommen von vier Quellen. Zuerst sind die tatsächlichen digitalisierten Abtastwerte, die zu übertragen sind. Diese werden zu der CCU **18**, **29** von der VCU **17**, **29** übertragen (Fig. 2 und Fig. 3). Diese Daten können verschlüsselte Sprachabtastwerte oder Datenabtastwerte von dem RS-232 Datenanschluß **10** in der STU sein (Fig. 12). In jedem Fall arbeiten die digitalen Kanäle mit 16 Kbps. Vier Kanäle können gleichzeitig durch die CCU **18** verarbeitet werden, wenn sie in der Basisstation arbeitet, wobei alle vier 16-Pegel PSK Übertragungskanäle arbeiten. Die CCU **29** der Teilnehmerstation arbeitet nur auf einem Strom, aber dieser Strom kann in irgendeiner der vier Schlitzpositionen angeordnet sein, die dem TDMA-Rahmenschema zugeordnet sind.

[0317] Die zweite Eingabe zu der CCU kommt über den Basissteuerkanal (BCC) von der STU **27** (in der Teilnehmerstation) oder der RPU **20** (in der Basisstation). Die zweite Eingabe liefert Steuernachrichten, die die Betriebsarten, Zustands- und Steuerinformationen betreffen. Viele der BCC-Nachrichten von der CCU **18**, **29** sind Funksteuerkanal (RCC)-Nachrichten, die von der CCU **18**, **29** empfangen wurden. Die CCU **18**, **29** schickt Steuerinformationen von den RCC-Nachrichten an die STU **27** oder die RPU **20** und empfängt als Antwort Steuernachrichten von der RPU **20** oder der STU **27**. Dies bestimmt was die CCU **18**, **29** mit den Daten von der VCU **17**, **28** tun soll. Die dritte Eingabequelle liefert Zeiteinteilungs- und Zustandsinformationen von dem Modem **19**, **30a**. Das Modem **19** liefert das Haupttaktsignal, das in der VCU-CCU-Modemkette verwendet wird. Außerdem liefert das Modem **19**, **30a** den Zustand der Genauigkeit seiner Bit-Verfolgungssynchronisation, RF-AGC-Pegeleinstellungen und andere "Güte"-Indikatoren, die von der CCU **18**, **29** verwendet werden, um zu bestimmen, ob ausreichend störsichere Kommunikationen über den Kanal auftreten. Die CCU **18**, **29** versucht die "Feineinstellung" des momentanen Betriebes des Modems **19**, **30a** über Befehle zum Verändern der Sendeleistungspegel, der AGC-Pegel und der Zeiteinteilungs/Reichweitenberechnung zu steuern. Qualitätspegelmessungen der Modemübertragungen werden an die RPU **20** oder die STU **27** berichtet. Die vierte Eingabequelle sind die tatsächlichen Modemdaten, die als Symbole von bis zu vier Bits jeweils (abhängig von den Modulationspegeln) empfangen werden. Diese Symbole werden zwischengespeichert, entmultiplext und an

die Empfangsschaltungen der VCU **17**, **28** zum Dekodieren ausgegeben.

[0318] Fig. 21 zeigt ein Blockschaltbild der CCU. Die Architektur der CCU besteht im wesentlichen aus zwei Einwegdirektspeicherzugriffs (DMA)-Datenkanäle mit einem intelligenten Mikroprozessor. Die Funktion der DMA-Kanäle besteht in der Übertragung von Daten von der VCU zu dem Modem und umgekehrt. Die

[0319] Die CCU-Schnittstelle zu der VCU beinhaltet zwei parallele DMA-Busse, einen TX-Bus **107** für den Sendekanal (VCU zur CCU zu Modem) und einem RX-Bus **108** für den Empfangskanal (Modem zur CCU zu VCU). Die Daten, die von den Sendeschaltungen in der VCU verarbeitet werden, werden im VCU-Speicher zwischengespeichert bis die CCU eine DMA-Übertragung anfordert. 41 Bytes werden zu der CCU während jeder Blockübertragungsperiode übertragen. Zwei dieser Blöcke werden pro aktiven Sprachkanal (bis zu vier Sprachkanäle in der Basisstation) pro TDMA-Rahmen übertragen. Die CCU empfängt diese Sendebytes über ein Sendesprachcodec-Schnittstellenmodul (TVCIM) **109** und zwischenspeichert sie in einem Sendespeichermodul (TMM) **110**. Abhängig von der speziellen Betriebsart für den gegebenen Kanal hängt ein CCU-Prozessor, der in dem Mikrosteuerungsmodul (MCM) **111** enthalten ist, ein Steuer/Synchronisationskopfetikett an die kodierten Sprachbytes an, wodurch ein vollständiges Sprachpaket zur Weiterleitung an das Modem über ein Sendemodem-Schnittstellenmodul **112** formatiert wird. Das MCM **111** unterhält Rahmenzeiteinteilungsinformationen und überträgt Daten zu dem Modem zum richtigen Zeitpunkt. Bevor die Sendedaten zu dem Modem weitergeleitet werden, werden sie von dem MCM **111** vom 8-Bit-Byte-Format, das von der CCU verwendet wird, in ein Symbolformat, das 1, 2 oder 4 Bits pro Symbol enthält, abhängig von den Modulationspegeln für diesen Schlitz, umgewandelt.

[0320] Das umgekehrte Verfahren wird für die Empfangsdaten vom Modem ausgeführt. Daten vom Modem werden von einem Empfangsmodem-Schnittstellenmodul (RMIM) **114** empfangen und in einem Empfangsspeichermodul (RMM) **115** zwischengespeichert. Diese Daten werden dann vom 1, 2 oder 4-Bit-pro-Symbol-Format, das von diesem Modem verwendet wird, in das 8-Bit-Byte-Format, das intern von der CCU und der ganzen anderen Basisbandverarbeitung verwendet wird, umgewandelt. Die Organisations- und Steuerbits werden von dem eingehenden Datenstrom auf dem RX-Bus **108** durch das MCM **111** entsprechend seiner Kenntnis über die Rahmenzeiteinteilung, die von dem Modem einem Rahmenzeiteinteilungsmodul (FTM) **116** bereitgestellt wird, und seiner eigenen Erkennung von verschiedenen Codewörtern im Symbolstrom abgezogen. Die umgewandelten Daten werden der VCU über ein Empfangssprachcodec-Schnittstellenmodul (RVCIM) **117** zugeführt.

[0321] Die CCU liefert auch die Verbindungspegelsteuerung der Funksteuerkanal (RCC)-Übertragungen sowohl in der Basis- als auch den Teilnehmerstationen. In der Basisstation ist nur eine CCU durch die RPU zur Verarbeitung des RCC-Kanals ausgebildet. Die CCU steuert den Empfang und das Formatieren von Nachrichten von der RPU in der Basisstation zu der STU-Steuerung in den Teilnehmerstationen. Diese Steuerfunktion der CCU beinhaltet die Wahrnehmung und die Fehlersteuerung in den RCC-Nachrichten sowie das Formatieren und Packetieren der RCC-Informationen zur Übertragung über die Funkverbindung. Die CCU stellt auch Kollisionen auf dem eingehenden RCC in der Basisstation fest. Die CCU steuert Leistungs- und Reichweitenberechnungen für Teilnehmerstationen, wobei sie anfängliche Annahmemaßnahmen ausführt. Das Protokoll für die Annahme und andere RCC-Funktionen wurde oben beschrieben.

[0322] Fig. 22 zeigt die Software- angewandte Funktionsarchitektur der CCU. Die CCU hat drei getrennte Datenwege:
Den Sendebus TX **107**, den Empfangsbus RX **108** und den örtlichen Mikrosteuerungsbus **119**. Die Mikrosteuerung **111** teilt sich den TX-Bus **107** mit einer Speicherzugangs (DMA)-Steuerung **120** und zeigt den RX-Bus **108** mit einer Direktor-DMA-Steuerung **121**. Die Mikrosteuerung **111** verwendet diese entfernten Busse, um die DMA-Steuerendgeräte, die Steuer/Zustandsregister zu steuern und um in den Sendezwischenspeicher **110** und den Empfangszwischenspeicher **115** einzugreifen. Die Steuer- und Zustandsregister **122** abseits des örtlichen Mikrosteuerungsbusses **119** liefern Schnittstellen zu der RFU, dem Modem und der CCU-Hardware. Eine RS-232C-Verbindung **123** zwischen der RPU und der CCU wird durch ein UART auf dem Mikrosteuerungschip **111** unterstützt. In der Teilnehmerstation wird die RPU durch die STU ersetzt, aber die Schnittstelle bleibt dieselbe.

[0323] Die Mikrosteuerung **111** hat zu drei physisch getrennten RAM-Bereichen Zugang: Der örtliche RAM, der Sendezwischenspeicher und der Empfangszwischenspeicher. Der örtliche RAM kann ferner in einen RAM auf dem Chip und einen RAM abseits des Chips unterteilt werden. In dem Sendezwischenspeicher und den Empfangszwischenspeicher kann die Mikrosteuerung nur eingreifen, wenn die jeweilige DMA-Steuerung in Ruhe ist.

[0324] Der Sendezwischenspeicher **110** ist in eine Anzahl von unterschiedlichen Segmenten unterteilt. Jedes Segment enthält das Skelett eines Sprachs- oder RCC-Pakets, das zur Übertragung über den Kanal bereit ist. Die Einleitung und das eindeutige Wort (nur RCC) sind Konstanten, die von der Mikrosteuerung **111** nach der Rückstellung der CCU eingeleitet werden. Das Code-Wort (nur Sprache), die Sprachdaten und die RCC-Daten werden in den Transitzwischenspeicher **110** durch die Mikrosteuerung kurz vor dem DMA-Transfer zu dem Modem **19**, **30a** eingeschrieben. Da die RCC "Null ACK" eine feste Nachricht ist, die mit einer hohen Frequenz gesandt wird, wird sie als separates Ganzes im Transitzwischenspeicher **110** gespeichert.

[0325] Der Empfangsspeicher **115** ist in eine Anzahl von verschiedenen Segmenten unterteilt. Ein Segment ist für die Speicherung von Sprachdaten, die auf einer VCU-Blockbasis zwischengespeichert und übertragen werden. RCC-Daten werden getrennt von Sprachdaten zwischengespeichert, um ihren Erhalt über eine längere Zeitperiode zu ermöglichen. Falls nötig, kann die Mikrosteuerung **111** einen Zweirahmen-RCC-Verlauf im Empfangszwischenspeicher **115** aufrechterhalten, wobei sie die RCC-Kopieraufgabe (vom Zwischenspeicher zum örtlichen RAM) zu einem weniger zeitkritischen Ereignis macht.

[0326] Der örtliche RAM enthält die Arbeitsvariablen, die von der Mikrosteuerung **111** verwendet werden. Eine wichtige Datenstruktur die dort abgespeichert ist, stützt den Basisbandsteuerkanal (BCC) zwischen der CCU und der RPU. Eine Registerreihe des örtlichen RAM ist dafür eingeteilt, grundlegende Warteinformationen dem RS-232C-Unterbrechungshantierer zuzuführen. Ein Hinweis und Längenfeld in dieser Reihe definiert den aktiven Sendedatenblock (TXDB), von dem Daten gelesen und gesendet werden. Der TXDB enthält Längen und Hinweisinformationen für den nächsten TXDB in der Warteschlange und bildet somit eine Verbindungsliste. Auf der Empfangsseite wird ein Kreiszwischenspeicher zum Speichern eingehender Datenbytes verwendet. Wenn eine vollständige Nachricht empfangen wird, kennzeichnet der Unterbrechungsabwickler den Seriencode, um ihn zu interpretieren.

[0327] Die Mikrosteuerung **111** verwendet ihren lokalen Bus **119** zum Eingreifen in das Modem, die RFU und CCU Steuer/Zustandsregister **122**. Der Bus ermöglicht auch Zugang über Isolationslogikschaltungen **124** und **125** zu dem TX-Bus **107** bzw. RX-Bus **108**. Um einen Konkurrenzbetrieb zu vermeiden, werden in die Busse **107**, **108** nur von der Mikrosteuerung **111** eingegriffen, wenn die jeweilige DMA-Steuerung **120** oder **121** in Ruhe ist.

[0328] Die CCU und RPU machen über die Verbindung **123** durch eine Voll-Duplex-RS-232C-Schnittstelle Mitteilungen, die als Basisbandsteuerkanal (BCC) bezeichnet wird. Asynchrone Zeichen sind 8-Bit-Binär und werden mit 9600 Baud übertragen. Ein Anfangsbit und ein Endbit werden zum Datenbyte-Rahmen verwendet. Nachrichten werden durch ein eindeutiges Byte beendet, wobei Byte-Stopfen verwendet wird, um zu vermeiden, daß das eindeutige Byte inmitten einer Nachricht auftritt. Ein alternierendes Bit-Protokoll und eine 8-Bit-Prüfsumme werden dazu verwendet, Verbindungsintegrität sicherzustellen.

[0329] Zwei externe Unterbrechungen werden durch die Mikrosteuerung gestützt. Eine wird von der Sende-DMA-Steuerung **120** und die andere von der Empfangs-DMA-Steuerung **121** erzeugt. Diese Unterbrechungen treten auf, wenn die jeweilige Steuerung **120**, **121** ihren Blocktransfer beendet und somit die Steuerung ihres Busses an die Mikrosteuerung **111** freigibt.

[0330] Die BCC-Schnittstelle wird von einer internen Unterbrechung gesteuert. Die Software wird beim Empfang oder Übertragung eines Bytes unterbrochen.

[0331] In der Basisstation ist die CCU-Mikrosteuerung **111** für das Steuern und Überwachen des gesamten Vierkanal-Datenweges der hier zugeordnet ist, verantwortlich, welcher die VCU **17**, **28**, die CCU **18**, **29**, das Modem **19**, **30a** und die RFU **20**, **31a** beinhaltet. In der Teilnehmerstation steuert und überwacht die Mikrosteuerung **111** dieselbe Hardware, stützt aber nur einen Datenweg. Die CCU wiederum wird von der RPU (in der Basisstation) oder der STU (in der Teilnehmerstation) gesteuert.

[0332] Die CCU liefert der VCU Betriebsart Informationen. Betriebsartsänderungen treten nur an Systemschlitzgrenzen auf. Während des Sprachkompressionsvorganges beliefert die CCU die VCU auch mit Informationen über die Position des VCU-Blockes im Systemschlitz (es sind zwei VCU-Blöcke pro Systemschlitz vorhanden). Das adressierende VCU wird durch die CCU vor einem Datentranfer ausgeführt, welche die MUX/DEMUX-Aufgabe ausführt. Der VCU-Zustand wird von der CCU nach jedem Blocktransfer gelesen und eine entsprechende Statistik wird von der CCU geführt. Die CCU kann auch eine VCU-Hartrückstellung und/oder eine VCU auslösen.

[0333] Die Mikrosteuerung **111** führt den momentanen Modulationspegel einem Symbol-zu-Byte-Wandler **126** auf dem RX-Bus **108** und einem Byte-zu-Symbol-Wandler **127** auf dem TX-Bus **107** zu.

[0334] Das Modem wird mit Informationen betreffend den empfangenen Datentyp, die RCC oder die Sprache aufgrund der verschiedenen Annahmevorgänge, die bei ihrem Empfang verwendet werden, versorgt. Das Modem versorgt die CCU mit einem Teiltaktversatz, dem AGC-Pegel und einem Verbindungsqualitätswert für jeden Schlitz. Die CCU-Frequenzzuordnung wird von der RPU oder STU ausgeführt. Die CCU steuert die Einleitung einer Modem-Hartrückstellung, Selbstüberprüfung oder Empfangsseite-Ausbildungsbetriebsart.

[0335] Die CCU behandelt den Voll-Duplex-Datenfluß über die Sende- und Empfangsbusse **107**, **108**. Während einer gegebenen Schlitzzeit, werden von den VCU ausgehende Sendesprachdaten in Blockform zu dem Sendezwischenspeicher **110** über die Sende-DMA-Steuerung **121** weitergeleitet. Jeder Block ist ein VCU-Block in der Länge, folglich sind zwei solcher Übertragungen für jeden Sprachkanal erforderlich. Die CCU gibt der VCU die entsprechende Kanaladresse vor der Übertragung, wodurch ein Multiplexvorgang bewirkt wird.

[0336] Ein Einleitungs- und Codewort, das in dem Sendezwischenspeicher **110** gespeichert ist, wird vor den VCU-Daten zu Beginn eines jeden Schlitzes ausgesandt. Der Sende-DMA überträgt Daten vom Sendezwischenspeicher zum wiedertaktenden FIFO-Vorrat **128**, während das Modem vom FIFO-Vorrat **128** nach Bedarf erhält. Die Byte-zu-Symbol-Umwandlung wird von dem Byte-zu-Symbol-Wandler **127** während der Übertragung durchgeführt. Die Steuerung des Sende-DMA-Endgeräts wird von der Mikrosteuerung zusammen mit der Erzeugung und Einführung des Sprachpaket/Codewortes durchgeführt.

[0337] Der Empfangsdatenfluß ist ziemlich das Spiegelbild der Sendeseite. Daten werden in den wiedertaktenden FIFO-Stapelspeicher **129**, sowie sie aus dem Modem **19**, **30a** erscheinen, eingeschrieben. Die Empfangs-DMA-Steuerung **121** entleert den FIFO-Stapelspeicher **129** je nach Bedarf in den Empfangszwischenspeicher **115**. Die Symbol-zu-Byte-Umwandlung wird durch den Symbol-zu-Byte-Wandler **126** ausgeführt und die Rahmenzeiteinteilung wird von der Taktschaltung **130** ausgeführt. Die Bytegrenzenausrichtung tritt automatisch auf, sobald der Kanal in Synchronisation ist. Wenn ein vollständiger VCU-Block empfangen wird, wird er in Form eines DMA-Blockes zu der entsprechenden VCU weitergeleitet. Die Steuerung der Empfangs-DMA-Steuerung wird durch die Mikrosteuerung **111** durchgeführt.

[0338] Codeworterfassung wird für jeden Schlitz durchgeführt. Die Mikrosteuerung **111** führt diese Aufgabe durch Kopieren des Codewortbytes in den lokalen RAM und durch Vergleichen desselben mit einer Liste von gültigen Codewörtern aus. Während eines jeden Schlitzes liefert das Modem **19**, **30a** einen Teilsvmbolversatz und einen AGC-Wert. Diese werden von der Mikrosteuerung **111** gelesen und entsprechend interpretiert. Wenn Leistungs- oder Reichweitenprobleme bestehen, wird die Teilnehmerstation davon über ein Sendecodewort informiert.

[0339] Die Sende-RCC-Daten werden in dem Sendezwischenspeicher **110** von der CCU entsprechend dem Inhalt der RCC-Nachrichtenschlange synthetisiert. Wenn die RPU eine RCC-Nachricht an die CCU geschickt hat, wird diese Nachricht im Sendezwischenspeicher **110** formatiert. Im anderen Fall wird die NULL KENNTNIS-Nachricht, die dauernd im Zwischenspeicher **110** gespeichert ist, verwendet. Wenn das RCC-Paket einmal bereit ist, werden die RCC-Einleitung, das eindeutige Wort und die RCC-Daten je nach Bedarf zu dem Modem **19**, **30a** DMA-übertragen. Die CCU führt die Kollisionswahrnehmung durch und setzt das hinausgehende RCC-Kollisionswahrnehmungsbit entsprechend.

[0340] Der Empfangs-RCC-Datenabwickler hat zwei Betriebsarten: "Rahmensuche" und "Überwachung". In der Rahmensuchbetriebsart wird von dem RCC-Kanal angenommen, daß er außer Synchronisation ist. Jede eingehende RCC-Nachricht muß synchronisiert werden, wobei ein eindeutiges-Wort-Wahrnehmungs-Algorithmus verwendet wird. In der Überwachungsbetriebsart ist der RCC-Kanal in Synchronisation und der Suchalgorithmus für das eindeutige Wort wird nicht aufgestellt. Die Basisstation ist immer in der Rahmensuchbetriebsart, da Teilnehmer zu jeder Zeit mit einer schlechten Zeiteinteilung hereinplatzen können. In der Teilnehmerstation ist der RCC-Datenabwickler in der Überwachungsbetriebsart, es sei denn, daß die Station die RCC-Synchronisation nicht angenommen hat.

[0341] In der Rahmensuchbetriebsart wird die Wahrnehmung des eindeutigen Wortes (UW) nach jedem RCC-Schlitz durchgeführt. Die Mikrosteuerung **111** führt diese Aufgabe durch Tasten nach dem eindeutigen Wort in einem Fenster um die "nominelle" Lage des eindeutigen Wortes herum aus. Eine erfolgreiche Wahrnehmung des eindeutigen Wortes gibt der CCU Symbolzeiteinteilungsinformationen.

[0342] Empfangs-RCC-Daten werden vom Modem **19**, **30a** zum Empfangszwischenspeicher **115** DMA-weitergeleitet. Wenn der Transfer fertig ist, werden die RCC-Daten in den lokalen Mikrosteuerung-RAM zur Verarbeitung kopiert. Empfangs-RCC-Pakete werden von der CCU gefiltert. Ein RCC-Paket wird zu der RPU weitergeleitet nur wenn das eindeutige Wort festgestellt und der CRC richtig ist.

[0343] Während des RCC-Betriebes ist der entsprechende VCU-Kanal in Wartestellung. Keine Datenübertragungen finden zwischen der VCU und der CCU während dieser Kanalzeitdauer sowohl auf dem Sende- als auch auf dem Empfangsdatenweg **107**, **108** statt.

[0344] Die Software wird auf einer Intel 8031-Mikrosteuerung **111** ausgeführt. Programmspeicherung wird von einem externen EPROM auf dem örtlichen Mikrosteuerungsbus bereitgestellt. Die Software wird zum Antworten auf DMA-Serviceanforderungen in Wahrzeit benötigt, wobei ein Datenfluß von bis zu 64 Kbps in beiden Richtungen ohne Datenverlust aufrechterhalten wird. Das FIFO-Zwischenspeichern durch die Stapelspeicher **128** und **129** auf den Modemschnittstellen liefert die erforderliche Füllzeit für die Mikrosteuerung **111** um die DMA-Blockübertragungen und Systemsteuerfunktionen auszuführen.

[0345] Die Software ist in fünf getrennte Module unterteilt: Überwachung, Datentransfer, BCC-Sende-Empfangs-Gerät, BMM-Steuerung und Dienstprogramm. Jedes Modul hat nur eine Eingangs- und Ausgangsstelle, mit Ausnahme von den Unterbrechungen und Fehlerbedingungen. Eine weitere Ausnahme ist das Dienstprogrammodul, das eine Auswahl von Dienstprogrammen enthält, die von den anderen Modulen aus direkt zugänglich sind. Im allgemeinen findet die Zwischenmodulkommunikation über die Verwendung von globalen Variablen, die in einem separaten Datensegment definiert sind, statt.

[0346] Das Überwachungsmodul beinhaltet eine Einleitungsfunktion, unterhält eine Gesamtprogrammsteuerung und führt grundlegende Selbstüberprüfungsfunktionen durch.

[0347] Das Datentransfermodul stützt die Steuerung der Datenübertragung über den TX-Bus **107** und den RX-Bus **108** für Sprache und RCC und führt Synchronisationswortwahrnehmung für alle Modulationspegel auf Sprach- und RCC-Daten durch und stützt die CCU-RPU RS-232 Kommunikationsverbindung **123**.

[0348] Das BCC-Sende-Empfangsmodul führt BCC-Sende-Empfangsaufgaben durch, behandelt die BCC-Warteschlangen, formatiert Sende-BCC-Nachrichten, verarbeitet Empfangs-BCC-Daten und bewegt RCC-Daten in die CCU und aus der CCU über den BCC.

[0349] Das BBM-Steuerungsmodul steuert die RFU, das Modem, die VCU und die CCU-Hardware über Register, liest und interpretiert Zustandsinformationen von diesen Geräten (z.B. Modem-AGC, Verbindungsqualität und Symbolzweideutigkeit), dekodiert eingebettete Codewörter im Empfangssprachkanal, formatiert das Codewort für den Sendesprachkanal, und erhält einen Wahrzeit-Software/Hardware-Zeitgeber und führt alle laufenden Selbstüberprüfungen aus.

[0350] Das Dienstprogrammodul führt verschiedene Dienstprogramme aus, zu denen andere Module Zugang haben.

[0351] Die CCU-Software ist in vier getrennte Vorgänge unterteilt, die im wesentlichen gleichzeitig ablaufen. Drei davon sind die BCC-Daten, TX-DMA- und RX-DMA-Vorgänge, die mit Unterbrechungen gesteuert und nur in Kraft gesetzt werden, wenn ein spezielles Ereignis die Aufmerksamkeit fordert. Alle drei dieser ereignis-gesteuerten Vorgänge sind in Datentransfermodulen angeordnet. Der restliche Vorgang, der über alle Module verteilt ist, ist ein Hintergrundvorgang, der die anderen drei Vorgänge auslöst, steuert und überwacht.

[0352] Wenn BCC-Nachrichten von der RPU (oder STU in der Teilnehmerstation) ankommen, werden sie von dem BCC-Datenvorgang empfangen und zwischengespeichert. Wenn eine vollständige Nachricht empfangen wurde, benachrichtigt der BCC-Datenvorgang den Hintergrundvorgang über einen Briefkasten. Der Hintergrundvorgang befragt diesen Briefkasten während seiner Hauptschleife und stellt somit jegliche neue Nachrichten fest. Die Nachrichten werden von dem Hintergrund interpretiert und die entsprechende Maßnahme wird ergriffen. Jede Antwort wird in die Sende-BCC-Nachrichtenschlange durch den Hintergrundvorgang eingeschrieben, und der BCC-Datenvorgang wird darüber unterrichtet.

[0353] Die BCC-Nachrichten können eine Neugestaltung der CCU-Datenkanäle auslösen. Die notwendigen Steuerinformationen werden dem Modem **19**, **30a** und der VCU **17**, **28** zu den passenden Zeiten zugeschrieben. Das Modem reagiert auf ein neues Steuerwort an den Schlitzgrenzen. Die VCU erwartet, daß Betriebsar-

tänderungen beim ersten VCU-Blocktransfer einer Schlitzgrenze auftreten. Das Hintergrundverfahren ist dafür verantwortlich, daß die richtige Steuerzeiteinteilung eingehalten wird.

[0354] Das Sammeln von Zustandsinformationen wird durch das Hintergrund-TX-DMA-Verfahren und das RX-DMA-Verfahren ausgeführt. Die letzteren beiden sammeln Zustandswörter von der TX- bzw. RX-Seite der VCU. Dies ist notwendig, da diese Zustandsregister nur über den TX-Bus **107** und den RX-Bus **108** zugänglich sind, die für begrenzte Zeitabschnitte in Ruhe sind. Das Hintergrundverfahren sammelt Zustandsinformationen direkt von dem Modem **19**, **30a** über die Zustandsregister **122** auf dem örtlichen Bus **119**. Wenn alle Zustandsinformationen gesammelt sind, werden sie von dem Hintergrundverfahren sortiert und in besonderen Zustandsvariablen abgespeichert. Zustandsanforderungen, die von der RPU empfangen werden, werden vom Hintergrundverfahren behandelt, wobei sie auf diesem Zustandsablauf basieren.

[0355] Einige Zustandsinformationen, wie der AGC-Wert und der Teilbitversatz können eine CCU-Maßnahme notwendig machen. Abgesehen davon, daß diese Daten als Zustandsablauf gespeichert werden, werden sie zum Berichtigen von Teilnehmerleistungs- und Reichweitenproblemen verwendet. Im Falle von RCC-Nachrichten werden Leistungs- und Reichweiteninformationen direkt an die RPU als Teil des RCC geschickt. Das Hintergrundverfahren führt diese Funktion durch Formatieren einer BCC-Nachricht, die RCC-, AGC- und Reichweitendaten enthält, aus. Wenn das Paket fertig ist, wird es in die Sende-BCC-Warteschlange gesetzt und wird der BCC-Datenvorgang benachrichtigt. Für Sprachkanäle werden diese Zustandsinformationen zum Formatieren von Codewörtern verwendet, die in ausgehenden Sprachpaketen eingebettet sind. Das Hintergrundverfahren führt diese Formatierfunktion aus und steuert die Übertragung des Codewortes über den Sprachkanal. Alle Codewörter müssen durch fünf Rahmen in einer Reihe übertragen werden, wodurch es eine 5:1 Redundanzkodierung ergibt. Das TX-DMA-Verfahren sendet das durch das Hintergrundverfahren ausgewählte Codewort automatisch.

[0356] Das Hintergrundverfahren hält auch einen Software-/Hardware-Wahrzeittakt aufrecht. Dies wird durch zyklisches Abfragen eines der 8031-Zeitgeber und Zählüberläufe getan. Die Wahrzeittaktfunktion liefert eine Zeitbasis für Software-Zeitsperren und andere zeitabhängige Ereignisse. Das Hintergrundverfahren sieht zu, daß die Systemzeiteinteilung durch zyklisches Abfragen der CCU-Hardware-Fehleranzeiger und durch Prüfen, daß Datenübertragungsereignisse auftreten, wenn sie im systemrahmen auftreten sollten, aufrechterhalten wird. Systemrahrneninformationen werden über den Beginn der Systemrahmen-Zustandslinie und einen Zeitgeber geliefert, der mit dem 16-KHz-Taktgeber **130** verbunden ist. Die Datensynchronisation wird durch das Hintergrundverfahren durchgeführt.

[0357] Das BCC-Datenverfahren spricht auf RS-232-Unterbrechungen an, die sowohl für die Sende- als auch die Empfangsrichtung des Anschlusses auftreten können. Das Verfahren gibt einfach ein weiteres Byte auf der Sendeseite aus oder nimmt ein weiteres Byte auf der Eingabeseite ein. Ein Nachrichtenendenbegrenzer auf der Empfangsseite bewirkt, daß die BCC-Datenroutine das Hintergrundverfahren benachrichtigt.

[0358] Das TX-DMA-Verfahren und das RX-DMA-Verfahren wickeln die Sende- und Empfangs-DMA-Kanäle ab.

[0359] Eine schrittweise Beschreibung der Datentransferfunktion, die durch die Software gesteuert wird, ist unten angegeben. Ereignisse im Datentransferverfahren sind durch DMA-Steuerungsunterbrechungen markiert. Die Unterbrechung tritt auf, nachdem die DMA-Steuerung die zugeordnete Blockübertragung beendet hat. Jeder Durchgang beginnt am Anfang einer Schlitzdatenübertragung. Es mag hilfreich sein, die Fig. 23 und Fig. 24 anzuschauen, während man durch diesen Abschnitt geht. Fig. 23 ist ein Zeiteinteilungsdiagramm zum Übertragen von RCC- und 16-PSK-Sprachdaten auf dem Sendebus der CCU. Fig. 24 ist ein Zeiteinteilungsdiagramm zum Übertragen von RCC- und 16-PSK-Daten auf dem Empfangsbus der CCU. Die Tabellen **13** und **14** beschreiben die Eigenschaften der Zeitsymbole, die in Fig. 23 bzw. Fig. 24 gezeigt sind.

Tabelle 13

Zeit-symbol	Vorgang	Max(µs)	Min(µs)	Typ(µs)
t_S	CCU-DMA-Aufbau	150	---	100
t_{VCB}	VCU-DMA-Übertragung	600	---	100*
t_{RCC}	RCC-Übertragung von CCU	---	---	900
t_{M0}	RCC-Tx-Modemblock	---	10350	10350
t_{M2}	1ster Rx-Modemblock	---	4300	4300*
t_{M3}	2ter Rx-Modemblock	---	4225	4825*

* auf RELP-VCU-Basis

Tabelle 14

Zeit-symbol	Vorgang	Max(µs)	Min(µs)	Typ(µs)
t_S	CCU-DMA-Aufbau	150	---	100
t_{VCB}	VCU-DMA-Übertragung	600	---	100*
t_{M0}	1ster Tx-Modemblock	---	5225	5825*
t_{M1}	2 ter Tx-Modemblock	---	4225	4825*
t_{M2}	RCC-Rx-Modemblock	---	5600	5800*
t_{RCC}	RCC-Übertragung an CCU	---	---	900

* auf RELP-VCU-Basis

Sendefunktion-RCC

1. Empfange "Ende-von-TX-DMA-Übertragungs"-Unterbrechung.
Dies signalisiert, daß die Verarbeitung des vorhergehenden Schlitzes fertig ist und daß die Verarbeitung des nächsten Schlitzes beginnen kann. Das TX-DMA-Verfahren wird aufgerufen.
a) Schreibe Steuerkanal- und Modulationsschaltinformationen aus. Diese Information wird von dem Modem **19**, **30** und dem Byte-zu-Symbol-Wandler **127** benötigt.
b) Formatiere jegliche anhängige RPU-RCC-Nachricht im Sendezwischenspeicher **110**. Ansonsten bereite die Null-Bestätigungsnachricht vor und sende sie.
c) Leite die DNA-Übertragung vom Sendezwischenspeicher 110 zum Modem **19**, **30a** ein und ermögliche sie, wobei auf die RCC-Einleitung, das eindeutige Wort und den RCC-Datenblock zu zeigen ist.
d) Kehre von der Unterbrechung zurück und fahre mit der Hintergrundverarbeitung fort.

Sendefunktion-Sprache

1. Empfange "Ende-von-TX-DMA-Übertragungs"-Unterbrechung. Dies signalisiert, daß die Verarbeitung des vorhergehenden Schlitzes fertig ist und daß die Verarbeitung des nächsten Schlitzes beginnen kann. Das TX-DMA-Verfahren wird aufgerufen.

a) Schreibe Sprachkanal- und Modulationsschaltinformationen für nächsten Schlitz aus. Diese Information wird von dem Modem **19**, **30a** und dem Byte-zu-Symbol-Wandler **127** benötigt.
b) Wähle die VCU-Anschlußadresse aus und ermögliche DMA-Übertragung von VCU zum Sendezwischenspeicher **110**.
c) Schreibe VCU-Steuerwort.
d) Unterbreche VCU, um Übertragung zu beginnen.
e) Kehre von Unterbrechung zurück und fahre mit der Hintergrundverarbeitung fort.
2. Empfange "Ende-von-TX-DMA-Übertragungs"-Unterbrechung. Dies signalisiert, daß die VCU-zu-Zwischenspeicherübertragung fertig ist. Das TX-DMA-Verfahren wird aufgerufen.
a) Lese VCU-Zustandswort.
b) Schreibe Codewort an Sendezwischenspeicher **110**.
c) Leite DMA-Übertragung vom Sendezwischenspeicher **110** zum Modem **19**, **30a** ein und ermögliche sie, wobei auf die Spracheinleitung, das Codewort und den Sprachdatenblock zu zeigen ist.
d) Kehre von Unterbrechung zurück und fahre mit der Hintergrundverarbeitung fort.
3. Empfange "Ende-von-TX-DMA-Übertragungs"-Unterbrechung. Dies signalisiert, daß die erste Halbschlitzübertragung vom Sendezwischenspeicher **110** zum Modem **19**, **30a** fertig ist. Das TX-DMA-Verfahren wird aufgerufen.
a) Wähle VCU-Anschlußadresse aus und ermögliche DMA-Übertragung von VCU zu Sendezwischenspeicher.
b) Schreibe VCU-Steuerwort.
c) Unterbreche VCU, um Übertragung zu beginnen.
d) Kehre von Unterbrechung zurück und fahre mit der Hintergrundverarbeitung fort.
4. Empfange "Ende-von-TX-DMA-Übertragungs"-Unterbrechung. Dies signalisiert, daß die VCU-zu-Zwischenspeicher-Übertragung fertig ist. Das TX-DMA-Verfahren wird aufgerufen.
a) Lese VCU-Zustandswort.
b) Löse DMA-Steuerung **120** für die Sendespeicher-zu-Modem-Übertragung aus und gebe sie frei.
c) Kehre von Unterbrechung zurück und fahre mit der Hintergrundverarbeitung fort.

Empfangsfunktion-RCC

1. Empfange "Ende-von-RX-DMA-Übertragungs"-Unterbrechung. Dies signalisiert, daß die Verarbeitung des vorhergehenden Schlitzes fertig ist und daß die Verarbeitung des nächsten Schlitzes beginnen kann. Das RX-DMA-Verfahren wird aufgerufen.
a) Aufbau für BPSK-Modulation. Diese Information wird von dem Symbol-zu-Byte-Wandler **126** benötigt. Das Modem **19**, **30a** hat diese Information zu diesem Zeitpunkt bereits empfangen.
b) Leite DMA-Übertragung vom Modem **19**, **30a** zum Empfangszwischenspeicher **115** für die RCC-Nachricht ein und gebe sie frei.
c) Kehre von Unterbrechung zurück und fahre mit der Hintergrundverarbeitung fort. AGC-Berechnung und Bitsynchronisationsfehlerverarbeitung sollte in diesem Zeitpunkt stattfinden.
2. Empfange "Ende-von-RX-DMA-Übertragungs"-Unterbrechung. Dies signalisiert, daß die RCC-Übertragung von dem Modem **19**, **30a** zum Empfangszwischenspeicher **115** fertig ist. Das RX-DMA-Verfahren wird aufgerufen.
a) Kopiere RCC im lokalen RAM.
b) Kehre von Unterbrechung zurück und fahre mit der Hintergrundverarbeitung fort. Bereite dich vor, den empfangenen RCC an die RPU weiterzugeben, wenn eindeutiges Wort wahrgenommen wird und die Prüfsumme richtig ist.

Empfangsfunktion – Sprache

1. Empfange "Ende-von-RX-DMA-Übertragungs"-Unterbrechung. Dies signalisiert, daß die Verarbeitung des vorhergehenden Schlitzes fertig ist und daß die Verarbeitung des nächsten Schlitzes beginnen kann. Das RX-DMA-Verfahren wird aufgerufen.
a) Aufbau für Sprachdaten mit richtiger Modulation. Diese Information wird von dem Symbol-zu-Byte-Wandler **126** benötigt. Das Modem hat diese Information zu dieser Zeit bereits empfangen.
b) Leite DMA-Übertragung von Modem **19**, **30a** zum Empfangszwischenspeicher für den ersten Halbschlitz von Sprachdaten ein und gebe ihn frei.
c) Kehre von Unterbrechung zurück und fahre mit der Hintergrundverarbeitung fort. AGC-Berechnung, Bitsynchronisationsfehler- und Codewortverarbeitung sollte zu dieser Zeit stattfinden.
2. Empfange "Ende-von-RX-DMA-Übertragungs"-Unterbrechung. Dies signalisiert, daß die erste Halbschlitzübertragung vom Modem **19**, **30a** zum Empfangszwischenspeicher **115** fertig ist. Das RX-DMA-Ver-

fahren wird aufgerufen.
a) Wähle VCU-Anschlußadresse aus und gebe DMA-Übertragung von Empfangszwischenspeicher **115** zur VCU frei. Unterbreche VCU, um Übertragung zu beginnen.
b) Kehre von Unterbrechung zurück und fahre mit der Hintergrundverarbeitung fort.
3. Empfange "Ende-von-RX-DMA-Übertragungs"-Unterbrechung. Dies signalisiert, daß die erste Halbschlitzübertragung vom Empfangszwischenspeicher **115** zur VCU fertig ist. Das RX-DMA-Verfahren wird aufgerufen.
a) Leite DMA-Steuerung **121** für Modem-zu-Empfangszwischenspeicher-Übertragung für zweiten Halbschlitz ein und gebe sie frei.
b) Kehre von Unterbrechung zurück und fahre mit der Hintergrundverarbeitung fort.
4. Empfange "Ende-von-RX-DMA-Übertragungs"-Unterbrechung. Dies signalisiert, daß die zweite Halbschlitzübertragung vom Modem **19**, **30a** zum Empfangszwischenspeicher **115** fertig ist. Das TX-DMA-Verfahren wird aufgerufen.
a) Wähle VCU-Anschlußadresse aus und gebe DMA-Übertragung vom Empfangszwischenspeicher **115** zur VCU frei. Unterbreche VCU, um Übertragung zu beginnen.
b) Kehre von Unterbrechung zurück und fahre mit der Hintergrundverarbeitung fort.

CCU-Softwareausführung

[0360] Die Softwareprogrammausführung beginnt als Folge einer Hardware-Rückstellung und der Fluß beginnt im Überwachungsmodul. Das Überwachungsmodul übernimmt jegliche Hardware- und Softwareeinleitung, bevor es in eine Hauptserviceschleife eintritt. Das Überwachungsmodul führt einige grundlegende Selbstprüfungsfunktionen nach einer Hardware-Rückstellung und auf Anforderung von der RPU aus. Die Hauptserviceschleife macht die anderen Module in der Folge zugänglich. Die Überwachungsmodulausbildung ist derart, daß Aufgaben in beherrschbare Zeitscheiben unterteilt werden, wobei garantiert wird, daß die Hauptserviceschleife eine vernünftige Periodizität des schlimmsten Falles hat. Aufgaben, die eine Wahrzeitantwort erfordern, werden über Unterbrechungsserviceroutinen abgewickelt.

[0361] Jede Unterbrechungsserviceroutine führt ein Mindestmaß von Verarbeitung durch, um die Serviceanforderung zufriedenzustellen. Dies wird gemacht, um die serielle Eigenart der Programmausführung so stark wie möglich zu erhalten und um das Unterbrechungswarten auf einem Mindestmaß zu halten. Typischerweise überträgt eine Unterbrechungsserviceroutine Daten zu oder von einer Schnittstelle und setzt einen Booleschen, um anzuzeigen, daß die Maßnahme durchgeführt wurde. Ein seriell ausgeführter Code, der von der Hauptserviceschleife aus zugänglich ist, macht dann weiter, diese Information je nach Bedarf, zu verarbeiten.

[0362] Die CCU-Mikrosteuerung **111** ist eine Datenflußmaschine darin, daß Software-Ereignisse durch die Ankunft und den Abgang von Daten gesteuert werden. Eine präzise Systemzeiteinteilung liefert den Rahmen für diesen Datenfluß. Jedoch werden Software-Ereignisse direkt vom Datenfluß und nicht von Systemrahmenmarkierern abgeleitet. Diese Vorgehensweise ermöglicht der Software, vielmehr auf "wahre" Ereignisse (wie Dateneingabe-/Ausgabeanforderungen) als "künstliche" Ereignisse (wie Systemzeiteinteilungsmarkierungen) anzusprechen. Die Software stützt sich bei der Umwandlung der asynchronen Maßnahmen derselben in Ereignisse, die synchron zu der Systemrahmenzeiteinteilung sind, auf die Hardware. Für diese Arbeit ist es notwendig, daß die Software garantiert, daß Dinge eingeleitet und bereit sind, bevor das Systemrahmenereignis auftritt.

[0363] Es ist daher ersichtlich, daß die CCU-Software zwar nicht schwer beladen ist, daß sie aber aufgerufen ist, auf Ereignisse anzusprechen und bestimmte Aufgaben innerhalb einer begrenzten Zeitdauer fertigzustellen.

[0364] Die Wahrzeitverarbeitung wird mit Unterbrechungen vorangetrieben und erfordert somit eine beträchtliche Aufmerksamkeit bei ihrem Aufbau. Es gibt vier möglicherweise in Konflikt stehende Wahrzeitereignisse, die von der Mikrosteuerung gefordert werden: Sende-DMA-Bedienen, Empfangs-DMA-Bedienen, Sende-RS-232-Bedienen und Empfangs-RS-232-Bedienen. Die RS-232-Unterbrechungen haben die geringste Priorität. Die Software ist so ausgelegt, daß die eine ms-Zeitbegrenzung nicht überschritten wird. Antwortzeiten für die Sprach- und RCC-Datenhandhabung sind kritischer, und eine Diskussion derselben folgt.

[0365] Die relative Zeiteinteilung für die Datenübertragungen auf dem Sendebus und dem Empfangsbus sind in den **Fig. 23** und **Fig. 24** gezeigt. Die Diagramme sind annähernd maßstäblich gezeichnet und zeigen eine Zeiteinteilungsabwicklung des schlimmsten Falles. Die Zeitmultiplexeigenschaft des Sende- und Empfangsbusses ist klar durch die Diagramme dargestellt. Die dunklen Querlinien auf dem Sende- und Empfangsfaden

entsprechen der Mikrosteuerungsaktivität auf dem jeweiligen Bus (t_S, t_{RCC}). Während dieser Zeit ist die jeweilige DMA-Steuerung **120**, **121** in Ruhe. Die kurzen Zeitabschnitte zwischen den DMA-Steuerungsaufstellungen (t_{V-CB}) entsprechen den VCU-Blockübertragungen. Während dieser Zeit, ist die DMA-Steuerung der jeweiligen VCU gewidmet. Für den Rest der Zeit (t_{M0}, t_{M1}, t_{M2}, t_{M3}) dient die DMA-Steuerung **120**, **121** der Modemschnittstelle.

[0366] Die wiedertaktenden FIFO-Stapelspeicher **128**, **129** an der Modemschnittstelle erzeugen die hauptsächliche Zeiteinteilungsbegrenzung, die in den Zeiteinteilungsdiagrammen implizit ist. Die FIFO-Stapelspeicher halten 16 Symbole, wobei sie 1 ms Zwischenspeicherzeit vor dem Unterströmen (TX) oder Überströmen (RX) geben. Während dieser ms kann die CCU den Sende- oder Empfangsbus **107**, **108** dazu verwenden, die Blockübertragungen zu und von der VCU zu vervollständigen oder RCC-Daten in den lokalen RAM zu kopieren.

[0367] Nach dem Einschalten führt die CCU-Software eine interne Selbstüberprüfung aus und versetzt die VCU, das Modem und die RFU in die Standardannahme. Die Mikrosteuerung **111** überwacht die Systemrahmenzeiteinteilung und beginnt mit der Durchführung von Blockübertragungen, um der VCU zu gestatten, Synchronisation zu bekommen. Wenn die Datenübertragungen eingeleitet sind, benutzt die Mikrosteuerung **111** die DMA-Blockendenunterbrechung, um die Systemzeiteinteilung zu erhalten. Diese Unterbrechung ist direkt mit dem Datendurchsatz der CCU und folglich dem 16 KHz-Symboltaktgeber **130** verbunden. Die VCU behält die Systemzeiteinteilung über DMA-Übertragungsanforderungen eingeschlossen, die von der Mikrosteuerung **111** als Folge der Blockendenunterbrechung erzeugt werden. Die Mikrosteuerung **111** fährt fort, die Rahmenzeiteinteilung zu überwachen, um sicherzustellen, daß ein richtiger Systembetrieb aufrechterhalten bleibt.

[0368] In der Teilnehmerstation bringt ein Systembeginn auch Funksynchronisation mit sich. Dies wird durch Lokalisieren des RCC und durch Ableiten der Systemzeiteinteilung von ihm durchgeführt. Wenn die Empfangszeiteinteilung hergestellt ist, stellt die Mikrosteuerung **111** die Sendezeiteinteilung mit der Basisstation her.

[0369] Das Datenübertragungsmodul stützt die Wahrzeit- und Hintergrunddatenübertragungsereignisse in der CCU. Datenübertragungen werden für den Sendedatenpfad, Empfangsdatenpfad, Sende-BCC und Empfangs-BCC bedient. Alle diese Aufgaben sind mit Unterbrechungen betriebene Ereignisse, die eine Wahrzeitantwort erfordern. Das Modul führt auch Synchronisationsannahme und die Überwachung als Hintergrundaufgabe aus.

[0370] Der Sendedatenpfadabwickler wird aufgerufen, wenn die Sende-DMA-Steuerung **120** Bedienung benötigt. Dies tritt typischerweise nach einer DMA-Blockübertragung auf, wobei in diesem Zeitpunkt die DMA-Peripherieeinheit eine Blockendenübertragungsunterbrechung aufruft. Die Unterbrechung wird auf einer der beiden externen Unterbrechungsleitungen der Mikrosteuerung **111** Modell 8031 empfangen. Die von der Unterbrechung benötigte Bedienung hängt von der Art der Datenübertragung, RCC oder Sprache und der Zeit des Auftretens in dem Schlitz ab.

[0371] Die Sendedatenpfadunterbrechung tritt zu vorhersagbaren Zeiten während jeder Schlitzperiode auf. Die Unterbrechungszeitpunkte und -dauer sind in den Fig. 23 und Fig. 24 gezeigt. Bei jedem Auftreten muß die Mikrosteuerung **111** die DMA-Peripherieeinheit für die nächste Blockübertragung einleiten. Dieser Vorgang sollte innerhalb **150** us von der Unterbrechungsanforderung zur Unterbrechungsvollendung durchgeführt werden. Im Falle von RCC-Daten erfordert die erste Bedienungsanforderung von der Mikrosteuerung **111**, daß sie die RCC-Nachricht im Sendezwischenspeicher **110** vor der DMA-Übertragung formatiert. Dieser Vorgang muß innerhalb von 900 us vollendet sein. Da die Vorgänge auf dem Sendepfad gewöhnlich kurz sind und eine schnelle Antwort erfordern, wird der Unterbrechung die höchste Priorität gegeben.

[0372] Die einzige Ausgabe vom Sendedatenpfadunterbrechungsabwickler ist das VCU-Zustandswort, das nach der VCU-Blockübertragung gesammelt wurde. Dieses Zustandswort wird durch die Software in dem BBM-Steuerungsmodul analysiert.

[0373] Der Empfangsdatenpfadabwickler wird aufgerufen, wenn die Empfangs-DMA-Steuerung **121** Bedienung benötigt. Dies tritt typischerweise nach einer DMA-Blockübertragung auf, wobei in diesem Zeitpunkt die DMA-Peripherieeinheit eine Blockendenübertragungsunterbrechung aufruft. Die Unterbrechung wird auf einer der beiden externen Unterbrechungsleitungen der 8031-Mikrosteuerung **111** empfangen. Die von der Unterbrechung benötigte Bedienung hängt von der Art der Datenübertragung, RCC oder Sprache und dem Zeitpunkt des Auftretens in dem Schlitz ab.

[0374] Die Empfangsdatenpfadunterbrechung tritt zu vorhersagbaren Zeiten während jeder Schlitzperiode auf. Diese Unterbrechungszeiten und -dauer sind in Fig. 23 und Fig. 24 gezeigt. Bei jedem Auftreten muß die Mikrosteuerung **111** die DMA-Steuerung **121** für die nächste Blockübertragung auslösen. Dieser Vorgang sollte innerhalb von 150 ms von der Unterbrechungsanforderung bis zur Unterbrechungsvollendung durchgeführt werden, wenn die DMA-Auslösung die einzige Aufgabe ist, die durchzuführen ist. Im Falle von RCC-Daten erfordert die letzte Bedienungsanforderung von der Mikrosteuerung **111**, daß sie die RCC-Nachricht vom Empfangszwischenspeicher **115** zum lokalen RAM nach der DMA-Übertragung kopiert. Dieser Vorgang muß innerhalb von 900 ms vollendet sein. Da die Sendepfadbedienung während dieser Zeit auftreten kann, haben die Empfangspfadunterbrechungen eine niedrigere Priorität als die des Sendepfades. Der Empfangsdatenpfadunterbrechungsabwickler macht das VCU-Zustandswort nach jeder VCU-Blockübertragung verfügbar. Dieses Zustandswort wird von der Software im BBM-Steuerungsmodul analysiert. Der Abwickler liest auch neue RCC-Nachrichten von dem Kanal, die dann im BCC-Sende-Empfangsmodul interpretiert werden.

[0375] Das BCC-Empfangsmodul wird über den RS-232 UART auf dem Chip angewendet. Der UART kann eine interne Unterbrechung erzeugen, die ausgelöst. Wird, immer Wenn ein Byte empfangen Oder gesendet wird. Der BCC-Abwickler ruft ein Zustandsbit auf, um zu bestimmen, welcher der beiden Fälle die Unterbrechung verursachte und fährt dann fort, den Anschluß entsprechend zu bedienen.

[0376] Der Baudgeschwindigkeitsgenerator ist für eine nominelle Geschwindigkeit von 9600 Baud programmiert, was eine Höchstzahl von 1920 Unterbrechungen pro s ergibt. Jede Unterbrechung muß innerhalb einer Dauer von 1 ms bedient werden, um einen Datenverlust zu vermeiden. Da die typische Unterbrechungsfrequenz niedrig und die Antwortzeit relativ lang ist, haben BCC-Datenübertragungsunterbrechungen eine niedrige Priorität.

[0377] Der BCC-Datenübertragungsabwickler verwendet Zeiger, um Daten, wie sie empfangen und gesendet werden, in Wartestellung bzw. aus der Wartestellung zu bringen. Nur eine Verbindungspegelverarbeitung tritt hier auf, einschließlich eines Bytestopfens und der Einfügung des Endes der Nachricht. Diese Maßnahmen sind in der Systemschnittstellenbeschreibung beschrieben.

[0378] Sehr wenig Datenverarbeitung tritt im BCC-Sende-Empfangs-Modul auf. Seine Hauptaufgabe ist Daten in die Wartestellung und aus der Wartestellung zu bringen, während es die Sende-Empfangs- und BCC-Datenpfade abwickelt. Die Datensynchronisationsannahme und Überwachung, die unten beschrieben ist, umfassen die Hauptverarbeitungsfunktionen des BCC-Sende-Empfangs-Moduls.

[0379] Die Synchronisationswortwahrnehmung bedeutet ein Synchronisationsvorgang auf dem Symbolpegel. Der Ausdruck "Synchronisationswort" gilt generell und bezieht sich sowohl auf das eindeutige Wort im RCC als auch das Codewort in den Sprachkanälen. Das eindeutige Wort (UW) ist ein festes 8-Bit-Muster, das zu Beginn einer RCC-Nachricht gesetzt ist. Ein Codewort (CW) ist gegenwärtig irgendeines von acht möglichen 8-Bit-Mustern, die zu Beginn eines Sprachkanals gesetzt sind. Neben ihrer Synchronisationsrolle werden Codewörter dazu verwendet, den Verbindungszustand, Leistungseinstellungen und Reichweiteneinstellungen anzuzeigen.

[0380] Die Grund-CCU muß erschöpfend nach einer gültigen RCC-Nachricht in jedem Schlitz suchen. Sie führt diese Aufgabe durch Tasten nach dem eindeutigen Wort in einem Fenster ±3 Symbole um die nominelle UW-Stelle herum auf der Grundlage der Hauptsystemzeiteinteilung aus. Der Suchalgorithmus beginnt mit der nominellen UW-Position und verschiebt ein Symbol nach rechts und links, bis es (1) das UW-Muster findet und (2) eine richtige RCC-Prüfsumme bestätigt. Die Suche endet sobald (1) und (2) befriedigt oder alle Möglichkeiten ausgeschöpft sind. Die Schiebeinformation, die RCC-Nachricht und die Leistungsinformation werden zu der RPU nach einer erfolgreichen Suche geschickt.

[0381] Während eines jeden Sprachschlitzes sucht die CCU der Basisstation die empfangenen Sprachdaten nach einem gültigen Codewort ab. Nur die nominelle Codewortposition wird geprüft, da keine aktive Symbolsynchronisation während des Sprachvorganges durchgeführt wird. Wenn kein Codewort bei fünf aufeinanderfolgenden Rahmen festgestellt wird, dann wird der Kanal für außer Synchronisation erklärt und die RPU wird über diesen Zustand informiert. Es liegt nun an der RPU, irgendeine geeignete Maßnahme an dieser Stelle zu ergreifen. Die Synchronisation gilt als wiederhergestellt, nachdem drei von fünf aufeinanderfolgende Rahmen eine erfolgreiche Codewortwahrnehmung haben.

[0382] Die CCU der Teilnehmerstation kann beim Empfangen von RCC-Daten in einer von zwei Betriebsarten sein: "Rahmensuche" oder "Überwachung". Die Rahmensuchbetriebsart wird dazu verwendet, die Empfangs-

rahmenzeiteinteilung von den eingehenden RCC-Daten zu erwerben und wird automatisch aufgerufen, wenn Empfangs-RCC-Synchronisation verlorengeht. In die Überwachungsbetriebsart wird eingetreten, immer wenn die Empfangsrahmensynchronisation angenommen wurde.

[0383] Wenn die Teilnehmer-CCU in der Rahmensuchbetriebsart ist, muß sie erschöpfend nach einer gültigen RCC-Nachricht nach jedem RCC-Schlitz suchen. Wie die Basis-CCU führt sie diese Aufgabe durch Tasten nach dem eindeutigen Wort in einem Fenster ±3 Symbole um die nominelle UW-Stelle herum auf der Grundlage von einer Zeiteinteilung, die vom Modem-AM-Loch-Wahrnehmung abgeleitet wurde, aus. Der Suchalgorithmus beginnt mit der nominellen UW-Position und verschiebt ein Symbol nach rechts und nach links, bis (1) er das UW-Muster findet und (2) eine richtige RCC-Prüfsumme bestätigt. Die Suche endet, sobald (1) und (2) befriedigt oder alle Möglichkeiten ausgeschöpft sind. Die Schiebeinformation von einer erfolgreichen Suche wird dazu verwendet, die von der CCU erzeugten Empfangsrahmenmarkierungen einzustellen. Die Annahme endet wenn (1) und (2) bei drei aufeinanderfolgenden Rahmen mit dem UW in seiner nominellen Position befriedigt sind. Die STU wird über die Rahmenannahme informiert, wenn sie auftritt. RCC-Nachrichten werden nicht an die STU während der Rahmensuchbetriebsart geschickt.

[0384] Wenn die Rahmenannahme fertig ist, tritt die CCU der Teilnehmerstation in die Überwachungsbetriebsart ein. Nur die nominelle UW-Position wird überprüft, um die Möglichkeit von falschen UW-Annahmen auszuschließen. Wenn kein UW bei fünf aufeinanderfolgenden Rahmen festgestellt wird, dann wird der Kanal für außer Synchronisation erklärt und es wird in die Rahmensuchbetriebsart eingetreten. Die STU wird über diesen Außen-Synchronisation-Zustand informiert. Während der Überwachungsbetriebsart haben RCC-Nachrichten eine richtige Prüfsumme und SIN-Zahlen werden an die STU weitergeleitet.

[0385] Während eines jeden Sprachschlitzes sucht die CCU der Teilnehmerstation die empfangenen Sprachdaten nach einem richtigen Codewort ab. Nur die nominelle Codewortposition wird geprüft, da keine aktive Symbolsynchronisation während des Sprachvorganges durchgeführt wird. Nach allen möglichen Codewörtern wird in dieser Richtung des Kanals gesucht. Die Codewörter können inkrementale Änderungen in den Leistungs- und Reichweitenwerten der Teilnehmerstation verursachen. Inkrementale Reichenweitenänderungen können tatsächlich zu einer Symboländerung sowie zu Teilreichweitenwerten führen. Wenn bei fünf aufeinanderfolgenden Rahmen kein Codewort festgestellt wird, dann wird der Kanal für außer Synchronisation erklärt und die STU wird über diesen Zustand informiert. Die Synchronisation gilt als wiederhergestellt nachdem drei von fünf aufeinanderfolgende Rahmen eine erfolgreiche Codewortwahrnehmung haben.

Zusätzliche CCU-Betrachtungen

[0386] Die Sende-DMA-Übertragungsanforderung zwischen dem Sendezwischenspeicher **110** und dem Modem **19**, **30a** muß von dem vollen Bit des FIFO-Stapelspeichers **128** abgeleitet werden. Dies bedeutet, daß der FIFO-Stapelspeicher **128** immer voll ist, wenn eine DMA-Blockübertragung fertig ist.

[0387] Die Empfangs-DMA-Übertragungsanforderung zwischen dem Modem **19**, **30a** und dem Empfangszwischenspeicher **115** muß von dem leeren Bit des Stapelspeichers **129** abgeleitet werden. Dies bedeutet, daß der FIFO-Stapelspeicher **129** immer leer ist, wenn eine DMA-Blockübertragung fertig ist.

[0388] Die CCU-Steuerungssoftware liefert das Tor für DMA-Übertragungen, aber eine externe Steuerung muß den Quittungsbetrieb liefern, um die Blockübertragung auszulösen und aufrechtzuerhalten. Dies ist besonders für die Modem-Schnittstelle, wo Rahmenzeiteinteilung kritisch ist, wichtig.

[0389] Die Mikrosteuerung **111** sollte die Fähigkeit besitzen, eine DMA-Übertragung anzuhalten. Die Software versucht nicht den DMA-Bus während einer Blockübertragung zu verwenden, wenn nicht diese Steuerung ausgeübt oder die DMA-Peripherieeinheit in Ruhe ist.

[0390] Die wiedertaktenden FIFO-Stapelspeicher **128**, **129** sollten automatisch periodisch freigemacht (zurückgestellt) werden.

[0391] Rahmenzeiteinteilungsinformationen müssen der Mikrosteuerung **111** zur Verfügung stehen. Dies könnte die Form einer Symboltakteingabe an einen internen Zeitgeber der Mikrosteuerung haben.

[0392] Wenn ein RCC- oder Sprachpaket von der CCU in Synchronisation empfangen wird, sollte keine Symbolverschiebung erforderlich sein, um das Paket an eine Bytegrenze zu bringen. Dies sollte ungeachtet des Modulationspegels zutreffen.

Modem

[0393] Das Modem arbeitet in einer von drei Betriebsarten. In der Basisstation macht das Modem auf einer Voll-Duplex-Sende- und Empfangsfunktion weiter. Wenn sie in der Teilnehmerstation arbeitet, arbeitet das Modem im Halb-Duplexbetrieb, wobei Sie nur während eines Teiles des TDMA-Rahmens sendet und während eines anderen Teiles des TDMA-Rahmens empfängt. Die dritte Betriebsart ist eine selbstanpassende Lehrbetriebsart. Eine Modemausführung weist all diese Funktionen auf. Das Modem führt die entsprechende Funktion als Antwort auf Tastsignale aus, die von der steuernden CCU hereinkommen.

[0394] Das Teilnehmerstationsmodem **30a** und das Basisstationsmodem **19** sind identisch. Ein Blockschaltbild des Modems ist in **Fig. 25** gezeigt.

[0395] Die Modemsendeteile beinhalten ein TX-Symbolfilter **132**, einen Digital/Analog (D/A)-Wandler **133**, ein 200 KHz-Bandfilter **134**, einen Mischer **135** und eine TX (Sende)-Zeiteinteilungssteuerungsschaltung **136**. Der Empfangsteil des Modems beinhaltet einen Mischer **138**, einen Analog/Digital-(A/D)-Wandler **139**, einen FIFO-Stapelspeicher **140** und einen Mikroprozessor **141** Modell TMS **320**.

[0396] Der Modemsendeteil sendet die ihm von der CCU mit einer 16-Pegel PSK-Modulation zugeführten Informationen. Es ist die Aufgabe der CCU auf der Empfangsseite die Daten als DPSK, QPSK oder 16 PSK zu interpretieren. Das Modem sendet ohne Kenntnis des Modulationspegels.

[0397] Der Modemsendeteil ist voll in Hardware ausgeführt und erfordert keine Einstellungen. Symbole, die von der CCU empfangen werden, werden verschlüsselt und ihre entsprechenden Wellen werden so geformt, daß gute Interferenzeigenschaften geschaffen und eine Amplituden- oder Gruppenverzögerungsverzerrung erduldet werden muß. Die Rechtfertigung dieses Konzeptes wird unter der Annahme gemacht, daß im zum verwendeten Band benachbarten Frequenzband (innerhalb 50 bis 100 KHz) keine starken Störsignale (Leistungsdichten von 30 bis 40 dB über dem Signal) sind. Der Modemsendeteil benutzt ein relatives breites IF-Filter (100 KHz), so daß das gesendete Signal nicht unter einer Amplituden- oder Gruppenverzögerungsverzerrung leidet und jegliche Oberschwingungen ausfiltert, die vom digitalen Filtern, das im Basisband gemacht wird, erzeugt werden.

[0398] Der TX-Symbolfilter **132** ist ein Festkoeffizient-DigitalFIR-(Ansprechung auf Impuls endlicher Dauer)Filter. Der Filter **132** simuliert einen Sechs-Pol-Filter mit einer Abtastgeschwindigkeit von 50 Abtastungen pro Symbol pro Sechs-Symbol-Aufenthalt im FIR-Filter.

[0399] Das Modem empfängt Symbole von ihrer jeweiligen CCU mit einer Geschwindigkeit von 16 K Symbole/Sekunde. Diese Symbole werden dann in einen DPSK-Code zur Eingabe in die Leitung **143** zum FIR-Filter **132** umgewandelt. Der FIR-Algorithmus erfordert, daß jedes zweite Symbol umgekehrt wird, bevor es in den FIR-Filter eintritt. Der Gray-Code wird für die DPSK-Kodierung verwendet. Dies stellt sicher, daß bei einem fehlerhaften Empfang eines Symbols eine hohe Wahrscheinlichkeit besteht, daß die zwei Symbole zu dem Empfänger-Codec nur um 1 Bit fehlerhaft sind.

[0400] Die Impulsansprechung des FIR-Filters **132** wird mit 6T (T = 1/16 KHz) abgehakt. De FIR-Filter übertastet die Symbole mit einer Frequenz von 800 KHz, so daß jedes Symbol 50 mal während seines 5T-Aufenthalts im Filter abgetastet wird. Dies entspricht einer Abtastrate von 3T/25, wobei die Abtastdauer T/25 ist, so daß die Abtastwerte nach jeder 3T/25-Dauer ausgegeben werden. Die Ausgabesignale werden derart verzerrt, daß nur jedes erste und vierte, zweite und fünfte oder dritte und sechste Paar von Abtastwerten sich jeweils überlappen. Jeder dieser T/25 langen Abtastwerte ist tatsächlich in zwei Teile unterteilt. Während der ersten Hälfte der Abtastdauer wird der I-Teil des Ausgabesignals berechnet und während der zweiten Hälfte der Dauer wird der Q-Teil des Ausgabesignals berechnet. Somit beträgt die tatsächliche Frequenz, mit welcher der FIR-Filter **132** Daten ausgibt, 50 × 16 KHz = 800 KHz. Die I- und O-Abtastung wird um die Hälfte einer Abtastdauer gestaffelt, aber dies wird von dem FIR-Filter **132** berichtigt.

[0401] Signale die die Multiplikation von Symbolen und Impulsantworten im FIR-**132** Filter und die Addition von zwei dieser Multiplikationen darstellen, werden von einem 8K×8 ROM auf der Leitung **144** als Antwort auf Symbole geliefert, die auf der Leitung **143** empfangen werden.

[0402] Der FIR-Filter **132** gibt 10-Bit-Digitalabtastwerte auf der Leitung **144** mit der Frequenz von 800 KHz aus. Diese Werte werden in den D/A-Wandler **133** geführt, um eine analoge Welle auf der Leitung **145** zu erzeugen. Diese Welle ist die zeitgeteilte I- und Q-Wellenform des zu übertragenden Symbols. Diese geteilte

Welle wird von dem 200-KHz-Bandfilter **134** gefiltert und dann über die Leitung **146** in den Mischer **135** geführt. Die örtliche Oszillatoreingabe des Mischers ist ein IF-Frequenzsignal von 20 MHz auf der Leitung **147**. Die I- und Q-Komponenten werden dadurch in ein 20,2 MHz-IF-Ausgabesignal auf der Leitung **148** nach oben umgewandelt. Das Ausgabesignal auf der Leitung **148** wird durch ein 20,2 MHz Bandfilter (nicht gezeigt) geführt und der RFU **21**, **31a** zugeführt.

[0403] Das gewünschte Signal aus dem D/A-Wandler **134** wird bei 200 KHz mit einer Bandbreite von ungefähr 32 KHz zentriert. Durch Multiplizieren der 200 KHz-Welle mit 20 MHz vermischt die Ausgabewelle die I- und Q-Abtastwerte mit den SIN- und COS-Komponenten der IF-Frequenz. Somit kann das 20 MHz-Signal direkt die Ausgabewelle multiplizieren und die genauen Komponentenmultiplikationen werden automatisch abgewickelt. Daher besteht keine Notwendigkeit für eine einzelne SIN(IF)/COS(IF)-Erzeugungsschaltung, um die I/Q-Abtastwerte vom D/A-Wandler wie im Empfänger zu multiplizieren. Dies entfernt auch die Trenndurchführung im Mischer vom Basisband zur Ausgabe des Mischers.

[0404] Die im Sende-FIR-Filter **132** gespeicherten Ausgabedaten werden berechnet, um jegliche Fehler zu berichtigen, die infolge der 1/50 T-Differenz in den I- und Q-Zeitwerten auftreten können. Auch addiert der IF-Filter in der RFU (Fig. 28 und Fig. 29) die beiden Werte, um die richtige übermittelte Welle zu bilden, da ihre Bandbreite, verglichen mit der IF-Frequenz, verhältnismäßig klein ist.

[0405] Im Modemempfangsteil mischt der Mischer **138** eine von der RFU auf der Leitung **150** über einen 20-MHz-Bandfilter (nicht gezeigt) empfangene analoge Wellenform mit einem 20-MHz-IF-Signal auf der Leitung **151**, um das Analogsignal auf das Basisband auf der Leitung **152** nach unten umzuwandeln. Das Analogsignal wird dann von dem A/D-Wandler **139** in ein digitales Signal auf der Leitung **153** umgewandelt, das im FIFO-Stapelspeicher **140** zur Verarbeitung durch den Mikroprozessor **141** zwischengespeichert wird. Der Mikroprozessor **141** führt die Frequenz- und Bitverfolgung des empfangenen digitalen Signals und auch das FIR-Filtern und die Demodulation des Signals in einen binären Symbolstrom, der auf der Leitung **154** zu der CCU geführt wird, aus.

[0406] Neben den analogen und digitalen Datensignalen, die von dem Modem verarbeitet werden, werden eine Anzahl von Steuerungs- und Zustandssignalen an das und von dem Modem geschickt. Diese Signale werden im allgemeinen dem Modem von der CCU zugeschickt. Das Modem sendet auch Steuersignale an die RFU, um Funktionen wie Sendeleistungspegel, Frequenz, AGC und Antennenschalten für Diversity zu steuern.

[0407] Die Modemschnittstellen sind in den Fig. 26 und Fig. 27 gezeigt. Das Modem empfängt die meisten seiner Eingaben von der CCU. Andere Eingaben sind von der RFU und den Zeiteinteitungseinheiten. Die Modemeingaben sind die folgenden:
Die folgenden Leitungen übertragen die beschriebenen Signale zu dem Modem **19**, **30a** von der CCU **18**, **19**: Die TX-Datenleitungen **156** übertragen ein 4-Bit-Symbol, das von dem Modem (2 Bits für QPSK, 1 Bit für BPSK) zu übertragen ist. Der MOD-Bus **157** ist ein bidirektionaler Mikroprozessorbus, der Steuer/Zustandsinformationen an das/vom Modem liefert. Die MOD-WR-Leitung **158** führt ein Steuersignal zu dem Sperr-MOD-Bus in das Modem. Die MOD-RD-Leitung **159** führt ein Steuersignal, um Modemzustands- und andere Informationen auf dem MOD-Bus zur Übertragung zu der CCU **18**, **29** zu setzen. Die MOD-Rückstell-Leitung **160** führt ein Steuersignal, um das Modem zurückzustellen. Die MOD-Adressen-Leitungen **161** führen Adressensignale an verschiedene Stellen, um Werte innerhalb des Modems festzuhalten. Die TX-SOS-Leitung **162** führt ein Signal, um die Übertragung eines TX-Schlitzes zu beginnen. Die RX-SOS-Leitung **163** führt ein Signal, um den Empfang eines RX-Schlitzes zu beginnen.

[0408] Die IF-Empfangs-Leitung **165** führt ein IF-Empfangsfrequenzeingabesignal zu dem Modem **19**, **30a** von der RFU **21**, **31a**.

[0409] Die folgenden Leitungen führen die beschriebenen Signale zu dem Modem **19** von der STIMU **35**. Die 80 MHZ-Leitung **167** führt ein 80 MHz-ECL-Taktsignal. Ein ähnliches Signal wird dem Modem **30a** von einer Zeiteinteilungseinheit (nicht gezeigt) in der Teilnehmerstation zugeführt. Die 16 KHZ-Leitung **168** führt ein Haupt-TX-CLK-Signal, das in der Basisstation verwendet wird. Die SOMF-Leitung führt ein Hauptrahmenstartsignal in der Basisstation von der STIMU. Dieses Signal wird im Modem nicht verwendet, sondern an die CCU **18**, **29** geschickt.

[0410] Die folgenden Leitungen führen die beschriebenen Signale vom Modem **19**, **30a** zur CCU **18**, **29**. Die TX-CLK-Leitung **171** führt ein 16 KHz-Taktsignal, das die CCU die Symbolsendezeiteinteilung gibt. Symbole

werden in das Modem mit der ansteigenden Flanke dieses Taktes getaktet. In der Basisstation haben alle Schlitze denselben Haupt-TX-Takt. Somit werden alle Signale von der Basisstation zur selben Zeit geschickt. In der Teilnehmerstation ist der TX-Takt durch die Teilreichweitenverzögerung durch das Modem aufgrund von Informationen, die von der CCU geliefert werden, versetzt. Die RX-Taktleitung **172** führt das 16 KHz-Taktsignal, das von dem empfangenen Signal abgeleitet wird. Dieses Signal wird immer in der Teilnehmerstation bereitgestellt, aber nur während der Steuerschlitzannahme in der Basisstation. Dieses Taktsignal taktet das empfangene Symbol zu der CCU aus und gibt der CCU die Symbolzeiteinteilung. Die RX-Daten-Leitungen **173** führen das 4-Bit-Empfangssymbol, das durch das RX-Taktsignal getaktet wird. Der MOD-Bus **157** führt Zustands- und Dateninformationen von dem Modem. Die MOD-SOMF-Leitung **175** schickt das SOMF-Signal von der STIMU zu der CCU in der Basisstation. Die AM-Abtastimpuls-Leitung **176** führt einen Hoch-zu-Niedrig-Übergang, um der CCU eine grobe Rahmenmarkierung während der RCC-Annahme in der Teilnehmerstation zu geben. Dies ist eine monostabile Leitung, die gepulst wird, Wenn der Mikroprozessor **141** die ungefähre Stelle des AM-Loches feststellt.

[0411] Die folgenden Leitungen führen die beschriebenen Signale vom Modem **19**, **30a** zu jeder RFU **21**, **31a**. Der RF-RX-Bus **178** ist ein 8-Bit-Bus zwischen dem Modem und dem RFU-Teil. Dieser Bus fördert AGC- und Frequenzwählinformationen zu dem RF-RX-Teil. Das Modem steuert die zu schickenden AGC-Werte und schickt CCU-Frequenzwählinformationen. Die Frequenzwählinformationen werden dem Modem durch die CCU über den MOD-Bus **157** zugeführt. Während des Lehrbetriebes steuert das Modem die RF-RX-Frequenzwahl. Der RF-TX-Bus **179** ist ein 8-Bit-Bus zwischen dem Modem und dem RFU-TX-Teil. Dieser Bus überträgt TX-Leistungspegel- und Frequenzwählinformationen an den RFU-TX-Teil. Das Modem hat nichts mit diesen zutun, so daß die Informationen nur zu dem RF-TX-Teil geschickt werden. Die RX-80MHZ-REF-Leitung **180** führt ein ECL-80-MHz-Bezugstaktsignal zum RFU-RX-Teil. Die TX-EN-Leitung **182** zu dem RFU-TX-Teil führt ein Signal, um die RF-Übertragung einzuschalten. Die RX-EN-Leitung **183** zum RFU-RX-Teil führt ein Signal, um den RF-Empfang einzuschalten. Die AGC-WR-Leitung **184** führt einen Schreibabtastimpuls, um die AGC-Daten im RFU-RX-Teil festzuhalten. Die RXFREQ-WR-Leitung **185** führt einen Schreibabtastimpuls zum Frequenzschreiben zum RFU-TX-Teil. Die PWR-WR-Leitung **186** führt einen Schreibabtastimpuls, um die Leistungsinformation im RFU-TX-Teil festzuhalten. Die PWR-RD-Leitung **187** führt einen Leseabtastimpuls, um Leistungsinformationen vom RFU-TX-Teil zurückzulesen. Die TXFREQ-RD-Leitung **188** führt einen Leseabtastimpuls, um die Sendefrequenz vom RFU-TX-Teil zurückzulesen. Die TXFREQ-WR-Leitung **189** führt Schreibabtastimpuls-Frequenzschreibdaten zum RFU-TX-Teil. Die IF-Sendeleitung **190** führt das gesendete Signal mit IF-Frequenz zur RFU.

[0412] Die folgenden Leitungen führen die beschriebenen Signale Vom Modem **19** zur STIMU **35**. Der VCXO-Bus **192** ist ein 20-Bit-Datenbus zu einem VCXO in der STIMU **35** mit Steuerinformationen für die Frequenzverfolgung. DIe VCXO-WR-Leitung führt einen Schreibimpuls zur VCXO-Schaltung zum Einrasten des VCXO-Bus **192** in den VCXO. Ähnliche Signale werden von dem Modem **30a** zu einer Zeiteinteilungseinheit (nicht gezeigt) in der Teilnehmerstation geführt.

[0413] Der Basisstationsmodembetrieb ist einer festen RF-Frequenz zugeordnet. Die Kommunikation in der Basisstation ist Voll-Duplex, daher arbeiten der Modemempfänger- und -sender gleichzeitig. Einem Modem ist auch die Aufgabe des Steuerfrequenzkanalmodems zugewiesen, so daß es nur Informationen mit dem Funksteuerkanal (RCC)-Format während der zugewiesenen Steuerschlitzperiode sendet und empfängt. Alle Übertragungen von den Basisstationsmodems werden auf das Haupt-TX-Taktsignal bei 16 KHz auf der Leitung **171** getaktet. Anders als die Teilnehmermodems geben die Basisstationsmodems **19** an die CCU **18** den Bruchteil der Symbolzeit zwischen dem Haupt-TX-Taktsignal auf der Leitung **171** und dem abgeleiteten RX-Taktsignal auf der Leitung **172** im Modem **19** aus. Diese Information wird dann zu der Teilnehmerstation im RCC geschickt, so daß die Teilnehmerstation ihre Übertragung verzögert, so daß ihr Signal in der Basisstation synchron mit allen anderen Schlitzen empfangen wird.

[0414] Das Basisstationsmodem **19** sendet auch ein Nullenergiesignal im Steuerschlitz, um das RCC-AM-Loch (das einen Rahmenbezug herstellt) zu liefern, wenn die RFU ein Nullenergiesignal sendet. Dieser Nicht-Trägerabschnitt der RCC-Übertragung wird für die anfängliche RX-Annahme in der Teilnehmerstation verwendet.

[0415] Das Modem **19** weiß nichts von der Tatsache, daß vier von der CCU **18** multigeplexte Sprachcodecs in der Basisstation für vier 16-PSK-Teilnehmerschlitzzuordnungen sind. Das Modem **19** akzeptiert den Bitstrom von der CCU **18** und behandelt die Übertragung wie einen einzelnen Codecteilnehmer.

[0416] Alle Vorgänge im Teilnehmerstationsmodem **30a** werden von dem empfangenen RX-Taktsignal auf der

Leitung **172** abgeleitet, das aus der empfangenen Übertragung geholt wird. Dies dient als Haupttakt der Teilnehmerstation. Das TX-Taktsignal auf der Leitung **171** zur CCU **29** ist kein Haupttakt wie in der Basisstation. Es wird vom RX-Taktsignal auf der Leitung **172** abgeleitet und um die Bruchteilzeit, die ausgewählt von der CCU **29**, verzögert. Die CCU **29** bestimmt die Verzögerung vom RCC. Die Verzögerung wird durch die Entfernung zwischen der Basis- und Teilnehmerstation bestimmt. Die CCU **29** der Teilnehmerstation führt diese Teilzeitinformation dem Modem **30a** über dem MOD-Bus **157** zu. Das Modem **30a** berücksichtigt selbst die Teilverzögerung. Die CCU **29** berücksichtigt die ganzzahlige Symbolverzögerung durch Einführung des TX-SOS-Signals auf die Leitung **162**, das durch die richtige Anzahl von Symbolen verzögert ist. Dieser Vorgang gleicht die von der Basisstation ankommenden Signale von Änderungen in der Reichweite aller Teilnehmerstationen aus.

[0417] Die Kommunikation in der Teilnehmerstation ist Halb-Duplex. Wenn somit der Sender in Ruhe ist, ist er gesperrt. Das Modem **30a** ist, wenn es nicht aktiv sendet, in seine Empfangsbetriebsart geschaltet und kann somit die Verstärkungspegel des Empfangssignals überwachen, das vorbereitet wird, wenn ein Stoß von der Basisstation ankommt.

[0418] Das Teilnehmerstationsmodem **30a** sendet nicht ein AM-Schutzband für den RCC-Schlitz. Es ist keines notwendig, da die Basisstation den Rahmen bestimmt. Anders als die festen Frequenzbasisstationsmodems **19** können die Teilnehmerstationsmodems **30a** auch Daten über irgendeine der 26 Frequenzen senden oder empfangen, die in der RFU von der CCU **29** ausgewählt werden.

[0419] Es gibt viele Quellen der Verzögerung im Modem, die einen ausgesprochenen Einfluß auf die Systemzeiteinteilung haben. Zu diesen Dingen gehören Analogfilterverzögerungen, Ausbreitungsverzögerungen, FIR-Filterverarbeitungsverzögerungen usw. Diese Verzögerungen verschieben die TX- und RX-Rahmen gegeneinander und diese Verschiebungen müssen sorgfältig berücksichtigt werden.

[0420] Die Verzögerung zwischen dem TX-SOS-Signal auf der Leitung **162** in der Basisstation und der ersten empfangenen Analog-Symbol-"Spitze" in der Basisstation beträgt + 7,4 Symbole. Daher gibt es eine Verzerrung zwischen den TX- und RX-Schlitzen. Um die eingehende Phase richtig zu entschlüsseln, muß das Modem mit dem Abtasten von ungefähr 3,5 Symbolen beginnen, bevor die "Spitze" ankommt. Nachher beträgt die Verzerrung zwischen dem TX-SOS-Signal und dem Beginn der RX-Abtastung ungefähr 4 Symbole in der Länge.

[0421] In der Basisstation beginnt der Start des RX-Schlitzes ungefähr 4 T nach dem Start des TX-Schlitzes. Der RX-Schlitzstart ist als die Zeit bestimmt, in der der erste Analogabtastwert hereingenommen wird, um die erste "Spitze" festzustellen, die empfangen wird.

[0422] Die Teilnehmerstationstakte werden vollständig von einem Haupt-80-MHz-VCXO in der Teilnehmerstations-Zeiteinteilungseinheit (nicht gezeigt) abgeleitet. Der VCXO wird durch eine Analogleitung vom Modem **30a** gesteuert. Von dieser werden alle Empfangs- und Sendetakte berechnet. Das Modem **30a** beliefert dann die CCU **29** mit dem 16 KHz-RX-Taktsignal auf der Leitung **172**, das von dem eingehenden Datenstrom abgeleitet wird. Die CCU **29** ermittelt selbst das eindeutige Wort im Steuerkanal und kann Rahmen- und Schlitzmarkierungen vom eindeutigen Wort und dem RX-Taktsignal auf der Leitung **172** feststellen. Das AM-Lochsignal vom Signal, das von dem Modem demoduliert wurde, informiert die CCU **29** darüber, wo sie nach dem eindeutigen Wort zu schauen hat.

[0423] Während des Empfangens eines Schlitzes, führt das Modem **19**, **30a** eine Frequenzsynchronisatior. durch Annahme durch und setzt dann die Verfolgung fort. In der Teilnehmerstation steht der VCXO unter der direkten Leitung des Mikroprozessors **141** über einen D/A-Wandler. Die Mikroprozessorfrequenzannahme und die Verfolgungsalgorithmen berechnen die Änderungen in dem VCXO, die zur Aufrechterhaltung der Synchronisation notwendig sind.

[0424] In der Basisstation ist ein in der STIMU **35** angeordneter OCXO fest und wirkt als Haupttakt des Systems. Daher werden keine Frequenzabweichungen beim Empfang auftreten.

[0425] Während des Empfanges irgendeines Schlitzes, führt das Modem **19**, **30a** auch eine Bitsynchronisation auf der Bitsynchronisationsverwürfelung des empfangenen Datenstroms aus. Ein Algorithmus führt eine Bitverfolgungsschleife im Empfänger durch. Der Mikroprozessor **141** hat die Leitung über einen variablen Frequenzteiler des 80 MHz-VCXO oder OCXO (nur während der Steuerschlitzdemodulation). Innerhalb der Bitverfolgungsschleife wandelt der Mikroprozessor **141** die Frequenzteilung ab, um die Bitsynchronisation zu erhalten. Während des Empfangens eines Sprachkanals haben die Teilungswerte Schrittgrößen von 0,1% von

16 KHz, aber während eines Steuerschlitzes können die Werte sich drastischer um bis zu +/– 50% ändern.

[0426] Die Rahmensynchronisation wird auf vollständig verschiedene Art und Weisen in der Basisstation und den Teilnehmerstationen gehandhabt. In der Basisstation wird das Haupt-SOMF-(Beginn des Modemrahmens)-Signals zu der CCU **18** auf der Leitung **175** von der Zeiteinteilungseinheit auf der Leitung **169** über das Modem **19** geschickt. Dies ist das Haupt-SOMF-Signal, das für alle Übertragungen von der Basisstation verwendet wird. Von diesem und dem Hauptsystemsymboltaktsignal (16 KHz) kann die CCU **18** alle Schlitz- und Rahmenzeiteinteilungen ableiten.

[0427] In der Teilnehmerstation wird die Rahmensynchronisation durch die CCU **29** mit der Wahrnehmung des eindeutigen Wortes im empfangenen RCC-Datenstrom durchgeführt. Nach der anfänglichen Annahme liefert das Modem **30a** eine einzelne ungefähre Rahmenmarkierung (AM-Abtastimpuls) auf der Leitung **176**. Während der Annahme sucht das Modem **30a** nach dem AM-Loch im RCC. Wenn das AM-Loch ermittelt wird, zählt es das Modem **30a** für einpaar Rahmen und schickt dann die AM-Abtastimpulsmarkierung auf der Leitung **176** zu der CCU **29** an dem Rahmenort des AM-Loches. Die CCU **29** benutzt die Abtastimpulsmarkierung um anfängliche Rahmenmarkierungszähler (Fenster) aufzustellen, die durch die CCU-Software für eine genaue Rahmensynchronisation abgewandelt werden können. Dies bedeutet auch, daß das AM-Loch festgestellt wurde und der RCC angenommen wurde.

[0428] Die Schlitzsynchronisation steht unter der Leitung der CCU **18**, **29**. Die Signale TX-SOS auf der Leitung **162** und RX-SOS auf der Leitung **163** sind Befehle an das Modem **19**, **30a**, die Übertragung oder den Empfang eines Schlitzes zu beginnen. Diese Signale werden auf das TX-Taktsignal auf der Leitung **171** und das RX-Taktsignal auf der Leitung **172** jeweils synchronisiert.

[0429] Die Selbstanpassungsbetriebsart ist ein zurückgeschleifter Zustand, in den das Modem eintritt, um den digitalen FIR-Filterkoeffizienten beizubringen, jegliche Empfangsanalogfilter-Verschlechterungen zu berichtigen, die mit der Zeit oder mit der Temperatur auftreten können. Diese Analyse wird durch Zurückführen der Schleife der Sendedaten durch die RF-Einheit und durch Empfangen eines bekannten Musters im Empfänger durchgeführt. Die Koeffizienten werden über ein fünf Grenzwertsbedingungen aufweisendes LaGrangesches System optimiert. Diese Grenzwertbedingungen sind (1) der empfangene Datenstrom, (2) der um 0,05 T verzögerte Datenstrom, (3) der um 0,05 T vorgerückte Datenstrom, (4) der Datenstrom von dem benachbarten oberen Kanal und (5) der Datenstrom vom benachbarten unteren Kanal.

[0430] Während des Lehrens führt der Mikroprozessor **141** dem TX-FIR-Filter **131** auf der Leitung **143** eine Folge von 32 symbollangen Lehrmustern zu. Dies wird über einen FIFO-Stapelspeicher (nicht gezeigt) durchgeführt, der während der Lehrbetriebsart eingeschaltet ist. Voreilungen/Verzögerungen werden durch die Empfangsbitverfolgungsschaltung durchgeführt, welche die beiden Ströme um 0,05 T verzerrt.

[0431] Die CCU **18**, **29** versetzt das Modem **19**, **30a** in die Lehrbetriebsart, um dem Modemsendeteil zu gestatten, die speziellen Lehrdaten von FIFO-Stapelspeicher im Modem zu lesen. Der Empfangsteil wird für einige der Prüfungen vorgerückt/verzögert. Wenn der Vorgang fertig ist, sendet das Modem eine Zustandsnachricht an die CCU **18**, **29**, daß die Koeffizienten berechnet sind. In diesem Zeitpunkt testet die CCU **18**, **29** das Modem, indem sie es in ihren normalen Betrieb versetzt und ein festes Muster ausliest, das der RFU **21**, **31a** befiehlt, in der Schleife zurückzugehen und die zurückgegebenen Daten zu lesen und auf GÜltigkeit zu prüfen.

[0432] Das Modem ist näher in der Druckschrift DE 36 09 394 C2 beschrieben, die den gleichen Zeitrang aufweist wie die vorliegende Anmeldung und deren Offenbarung hier mit einbezogen ist.

RF/IF-Einheit (RFU) und Antennenschnittstelle

[0433] Das RFU-Untersystem liefert die Kommunikationskanalverbindung zwischen dem Modem und den Antennen sowohl in der Basisstation als auch in der Teilnehmerstation. Die RFU arbeitet als ein Linearamplituden- und Frequenzübersetzer und ist im wesentlichen für die Kanaldaten und Modulationscharakteristiken transparent.

[0434] Die Antennenschnittstellenschaltung für die Teilnehmerstation ist in Fig. 28 gezeigt. Eine RFU-Steuerlogikschaltung **192** ist mit der Sendeantenne **32** und den drei Empfangsantennen **32a**, **32b** und **32c** durch die Antennenschnittstellenschaltung verbunden. Die RFU-Steuerlogikschaltung **192** ist auch mit dem Sendeteil des Modems **30a** und den Empfangsteilen der Modems **30a**, **30b** und **30c** verknüpft. Tatsächlich sind **32** und **32a** dieselben Antennen.

[0435] Der Sendeteil der Antennenschnittstelle beinhaltet eine Aufwärtsumsetzer- und Verstärkerschaltung **193**, einen TX-Normalfrequenzgenerator (mit Frequenzsynthese), einen Leistungsverstärker **196** und einen TX/RX-Betriebsartschalter **197**. Ein erster Empfangsteil RX 1 der Antennenschnittstelle beinhaltet einen Abwärtsumsetzer und Verstärker **198**, einen RX-Normalfrequenzgenerator (mit Frequenzsynthese) **199**, einen Vorverstärker **200**, der mit dem Schalter **197** verbunden ist. Jeder zusätzliche Diversity-Empfangsteil, TXn (n = 2, 3) beinhaltet einen Abwärtsumsetzer und Verstärker **202**, einen RX-Normalfrequenzgenerator (mit Frequenzsynthese) **203** und einen Vorverstärker **204**.

[0436] Die RFU-Steuerlogikschaltung **192** führt die folgenden Signale dem Sendeteil der Antennenschnittstellenschaltung als Antwort auf Signale zu, die vom Sendeteil des Modems **30a** empfangen werden. (1) Ein TX-Freigabesignal auf dar Leitung **206**, um den TX/RX-Schalter **197** dazu zu bringen, die Übertragung durch die Sendeantennen **32** freizugeben, (2) ein IF-Eingabesignal auf der Leitung **207** zu dem Aufwärtsumsetzer und Verstärker **193**, (3) ein Leistungssteuersignal auf der Leitung **208**, auch zum Aufwärtsumsetzer und Verstärker **193**, (4) ein Taktbezugssignal auf der Leitung **209** zum TX-Normalfrequenzgenerator **194**, und (5) ein Kanalwählsignal auf der Leitung **210**, auch zum TX-Normalfrequenzgenerator **194**. Der TX-Normalfrequenzgenerator (Synthesizer) **194** spricht auf das Kanalwählsignal auf der Leitung **210** dadurch an, daß er ein TX-Frequenzwählsignal auf der Leitung **211** dem Aufwärtsumsetzer und Verstärker **193** zuführt, das gleich der Differenz zwischen der gewünschten Sendefrequenz und der Modem-IF-Frequenz ist.

[0437] Die RFU-Steuerlogikschaltung **192** führt die folgenden Signale jedem Empfangsteil der Antennenschnittstellenschaltung als Antwort auf Signale zu, die von den jeweiligen Empfangsteilen der Modems **30a**, **30b** und **30b** empfangen werden: (1) Ein TX-Freigabesignal auf der Leitung **213** um die Abwärtsumsetzer- und Verstärkerschaltungen **198**, **202** dazubringen, in zwei Empfangsbetriebsarten zu arbeiten, (2) ein automatisches Verstärkungssteuerungs-(AGC)-Signal auf den Leitungen **214** zu den Abwärtsumsetzer- und Verstärkerschaltungen **198**, **202**, (3) ein Taktbezugssignal auf den Leitungen **215** zu den RX-Normalfrequenzgeneratoren (Synthesizers) **199**, **203** und (4) ein Kanalwählsignal auf den Leitungen **216** auch zu den RX-Normalfrequenzfeneratoren **199**, **203**, das auf das Kanalwählsignal auf den Leitungen **216** dadurch anspricht, daß es ein RX-Frequenzwählsignal auf den Leitungen **217** den Abtastumsetzer- und Verstärkerschaltungen **198**, **202** zuführt, das gleich der Differenz zwischen der gewünschten Empfangsfrequenz und der Modem-IF-Frequenz ist. Die Abwärtsumsetzer- und Verstärkerschaltungen **198**, **202** führen IF-Ausgabesignale auf der Leitung **218** der RFU-Steuerlogikschaltung **192** zur Abgabe an die Empfangsteile der jeweiligen Modems **30a**, **30b** und **30c** zu.

[0438] Die Aufwärtsumsetzer- und Verstärkerschaltung **193** im Sendeteil empfängt das modulierte IF-Signal auf der Leitung **207**, verstärkt es und übersetzt es in die ausgewählte RF-Kanal-Frequenz. Eine Kombination von Filtern (nicht gezeigt), Verstärkern **196**, **197** und Pegelsteuerschaltungen (nicht gezeigt) wird dann dazu verwendet, den richtigen Ausgabepegel zu liefern und unerwünschte Signale auf der Spiegel- und Oberschwingungsfrequenz zu unterdrücken. Die Senderausgabefrequenz ist die Summe der Modem-IF-Frequenz und einer Umwandlungsfrequenz, die in 25 KHz-Stops aus der von dem Modem zugeführten Bezugsfrequenz zusammengesetzt ist.

[0439] Die Teilnehmerstations-RFU arbeitet als Halb-Duplex-Sende- und Empfangsgerät, wobei die Empfänger während den Sendeintervallen nicht aktiv sind. Die Sendeimpulsstoßrate ist ausreichend hoch, um dem Benutzer einen Voll-Duplex-Betrieb zu simulieren. Der zugeordnete Frequenzkanal ist der durch die Basisstations-RPU ausgewählte Frequenzkanal.

[0440] Die Antennenschnittstellenschaltung für die Basisstation ist in Fig. 29 gezeigt. Eine RFU-Steuerlogikschaltung **219** ist mit der Sendeantenne **23** und den drei Empfangsantennen **34a**, **34b** und **34c** durch die Antennenschnittstellenschaltung verbunden. Die RFU-Steuerlogikschaltung **219** ist auch mit dem Sendeteil des Modems **19** und den Empfangsteilen der Modems **19**, **19b** und **19c** verknüpft. (Modems **19b** und **19c** sind Diversity-Modems, die in Fig. 2 nicht gezeigt sind.)

[0441] Der Sendeteil der Antennenschnittstelle beinhaltet eine Aufwärtsumsetzer- und Verstärkerschaltung **220**, einen TX-Normalfrequenzgenerator (mit Frequenzsynthese) (Synthesizer) **221**, einen Leistungsverstärker **222**, einen Hochleistungsverstärker **223** in einem Leistungsdetektor **224** und einen Bandfilter **225**. Ein erster Empfangsteil RX 1 der Antennenschnittstelle beinhaltet einen Abwärtsumsetzer und Verstärker **230**, einen RX-Normalfrequenzgenerator (mit Frequenzsynthese) (Synthesizer) **231**, einem Vorverstärker **232** und einen Bandfilter **233**. Jeder zusätzliche Diversity-Empfangsteil (RXn beinhaltet einen Abwärtsumsetzer und Verstärker **234**, einen RX-Normalfrequenzgenerator (mit Frequenzsynthese) (Synthesizer) **235**, einen Vorverstärker **236** und einen Bandfilter **237**.

[0442] Die RFU-Steuerlogikschaltung **219** führt die folgenden Signale dem Sendeteil der Antennenschnittstellenschaltung als Antwort auf Signale zu, die vom Sendeteil des Modems **19** empfangen werden: (1) Ein TX-EIN-Signal auf Leitung **239** zum Aufwärtsumsetzer und Verstärker **220** zum Einschalten des Sendeteiles, um die Übertragung durch die Sendeantenne **23** freizugeben, (2) ein IF-Eingabesignal auf der Leitung **240** auch zum Aufwärtsumsetzer und Verstärker **220**, (3) ein Taktbezugssignal auf der Leitung **24** zum TX-Normalfrequenzgenerator **221**, und (4) ein Kanalwählsignal auf der Leitung **242** auch zum TX-Normalfrequenzgenerator **221**. Der TX-Normalfrequenzgenerator **221** spricht auf das Kanalwählsignal auf der Leitung **242** dadurch an, daß er ein RX-Frequenzwählsignal auf der Leitung **243** dem Aufwärtsumsetzer und Verstärker **220** zuführt, das gleich der Differenz zwischen der gewünschten Sendefrequenz und der Modem-IF-Frequenz ist. Ein Pegelsteuersignal wird auf der Leitung **244** vom Leistungsdetektor **224** zum Aufwärtsumsetzer und Verstärker **220** zugeführt.

[0443] Die RFU-Steuerlogikschaltung **219** führt die folgenden Signale jedem Empfangsteil der Antennenschnittstellenschaltung als Antwort auf Signale zu, die von den jeweiligen Empfangsteilen der Modems **19**, **19b**, **19c** empfangen werden: (1) Ein automatisches Verstärkungssteuer (AGC)-Signal auf den Leitungen **245** zu den Abwärtsumsetzer- und Verstärkerschaltungen **230**, **234**, (2) ein Taktbezugssignal auf den Leitungen **246** zu den RX-Normalfrequenzgeneratoren **231**, **235**, und (3) ein Kanalwählsignal auf den Leitungen **247** auch zu den RX-Normalfrequenzgeneratoren **231**, **235**. Die RX-Normalfrequenzgeneratoren **231**, **235** sprechen auf das Kanalwählsignal auf den Leitungen **247** dadurch an, daß sie ein RX-Frequenzwählsignal auf den Leitungen **248** den Abwärtsumsetzer- und Verstärkerschaltungen **230**, **234** zuführen, das gleich der Differenz zwischen der gewünschten Empfangsfrequenz und der Modem-IF-Frequenz ist. Die Abwärtsumsetzer- und Verstärkerschaltungen **230**, **231** führen IF-Ausgabesignale auf der Leitung **249** der RFU-Steuerlogikschaltung **219** zur Abgabe an die Empfangsteile der jeweiligen Modems **19**, **19b**, **19c** zu.

[0444] Die RFU's in der Basisstation und den Teilnehmerstationen sind ähnlich mit Ausnahme des zusätzlichen Hochleistungsverstärkers **223**, der dazu verwendet wird, die Sendeleistung der Basisstations-RF-Ausgaben zu erhöhen. Die Grundfunktion der RFU's in jeder Station besteht darin, das modulierte IF (20,2 MHz)-Signal vom Modemsendeteil in die gewünschte RF-Sendefrequenz im 450 MHz-UHF-Bereich umzuwandeln. Die Empfangsseite der RF-Einheit führt die entgegengesetzte Maßnahme des Abwärtsumsetzens der Empfangs-450-MHz-UHF-Signale in ein IF-Signal bei 20 MHz aus. Die Sende- und Empfangsfrequenzen sind um 5 MHz voneinander versetzt. Die RF-Einheiten sind durch die CCU-Steuerfunktion programmiert, um auf verschiedenen Frequenzen zu arbeiten, die im Gesamtsystem verwendet werden. Typischerweise ist jede Basisstations-RFU so eingestellt, daß sie auf einer vorgegebenen Frequenzzuordnung bei der Systemeinleitung arbeitet und sich nicht ändert. Die Anzahl der RFU's in der Basisstation entspricht der Anzahl von Sende- und Empfangsfrequenzkanalpaaren, die in der Basisstation gestützt werden. Die Teilnehmerstations-RFU's ändern typischerweise die Betriebsfrequenz mit jeder neuen Telefonverbindung.

[0445] Die RFU's beinhalten variable AGC- und Sendeleistungspegeleinstellungen. Der AGC-Verstärkungskoeffizient wird durch das Modem auf der Basis einer Berechnung im Empfangsteilprozessor **141** im Modem geliefert. Der Teilnehmerstations-Sendeleistungspegel wird von der CCU auf der Grundlage von Nachrichten, die von der Basisstation auf dem RCC-Kanal empfangen werden, und anderen Steuerparametern berechnet.

[0446] Wenn alle Schlitze in einem Frequenzkanal nicht benutzt werden, sendet die RFU ein Ruhemuster, das von der CCU in sie gesetzt ist. Wenn ein voller Frequenzkanal nicht benutzt wird, kann der Sender für diese Frequenz durch die CCU-Software über das Modem abgeschaltet werden.

[0447] Die Schaltzeit für die Diversity-Schaltungen betragen weniger als 50 ms.

[0448] Drei Antennen und drei getrennte RF/IF-Einheiten sind vorgesehen. (Einfach Senden, drei Empfang).

[0449] Viele Teile der Basisstations-RFU und der Antennenschnittstelle sind mit dem oben für die Teilnehmerstation beschriebenen Teilen identisch. Dieser Unterabschnitt hebt die Unterschiede hervor.

[0450] Die Basisstations-RFU's und Antennenschnittstellenschaltungen arbeiten auf einer Voll-Duplex-Basis. Alle Sender und Empfänger arbeiten normalerweise im 100% Dienstzyklus. Außerdem ist es wirtschaftlich attraktiv, wenn die Basisstation mit einer höheren Sendeleistung arbeitet und Empfänger mit niedrigem Rauschfaktor mit Diversity verwendet werden. Der Sender ist für einen Betrieb beim höchstzulässigen Leistungspegel ohne dynamische Steuerung bestimmt. Empfangsdiversity wird durch mehrfache Empfangsantennen und mehrfache Modems geschaffen.

[0451] Die Basisstation ändert gewöhnlich die Betriebsfrequenz und den Sendeleistungspegel während eines normalen Betriebes nicht. Die Sende- und Empfangsteile sind voll auf jeden der 26 Kanäle einstellbar.

[0452] Der Sendeteil der Basisstations-Antennenschnittstelle empfängt das modulierte IF-Eingabesignal auf der Leitung **239** vom Modem und verarbeitet es wie im Teilnehmersendeteil, der oben beschrieben ist. Es wird weiter auf den erforderlichen Leistungspegel verstärkt und durch einen Hohlraum-Vorwählbandfilter **225** gefiltert, um Geräusche auf den Betriebsfrequenzen von gleichermaßen angeordneten Empfängern zu vermindern und den unerwünschten Ausstrahlungspegel herabzusetzen.

[0453] Der Basisstations-Empfangsteil der Antennenschnittstelle ist zu dem Empfangsteil, der für die Teilnehmerstation beschrieben wurde, ähnlich, außer daß dem Vorderende Hohlraum-Vorwählbandfilter **233**, **237** vorgeschaltet sind, welche dabei helfen, Endsensibilisierung, die von gleichermaßen angeordneten oder nahen Sendern verursacht wird, auszuschalten. Niedrigrausch-Vorverstärker werden auch dazu verwendet, den verwendbaren Schwellensignalpegel zu verringern. Alle Antennen **23**, **34a**, **34b**, **34c** haben eine 30-dB-Trennung von jeder anderen Antenne. Eine zusätzliche Trennung ist in den Sende- und Empfangsteilen vorgesehen, um eine Trennung von ungefähr 80 dB zwischen den gesendeten Signalen und den empfangenen Signalen sicherzustellen. Der Bandfilter, die Vorverstärker und Verstärker sind neben den entsprechenden Sende- und Empfangsantennen angeordnet.

Diversity-Empfangsverarbeitung

[0454] Diversity-Empfang wird dazu verwendet, um die Wahrscheinlichkeit eines Kanalschwundes unter die angenommene Schwelle zu vermindern. Das Diversity-System ist in der Lage, eine Dreizweig-Diversity über den Pfad vom Teilnehmer zur Basis und dem Pfad von der Basis zum Teilnehmer zu legen. Die Diversity-Hardware sowohl in der Basisstation als auch in den Teilnehmerstationen beinhaltet eine spezielle Diversity-Kombinierschaltung, drei Modems und ihre zugehörigen RF-Einheiten und Antennen. Nur eine Modem-RFU-Antennenkombination hat Sendefähigkeit. Obwohl die Diversity-Kombinierschaltung **33** nur im Teilnehmersystemdiagramm von ist.

[0455] Fig. 2 gezeigt ist sie in der Basisstation vorhanden und mit den Modems und der CCU in der Basisstation auf dieselbe Art und Weise wie in der Teilnehmerstation verbunden.

[0456] Wenn sie im Diversity-Empfang arbeitet, benutzt die Basisstation oder die Teilnehmerstation drei Empfangsantennen, die um einen genügend großen Abstand voneinander getrennt sind, um sicherzustellen, daß Schwundmerkmale der empfangenen Signale nicht zueinander in Beziehung gesetzt werden. Diese drei Antennen speisen durch die drei identischen Empfangsteile zu der RFU-Steuerlogikschaltung, deren IF-Ausgabesignale in getrennte Modems zur Demodulation gehen. Ein TMS-320-Mikroprozessor in der Diversity-Kombinierschaltung **33** (Diversity-Prozessor) nimmt die Ausgabesignale von den Modems auf und liefert einen zuverlässigeren Datenstrom an den Rest des Systems auf eine Art und Weise, die ein einzelnes Modem emuliert. Für die beiden Aufgaben der Durchführung der Diversity-Kombination und des Erscheinens als ein einzelnes Modem für die CCU sind die Diversity-Prozessor-Hardware und -Software verantwortlich.

[0457] Der Diversity-Prozessor liest aus den drei Modems ihre Datensymbole, AGC-Werte, Signal + Rauschen, Größe und Phasenfehler (Abweichung der wahrgenommenen Phase von den Idealen 22,5°-Bezugsvektoren). Der zum Bestimmen des demodulierten Symbols verwendete Algorithmus beinhaltet die Verwendung einer Entscheidungslogik und Berechnungen der Signal-zu-Geräusch-Verhältnisse für jedes Modem, um das Modem mit der höchstwahrscheinlich richtigen Antwort zu erkennen.

[0458] Die Register der Diversity-Prozessor-CCU-Schnittstelle sind mit den Registern der Modems beinahe identisch, außer daß die zusätzlichen Register, die dazu verwendet werden, in der Diversity-Verarbeitungsfunktion benutzte Informationen weiterzugeben, nicht benötigt werden, so daß nur drei Adressenbits notwendig sind.

[0459] Da die Eingabe/Ausgabe-Fähigkeiten des TMS320-Mikroprozessors klein sind und der größte Teil der Verarbeitung mit einem Eingabe/Ausgabe-Registertyp zu einer Zeit arbeitet, wird ein besonderes Register, das die Registeradresse, die zu der Zeit benötigt wird, hält, verwendet. Beispielsweise muß der AGC-Wert von jedem Modem gelesen werden, der Höchstwert ausgewählt und das Ergebnis in die Eingabe/Ausgabe-Register des Diversity-Prozessors eingelesen, wo sie von der CCU gelesen werden können. Das Adressieren dieser Register wird am wirksamsten gemacht, wenn die Adresse des AGC-Registers zuerst zu einem Anschluß (port) gelesen wird, wo sie auf die Modem-Adressenleitungen gesetzt wird. Danach muß der Prozessor nur

das richtige Modem oder die Mikroprozessor-Registerreihe adressieren, wodurch Eingabe/Ausgabe-Vorgänge beschleunigt werden.

[0460] Im Teilnehmerstation-Diversity-System hat jedes Modem seine eigene Zeiteinteilungseinheit, und die Zeiteinteilungssignale, die von den drei Modems in dem Diversity-System benutzt werden, müssen nicht unbedingt in Phase sein. Da die drei Modemtaktsignale der drei Modems nicht aufeinander synchronisiert sind, sind Signalspeicher notwendig, um die Datensymbolausgabe von jedem Modem zu halten, bis sie der Diversity-Prozessor liest.

[0461] Eine wichtige Funktion des Diversity-Prozessors besteht in der Aufrechterhaltung der Kommunikationen zwischen der CCU und den drei Modems. Diese Kommunikation muß schnell genug ausgeführt werden, um alle Erfordernisse der CCU's zu erfüllen, aber nicht so schnell, daß der Diversity-Prozessor überlastet wird.

Patentansprüche

1. Teilnehmerstation für ein Funkkommunikationssystem, in welchem Signale von einer Basisstation zu einer Teilnehmerstation über einen entsprechenden Vorwärtskanal auf einer zugewiesenen Vorwärtsfrequenz einer Vielzahl von Vorwärtsfrequenzen übertragen werden und in welchem Signale von einer Teilnehmerstation zu einer Basisstation über einen entsprechenden Rückwärtskanal auf einer zugewiesenen Rückwärtsfrequenz einer Vielzahl von Rückwärtsfrequenzen übertragen werden, wobei jeder der Vorwärtskanäle und der Rückwärtskanäle in eine Folge von Zeitschlitzen unterteilt ist, wobei eine Gruppe aufeinander folgender Zeitschlitze einen Rahmen definiert und alle Rahmen innerhalb des Funkkommunikationssystems zueinander synchronisiert sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Teilnehmerstation (**10**) Eingangsschnittstellen (**53**, **62**) zum Empfang von Sprachsignalen und Datenströmen aufweist,
dass die Teilnehmerstation Sprachsignalverarbeitungsmittel (**55**) zum Erzeugen komprimierter Sprachabtastsignale und Mittel (**64**, **28**) zum Formatieren der Datenströme in Datenpakete aufweist,
dass die Teilnehmerstation Mittel (**28**, **29**, **30**) zum Platzieren der komprimierten Sprachabtastsignale beziehungsweise der Datenpakete in Zeitschlitze des Rückwärtskanals umfasst, und
dass die Zeitschlitze des Rückwärtskanals mit den Zeitschlitzen des Vorwärtskanals bezogen auf die Haupttaktzeitbasis der Basisstation synchronisiert sind.

2. Teilnehmerstation nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitschlitze des Rückwärtskanals und des Vorwärtskanals eine Zeitdauer aufweisen können, die gleich oder verschieden von der Zeitdauer anderer Zeitschlitze innerhalb desselben Rahmens sein können.

3. Teilnehmerstation nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die im Rückwärtskanal übermittelten und die im Vorwärtskanals empfangenen Signale eine Bitrate aufweisen können, die entweder gleich oder verschieden von den Bitraten anderer Kanäle auf derselben Frequenz sein können.

4. Teilnehmerstation nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die im Rückwärtskanal übermittelten und die im Vorwärtskanals empfangenen Signale einen Modulationstyp aufweisen können, der entweder gleich oder verschieden von den Modulationstypen anderer Kanäle auf derselben Frequenz sein können.

5. Teilnehmerstation nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der Modulationstypen PSK-Modulation umfasst.

6. Teilnehmerstation nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilnehmerstation Daten von einer externen Datenquelle mit einer Rate von 14,6 Kbps überträgt.

7. Funkkommunikationssystem mit einer Vielzahl von Teilnehmerstationen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 und einer Basisstation.

Es folgen 22 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

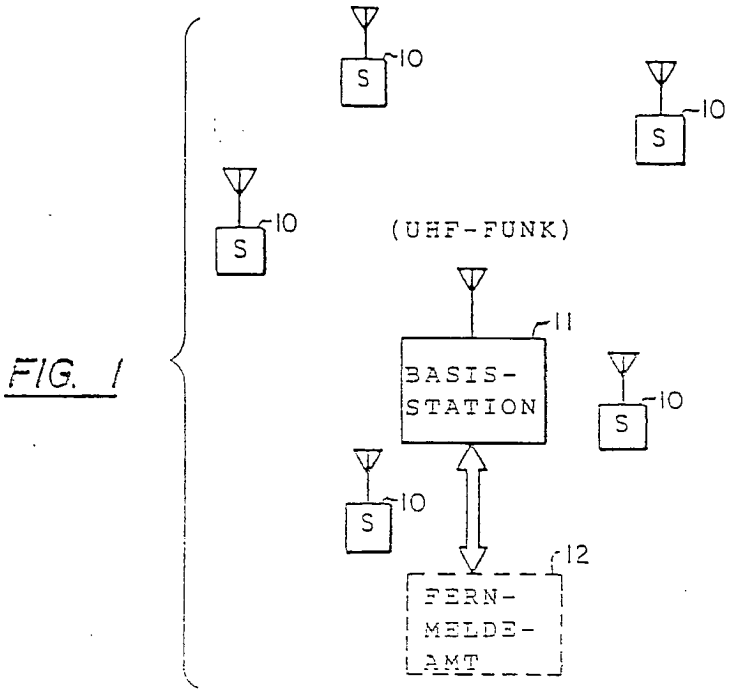


FIG. 1

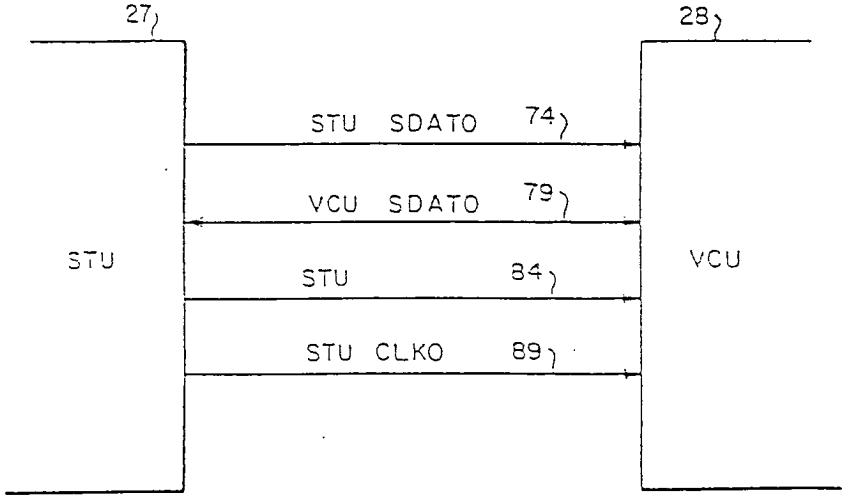
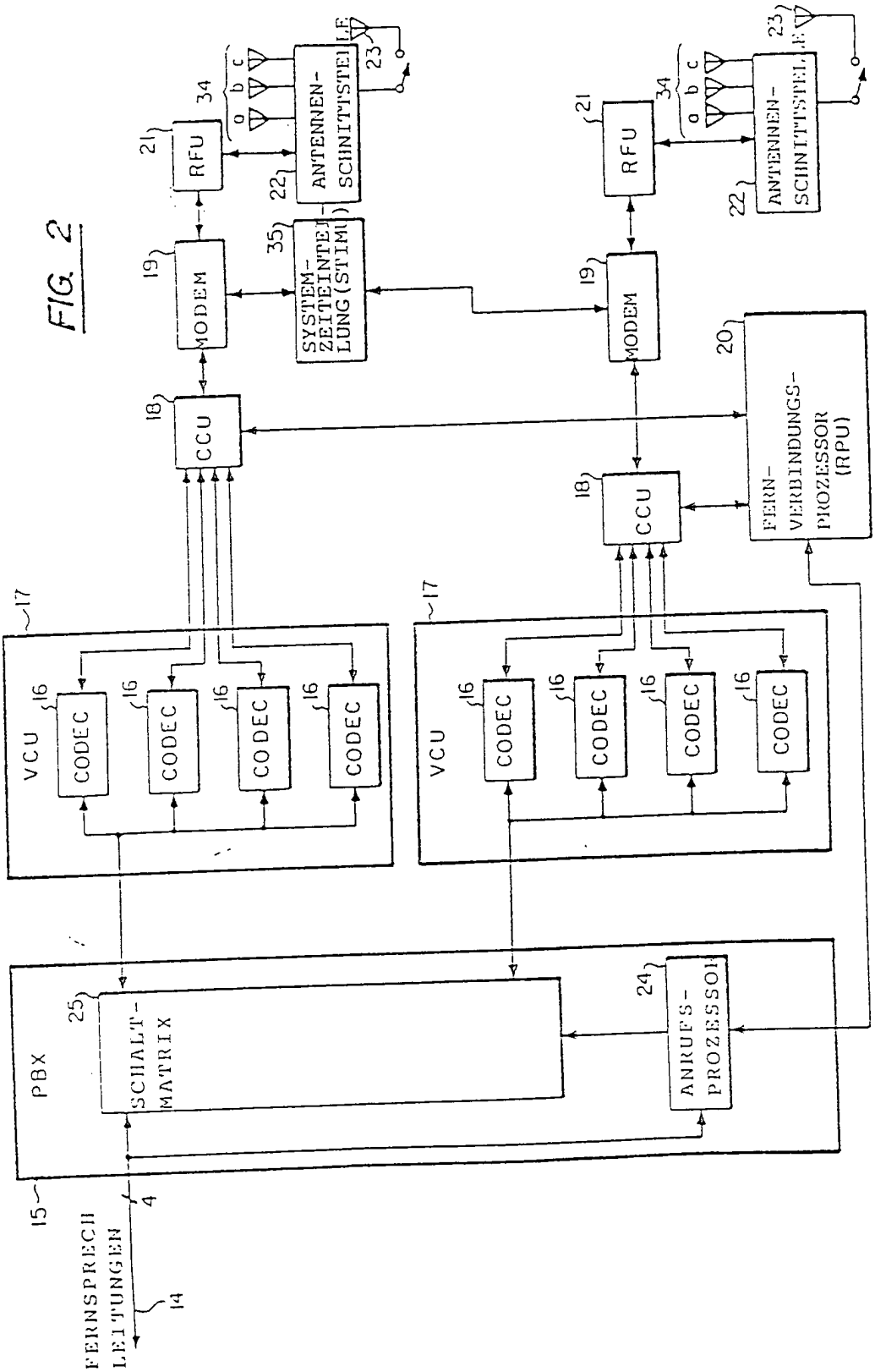


FIG. 14

FIG 2


FERNSPRECH LEITUNGEN
14
4
15
PBX
SCHALT-MATRIX
25
ANRUFS-PROZESSOR
24
VCU
17
CODEC
16
CCU
18
MODEM
19
SYSTEM-ZEITEINTEILUNG (STIM)
35
RFU
21
ANTENNEN-SCHNITTSTELLE
22
HF
23
a b c
34
FERN-VERBINDUNGS-PROZESSOR (RPU)
20

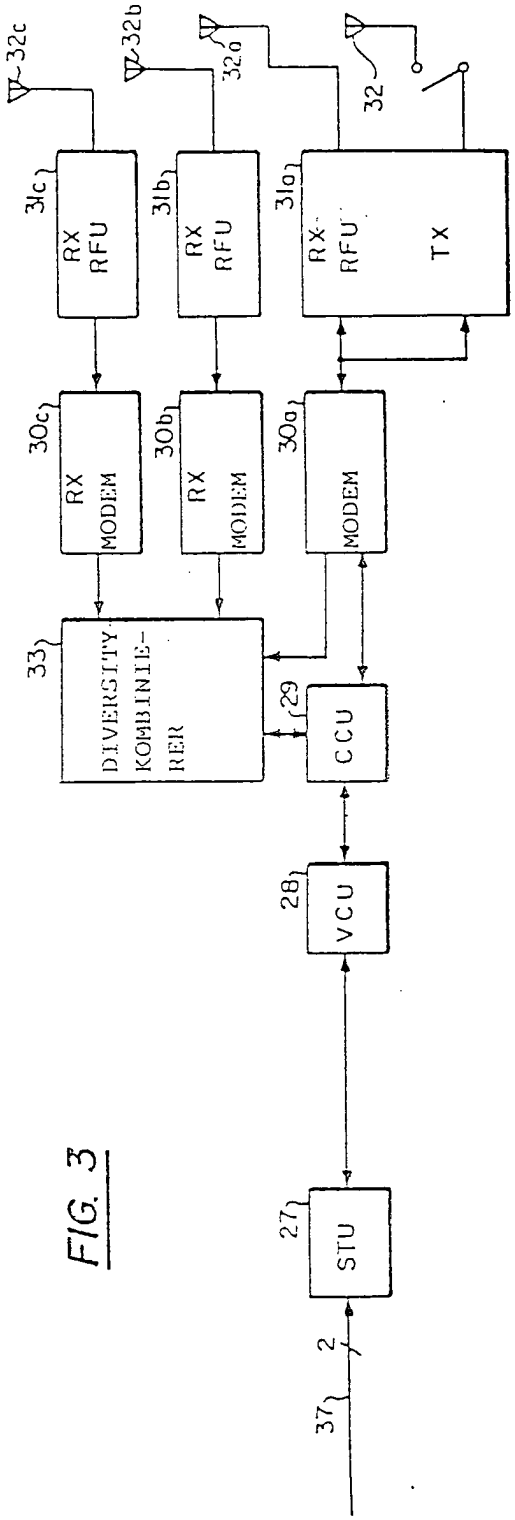

32c
32b
32a
32
31c
RX RFU
31b
RX RFU
31a
RX RFU
TX
30c
RX MODEM
30b
RX MODEM
30a
MODEM
33
DIVERSITY-KOMBINIE-RER
29
CCU
28
VCU
27
STU
2
37

FIG. 3

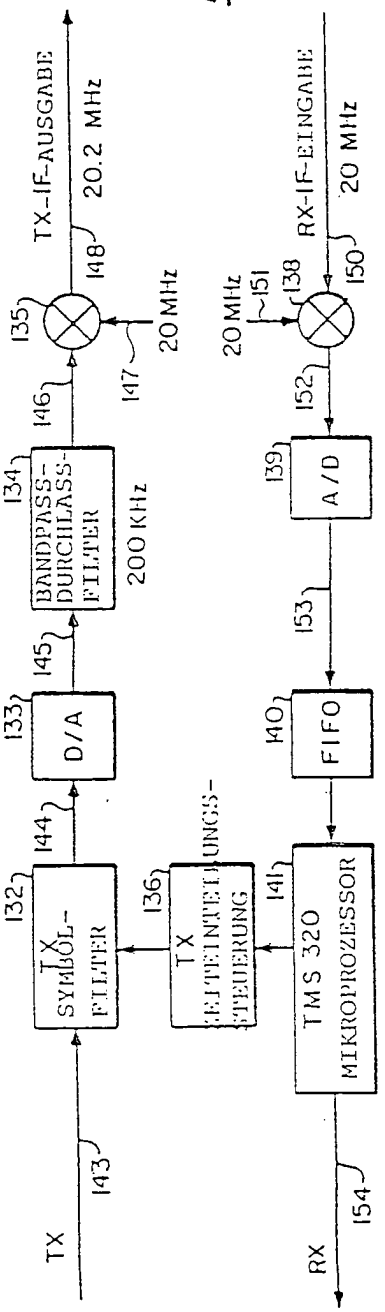

TX-IF-AUSGABE
20.2 MHz
148
135
20 MHz
147
146
134
BANDPASS-DURCHLASS-FILTER
200 KHz
145
133
D/A
144
132
TX SYMBOL-FILTER
143
TX
136
TX GEFILTERTE UNGS-STEUERUNG
141
TMS 320 MIKROPROZESSOR
154
RX
140
FIFO
153
139
A/D
152
20 MHz
151
138
RX-IF-EINGABE
20 MHz
150

FIG. 25

FIG. 4

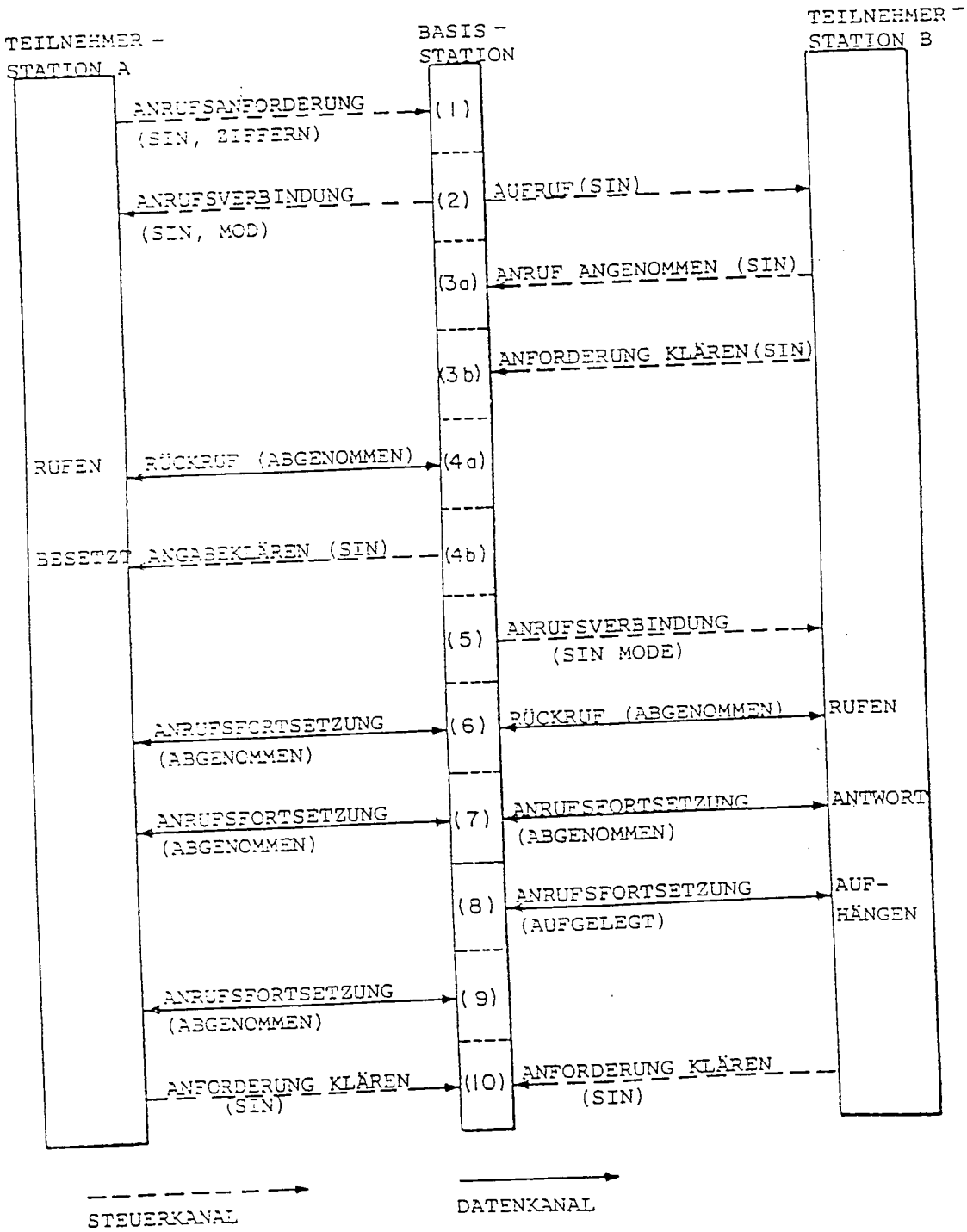

TEILNEHMER - STATION A
BASIS - STATION
TEILNEHMER - STATION B
ANRUFSANFORDERUNG (SIN, ZIFFERN)
(1)
ANRUFSVERBINDUNG (SIN, MOD)
(2)
AUFRUF (SIN)
(3a)
ANRUF ANGENOMMEN (SIN)
(3b)
ANFORDERUNG KLÄREN (SIN)
RUFEN
RÜCKRUF (ABGENOMMEN)
(4a)
BESETZT
ANGABE KLÄREN (SIN)
(4b)
(5)
ANRUFSVERBINDUNG (SIN MODE)
ANRUFSFORTSETZUNG (ABGENOMMEN)
(6)
RÜCKRUF (ABGENOMMEN)
RUFEN
ANRUFSFORTSETZUNG (ABGENOMMEN)
(7)
ANRUFSFORTSETZUNG (ABGENOMMEN)
ANTWORT
(8)
ANRUFSFORTSETZUNG (AUFGELEGT)
AUF-HÄNGEN
ANRUFSFORTSETZUNG (ABGENOMMEN)
(9)
ANFORDERUNG KLÄREN (SIN)
(10)
ANFORDERUNG KLÄREN (SIN)
STEUERKANAL
DATENKANAL

FIG. 21

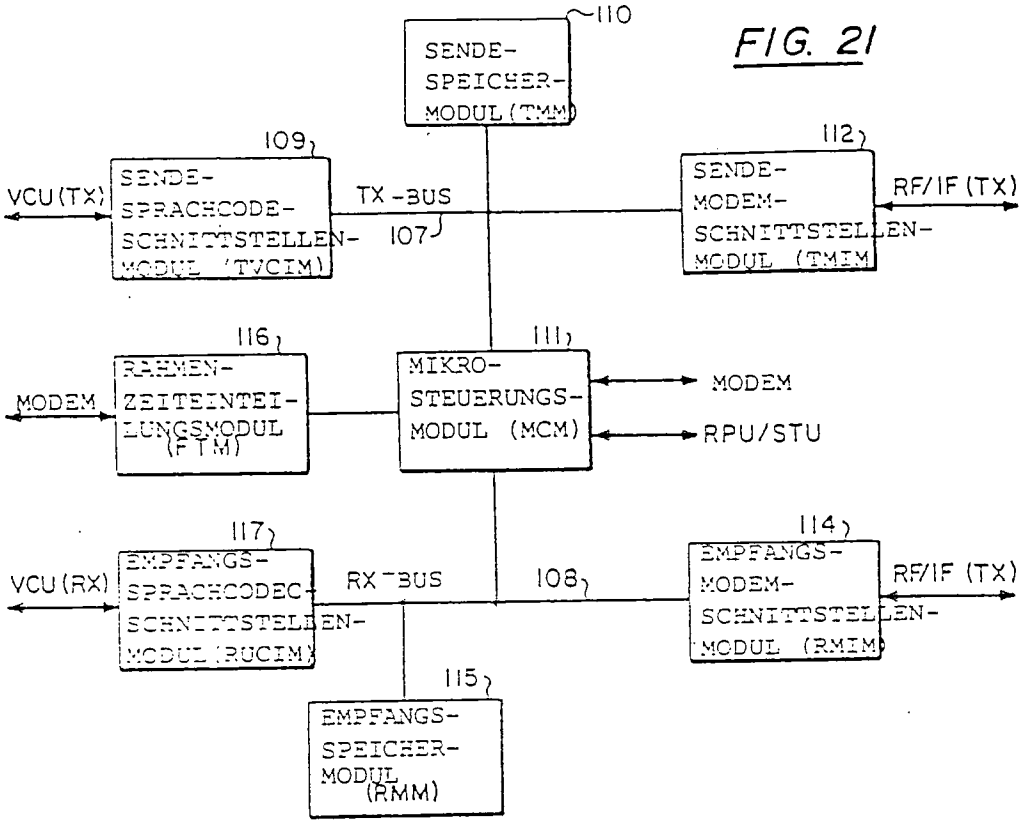
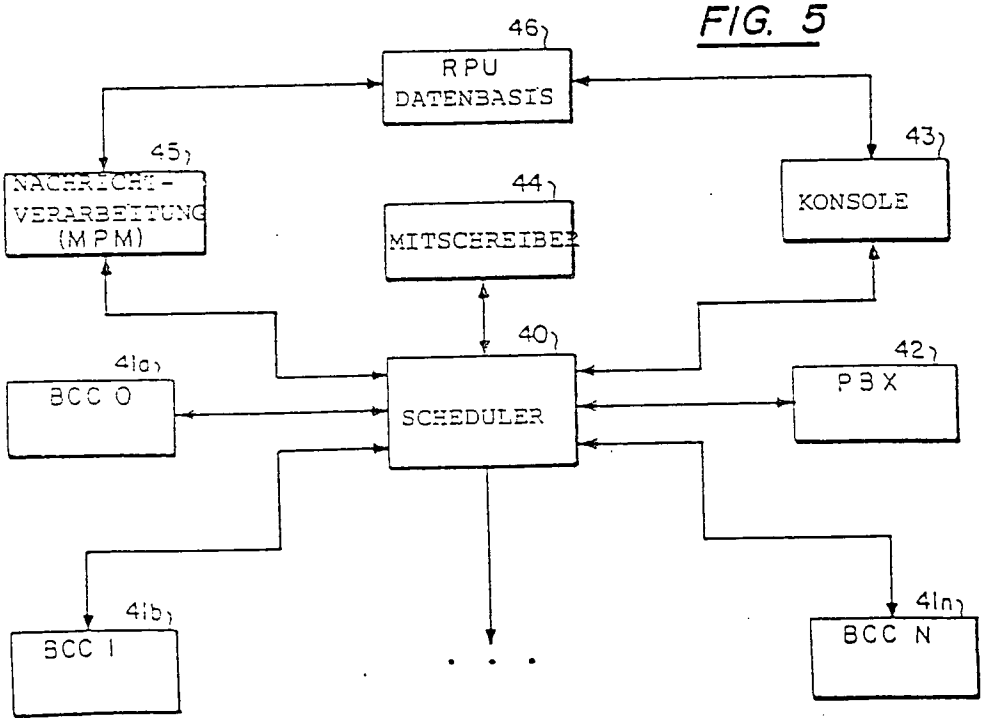

110
SENDE-SPEICHER-MODUL (TMM)
109
SENDE-SPRACHCODE-SCHNITTSTELLEN-MODUL (TVCIM)
VCU (TX)
TX-BUS
107
112
SENDE-MODEM-SCHNITTSTELLEN-MODUL (TMIM)
RF/IF (TX)
116
RAHMEN-ZEITEINTEILUNGSMODUL (FTM)
MODEM
111
MIKRO-STEUERUNGS-MODUL (MCM)
MODEM
RPU/STU
117
EMPFANGS-SPRACHCODEC-SCHNITTSTELLEN-MODUL (RUCIM)
VCU (RX)
RX-BUS
108
114
EMPFANGS-MODEM-SCHNITTSTELLEN-MODUL (RMIM)
RF/IF (TX)
115
EMPFANGS-SPEICHER-MODUL (RMM)

FIG. 5


46
RPU DATENBASIS
45
NACHRICHT-VERARBEITUNG (MPM)
44
MITSCHREIBER
43
KONSOLE
40
41a
BCC 0
SCHEDULER
42
PBX
41b
BCC 1
41n
BCC N

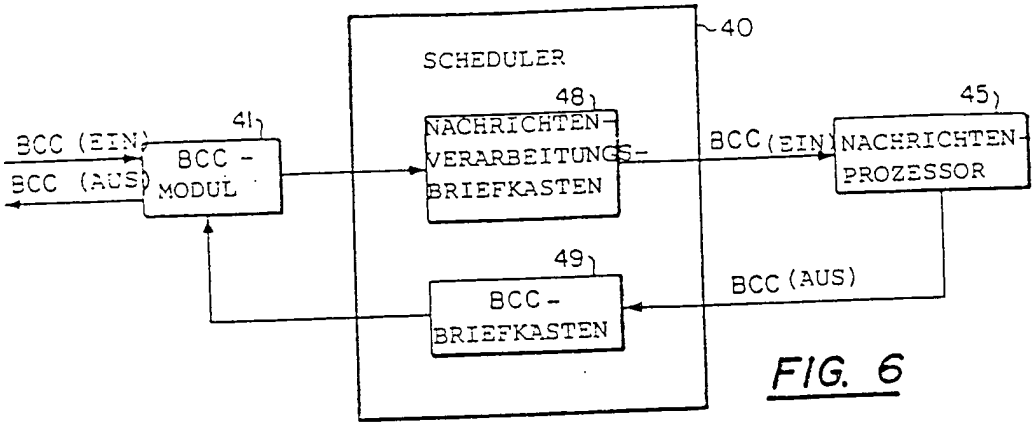


FIG. 6

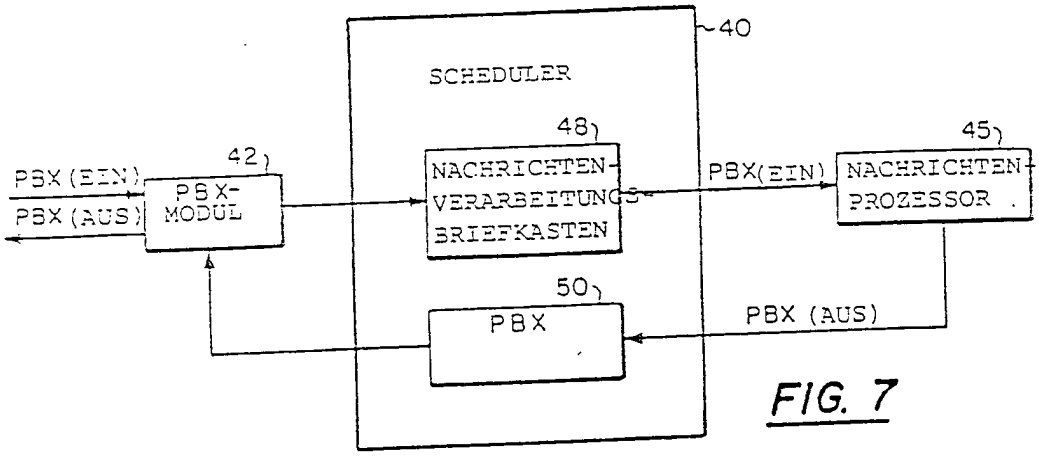


FIG. 7

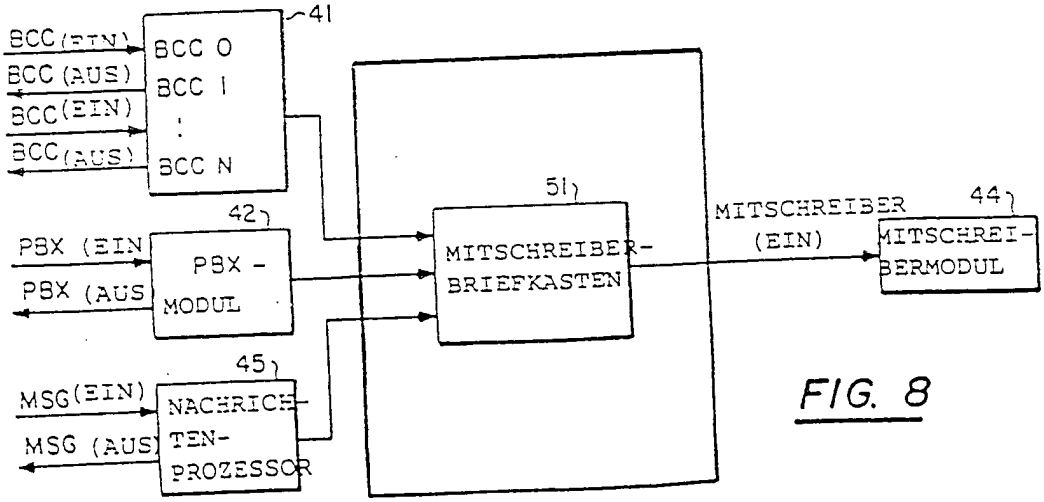


FIG. 8

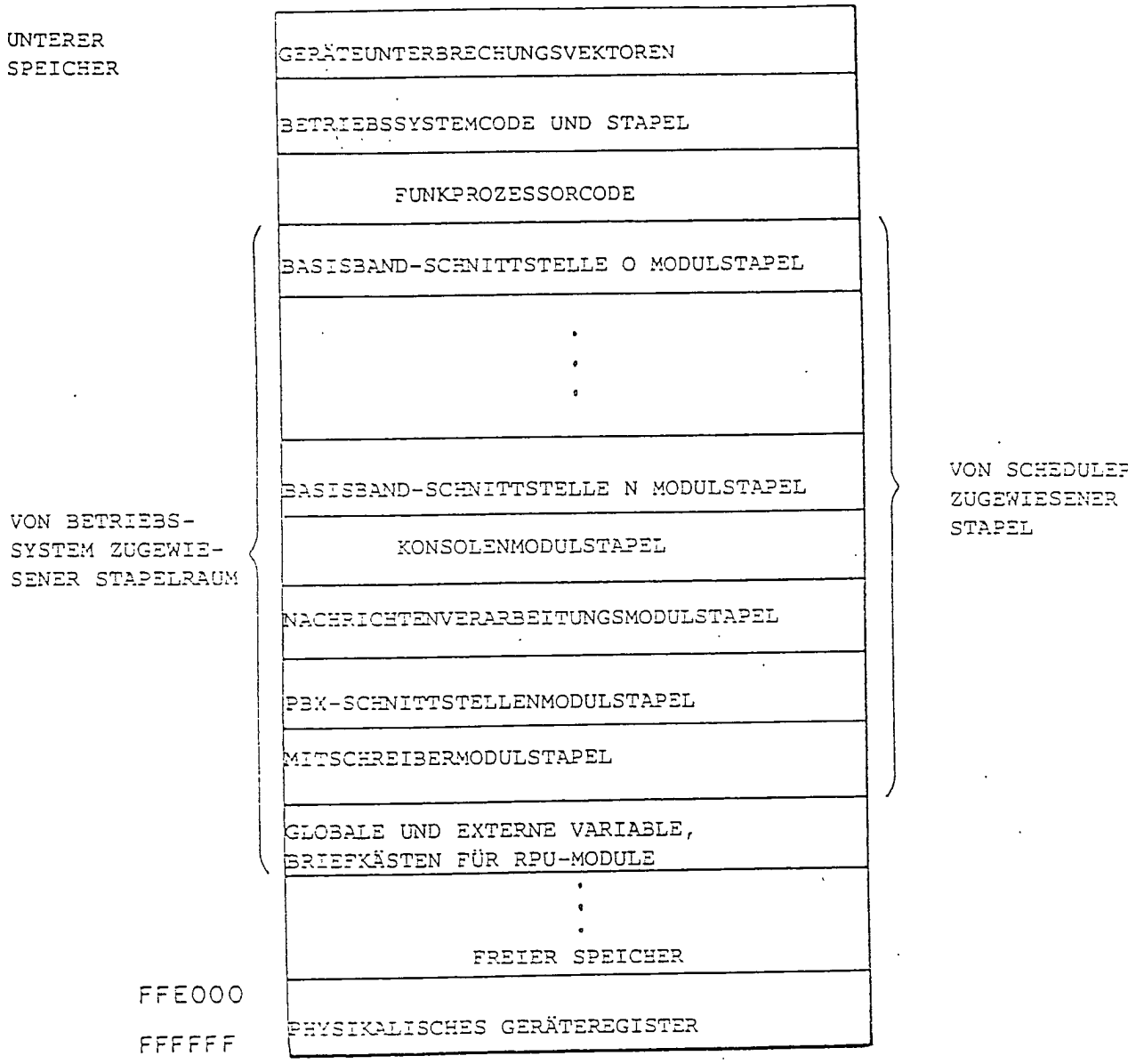

UNTERER SPEICHER
GERÄTEUNTERBRECHUNGSVEKTOREN
BETRIEBSSYSTEMCODE UND STAPEL
FUNKPROZESSORCODE
BASISBAND-SCHNITTSTELLE O MODULSTAPEL
BASISBAND-SCHNITTSTELLE N MODULSTAPEL
KONSOLENMODULSTAPEL
NACHRICHTENVERARBEITUNGSMODULSTAPEL
PBX-SCHNITTSTELLENMODULSTAPEL
MITSCHREIBERMODULSTAPEL
GLOBALE UND EXTERNE VARIABLE, BRIEFKÄSTEN FÜR RPU-MODULE
FREIER SPEICHER
PHYSIKALISCHES GERÄTEREGISTER
VON BETRIEBS-SYSTEM ZUGEWIE-SENER STAPELRAUM
VON SCHEDULER ZUGEWIESENER STAPEL
FFE000
FFFFFF

FIG. 9

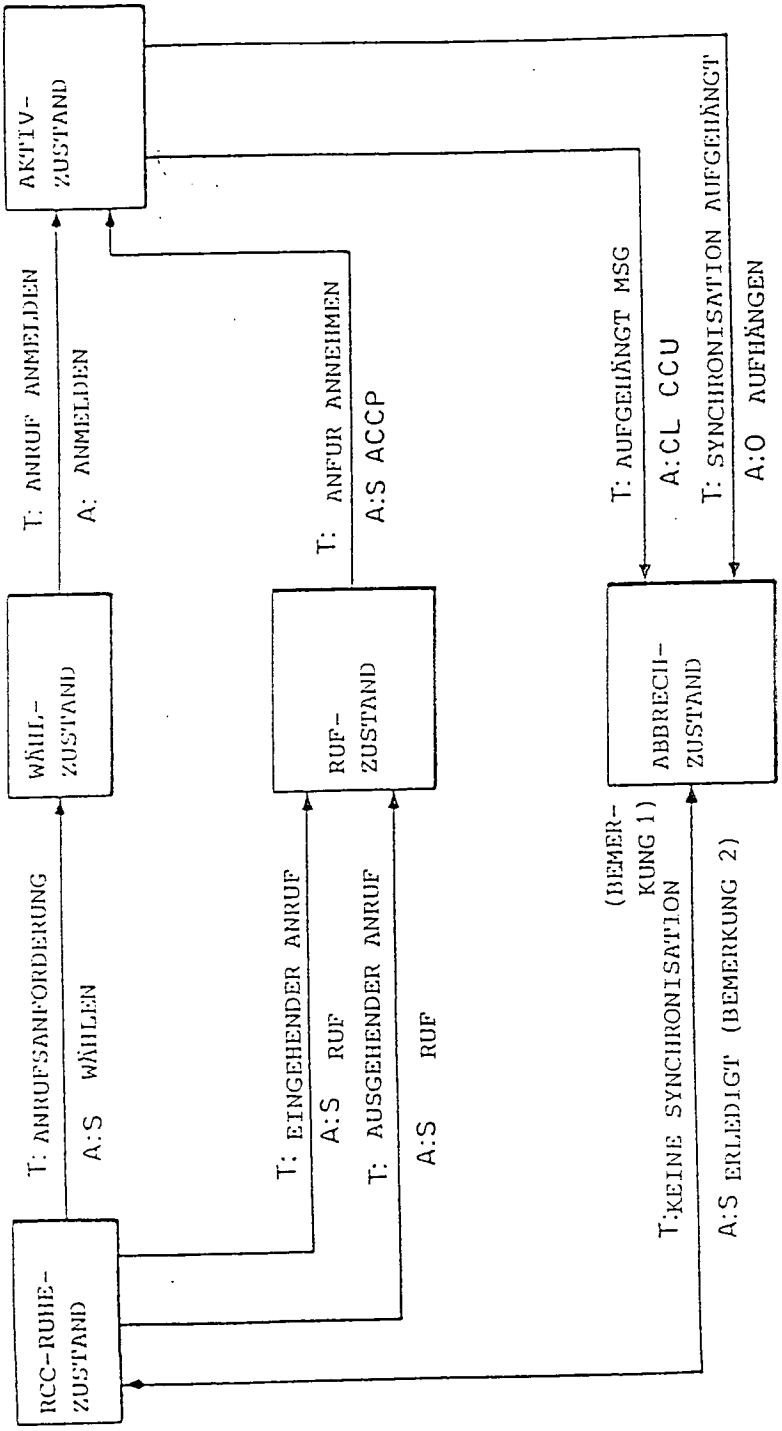

RCC-RUHE-ZUSTAND
WÄHL-ZUSTAND
RUF-ZUSTAND
ABBRECH-ZUSTAND
AKTIV-ZUSTAND
T: ANRUFSANFORDERUNG
A:S WÄHLEN
T: ANRUF ANMELDEN
A: ANMELDEN
T: EINGEHENDER ANRUF
A:S RUF
T: AUSGEHENDER ANRUF
A:S RUF
T: ANFUR ANNEHMEN
A:S ACCP
T: AUFGEHÄNGT MSG
A:CL CCU
T: SYNCHRONISATION AUFGEHÄNGT
A:O AUFHÄNGEN
(BEMER-KUNG 1)
T:KEINE SYNCHRONISATION
A:S ERLEDIGT (BEMERKUNG 2)

FIG 10

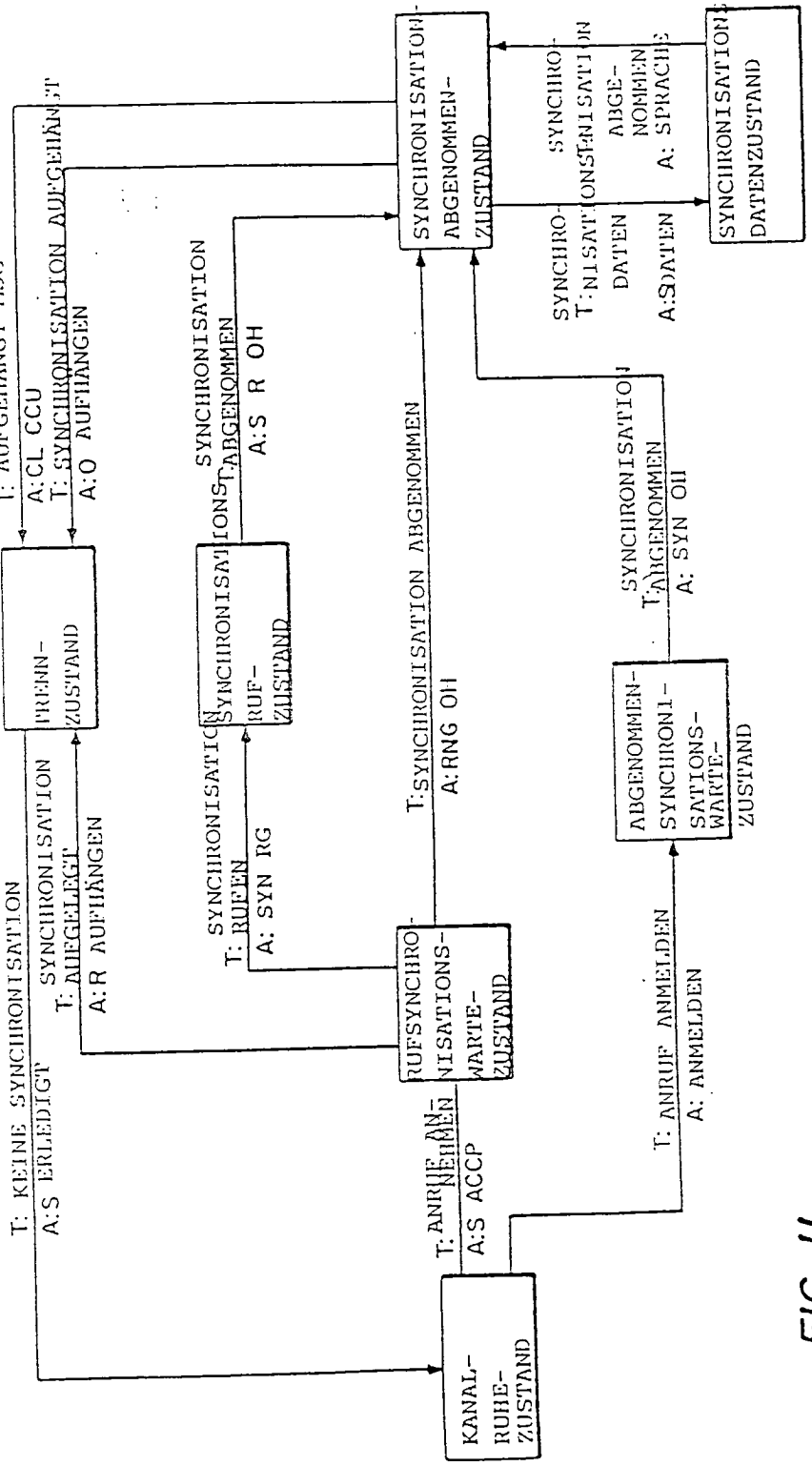

T: AUFGEHÄNGT MSG
A:CL CCU
T: SYNCHRONISATION AUFGEHÄNGT
A:O AUFHÄNGEN
TRENN-ZUSTAND
T: KEINE SYNCHRONISATION
A:S ERLEDIGT
SYNCHRONISATION
T: AUFGELEGT
A:R AUFHÄNGEN
SYNCHRONISATION
T: RUFEN
A: SYN RG
SYNCHRONISATION
RUF-ZUSTAND
SYNCHRONISATIONS
T:ABGENOMMEN
A:S R OH
T:SYNCHRONISATION ABGENOMMEN
A:RNG OH
RUFSYNCHRONISATIONS-WARTE-ZUSTAND
T: ANRUF ANNEHMEN
A:S ACCP
KANAL-RUHE-ZUSTAND
T: ANRUF ANMELDEN
A: ANMELDEN
ABGENOMMEN-SYNCHRONISATIONS-WARTE-ZUSTAND
SYNCHRONISATION
T:ABGENOMMEN
A: SYN OH
SYNCHRONISATION ABGENOMMEN-ZUSTAND
SYNCHRONISATIONSDATEN
T:SYNCHRONISATION ABGENOMMEN
A:SPRACHE
SYNCHRONISATION DATENZUSTAND

FIG. 11

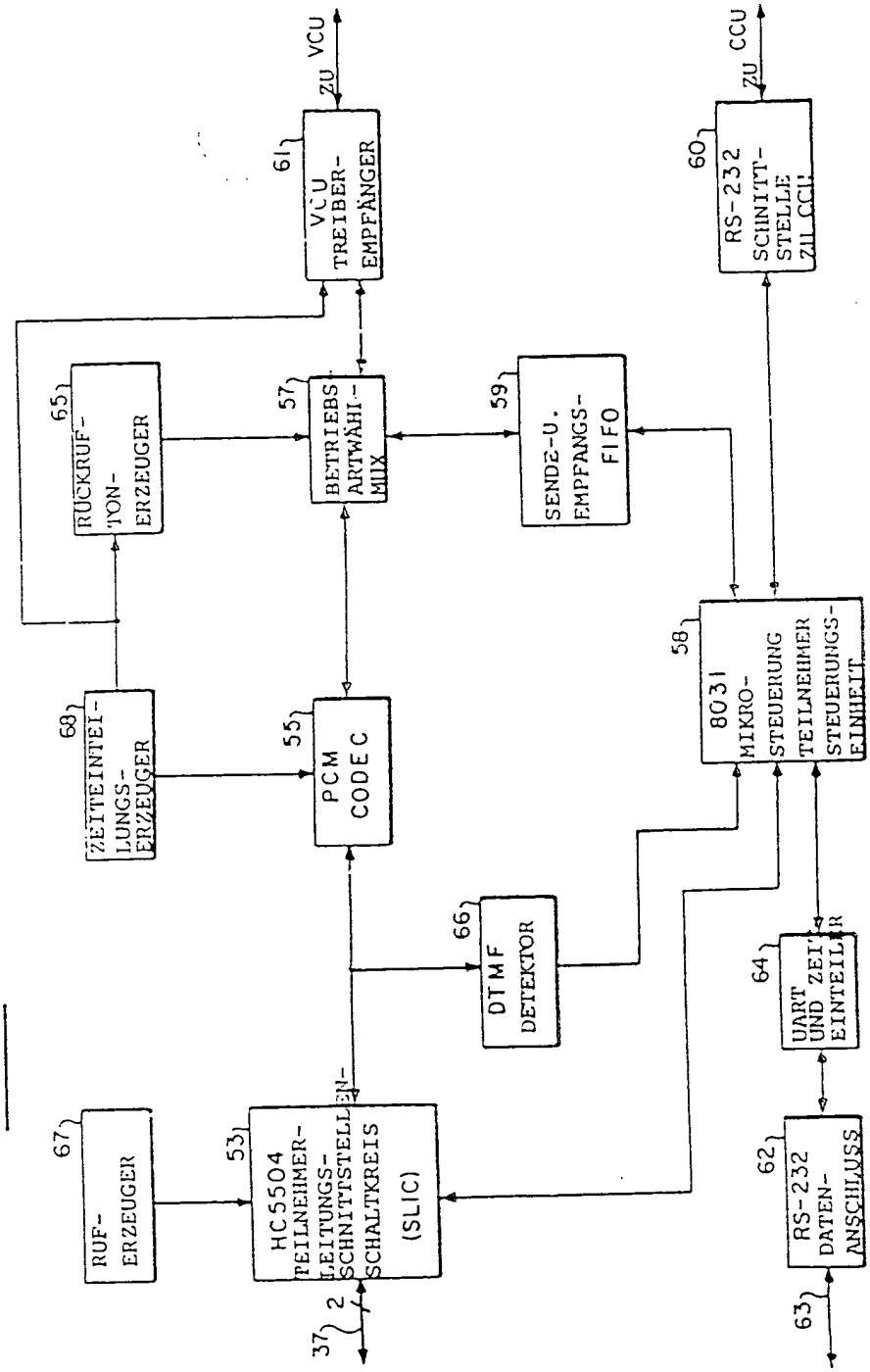

ZU VCU
61
VCU TREIBER-EMPFÄNGER
ZU CCU
60
RS-232 SCHNITT-STELLE ZU CCU
65
RÜCKRUF-TON-ERZEUGER
57
BETRIEBS-ARTWÄHL-MUX
59
SENDE-U. EMPFANGS-FIFO
58
8031 MIKRO-STEUERUNG TEILNEHMER STEUERUNGS-EINHEIT
68
ZEITEINTEI-LUNGS-ERZEUGER
55
PCM CODEC
66
DTMF DETEKTOR
64
UART UND ZEIT EINTEILER
67
RUF-ERZEUGER
53
HC5504 TEILNEHMER-LEITUNGS-SCHNITTSTELLEN-SCHALTKREIS (SLIC)
62
RS-232 DATEN-ANSCHLUSS
37
2
63

FIG. 12

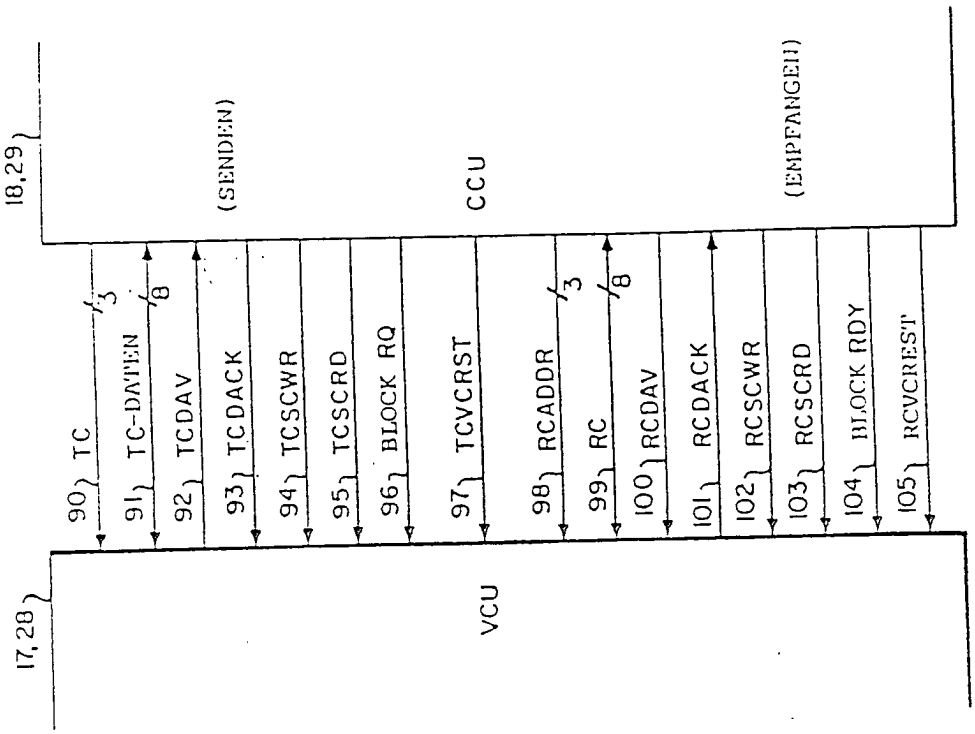

18,29
(SENDEN)
CCU
(EMPFANGEN)
90 TC
3
91 TC-DATEN
8
92 TCDAV
93 TCDACK
94 TCSCWR
95 TCSCRD
96 BLOCK RQ
97 TCVCRST
98 RCADDR
3
99 RC
8
100 RCDAV
101 RCDACK
102 RCSCWR
103 RCSCRD
104 BLOCK RDY
105 RCVCREST
17,28
VCU

FIG. 16

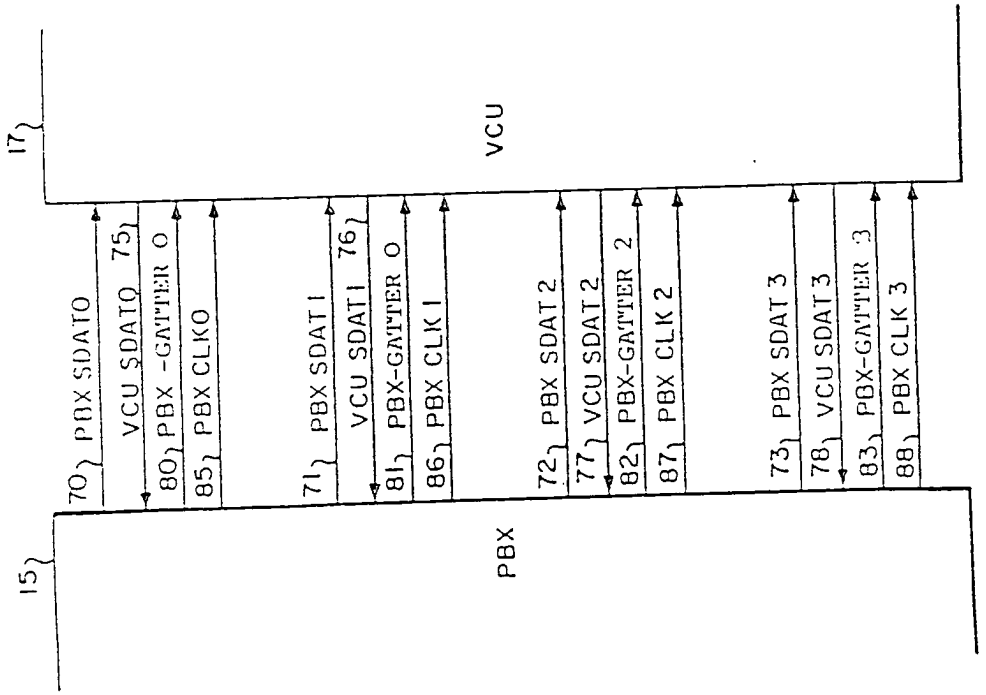
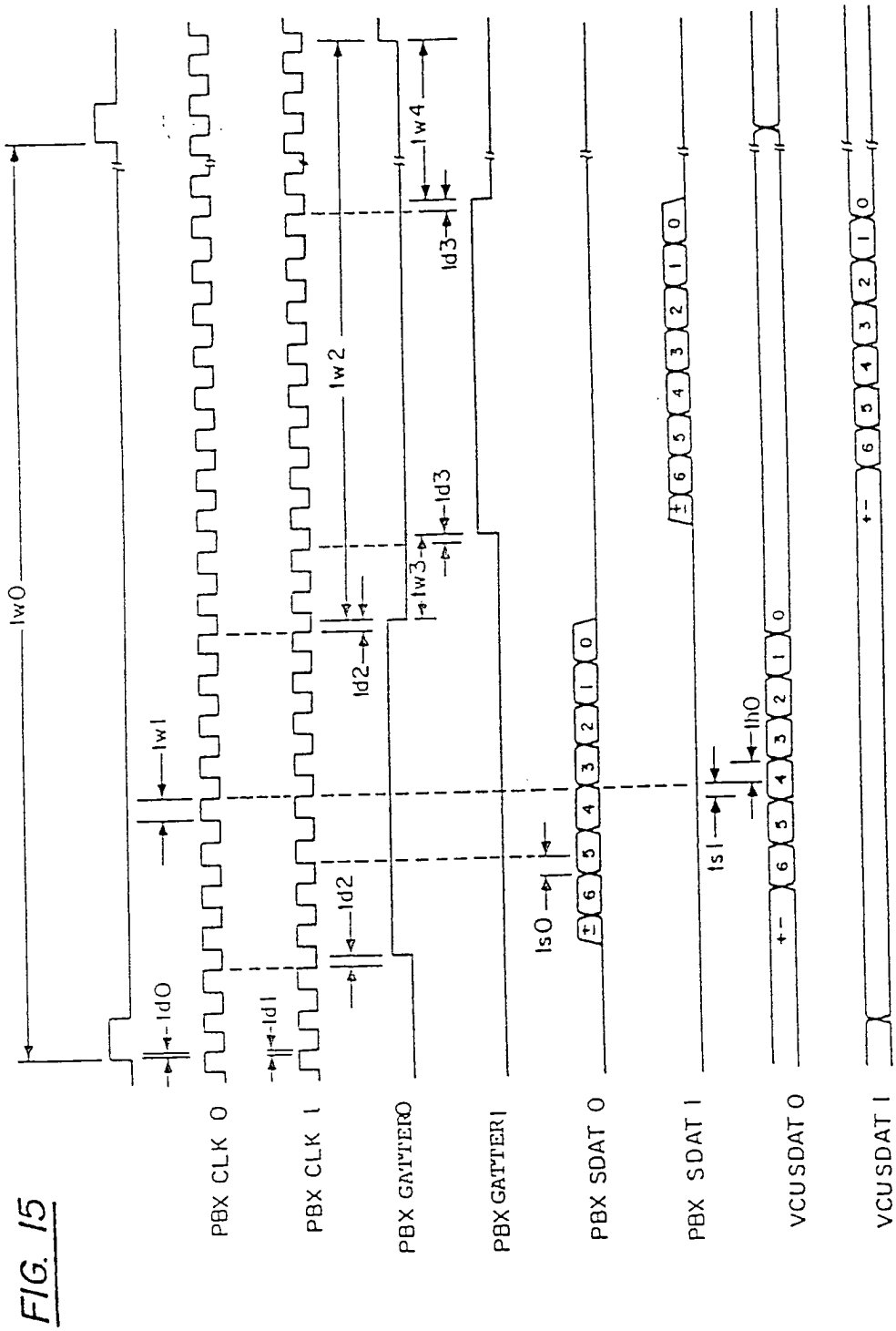

17
VCU
70 PBX SDATO
VCU SDATO 75
80 PBX -GATTER O
85 PBX CLKO
71 PBX SDAT 1
VCU SDAT 1 76
81 PBX-GATTER O
86 PBX CLK 1
72 PBX SDAT 2
77 VCU SDAT 2
82 PBX-GATTER 2
87 PBX CLK 2
73 PBX SDAT 3
78 VCU SDAT 3
83 PBX-GATTER 3
88 PBX CLK 3
15
PBX

FIG. 13

FIG. 15


tw0
tw1
td0
td1
td2
tw2
tw3
td3
tw4
ts0
ts1
th0
PBX CLK 0
PBX CLK 1
PBX GATTER0
PBX GATTER1
PBX SDAT 0
PBX SDAT 1
VCUSDAT 0
VCUSDAT 1

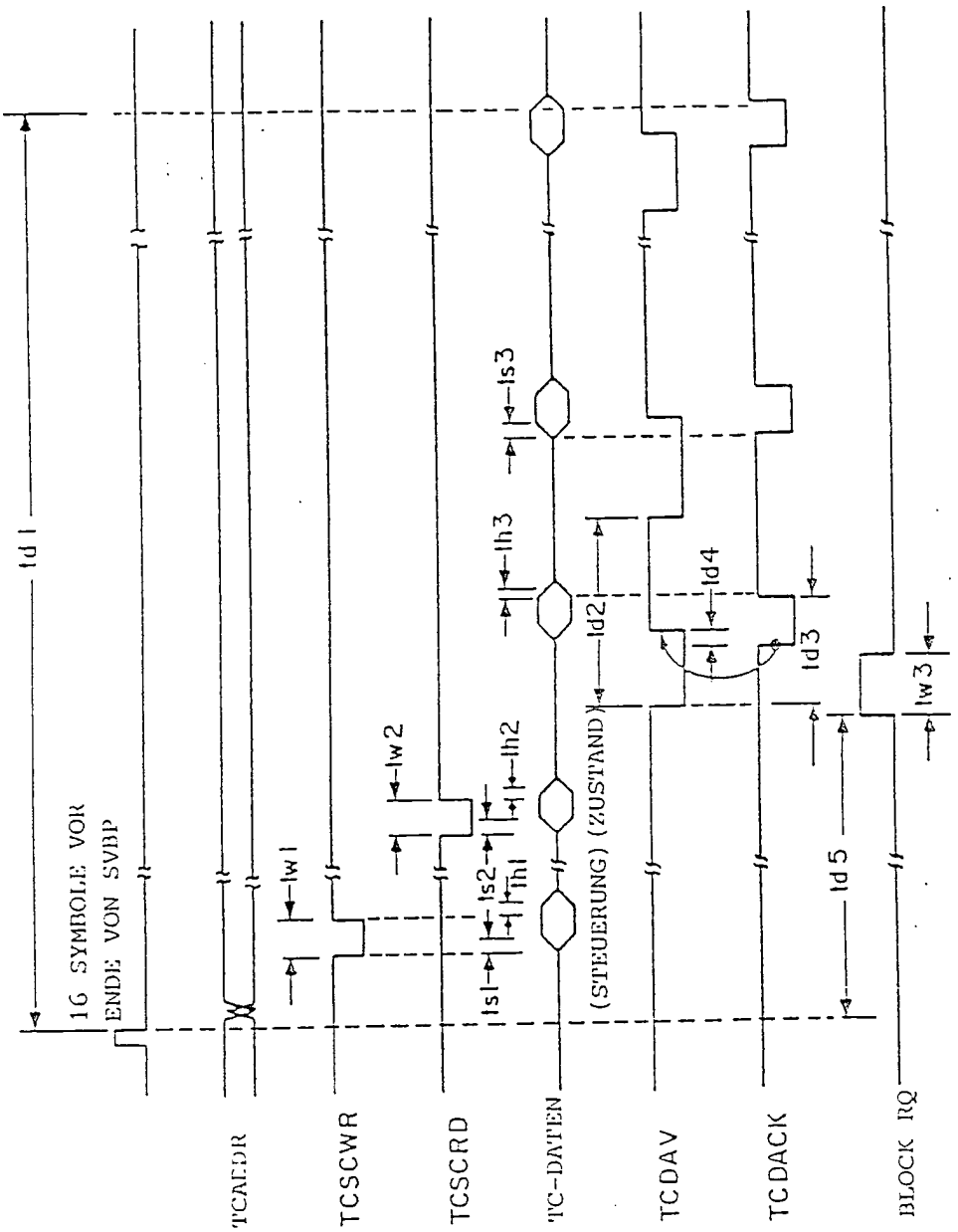

td 1
16 SYMBOLE VOR
ENDE VON SVBP
TCADDR
TCSCWR
TCSCRD
TC-DATEN
TCDAV
TCDACK
BLOCK RQ
(STEUERUNG) (ZUSTAND)
tw1
tw2
ts1
ts2
th1
th2
ts3
th3
td2
td3
td4
td5
tw3

FIG. 17

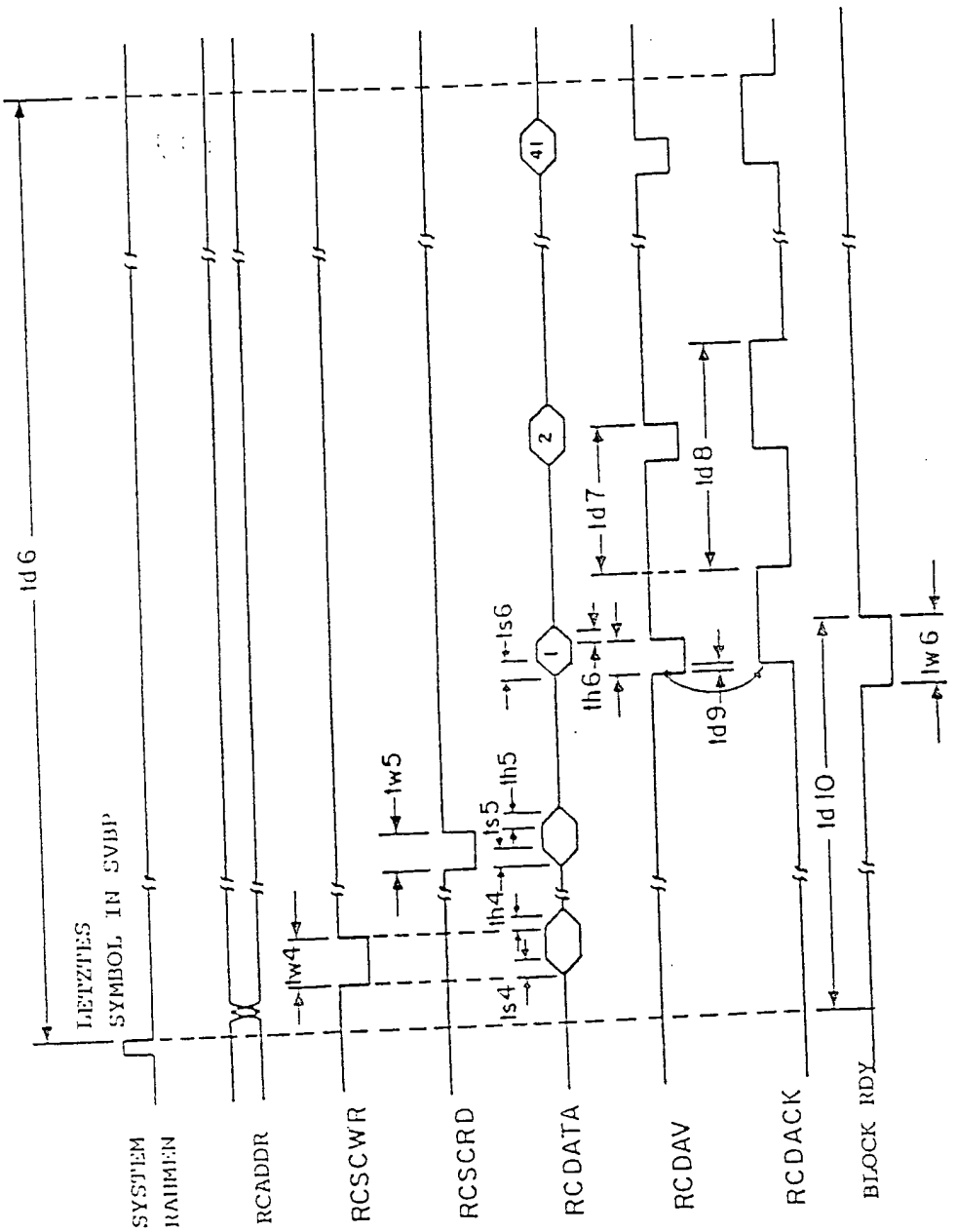

ld 6
LETZTES
SYMBOL IN SVBP
SYSTEM
RAHMEN
RCADDR
RCSCWR
RCSCRD
RCDATA
RCDAV
RCDACK
BLOCK RDY
lw4
ls4
lh4
ls5
lh5
lw5
ls6
lh6
ld7
ld8
ld9
ld10
lw6
41
2
1

FIG. 18

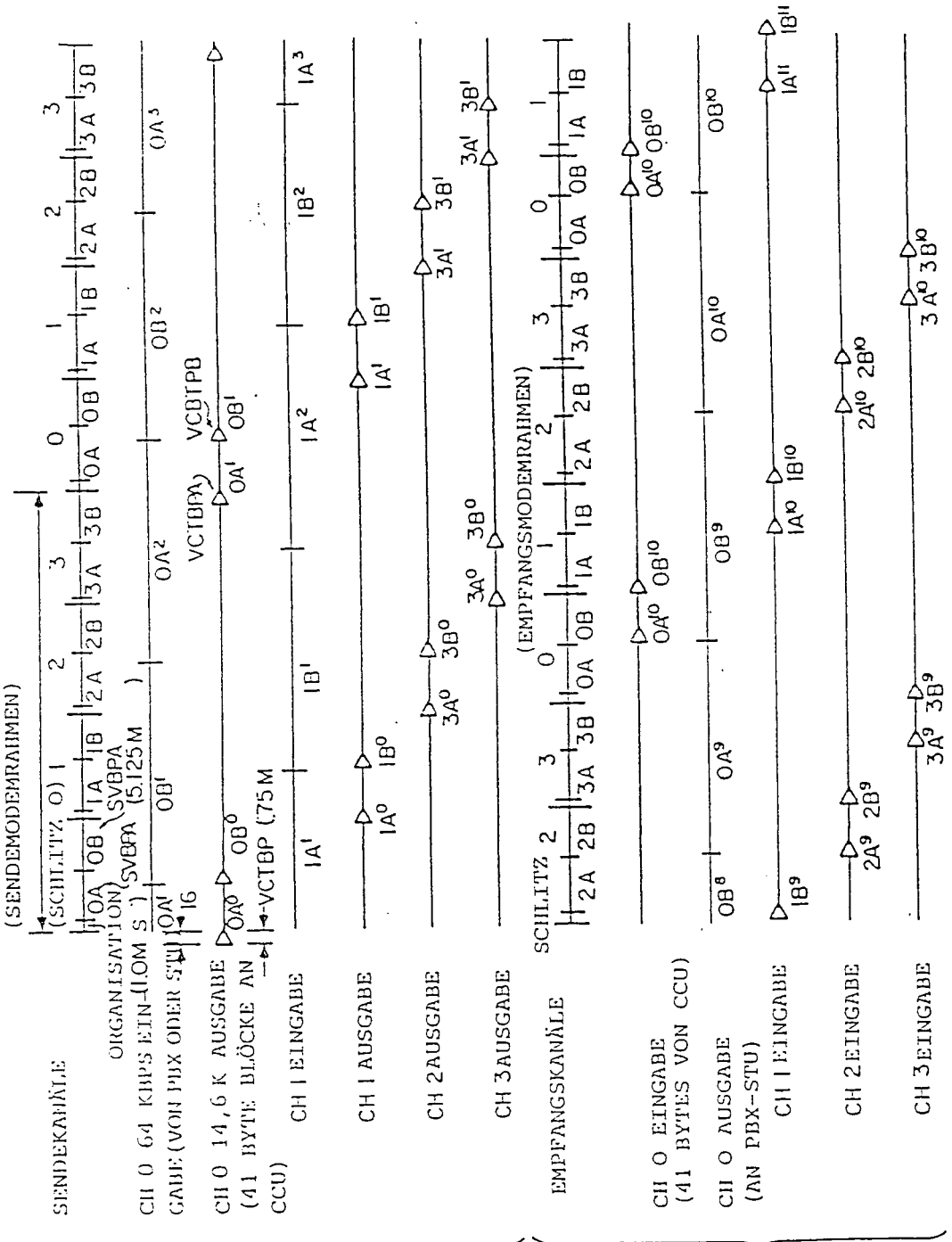


FIG. 19A

FIG. 19B

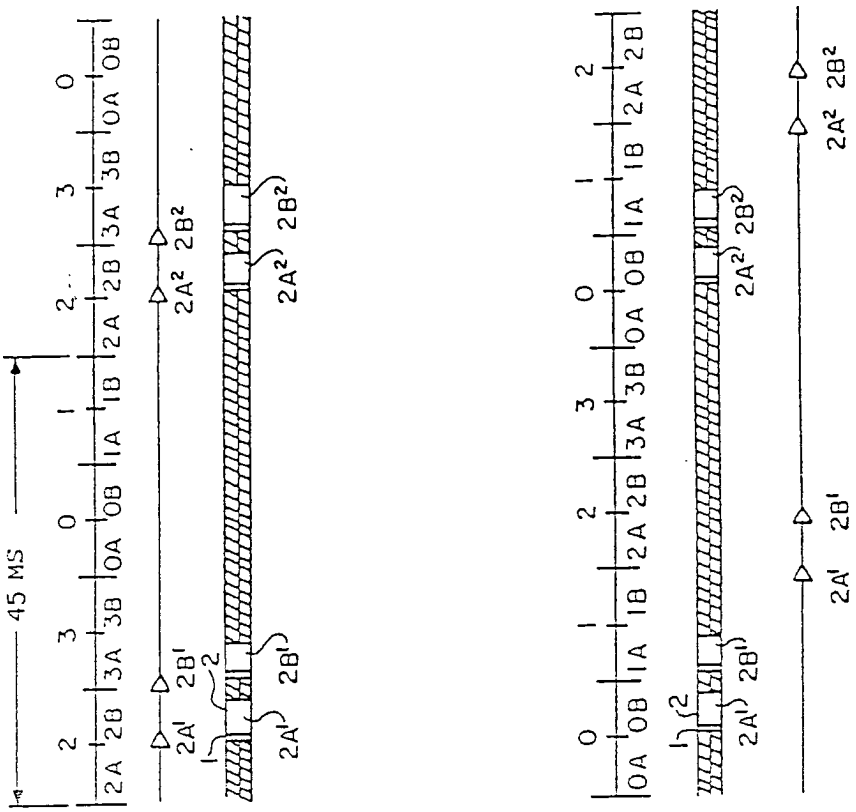


FIG. 20A

FIG. 20B

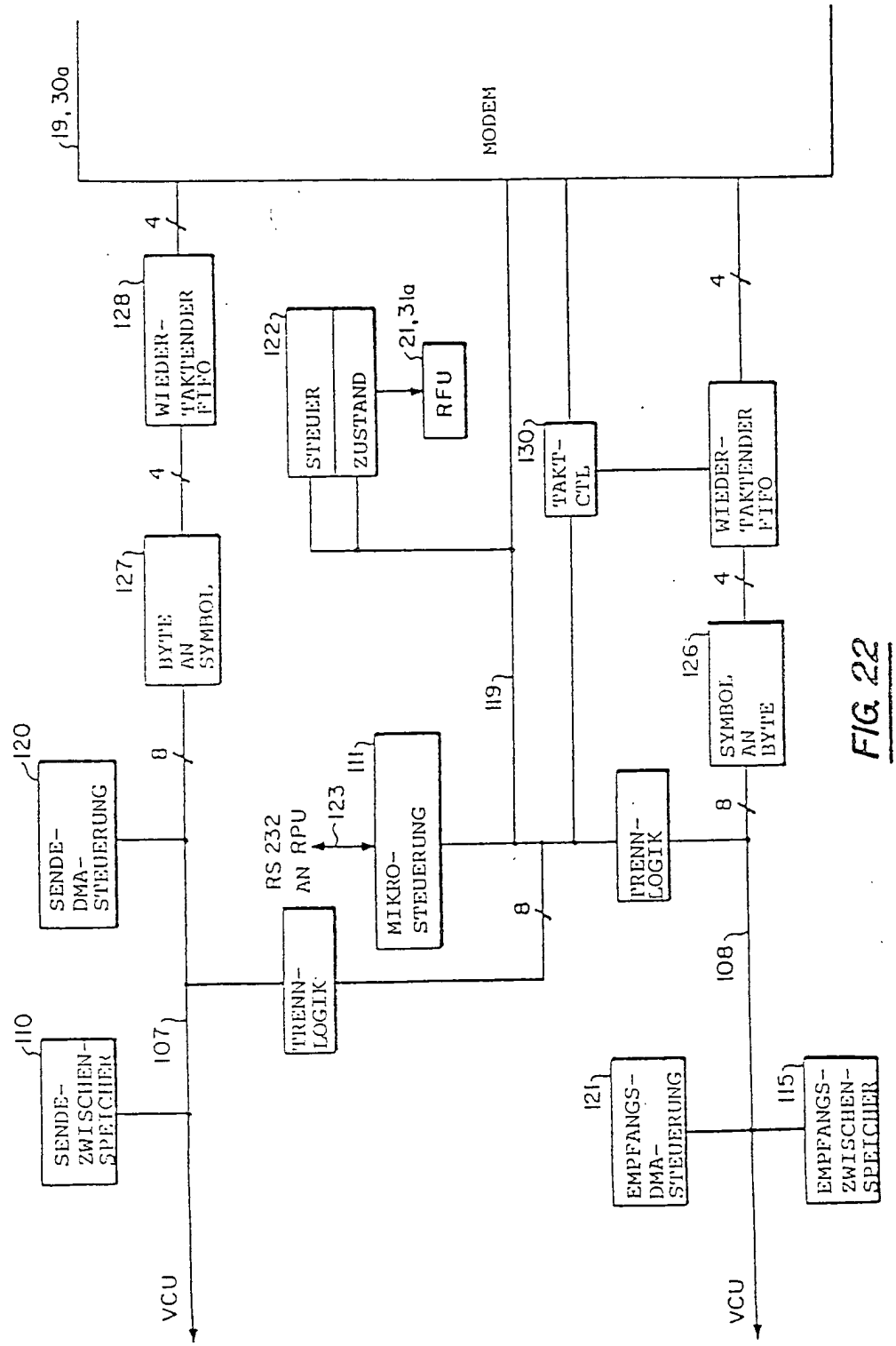

19, 30a
MODEM
4
128
WIEDER-TAKTENDER FIFO
4
127
BYTE AN SYMBOL,
8
120
SENDE-DMA-STEUERUNG
110
SENDE-ZWISCHEN-SPEICHER
107
VCU
122
STEUER
ZUSTAND
21, 31a
RFU
RS 232 AN RPU
123
111
MIKRO-STEUERUNG
TRENN-LOGIK
8
119
130
TAKT-CTL
TRENN-LOGIK
8
126
SYMBOL AN BYTE
4
WIEDER-TAKTENDER FIFO
4
108
121
EMPFANGS-DMA-STEUERUNG
115
EMPFANGS-ZWISCHEN-SPEICHER
VCU

FIG. 22

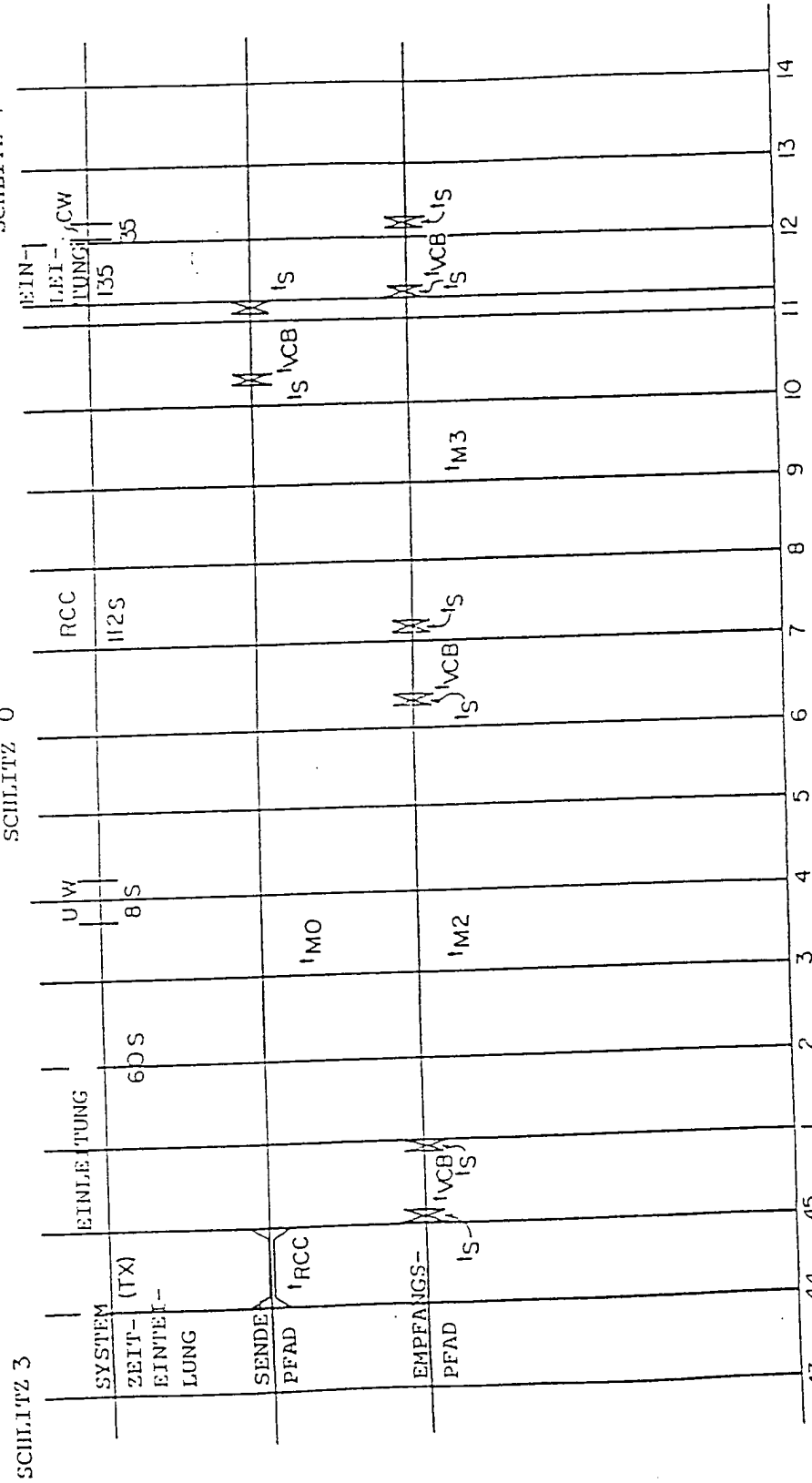

SCHLITZ 3
SCHLITZ 0
SCHLITZ 1
SYSTEM
ZEIT-
EINTEI-
LUNG
(TX)
SENDE
PFAD
EMPFANGS-
PFAD
EINLEITUNG
6DS
UW
8S
RCC
112S
EIN-
LEI-
TUNG
135
35
CW
IS
IVCB
IRCC
IM0
IM2
IM3
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
43
44
45
RAHMENZEIT

FIG. 23

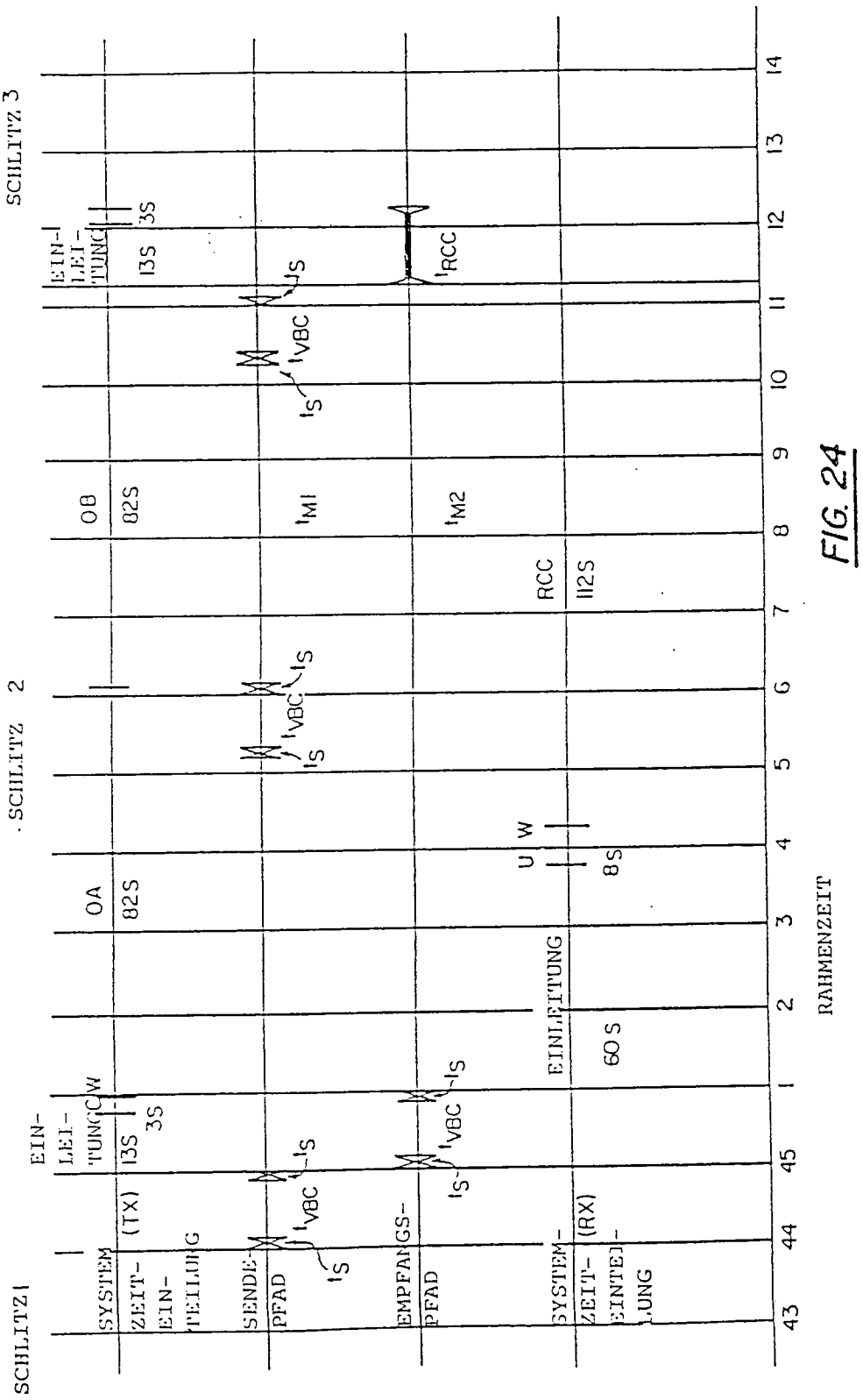

SCHLITZ 1
SCHLITZ 2
SCHLITZ 3
SYSTEM ZEIT-EIN-TEILUNG
(TX)
SENDE-PFAD
EMPFANGS-PFAD
SYSTEM-ZEIT-EINTEI-LUNG
(RX)
EIN-LEI-TUNG
13S
3S
OA
82S
OB
82S
EINLEITUNG
60 S
8 S
RCC
112S
U
W
t_S
t_{VBC}
t_{M1}
t_{M2}
t_{RCC}
43
44
45
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
RAHMENZEIT

FIG. 24

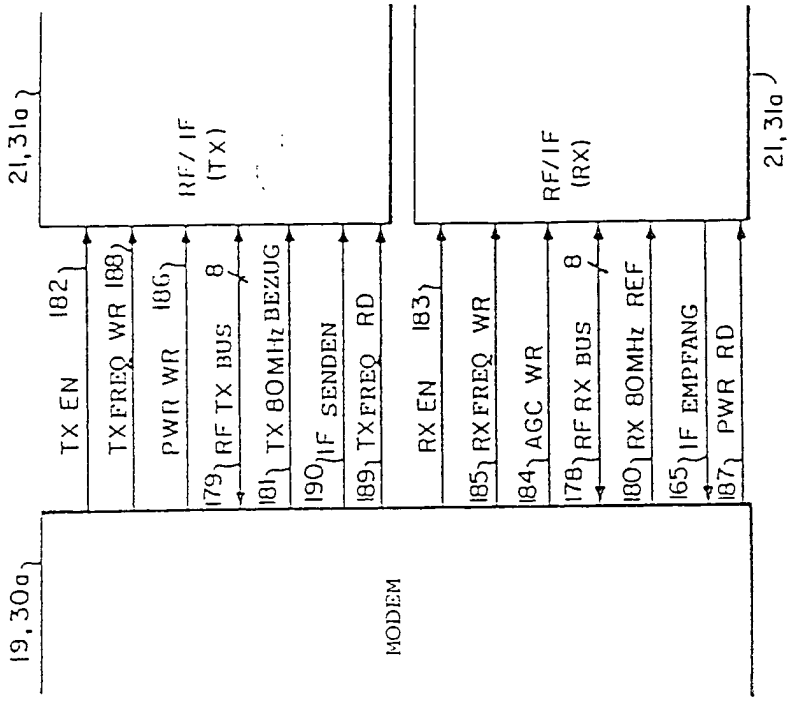

21, 31a
TX EN 182
TX FREQ WR 188
PWR WR 186
179 RF TX BUS 8
181 TX 80MHz BEZUG
190 IF SENDEN
189 TX FREQ RD
RF / IF (TX)
19, 30a
MODEM
RX EN 183
185 RX FREQ WR
184 AGC WR
178 RF RX BUS 8
180 RX 80MHz REF
165 IF EMPFANG
187 PWR RD
RF/IF (RX)
21, 31a

FIG. 27

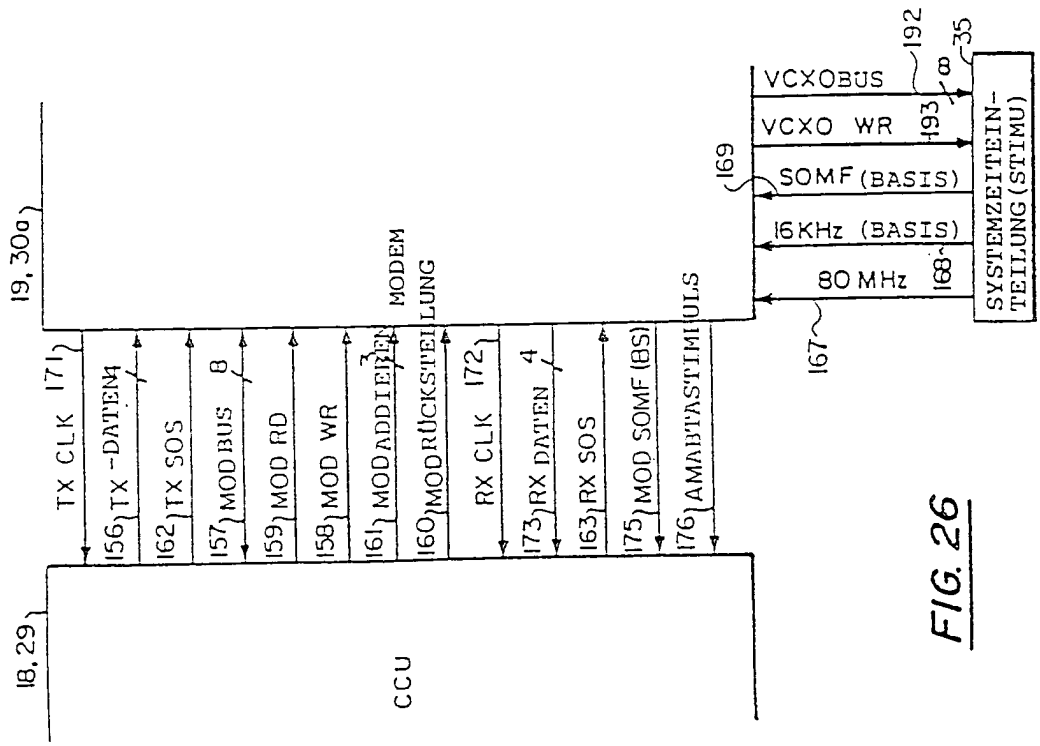

18, 29
CCU
TX CLK 171
156 TX -DATEN 4
162 TX SOS
157 MOD BUS 8
159 MOD RD
158 MOD WR
161 MOD ADDR 3
160 MOD RÜCKSTEILUNG
RX CLK 172
173 RX DATEN 4
163 RX SOS
175 MOD SOMF (BS)
176 AMABTASTIMPULS
19, 30a
MODEM
167
169
80 MHz 168
16KHz (BASIS)
SOMF (BASIS)
VCXO WR 193
8
VCXOBUS 192
8
35
SYSTEMZEITEIN-TEILUNG (STIMU)

FIG. 26

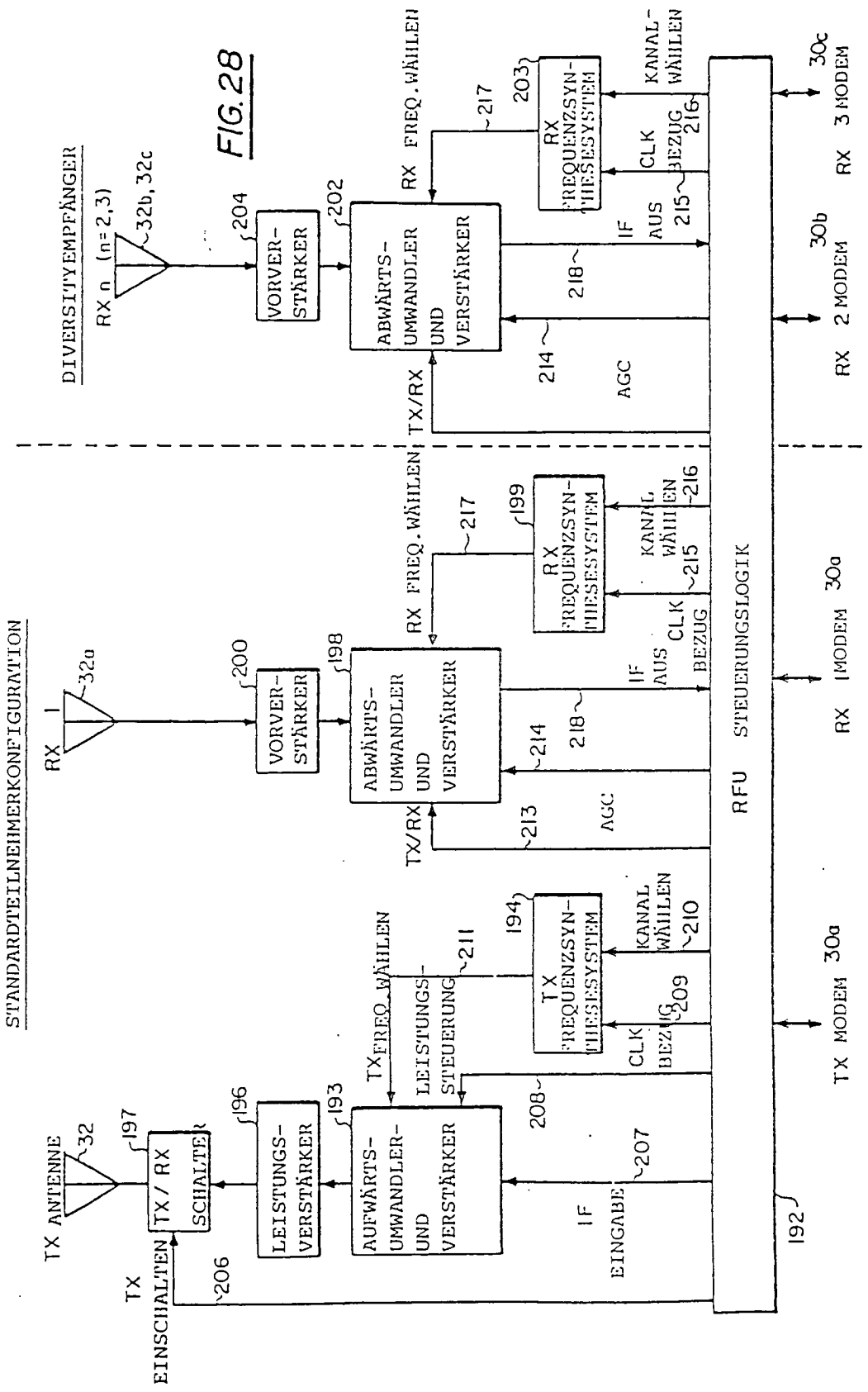

STANDARDTEILNEHMERKONFIGURATION
DIVERSITYEMPFÄNGER
RX n (n=2,3)
32b, 32c
RX 1
32a
TX ANTENNE
32
TX EINSCHALTEN
206
TX/RX SCHALTER
197
LEISTUNGS-VERSTÄRKER
196
AUFWÄRTS-UMWANDLER-UND VERSTÄRKER
193
TX FREQ. WÄHLEN
LEISTUNGS-STEUERUNG
211
TX FREQUENZSYNTHESESYSTEM
194
KANAL WÄHLEN
210
CLK BEZUG
209
IF EINGABE
207
208
TX/RX
213
AGC
214
ABWÄRTS-UMWANDLER UND VERSTÄRKER
198
VORVERSTÄRKER
200
RX FREQ. WÄHLEN
217
RX FREQUENZSYNTHESESYSTEM
199
KANAL WÄHLEN
215
CLK BEZUG
216
IF AUS
218
RFU STEUERUNGSLOGIK
192
TX MODEM 30a
RX 1 MODEM 30a
RX 2 MODEM 30b
RX 3 MODEM 30c
VORVERSTÄRKER
204
202
ABWÄRTS-UMWANDLER UND VERSTÄRKER
TX/RX
214
AGC
RX FREQ. WÄHLEN
217
RX FREQUENZSYNTHESESYSTEM
203
KANAL WÄHLEN
215
CLK BEZUG
216
IF AUS
218

FIG.28

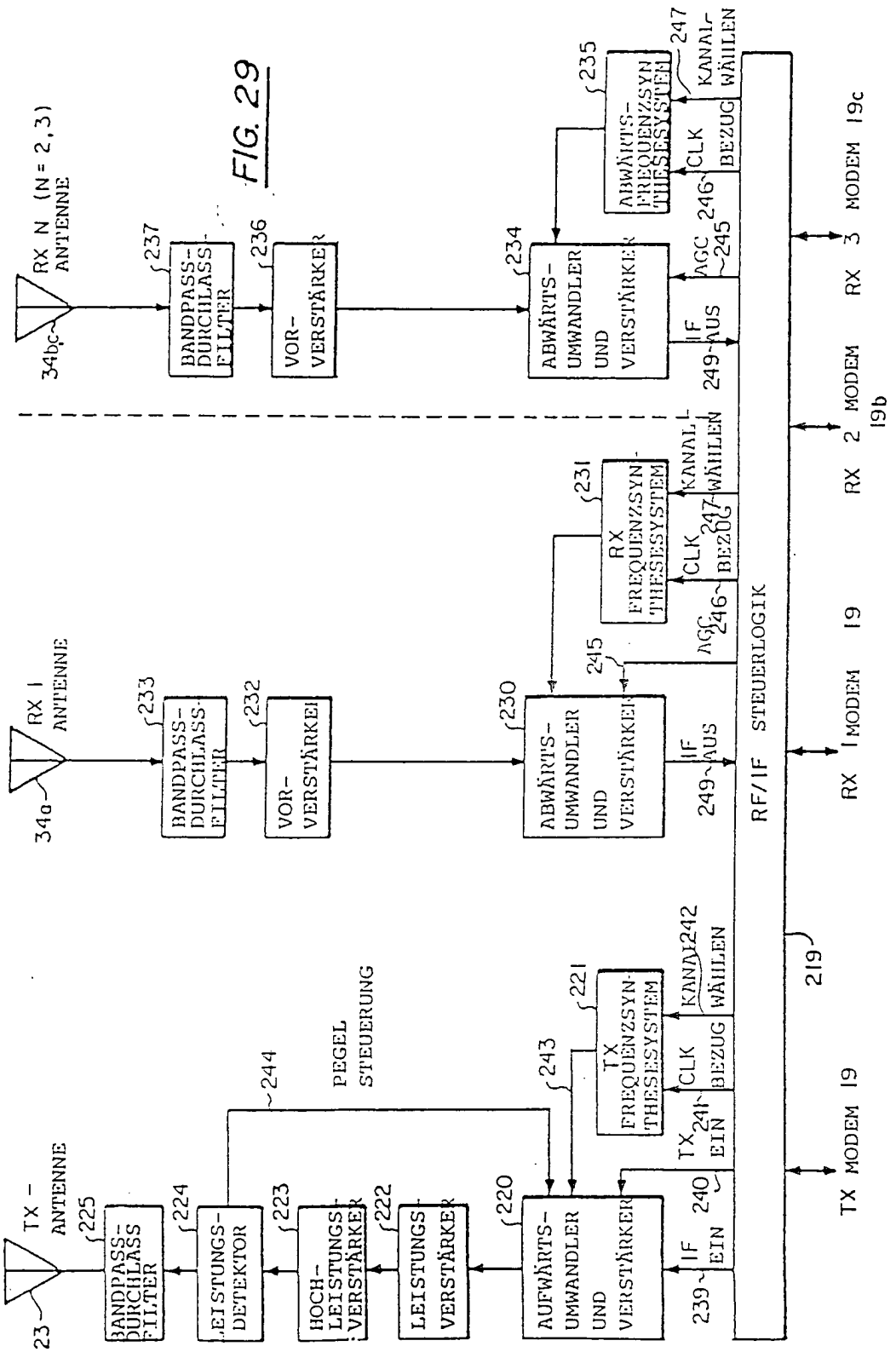

TX - ANTENNE
23
BANDPASS-DURCHLASS-FILTER
225
LEISTUNGS-DETEKTOR
224
HOCH-LEISTUNGS-VERSTÄRKER
223
LEISTUNGS-VERSTÄRKER
222
AUFWÄRTS-UMWANDLER UND VERSTÄRKER
220
244
PEGEL STEUERUNG
243
TX FREQUENZSYNTHESESYSTEM
221
CLK
BEZUG
KANAL WÄHLEN
242
TX EIN
241
IF EIN
240
239
219
RF/IF STEUERLOGIK
TX MODEM 19
RX 1 ANTENNE
34a
BANDPASS-DURCHLASS-FILTER
233
VOR-VERSTÄRKER
232
ABWÄRTS-UMWANDLER UND VERSTÄRKER
230
245
IF AUS
249
AGC
246
RX FREQUENZSYNTHESESYSTEM
231
CLK
BEZUG
247
KANAL WÄHLEN
RX 1 MODEM 19
RX N (N = 2,3) ANTENNE
34bc
BANDPASS-DURCHLASS-FILTER
237
VOR-VERSTÄRKER
236
ABWÄRTS-UMWANDLER UND VERSTÄRKER
234
IF AUS
249
AGC
245
ABWÄRTS-FREQUENZSYNTHESESYSTEM
235
CLK
BEZUG
246
247
KANAL-WÄHLEN
RX 2 MODEM 19b
RX 3 MODEM 19c

FIG. 29