



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 695 34 149 T2** 2006.01.19

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 041 727 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **695 34 149.9**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 114 939.2**

(96) Europäischer Anmeldetag: **22.12.1995**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **04.10.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **13.04.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **19.01.2006**

(51) Int Cl.⁸: **H04B 1/707** (2006.01)
H04B 7/005 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

368710 04.01.1995 US

(73) Patentinhaber:

**InterDigital Technology Corp., Wilmington, Del.,
US**

(74) Vertreter:

**FROHWITTER Patent- und Rechtsanwälte, 81679
München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

(72) Erfinder:

Lomp, Gary R., Centerport, US

(54) Bezeichnung: **Spreizspektrumsystem und -Verfahren**

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

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

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf die Spreizspektrums-Kommunikation und insbesondere auf einen Mehrwegeprozessor, eine Vorrichtung mit variabler Bandbreite und ein Leistungsregelungssystem.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Durch die Spreizspektrumsmodulation wird ein Kommunikationsmittel vorgesehen, bei dem ein Spreizspektrumssignal eine Bandbreite belegt, die über die Mindestbandbreite hinausgeht, die zum Senden der gleichen Information nötig ist. Die Bandspreizung wird durch Modulieren eines Informationsdatensignals mit einem Chipping-Sequenz-Signal erreicht, das von einem Informationsdatensignal unabhängig ist. Das Informationsdatensignal kann von einer Datenvorrichtung, wie zum Beispiel einem Computer, oder einem analogen Gerät kommen, das ein analoges Signal ausgibt, das zu einem Informationsdatensignal digitalisiert wurde, wie zum Beispiel Sprache oder Video. Das Chipping-Sequenz-Signal wird durch einen Chipcode hergestellt, bei dem die Zeitdauer T_c eines jeden Chips wesentlich kleiner ist als ein Datenbit oder Datensymbol. Wie zum Beispiel aus dem US-Patent Nr. US-A-5,305,349 bekannt, wird ein synchronisierter Empfang des Informationsdatensignals mit dem Chipping-Sequenz-Signal an einem Empfänger zum Entspreizen des Spreizspektrumssignals und einer nachfolgenden Wiederherstellung von Daten aus dem Spreizspektrumssignal verwendet.

[0003] Die Spreizspektrumsmodulation bietet viele Vorteile als ein Kommunikationssystem für eine Office- oder städtische Umgebung. Diese Vorteile sind zum Beispiel die Verringerung beabsichtigter und unbeabsichtigter Interferenz, das Bekämpfen von Mehrwegeproblemen und das Vorsehen eines vielfachen Zugriffs auf ein von vielen Benutzern gemeinsam genutztes Kommunikationssystem. Kommerziell sind diese Anwendungen zum Beispiel lokale Netze (local area network/LAN) für Computer und persönliche Kommunikationsnetze für Telefon sowie andere Datenanwendungen, sind hierauf jedoch nicht eingeschränkt.

[0004] Ein zellulares Kommunikationsnetz, das die Spreizspektrumsmodulation zum Kommunizieren zwischen einer Basisstation und einer Mehrzahl von Benutzern verwendet, benötigt eine Regelung des Leistungspegels einer bestimmten mobilen Benutzerstation. Innerhalb einer bestimmten Zelle kann es sein, dass eine mobile Station in der Nähe der Basisstation der Zelle mit einem Leistungspegel senden muss, der geringer ist, als wenn die mobile Station in

der Nähe des äußeren Rands der Zelle ist. Diese Einstellung des Leistungspegels wird durchgeführt, um zu garantieren, dass an der Basisstation von jeder mobilen Station ein konstanter Leistungspegel empfangen wird.

[0005] In einem ersten geographischen Bereich, wie zum Beispiel in einer städtischen Umgebung, kann die zellulare Architektur kleine Zellen aufweisen, bei denen die entsprechenden Basisstationen nahe beieinander liegen, wodurch von jedem mobilen Benutzer ein geringer Leistungspegel benötigt wird. In einem zweiten geographischen Bereich, wie zum Beispiel in einer ländlichen Umgebung, kann die zellulare Architektur große Zellen aufweisen, bei denen die entsprechenden Basisstationen weit auseinander liegen, wodurch von jedem mobilen Benutzer ein relativ hoher Leistungspegel erfordert wird. Ein mobiler Benutzer, der sich vom ersten geographischen Bereich zum zweiten geographischen Bereich bewegt, stellt typischerweise den Leistungspegel seines Senders so ein, dass er die Anforderungen eines bestimmten geographischen Bereichs einhält. Wenn solche Einstellungen nicht vorgenommen würden, kann ein mobiler Benutzer, der sich von einer dünn besiedelten Gegend mit größeren Zellen unter der Verwendung eines relativ hohen Leistungspegels seines Spreizspektrumssenders in eine dicht besiedelte Gegend mit vielen kleinen Zellen bewegt, wenn er seinen ursprünglichen Leistungspegel seines Spreizspektrumssenders nicht verringert, in der kleineren Zelle, in die er sich bewegt hat, und/oder bei benachbarten Zellen eine unerwünschte Interferenz verursachen. Auch wenn sich ein mobiler Benutzer hinter ein Gebäude bewegt und sein Signal an die Basisstation durch das Gebäude blockiert wird, sollte der Leistungspegel des mobilen Benutzers erhöht werden. Diese Einstellungen müssen schnell, mit einem hohen dynamischen Bereich und auf eine solche Weise geschehen, dass ein fast konstanter empfangener Leistungspegel mit einem geringen effektiven Fehler und geringen Spitzenabweichungen vom konstanten Pegel garantiert wird.

[0006] Es besteht daher ein Bedarf nach einem Spreizspektrumssystem und Verfahren zum automatischen Steuern des Leistungspegels eines Spreizspektrumssenders eines mobilen Benutzers beim Betrieb in einem zellularen Kommunikationsnetz.

Zusammenfassung der Erfindung

[0007] Eine allgemeine Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung einer Kommunikation mit hoher Kapazität aufgrund eines geringeren Mehrwegeschwunds und einer vollkommen äquivalenten Bandbreite und Datenrate. Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Mehrwegeprozessor nach Anspruch 1 und ein entsprechendes Verfahren nach Anspruch 13.

[0008] Eine zweite allgemeine Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Spreizspektrumssender mit variablen und/oder einstellbaren Signalbandbreitenfähigkeiten.

[0009] Eine weitere allgemein Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein System und eine Verfahren, das zu einer Maximierung einer Benutzerdichte in einem Zellbereich führt, während die Sendeleistung für den einzelnen mobilen Benutzer minimiert wird.

[0010] Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Vorsehen einer Vorrichtung und eines Verfahrens, das den Leistungspegel einer mobilen Station so regelt, dass der Leistungspegel, der an der Basisstation einer jeden Zelle empfangen wird, für jede mobile Station derselbe ist.

[0011] Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der Erfindung besteht darin, ein System und Verfahren zum automatischen und adaptiven Regeln des Leistungspegels eines mobilen Benutzers in einem zellularen Kommunikationsnetz vorzusehen.

[0012] Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der Erfindung besteht darin, ein Spreizspektrumssystem und -verfahren vorzusehen, welche den Betrieb eines Spreizspektrumssenders in unterschiedlichen geographischen Gebieten erlauben, wobei jedes geographische Gebiet eine Vielzahl von Zellen aufweist und wobei Zellen innerhalb eines geographischen Gebiets unterschiedliche Zellgrößen und Sendeleistungsanforderungen haben können.

[0013] In einer Mehrwegeumgebung wird ein Spreizspektrumssignal von einer Vielzahl von Oberflächen, wie zum Beispiel von Gebäuden, reflektiert, und es wird von ihm angenommen, dass es eine Vielzahl von Spreizspektrumssignalen erzeugt. Die Vielzahl von Spreizspektrumssignalen erscheint typischerweise in mehreren Gruppen von Spreizspektrumssignalen, wobei jede Gruppe von Spreizspektrumssignalen mehrere Spreizspektrumssignale aufweist. Die mehreren Gruppen von Spreizspektrumssignalen sind ein Ergebnis dessen, dass das Spreizspektrumssignal in einer Mehrwegeumgebung reflektiert wird.

[0014] Es ist ein Mehrwegeprozessor zum Nachverfolgen eines Spreizspektrumssignals vorgesehen, das in mehreren Gruppen ankommt. Der Mehrwegeprozessor enthält eine erste Vielzahl von Korrelatoren, eine zweite Vielzahl von Korrelatoren, einen ersten Addierer, einen zweiten Addierer und eine Selektorvorrichtung oder eine Kombiniervorrichtung. Der erste Addierer ist zwischen die erste Vielzahl von Korrelatoren und die Selektorvorrichtung oder die Kombiniervorrichtung geschaltet. Der zweite Addie-

rer ist zwischen die zweite Vielzahl von Korrelatoren und die Selektorvorrichtung oder die Kombiniervorrichtung geschaltet.

[0015] Die erste Vielzahl von Korrelatoren entspreizt eine erste Vielzahl von Spreizspektrumssignalen in einer ersten Gruppe zum Erzeugen einer ersten Vielzahl entspreizter Signale. Der erste Addierer addiert oder kombiniert die erste Vielzahl entspreizter Signale zum Erzeugen eines ersten kombinierten, entspreizten Signals.

[0016] Die zweite Vielzahl von Korrelatoren entspreizt eine zweite Vielzahl von Spreizspektrumssignalen in einer zweiten Gruppe zum Erzeugen einer zweiten Vielzahl entspreizter Signale. Der zweite Addierer addiert oder kombiniert die zweite Vielzahl entspreizter Signale zum Erzeugen eines zweiten kombinierten, entspreizten Signals.

[0017] Die Selektorvorrichtung wählt entweder das erste kombinierte, entspreizte Signal oder das zweite kombinierte, entspreizte Signal aus. Das ausgewählte kombinierte, entspreizte Signal wird aus der Entscheidungsvorrichtung als ein Ausgabe-Entspreizungssignal ausgegeben. Alternativ dazu kann die Kombiniervorrichtung das erste kombinierte, entspreizte Signal mit dem zweiten kombinierten, entspreizten Signal addieren beziehungsweise kombinieren, um das Ausgabe-Entspreizungssignal zu erzeugen.

[0018] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist auch eine Spreizspektrumsvorrichtung mit variabler Bandbreite zur Verwendung mit einem Spreizspektrumssender auf. Die Spreizspektrumsvorrichtung mit variabler Bandbreite erzeugt ein Spreizspektrumssignal mit einer gespreizten Bandbreite. Die Spreizspektrumsvorrichtung mit variabler Bandbreite verwendet ein Chippingsequenzsignal mit einer Chippingrate, wobei die Chippingrate kleiner als die gespreizte Bandbreite ist.

[0019] Die Spreizspektrumsvorrichtung mit variabler Bandbreite enthält einen Chippingsequenzgenerator, ein Spreizspektrumsverarbeitungsmittel, einen Impulsgenerator und einen Filter. Das Spreizspektrumsverarbeitungsmittel ist mit dem Chippingsequenzgenerator verbunden. Der Impulsgenerator ist mit dem Spreizspektrumsverarbeitungsmittel verbunden. Der Filter ist mit dem Impulsgenerator verbunden.

[0020] Der Chippingsequenzgenerator erzeugt das Chippingsequenzsignal mit der Chippingrate. Das Spreizspektrumsverarbeitungsmittel verarbeitet ein Datensignal mit dem Chippingsequenzsignal zum Erzeugen eines Spreizdatensignals. Der Impulsgenerator, der auf jedes Chip im Spreizdatensignal anspricht, erzeugt ein Impulssignal. Der Filter filtert ein

Spektrum eines jeden Impulssignals mit der gespreizten Bandbreite.

[0021] Das Spreizspektrumsverarbeitungsmittel kann als EXKLUSIV-ODER-Gatter oder eine Produktvorrichtung oder eine andere Vorrichtung ausgeführt sein, wie das auf diesem Gebiet zur Spreizspektrumsverarbeitung von Datensignalen mit Chippingsequenzsignalen bekannt ist. Der Filter kann ein Filter mit variabler Bandbreite sein. Der Filter mit variabler Bandbreite kann zum Variieren oder Einstellen der gespreizten Bandbreite des Spektrums für jedes Impulssignal verwendet werden. Dementsprechend kann ein Spreizspektrumssignal mit der gewünschten Bandbreite konzipiert werden, die auf der Bandbreite des Filters mit variabler Bandbreite basiert. Die Bandbreite kann variabel bzw. einstellbar sein, wie das für bestimmte Systemvoraussetzungen benötigt wird. Im vorliegenden Patent ist eine variable Bandbreite eine Bandbreite, die gemäß den Zeitbedingungen oder anderen Anforderungen in einem bestimmten System variieren kann. Eine einstellbare Bandbreite wäre einer variablen Bandbreite ähnlich, wird jedoch so verwendet, dass sie sich auf eine Bandbreite bezieht, die so eingestellt werden kann, dass sie bei einer gewählten Einstellung bleibt.

[0022] Außerdem ist ein System zur adaptiven Leistungsregelung (adaptive-power control/APC) eines Spreizspektrumssenders vorgesehen. Eine Vielzahl mobiler Stationen wird in einem zellularen Kommunikationsnetz unter der Verwendung einer Spreizspektrumsmodulation betrieben. Eine mobile Station sendet ein erstes Spreizspektrumssignal. Die Basisstation sendet ein zweites Spreizspektrumssignal.

[0023] Die Basisstation weist eine Einrichtung zur automatischen Verstärkungssteuerung (automatic gain control/AGC), eine Basiskorrelatoreinrichtung, eine Komparatoreinrichtung, eine Leistungseinrichtung, eine Sendereinrichtung und eine Antenne auf. Die Basiskorrelatoreinrichtung ist an die AGC-Einrichtung angeschlossen. Die Leistungseinrichtung ist an die Basiskorrelatoreinrichtung und die Komparatoreinrichtung angeschlossen. Die Komparatoreinrichtung ist an die Leistungseinrichtung angeschlossen. Die Antenne ist an die Sendereinrichtung angeschlossen.

[0024] Jede mobile Station weist eine Entspreizungseinrichtung und eine Regelverstärkungseinrichtung auf.

[0025] Ein empfangenes Signal ist hier so definiert, dass es das erste Spreizspektrumssignal und ein interferierendes Signal aufweist. Das interferierende Signal ist hier so definiert, dass es Rauschen und/oder andere Spreizspektrumssignale und/oder andere unerwünschte Signale umfasst, die in ihrer Frequenz mit dem ersten Spreizspektrumssignal ko-

existieren.

[0026] Für jedes empfangene Signal erzeugt die AGC-Einrichtung ein AGC-Ausgangssignal. Die Basiskorrelatoreinrichtung entspreizt das AGC-Ausgangssignal. Die Leistungseinrichtung verarbeitet das entspreizte AGC-Ausgangssignal und erzeugt einen empfangenen Leistungspegel. Die Komparatoreinrichtung erzeugt ein Leistungsbefehlssignal durch Vergleichen des empfangenen Leistungspegels mit einem Schwellenpegel. Das Leistungsbefehlssignal kann ein analoges oder digitales Datensignal oder ein Datensignal sein, das mit Informationsdatenbits multiplexiert ist. Die Sendereinrichtung bei der Basisstation sendet das Leistungsbefehlssignal als das zweite Spreizspektrumssignal oder als ein Datensignal, das mit den Informationsdatenbits multiplexiert ist.

[0027] Bei jeder mobilen Station entspreizt die Entspreizungseinrichtung das Leistungsbefehlssignal aus dem zweiten Spreizspektrumssignal als ein Leistungseinstellungssignal. Die Regelverstärkereinrichtung verwendet das Leistungseinstellungssignal als Grundlage zum Einstellen eines Sendeleistungspegels des ersten vom mobilen Stationssender ausgesendeten Spreizspektrumssignals. Der Sendeleistungspegel kann linear oder nicht linear eingestellt werden.

[0028] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält auch ein Verfahren zur automatischen Leistungsregelung eines Spreizspektrumssenders für eine mobile Station, die in einem zellularen Kommunikationsnetz unter der Verwendung einer Spreizspektrumsmodulation betrieben wird. Eine mobile Station sendet ein erstes Spreizspektrumssignal. Die Basisstation führt die folgenden Schritte aus: Akquirieren des ersten von der mobilen Station gesendeten Spreizspektrumssignals und Erfassen eines empfangenen Leistungspegels des ersten Spreizspektrumssignals plus jedweder interferierender Signale einschließlich Rauschen. Die Schritte beinhalten auch das Erzeugen eines AGC-Ausgangssignals aus dem empfangenen Signal und das Entspreizen des AGC-Ausgangssignals. Das entspreizte AGC-Ausgangssignal wird zum Erzeugen eines empfangenen Leistungspegels verarbeitet. Das Verfahren umfasst weiterhin das Vergleichen des empfangenen Leistungspegels mit dem Schwellenpegel zum Erzeugen eines Leistungsbefehlssignals. Das Leistungsbefehlssignal wird von der Basisstation als ein Teil des zweiten Spreizspektrumssignals ausgesendet.

[0029] Bei der mobilen Station entspreizt das Verfahren das Leistungsbefehlssignal aus dem zweiten Spreizspektrumssignal und stellt im Ansprechen auf das Leistungsbefehlssignal einen Sendeleistungspegel des ersten Spreizspektrumssignals ein.

[0030] Zusätzliche Aufgaben und Vorteile der Erfindung sind teilweise in der nun folgenden Beschreibung aufgeführt und sind teilweise aus der Beschreibung ersichtlich oder können durch die praktische Umsetzung der Erfindung erschlossen werden. Die Aufgaben und Vorteile der Erfindung können auch mittels der insbesondere in den Ansprüchen aufgeführten Instrumentierungen und Kombinationen realisiert und erzielt werden.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0031] Die beiliegenden Zeichnungen, die in die Beschreibung eingebunden sind und zu ihr gehören, veranschaulichen die bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung und dienen zusammen mit der Beschreibung zum Erläutern der Prinzipien der Erfindung.

[0032] [Fig. 1](#) zeigt eine Kanalimpulsantwort, welche mehrere Mehrwegesignale entstehen lässt;

[0033] [Fig. 2](#) zeigt Bedingungen, die zu zwei Gruppen jeweils mehrerer Mehrwegesignale führt;

[0034] [Fig. 3](#) ist ein Blockdiagramm eines Mehrwegeprozessors, der zwei Sätze von Korrelatoren zum Entspreizen eines Spreizspektrumssignals verwendet, das als zwei Gruppen von Spreizspektrumssignalen empfangen wird;

[0035] [Fig. 4](#) ist ein Blockdiagramm zum Erzeugen von Chippingsequenzsignalen mit Verzögerungen;

[0036] [Fig. 5](#) ist ein Zapf-Verzögerungs-Leitungsmodell eines Kommunikationskanals;

[0037] [Fig. 6](#) ist ein Blockdiagramm eines Korrelators;

[0038] [Fig. 7](#) ist ein Autokorrelationsfunktionsdiagramm, das für den Korrelator von [Fig. 6](#) erzeugt wird;

[0039] [Fig. 8](#) ist ein Blockdiagramm zum Nachverfolgen eines empfangenen Signals;

[0040] [Fig. 9](#) ist ein Blockdiagramm zum Kombinieren eines Pilotsignals aus einem empfangenen Spreizspektrumssignal;

[0041] [Fig. 10](#) ist ein Blockdiagramm zum Nachverfolgen eines Pilotsignals, das in einem Pilotkanal eines Spreizspektrumssignals eingebettet ist;

[0042] [Fig. 11](#) zeigt eine Kreuzkorrelation zwischen einem empfangenen Signal und einem referenzierten Chippingsequenzsignal in Abhängigkeit von einer referenzierten Verzögerung;

[0043] [Fig. 12](#) zeigt den Schwerpunkt der Kreuzkorrelationsfunktion von [Fig. 11](#);

[0044] [Fig. 13](#) ist ein Blockdiagramm eines Mehrwegeprozessors, der zwei Sätze abgestimmter Filter zum Entspreizen eines Spreizspektrumssignals verwendet, das als zwei Gruppen von Spreizspektrumssignalen empfangen wird;

[0045] [Fig. 14](#) ist ein Blockdiagramm eines Mehrwegeprozessors, der drei Sätze von Korrelatoren zum Entspreizen eines Spreizspektrumssignals verwendet, das als drei Gruppen von Spreizspektrumssignalen empfangen wird;

[0046] [Fig. 15](#) ist ein Blockdiagramm eines Mehrwegeprozessors, der drei abgestimmte Filter zum Entspreizen eines Spreizspektrumssignals verwendet, das als drei Gruppen von Spreizspektrumssignalen empfangen wird;

[0047] [Fig. 16](#) ist ein Blockdiagramm einer Spreizspektrumsvorrichtung mit variabler Bandbreite;

[0048] [Fig. 17](#) zeigt Chips eines Spreizdatensignals;

[0049] [Fig. 18](#) zeigt Impulssignale, die den Chips des Spreizdatensignals von [Fig. 17](#) entsprechen;

[0050] [Fig. 19](#) ist ein alternatives Blockdiagramm der Spreizspektrumsvorrichtung mit variabler Bandbreite von [Fig. 16](#);

[0051] [Fig. 20](#) ist ein Blockdiagramm einer Basisstation;

[0052] [Fig. 21](#) ist ein Blockdiagramm einer mobilen Station;

[0053] [Fig. 22](#) veranschaulicht eine nicht lineare Leistungseinstellung;

[0054] [Fig. 23](#) veranschaulicht eine lineare und eine nicht lineare Leistungseinstellung;

[0055] [Fig. 24](#) veranschaulicht einen Schwund während der Sendung vieler Signale gleicher bei einer Basisstation empfangener Leistung;

[0056] [Fig. 25](#) veranschaulicht ein adaptives Leistungsregelungssignal einer ausgesendeten Leistung für einen Algorithmus mit fester Schrittgröße;

[0057] [Fig. 26](#) veranschaulicht eine entspreizte Ausgangsleistung für einen Algorithmus mit fester Schrittgröße;

[0058] [Fig. 27](#) veranschaulicht ein adaptives Leistungsregelungssignal einer ausgesendeten Leistung

für eine Algorithmus mit variabler Schrittgröße; und

[0059] [Fig. 28](#) veranschaulicht eine entspreizte Ausgangsleistung für einen Algorithmus mit variabler Schrittgröße.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0060] Es wird nun im Detail auf die bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung Bezug genommen, von denen Beispiele in den beliebigen Zeichnungen veranschaulicht sind, wobei die gleichen Bezugszeichen durchwegs die gleichen Elemente bezeichnen.

Mehrwegeprozessor

[0061] In einer Mehrwegeumgebung wird ein Signal von mehreren Gebäuden oder anderen Strukturen reflektiert. Die vielfachen Reflexionen von den mehreren Gebäuden können dazu führen, dass mehrere Signale oder mehreren Gruppen von Signalen beim Empfänger ankommen. [Fig. 1](#) zeigt ein Signal, das in der Zeit als mehrere Signale ankommt. [Fig. 2](#) zeigt ein Signal, das in der Zeit als zwei Gruppen von mehreren Signalen ankommt. Die mehreren beim Empfänger ankommenden Signale kommen üblicherweise nicht gleichmäßig über die Zeit verteilt an. Ein empfangenes Signal $r(t)$, das in einer Mehrwegeumgebung empfangen wird, kann deshalb zwei oder mehr Gruppen von Spreizspektrumssignalen enthalten.

[0062] In der Mehrwegeumgebung wird von einem Spreizspektrumssignal angenommen, dass es eine Vielzahl von Gruppen von Spreizspektrumssignalen erzeugt, wobei jede Gruppe eine Vielzahl von Spreizspektrumssignalen aufweist. Die Vielzahl von Gruppen ist das Ergebnis davon, dass das Spreizspektrumssignal in einer Mehrwegeumgebung reflektiert wird. Als ein Mittel zum Reagieren auf diese Vielzahl von Gruppen und zu ihrer Bewältigung ist der Mehrwegeprozessor eine Verbesserung an einem Spreizspektrumempfängersystem.

[0063] Bei der in [Fig. 3](#) gezeigten beispielhaften Anordnung ist ein Mehrwegeprozessor zum Nachverfolgen eines Spreizspektrumssignals gezeigt. Der Mehrwegeprozessor wird als ein Teil eines Spreizspektrumempfängersystems verwendet.

[0064] Der Mehrwegeprozessor enthält ein erstes Entspreizungsmittel, ein zweites Entspreizungsmittel, ein erstes Kombiniermittel, ein zweites Kombiniermittel und ein Auswahlmittel oder Ausgabe-Kombiniermittel. Das erste Kombiniermittel ist zwischen das erste Entspreizungsmittel und das Auswahlmittel oder das Ausgabe-Kombiniermittel geschaltet. Das zweite Kombiniermittel ist zwischen das zweite

Entspreizungsmittel und das Auswahlmittel oder das Ausgabe-Kombiniermittel geschaltet.

[0065] Das erste Entspreizungsmittel entspreizt ein empfangenes Signal mit einer ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen in einer ersten Gruppe. Das erste Entspreizungsmittel erzeugt daher eine erste Vielzahl entspreizter Signale. Das erste Kombiniermittel kombiniert, bzw. addiert zusammen, die erste Vielzahl entspreizter Signale zum Erzeugen eines ersten kombinierten, entspreizten Signals.

[0066] Das zweite Entspreizungsmittel entspreizt das empfangene Signal, das eine zweite Vielzahl von Spreizspektrumssignalen innerhalb einer zweiten Gruppe aufweist. Das zweite Entspreizungsmittel erzeugt daher eine zweite Vielzahl entspreizter Signale. Das zweite Kombiniermittel kombiniert, bzw. addiert zusammen, die zweite Vielzahl entspreizter Signale als ein zweites kombiniertes, entspreiztes Signal.

[0067] Das Auswahlmittel wählt entweder das erste kombinierte, entspreizte Signal oder das zweite kombinierte, entspreizte Signal aus. Das ausgewählte kombinierte, entspreizte Signal wird aus dem Auswahlmittel als ein Ausgabe-Entspreizungssignal ausgegeben. Das Auswahlmittel kann im Ansprechen auf die stärkere Signalstärke des ersten kombinierten, entspreizten Signals und des zweiten kombinierten, entspreizten Signals, auf einen Fehler kleinster Quadrate, eine Maximum-Likelihood oder ein anderes Auswahlkriterium agieren. Alternativ dazu können bei der Verwendung des Ausgabe-Kombiniermittels anstelle des Auswahlmittels die Ausgaben des ersten Kombiniermittels und des zweiten Kombiniermittels kohärent kombiniert oder addiert werden, nachdem sie entsprechend gewichtet wurden.

[0068] Wie in [Fig. 3](#) gezeigt, kann das erste Entspreizungsmittel eine erste Vielzahl von Korrelatoren zum jeweiligen Entspreizen der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen enthalten. Die erste Vielzahl von Korrelatoren ist als Beispiel als erster Multiplizierer **111**, zweiter Multiplizierer **112**, dritter Multiplizierer **113**, erster Filter **121**, zweiter Filter **122**, dritter Filter **123**, erstes Chippingsequenzsignal $g(t)$, zweites Chippingsequenzsignal $g(t - T_0)$ und drittes Chippingsequenzsignal $g(t - 2T_0)$ gezeigt. Das zweite Chippingsequenzsignal $g(t - T_0)$ und das dritte Chippingsequenzsignal $g(t - 2T_0)$ sind dieselben wie das erste Chippingsequenzsignal $g(t)$, jedoch durch die Zeit T_0 bzw. die Zeit $2T_0$ verzögert. Die Verzögerung zwischen jedem Chippingsequenzsignal ist vorzugsweise eine feste Verzögerung T_0 .

[0069] Am Eingang liegt das empfangene Signal $r(t)$ an. Der erste Multiplizierer **111** ist zwischen den Eingang und den ersten Filter **121** geschaltet und mit einer Quelle des ersten Chippingsequenzsignals $g(t)$

verbunden. Der zweite Multiplizierer **112** ist zwischen den Eingang und den zweiten Filter **122** geschaltet und mit einer Quelle des zweiten Chippingsequenzsignals $g(t - T_0)$ verbunden. Der dritte Multiplizierer **113** ist zwischen den Eingang und den dritten Filter **123** geschaltet und mit einer Quelle des dritten Chippingsequenzsignals $g(t - 2T_0)$ verbunden. Die Ausgänge des ersten Filters **121**, des zweiten Filters **122** und des dritten Filters **123** sind mit dem ersten Addierer **120** verbunden.

[0070] Auf diesem Gebiet der Technik sind Schaltungen und Vorrichtungen zum Erzeugen von Chippingsequenzsignalen mit verschiedenen Verzögerungen bekannt. Gemäß [Fig. 4](#) ist ein Chippingsequenzgenerator **401** mit einem spannungsgesteuerten Oszillator **402** und mehreren Verzögerungsvorrichtungen **403**, **404**, **405**, **406** verschaltet. Der spannungsgesteuerte Oszillator empfängt ein Gruppenverzögerungssignal. Das Gruppenverzögerungssignal entspricht der Zeitverzögerung, welche die Gruppe von Chippingsequenzsignalen zum Entspreizen einer bestimmten Gruppe empfangener Signale verwendet. Der spannungsgesteuerte Oszillator **402** erzeugt ein Oszillatorsignal. Der Chippingsequenzgenerator **401** erzeugt das erste Chippingsequenzsignal $g(t)$ aus dem Oszillatorsignal mit einer anfänglichen Position des ersten Chippingsequenzsignals $g(t)$, die vom Gruppenverzögerungssignal bestimmt wird. Das erste Chippingsequenzsignal $g(t)$ wird von den mehreren Verzögerungsvorrichtungen **403**, **404**, **405**, **406** zum Erzeugen des zweiten Chippingsequenzsignals $g(t - T_0)$, des dritten Chippingsequenzsignals $g(t - 2T_0)$, des vierten Chippingsequenzsignals $g(t - 3T_0)$ usw. verwendet. Daher können das zweite Chippingsequenzsignal $g(t - T_0)$ und das dritte Chippingsequenzsignal $g(t - 2T_0)$ als verzögerte Versionen des ersten Chippingsequenzsignals $g(t)$ erzeugt werden. Außerdem gehören Akquisitions- und Nachführschaltungen zur Empfängerschaltung zum Akquirieren eines bestimmten Chippingsequenzsignals, das in einem empfangenen Spreizspektrumssignal eingebettet ist.

[0071] Wahlweise kann der Mehrwegeprozessor von [Fig. 3](#) eine erste Gewichtungsvorrichtung **131**, eine zweite Gewichtungsvorrichtung **132** und eine dritte Gewichtungsvorrichtung **133** enthalten. Die erste Gewichtungsvorrichtung **131** ist mit dem Ausgang des ersten Filters **121** und einer Quelle eines ersten Gewichtungssignals W_1 verbunden. Die zweite Gewichtungsvorrichtung **132** ist mit dem Ausgang des zweiten Filters **122** und mit einer Quelle des zweiten Gewichtungssignals W_2 verbunden. Die dritte Gewichtungsvorrichtung **133** ist mit dem Ausgang des dritten Filters **123** und einer Quelle des dritten Gewichtungssignals W_3 verbunden. Das erste Gewichtungssignal W_1 , das zweite Gewichtungssignal W_2 und das dritte Gewichtungssignal W_3 sind optional und können in der ersten Gewichtungsvorrichtung

131, der zweiten Gewichtungsvorrichtung **132** bzw. der dritten Gewichtungsvorrichtung **133** voreingestellt sein. Alternativ dazu können das erste Gewichtungssignal W_1 , das zweite Gewichtungssignal W_2 , und das dritte Gewichtungssignals W_3 von einem Prozessor oder einer anderen Steuerungsschaltung gesteuert werden. Die Ausgänge des ersten Filters **121**, des zweiten Filters **122** und des dritten Filters **123** sind über die erste Gewichtungsvorrichtung **131**, die zweite Gewichtungsvorrichtung **132** bzw. die dritte Gewichtungsvorrichtung **133** mit dem ersten Addierer **120** verbunden.

[0072] In ähnlicher Weise kann das zweite Entspreizungsmittel eine zweite Vielzahl von Korrelatoren zum Entspreizen der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen aufweisen. Die zweite Vielzahl von Korrelatoren ist als Beispiel als vierter Multiplizierer **114**, fünfter Multiplizierer **115**, sechster Multiplizierer **116**, vierter Filter **124**, fünfter Filter **125**, sechster Filter **126**, viertes Chippingsequenzsignal $g(t - T_{D1})$, fünftes Chippingsequenzsignal $g(t - T_0 - T_{D1})$ und sechstes Chippingsequenzsignal $g(t - 2T_0 - T_{D1})$ gezeigt. Der vierte Multiplizierer **114** ist zwischen den Eingang und den vierten Filter **124** geschaltet und mit einer Quelle des vierten Chippingsequenzsignals $g(t - T_{D1})$ verbunden. Der fünfte Multiplizierer **115** ist zwischen den Eingang und den fünften Filter **125** geschaltet und mit einer Quelle des fünften Chippingsequenzsignals $g(t - T_0 - T_{D1})$ verbunden. Der sechste Multiplizierer **116** ist zwischen den Eingang und den sechsten Filter **126** geschaltet und mit einer Quelle des sechsten Chippingsequenzsignals $g(t - 2T_0 - T_{D1})$ verbunden. Das vierte Chippingsequenzsignal $g(t - T_{D1})$, das fünfte Chippingsequenzsignal $g(t - T_0 - T_{D1})$ und das sechste Chippingsequenzsignal $g(t - 2T_0 - T_{D1})$ sind dieselben wie das erste Chippingsequenzsignal $g(t)$, jedoch um die Zeit T_{D1} , die Zeit $T_0 + T_{D1}$ bzw. die Zeit $2T_0 + T_{D1}$ verzögert. Die zweite Vielzahl von Korrelatoren erzeugt hierdurch die zweite Vielzahl entspreizter Signale. Die Ausgänge des vierten Filters **124**, des fünften Filters **125** und des sechsten Filters **126** sind mit dem zweiten Addierer **130** verbunden.

[0073] Am Ausgang des vierten Filters **124**, des fünften Filters **125** und des sechsten Filters **126** können optional eine vierte Gewichtungsvorrichtung **134**, eine fünfte Gewichtungsvorrichtung **135** und eine sechste Gewichtungsvorrichtung **136** angeordnet sein. Die vierte Gewichtungsvorrichtung **134**, die fünfte Gewichtungsvorrichtung **135** und die sechste Gewichtungsvorrichtung **136** sind mit einer Quelle verbunden, welche das vierte Gewichtungssignal W_4 , das fünfte Gewichtungssignal W_5 bzw. das sechste Gewichtungssignal W_6 erzeugen. Das vierte Gewichtungssignal W_4 , das fünfte Gewichtungssignal W_5 und das sechste Gewichtungssignal W_6 sind optional und können in der vierten Gewichtungsvorrichtung **134**, der fünften Gewichtungsvorrichtung **135** bzw.

der sechsten Gewichtungsvorrichtung **136** voreingestellt sein. Alternativ dazu kann das vierte Gewichtungssignal W_4 , das fünfte Gewichtungssignal W_5 und das sechste Gewichtungssignal W_6 von einem Prozessor oder einer anderen Steuerungsschaltung gesteuert werden. Die Ausgänge des vierten Filters **124**, des fünften Filters **125** und des sechsten Filters **126** sind durch die vierte Gewichtungsvorrichtung **134**, die fünfte Gewichtungsvorrichtung **135** bzw. die sechste Gewichtungsvorrichtung **136** mit dem zweiten Addierer **130** verbunden. Der Ausgang des ersten Addierers **120** und des zweiten Addierers **130** sind mit der Entscheidungsvorrichtung **150** verbunden. Die Entscheidungsvorrichtung **150** kann ein Selektor oder ein Kombiniierer sein.

[0074] Die Gewichtungsvorrichtungen können als Verstärker- oder Dämpfungsschaltungen umgesetzt sein, welche die Stärke und die Phase ändern. Die Verstärker- oder Dämpferschaltungen können mit analogen Geräten oder mit digitalen Schaltungen umgesetzt sein. Die Verstärkerschaltung oder Dämpferschaltung kann einstellbar sein, wobei die Verstärkung der Verstärkerschaltung oder der Dämpfungsschaltung durch das Gewichtungssignal gesteuert wird. Die Verwendung eines Gewichtungssignals bei einer bestimmten Gewichtungsvorrichtung ist optional. Eine bestimmte Gewichtungsvorrichtung kann mit einem festen Gewicht oder einem voreingestellten Wert, wie zum Beispiel einem festen Wert einer Verstärkung, konstruiert werden.

[0075] [Fig. 5](#) ist ein Zapf-Verzögerungs-Leitungsmodell eines Kommunikationskanals. Ein Signal $s(t)$, das in den Kommunikationskanal eintritt, gelangt durch mehrere Verzögerungen **411**, **412**, **413**, **414**, die mit der Zeit T_0 modelliert sind. Das Signal $s(t)$ wird für jede Verzögerung gedämpft **416**, **417**, **418** durch mehrere komplexe Dämpfungsfaktoren h^n und den Addierer **419**. Das Ausgangssignal (OUTPUT) aus dem Addierer **419** ist das Ausgangssignal aus dem Kommunikationskanal.

[0076] Ein bestimmter Kommunikationskanal hat eine Frequenzantwort, welche die Fourier-Transformation der Impulsantwort ist.

$$H(f) = \sum_{i=1}^N a_i e^{-j2\pi f \tau_i}$$

wobei a_i die komplexen Verstärkungen der Mehrwege des Kommunikationskanals und τ_i die Verzögerung der Mehrwege des Kommunikationskanals repräsentieren.

[0077] Es sei nun die Kommunikations-Kanal-Frequenz-Antwort $H_c(f)$ betrachtet. Die Kommunikations-Kanal-Frequenz-Antwort hat ein interessierendes Band B . Hiernach ist dieses interessierende Band fest, und die Kommunikationskanal-Fre-

quenz-Antwort $H_c(f)$ ist die äquivalente Tiefpassfilterfunktion. Die Kommunikationskanal-Frequenzantwort dehnt sich in einer Fourier-Reihe wie folgt aus

$$H_c(f) = \sum h_n e^{-jn2\pi f/B}$$

wobei h_n die Fourier-Koeffizienten repräsentiert. Dies ist ein Zapf-Verzögerungs-Leitungsmodell des Kommunikationskanals, für den der Empfänger in [Fig. 3](#) als ein abgestimmtes Filter agiert, wenn $T_0 = 1/B$ ist, und die Gewichte W_n auf die komplexe Konjugierte der Werte h_n gesetzt sind. Das heißt $W_n = h_n^*$.

[0078] Vorzugsweise entspricht dieser Korrelator der ersten Vielzahl von Korrelatoren mit einem Chippingsequenzsignal $g(t)$, das eine Zeitverzögerung hat, die sich von jeder Zeitverzögerung jedes mit den jeweiligen anderen Korrelatoren der ersten Vielzahl von Korrelatoren verwendeten Chippingsequenzsignals unterscheidet. Die erste Vielzahl von Korrelatoren verwendet Chippingsequenzsignale $g(t)$, $g(t - T_0)$, $g(t - 2T_0)$, wobei T_0 die Zeitverzögerung zwischen den Chippingsequenzsignalen ist. Die Zeitverzögerung T_0 kann zwischen den jeweiligen Chippingsequenzsignalen dieselbe oder unterschiedlich sein. Zu Zwecken der Veranschaulichung wird hier angenommen, dass die Zeitverzögerung T_0 immer gleich ist.

[0079] In ähnlicher Weise entspricht jeder Korrelator der zweiten Vielzahl von Korrelatoren mit einem Chippingsequenzsignal, das eine Zeitverzögerung hat, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden anderen mit jedem der anderen Korrelatoren der zweiten Vielzahl von Korrelatoren verwendeten Chippingsequenzsignals unterscheidet. Jeder Korrelator der zweiten Vielzahl von Korrelatoren entspricht ebenfalls mit einem Chippingsequenzsignal, das eine Zeitverzögerung T_{D1} hat, die sich von jeder Zeitverzögerung von jedem mit jedem entsprechenden Korrelator der ersten Vielzahl von Korrelatoren verwendeten Chippingsequenzsignal unterscheidet. Daher verwendet die zweite Vielzahl von Korrelatoren die Chippingsequenzsignale $g(t - T_{D1})$, $g(t - T_0 - T_{D1})$, $g(t - 2T_0 - T_{D1})$, wobei die Zeitverzögerung T_{D1} die Zeitverzögerung zwischen der ersten Vielzahl von Korrelatoren und der zweiten Vielzahl von Korrelatoren ist. Die Zeitverzögerung T_{D1} ist auch ungefähr dieselbe Zeitverzögerung wie zwischen der ersten empfangenen Gruppe von Spreizspektrumsignalen und der zweiten empfangenen Gruppe von Spreizspektrumsignalen.

[0080] [Fig. 6](#) zeigt einen Korrelator, bei dem ein Eingangssignal $s(t)$ von einem Multiplizierer **674** mit einer verzögerten Version des Eingangssignals $s(t - T)$ multipliziert wird. Das Produkt der beiden Signale wird vom Filter **675** gefiltert, und das Ausgangssignal ist die Autokorrelationsfunktion $R(T)$. Die Autokorrelationsfunktion $R(T)$ für ein Rechteckwellen-Eingangssignal $s(t)$ ist in [Fig. 7](#) gezeigt. Über eine Chip-

zeit T_c ist die Korrelationsfunktion $R(T)$ maximal, wenn die Punkte A und B die gleiche Amplitude haben. Eine Schaltung, die auf diesem Gebiet der Technik zur Durchführung dieser Funktion bekannt ist, ist in [Fig. 8](#) gezeigt. In [Fig. 8](#) wird das entspreizte Signal $s(t)$ um eine halbe Chipzeit $T_c/2$ verzögert und eine halbe Chipzeit $T_c/2$ weitergeleitet. Jedes der drei Signale wird mit dem empfangenen Signal $r(t)$ multipliziert. Die Ausgangssignale der multiplizierten und weitergeleiteten multiplizierten Signale werden gefiltert und dann die Amplitude erfasst. Die beiden gefilterten Signale werden durch Abziehen der verzögerten Version von der weitergeleiteten Version kombiniert und das Differenz- oder Fehlersignal wird zum Einstellen der Zeitabstimmung des zum Entspreizen des Signals $s(t)$ verwendeten Chippingsequenzsignals verwendet. Wenn demnach die verzögerte Version der weitergeleiteten Version voraus wäre, würde das Chippingsequenzsignal für das entspreizte Signal $s(t)$ verzögert. In ähnlicher Weise würde, wenn die weitergeleitete Version der verzögerten Version voraus wäre, das Chippingsequenzsignal zum Entspreizen des Signals $s(t)$ vorgezogen. Diese Verfahren sind auf diesem Gebiet der Technik wohl bekannt.

[0081] Ein ähnliches Verfahren wird zum Schätzen eines Pilotsignals aus einem empfangenen Signal $r(t)$ verwendet, das durch eine Mehrwegeumgebung gelangt ist. In [Fig. 9](#) zeigt der untere Teil des Diagramms Korrelatoren, die den schon in [Fig. 3](#) gezeigten Korrelatoren entsprechen. Der obere Teil des Diagramms zeigt das empfangene Signal, das durch verzögerte Versionen des Pilot-Chippingsequenzsignals $g_p(t)$ verarbeitet wird. In [Fig. 9](#) wird das empfangene Signal $r(t)$ durch das Pilotsignal $g_p(t)$ sowie eine Vielzahl von verzögerten Versionen des Pilotsignals $g_p(t - T_0), \dots, g_p(t - kT_0)$ von einer Vielzahl von Multiplizierern **661**, **651**, **641** multipliziert. Die Ausgabe der mehreren Multiplizierer **661**, **651**, **641** wird jeweils durch eine entsprechende Vielzahl von Filtern **662**, **652** bzw. **642** gefiltert. Die Ausgabe der mehreren Filter **662**, **652**, **642** wird durch eine zweite Vielzahl von Multiplizierern **663**, **653**, **643** multipliziert und entsprechend von einer zweiten Vielzahl von Filtern **664**, **654**, **644** gefiltert. Die Ausgaben der zweiten Vielzahl von Filtern **664**, **654**, **644** wird von einer Vielzahl von Komplex-Konjugiert-Vorrichtungen **665**, **655**, **645** verarbeitet. Die Ausgaben der mehreren Komplex-Konjugiert-Vorrichtungen **665**, **655**, **645** sind dann die Vielzahl von Gewichten W_1, W_2 bzw. W_k . Die mehreren Gewichte werden mit der Ausgabe der ersten Vielzahl von Filtern **662**, **652**, **642** von einer dritten Vielzahl von Multiplizierern **666**, **656**, **646** multipliziert und dann vom Kombinierer **667** kombiniert. Am Ausgang des Kombinierers **667** ist ein kombiniertes, entspreiztes Pilotsignal.

[0082] Jedes der zweiten Vielzahl von Pilotfiltern **664**, **654**, **644** hat eine Bandbreite, die ungefähr

gleich der Schwundbandbreite ist. Diese Bandbreite ist typischerweise sehr eng und kann in der Größenordnung von mehreren hundert Hertz liegen.

[0083] Gemäß [Fig. 10](#) wird die Ausgabe des Kombinierers **667** von einem vierten Multiplizierer **668** multipliziert und dann durch eine Imaginärvorrichtung **669** geleitet, um die imaginäre Komponente des vom vierten Multiplizierers **668** kommenden komplexen Signals zu bestimmen. Die Ausgabe der Imaginärvorrichtung **669** wird durch ein Schleifenfilter **672** an einen spannungsgesteuerten Oszillator **573** oder einen numerisch gesteuerten Oszillator (NCO) geleitet. Die Ausgabe des spannungsgesteuerten Oszillators **673** gelangt zum vierten Multiplizierer **668** und zu jedem der zweiten Vielzahl von Multiplizierern **663**, **653**, **643**.

[0084] Gemäß [Fig. 11](#) können die obigen Schaltungen eine Kreuzkorrelationsfunktion zwischen dem empfangenen Signal und einem referenzierten Pilot-Chippingsequenzsignal in Abhängigkeit von der referenzierten Verzögerung (lag) erzeugen. Wie in [Fig. 11](#) gezeigt, können diese Kreuzkorrelationspunkte einen Schwerpunkt haben. Der Schwerpunkt wird bestimmt, wenn die linke Masse gleich der rechten Masse der Korrelationsfunktion ist, wie das in [Fig. 12](#) gezeigt ist. Eine Schaltung, die der in [Fig. 8](#) gezeigten ähnlich ist und die am Ausgang des vierten Multiplizierers **668** angeschlossen ist, kann zum Ausrichten eines Chippingsequenzsignals des Pilotkanals verwendet werden.

[0085] Als eine alternative Ausführungsform kann gemäß [Fig. 13](#) das erste Entspreizungsmittel eine erste Vielzahl abgestimmter Filter zum Entspreizen des empfangenen Signals $r(t)$, das die erste Vielzahl von Spreizspektrumssignalen aufweist, enthalten. Am Ausgang der ersten Vielzahl abgestimmter Filter ist die erste Vielzahl entspreizter Signale. Jedes abgestimmte Filter der ersten Vielzahl abgestimmter Filter hat eine Impulsantwort $h(t), h(t - T_0), h(t - 2T_0)$ usw., deren Zeitverzögerung T_0 von den anderen abgestimmten Filtern versetzt ist. Gemäß [Fig. 13](#) ist zum Beispiel ein erstes abgestimmtes Filter **141** zwischen den Eingang und über die erste Gewichtungsvorrichtung **131** den ersten Addierer **120** geschaltet. Ein zweiter abgestimmter Filter **142** ist zwischen den Eingang und durch die zweite Gewichtungsvorrichtung **132** den ersten Addierer **120** geschaltet. Ein dritter abgestimmter Filter **143** ist zwischen den Eingang und durch die dritte Gewichtungsvorrichtung **133** den ersten Addierer **120** geschaltet. Wie schon erwähnt, sind die erste Gewichtungsvorrichtung **131**, die zweite Gewichtungsvorrichtung **132** und die dritte Gewichtungsvorrichtung **133** optional. Die erste Gewichtungsvorrichtung **131**, die zweite Gewichtungsvorrichtung **132** und die dritte Gewichtungsvorrichtung **133** sind allgemein an eine Quelle des ersten Gewichtungssignals W_1 , des zweiten Gewichtungssi-

gnals W_2 bzw. des dritten Gewichtungssignals W_3 angeschlossen. Die erste Vielzahl abgestimmter Filter erzeugt die erste Vielzahl entspreizter Signale.

[0086] In ähnlicher Weise kann das zweite Entspreizungsmittel eine zweite Vielzahl abgestimmter Filter zum Entspreizen des empfangenen Signals $r(t)$, das die zweite Vielzahl von Spreizspektrumssignalen aufweist, enthalten. Demnach ist am Ausgang der zweiten Vielzahl abgestimmter Filter die zweite Vielzahl entspreizter Signale. Jeder abgestimmte Filter der zweiten Vielzahl abgestimmter Filter hat eine Impulsantwort $h(t - T_{D1})$, $h(t - T_0 - T_{D1})$, $h(t - 2T_0 - T_{D1})$ usw. mit einer Zeitverzögerung T_0 , die gegenüber den anderen abgestimmten Filtern versetzt ist, und mit einer Zeitverzögerung T_{D1} , die gegenüber der ersten Vielzahl abgestimmter Filter versetzt ist. Ein vierter abgestimmter Filter **144** ist zwischen den Eingang und über die vierte Gewichtungsvorrichtung **134** den zweiten Addierer **130** geschaltet. Ein fünfter abgestimmter Filter **145** ist zwischen den Eingang und über die fünfte Gewichtungsvorrichtung **135** den zweiten Addierer **130** geschaltet. Ein sechster abgestimmter Filter **146** ist zwischen den Eingang und über die sechste Gewichtungsvorrichtung **136** den zweiten Addierer **130** geschaltet. Wie zuvor erwähnt, sind die vierte Gewichtungsvorrichtung **134**, die fünfte Gewichtungsvorrichtung **135** und die sechste Gewichtungsvorrichtung **136** optional. Die vierte Gewichtungsvorrichtung **134**, die fünfte Gewichtungsvorrichtung **135** und die sechste Gewichtungsvorrichtung **136** sind jeweils mit einer Quelle zum Erzeugen des vierten Gewichtungssignals W_4 , des fünften Gewichtungssignals W_5 bzw. des sechsten Gewichtungssignals W_6 verbunden. Außerdem sind wie bei der Korrelatorausführungsform der erste Addierer **120** und der zweite Addierer **130** mit der Entscheidungsvorrichtung **150** verbunden. Die Entscheidungsvorrichtung **150** kann als ein Selektor oder ein Kombiniierer ausgeführt sein.

[0087] Außerdem kann die vorliegende Erfindung das Entspreizen von Spreizspektrumssignalen, die in einer dritten Gruppe zu finden sind, enthalten. Demnach kann die vorliegende Erfindung ein drittes Entspreizungsmittel und ein drittes Kombiniermittel enthalten. Das dritte Kombiniermittel ist zwischen das dritte Entspreizungsmittel und das Auswahlmittel geschaltet.

[0088] Wie in [Fig. 14](#) gezeigt, entspreizt das dritte Entspreizungsmittel das empfangene Signal $r(t)$, das als eine dritte Vielzahl von Spreizspektrumssignalen in einer dritten Gruppe empfangen wird. Demnach erzeugt das dritte Entspreizungsmittel eine dritte Vielzahl entspreizter Signale. Das dritte Kombiniermittel kombiniert die dritte Vielzahl entspreizter Signale als ein drittes kombiniertes, entspreiztes Signal. Das Auswahlmittel wählt entweder das erste kombinierte, entspreizte Signal, das zweite kombinierte,

entspreizte Signal oder das dritte kombinierte, entspreizte Signal aus. Die Ausgabe des Auswahlmittels ist das Ausgangs-Entspreizungs-Signal.

[0089] Wie in [Fig. 14](#) gezeigt, kann das dritte Entspreizungsmittel eine dritte Vielzahl von Korrelatoren zum Entspreizen der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen enthalten. Die dritte Vielzahl von Korrelatoren ist zum Beispiel mit dem siebten Multiplizierer **117**, dem achten Multiplizierer **118**, dem neunten Multiplizierer **119**, dem siebten Filter **127**, dem achten Filter **128**, dem neunten Filter **129** und einer Quelle zum Erzeugen des siebten Chippingsequenzsignals $g(t - T_{D2})$, des achten Chippingsequenzsignals $g(t - T_0 - T_{D2})$ und des neunten Chippingsequenzsignals $g(t - 2T_0 - T_{D2})$ gezeigt. Der siebte Multiplizierer **117** ist zwischen den Eingang und den siebten Filter **127** geschaltet. Der achte Multiplizierer **118** ist zwischen den Eingang und den achten Filter **128** geschaltet. Der neunte Multiplizierer **119** ist zwischen den Eingang und den neunten Filter **129** geschaltet. Der siebte Multiplizierer **117**, der achte Multiplizierer **118** und der neunte Multiplizierer **119** sind mit der Quelle zum Erzeugen des siebten Chippingsequenzsignals, des achten Chippingsequenzsignals bzw. des neunten Chippingsequenzsignals verbunden. Optional kann am Ausgang des siebten Filters **127**, des achten Filters **128** und des neunten Filters **129** die siebte Gewichtungsvorrichtung **137**, die achten Gewichtungsvorrichtung **138** bzw. die neunte Gewichtungsvorrichtung **139** sein. Demnach ist der Ausgang des siebten Filters **127** durch die siebte Gewichtungsvorrichtung **137** mit dem dritten Addierer **140** verbunden. Der Ausgang des achten Filters **128** ist über die achte Gewichtungsvorrichtung **138** mit dem dritten Addierer **140** verbunden. Der Ausgang des neunten Multiplizierers **129** ist über die neunte Gewichtungsvorrichtung **139** mit dem dritten Addierer **140** verbunden. Der dritte Addierer ist mit der Entscheidungsvorrichtung **150** verbunden. Am Ausgang der dritten Vielzahl von Korrelatoren ist jeweils die dritte Vielzahl entspreizter Signale.

[0090] Vorzugsweise entspreizt jeder Korrelator der dritten Vielzahl von Korrelatoren mit einem Chippingsequenzsignal $g(t - T_{D2})$, $g(t - T_0 - T_{D2})$, $g(t - 2T_0 - T_{D2})$ mit einer Zeitverzögerung T_0 , die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chippingsequenzsignals unterscheidet, das bei anderen Korrelatoren der dritten Vielzahl von Korrelatoren eingesetzt wird. Außerdem entspreizt jeder Korrelator der dritten Vielzahl von Korrelatoren mit einem Chippingsequenzsignal, das eine Zeitverzögerung hat, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chippingsequenzsignals unterscheidet, das jeweils mit jedem Korrelator der zweiten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird. Außerdem entspreizt jeder Korrelator der dritten Vielzahl von Korrelatoren mit einem Chippingsequenzsignal, das eine Zeitverzögerung $2T_0$ hat, die sich von jedem Chippingsequenzsignal unterscheidet.

det, das mit jedem Korrelator der ersten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird.

[0091] Alternativ dazu kann das dritte Entspreizungsmittel, wie in [Fig. 15](#) gezeigt, eine dritte Vielzahl abgestimmter Filter zum Entspreizen der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen aufweisen. Die dritte Vielzahl abgestimmter Filter enthält einen siebten abgestimmten Filter **147**, einen achten abgestimmten Filter **148** und einen neunten abgestimmten Filter **149**. Der siebte abgestimmte Filter ist zwischen den Eingang und über die siebte Gewichtungsvorrichtung **137** den dritten Addierer **140** geschaltet. Der achte abgestimmte Filter **148** ist zwischen den Eingang und durch die achte Gewichtungsvorrichtung **138** den dritten Addierer **140** geschaltet. Der neunte abgestimmte Filter **149** ist zwischen den Eingang und durch die neunte Gewichtungsvorrichtung **139** den dritten Addierer **140** geschaltet. Der dritte Addierer **140** ist mit der Entscheidungsvorrichtung **150** verbunden. Am Ausgang der dritten Vielzahl abgestimmter Filter ist die dritte Vielzahl entspreizter Signale.

[0092] Die vorliegende Erfindung kann auch ein viertes Entspreizungsmittel und ein viertes Kombiniermittel enthalten, wobei das vierte Kombiniermittel zwischen das vierte Entspreizungsmittel und das Auswahlmittel geschaltet ist. Das vierte Entspreizungsmittel entspreizt dann eine vierte Vielzahl von Spreizspektrumssignalen in einer vierten Gruppe. Die Ausgabe des vierten Entspreizungsmittels ist dann eine vierte Vielzahl entspreizter Signale. Das vierte Kombiniermittel kombiniert dann die vierte Vielzahl entspreizter Signale als ein viertes kombiniertes, entspreiztes Signal. Das Auswahlmittel wählt entweder das erste kombinierte, entspreizte Signale, das zweite kombinierte entspreizte Signal, das dritte kombinierte, entspreizte Signal oder das vierte kombinierte, entspreizte Signal als das Ausgangs-Entspreizungs-Signal aus.

[0093] In ähnlicher Weise enthält das vierte Entspreizungsmittel eine vierte Vielzahl von Korrelatoren oder eine vierte Vielzahl abgestimmter Filter zum Entspreizen der vierten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen zum Erzeugen der vierten Vielzahl entspreizter Signale. Jeder Korrelator der vierten Vielzahl von Korrelatoren entspreizt dann mit einem Chippingsequenzsignal, das eine Zeitverzögerung hat, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chippingsequenzsignals unterscheidet, das jeweils mit anderen Korrelatoren der vierten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird. Außerdem unterscheidet sich dann das Chippingsequenzsignal von den Chippingsequenzsignalen, die mit jedem Korrelator der dritten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird, von jedem Chippingsequenzsignal, das mit jedem Korrelator der zweiten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird, und von jedem Chippingsequenzsignal, das mit jedem Korrelator der ersten Vielzahl von Kor-

relatoren verwendet wird.

[0094] Aufgrund der vorliegenden Offenbarung ist es für einen Fachmann ohne Weiteres ersichtlich, wie das Konzept auf eine fünfte Gruppe von Spreizspektrumssignalen oder allgemeiner auf eine Vielzahl von Gruppen von Spreizspektrumssignalen auszuweiten ist.

[0095] Jeder der abgestimmten Filter kann unter der Verwendung von oberflächenakustischen Wellenvorrichtungen (SAW), digitalen abgestimmten Filtern oder in einer anwendungsspezifischen integrierten Schaltung (ASIC) oder in einem digitalen Signalprozessor (DSP) in entsprechenden Chips umgesetzt werden. Verfahren zum Konstruieren abgestimmter Filter, welche diese Vorrichtungen nutzen, sind auf diesem Gebiet der Technik bekannt.

[0096] Ein Mehrwegeprozessor kann einzelne Wege aus einer Gruppe von Strahlen aussondern. Das Gewicht für jede Gewichtungsvorrichtung wird durch Mengen von Korrelatoren ermittelt, und mit einem Referenzcode ist es möglich, das Chippingsequenzsignal in jedem Strahl (Ray) nachzuverfolgen.

[0097] Alternativ dazu kann ein einen Mehrwegeprozessor einsetzendes Verfahren zum Nachverfolgen eines Spreizspektrumssignals in einer Vielzahl von Gruppen verwendet werden. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte: Entspreizen des empfangenen Signals $r(t)$, das als die erste Vielzahl von Spreizspektrumssignalen innerhalb einer ersten Gruppe empfangen wird, zum Erzeugen einer ersten Vielzahl entspreizter Signale. Die erste Vielzahl entspreizter Signale wird dann als ein erstes kombiniertes, entspreiztes Signal kombiniert. Das Verfahren enthält dann das Entspreizen des empfangenen Signals $r(t)$, das als eine zweite Vielzahl von Spreizspektrumssignalen in einer zweiten Gruppe empfangen wird, um eine zweite Vielzahl entspreizter Signale zu erzeugen. Die zweite Vielzahl entspreizter Signale wird dann als ein zweites kombiniertes, entspreiztes Signal kombiniert. Das Verfahren enthält das Auswählen entweder des ersten kombinierten entspreizten Signals oder des zweiten kombinierten, entspreizten Signals als ein Ausgangs-Entspreizungs-Signal.

[0098] Der Schritt des Entspreizens der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen kann den Schritt des Korrelierens oder abgestimmten Filterns der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen enthalten, wobei eine erste Vielzahl von Korrelatoren bzw. eine erste Vielzahl abgestimmter Filter eingesetzt wird. Der Schritt des Entspreizens der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen kann den Schritt des Korrelierens oder abgestimmten Filterns der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen enthalten, wobei eine zweite Vielzahl von Korrelatoren bzw. eine

zweite Vielzahl abgestimmter Filter verwendet wird.

[0099] Das Verfahren kann ferner das Entspreizen einer dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen in einer dritten Gruppe enthalten, um eine dritte Vielzahl entspreizter Signale zu erzeugen. Die dritte Vielzahl entspreizter Signale wird dann als ein drittes kombiniertes, entspreiztes Signal kombiniert. Der Auswählschritt enthält dann das Auswählen entweder des ersten kombinierten, entspreizten Signals, des zweiten kombinierten, entspreizten Signals oder des dritten kombinierten, entspreizten Signals als das Ausgangs-Entspreizungs-Signal. In ähnlicher Weise kann der Schritt des Entspreizens der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt des Korrelierens oder abgestimmten Filterns der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen unter der Verwendung einer dritten Vielzahl von Korrelatoren bzw. einer dritten Vielzahl abgestimmter Filter enthalten.

[0100] Der Schritt des Entspreizens jeweils der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen enthält dann den Schritt des Entspreizens mit einem Chippingsequenzsignal, das eine Zeitverzögerung hat, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chippingsequenzsignals unterscheidet, das zum Entspreizen der anderen Spreizspektrumssignale der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird. In ähnlicher Weise enthält dann der Schritt des Entspreizens eines jeden der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt des Entspreizens mit einem Chippingsequenzsignal, das eine Zeitverzögerung hat, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chippingsequenzsignals unterscheidet, das zum Entspreizen anderer Spreizspektrumssignale der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird. Außerdem enthält dann der Schritt des Entspreizens eines jeden der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen auch den Schritt des Entspreizens mit einem Chippingsequenzsignal, das eine Zeitverzögerung aufweist, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chippingsequenzsignals unterscheidet, das zum Entspreizen anderer Spreizspektrumssignale der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird.

[0101] Wenn das Verfahren den Schritt des Entspreizens einer dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen enthält, dann enthält das Verfahren auch die Schritte des Entspreizens mit einem Chippingsequenzsignal, das eine Zeitverzögerung aufweist, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chippingsequenzsignals unterscheidet, das zum Entspreizen anderer Spreizspektrumssignale der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird. Außerdem unterscheidet sich die Zeitverzögerung dann auch von der Zeitverzögerung eines jeden Chippingsequenzsignals, das zum Entspreizen von Spreizspektrumssignalen der zwei-

ten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird, und unterscheidet sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chippingsequenzsignals, das zum Entspreizen der Spreizspektrumssignale der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird.

[0102] Das Verfahren kann auch auf eine vierte oder fünfte Vielzahl von Gruppen von Spreizspektrumssignalen ausgedehnt werden.

Filter mit variabler Bandbreite

[0103] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält auch eine Spreizspektrumsvorrichtung mit variabler Bandbreite zur Verwendung mit einem Spreizspektrumssender. Die Spreizspektrumsvorrichtung mit variabler Bandbreite erzeugt ein Spreizspektrumssignal mit einer gespreizten Bandbreite. Der Ausdruck "gespreizte Bandbreite", der hier verwendet wird, bezeichnet die Bandbreite des gesendeten Spreizspektrumssignals. Die Spreizspektrumsvorrichtung mit variabler Bandbreite verwendet ein Chippingsequenzsignal mit einer Chippingrate, die kleiner als die gespreizte Bandbreite ist. Der Ausdruck "Chippingrate", der hier verwendet wird, bezeichnet die Bandbreite des Chippingsequenzsignals.

[0104] Die Spreizspektrumsvorrichtung mit variabler Bandbreite enthält ein erstes Erzeugungsmittel, ein zweites Erzeugungsmittel, ein Spreizspektrumsverarbeitungsmittel und ein Filtermittel. Das Spreizspektrumsverarbeitungsmittel ist mit dem ersten Erzeugungsmittel verbunden. Das zweite Erzeugungsmittel ist zwischen das Spreizspektrumsverarbeitungsmittel und das Filtermittel geschaltet.

[0105] Das erste Erzeugungsmittel erzeugt das Chippingsequenzsignal mit der Chippingrate. Das Spreizspektrumsverarbeitungsmittel verarbeitet ein Datensignal mit dem Chippingsequenzsignal zum Erzeugen eines gespreizten Datensignals. Das zweite Erzeugungsmittel erzeugt ein Impulssignal im Ansprechen auf jeden Chip des gespreizten Datensignals. Das Filtermittel filtert das Spektrum eines jeden Impulssignals mit einem Passband, das gleich der gespreizten Bandbreite ist.

[0106] Wie veranschaulicht in [Fig. 16](#) gezeigt, kann das erste Erzeugungsmittel als ein Chippingsequenzgenerator **161**, das zweite Erzeugungsmittel als ein Impulsgenerator **165**, das Spreizspektrumsverarbeitungsmittel als eine EXKLUSIV-ODER-Gatter-Produktvorrichtung **164** oder eine andere, dem Fachmann auf diesem Gebiet bekannte Vorrichtung zum Mischen eines Datensignals mit einem Chippingsequenzsignal und das Filtermittel als ein Filter **166** umgesetzt sein.

[0107] Die Produktvorrichtung **164** ist mit dem Chippingsequenzgenerator **161** verbunden. Der Impuls-generator **165** ist zwischen die Produktvorrichtung **164** und den Filter **166** geschaltet.

[0108] Der Chippingsequenzgenerator **161** erzeugt das Chippingsequenzsignal mit der Chippingrate. Die Produktvorrichtung **164** verarbeitet das Datensignal mit dem Chippingsequenzsignal, wodurch ein gespreiztes Datensignal erzeugt wird, wie in [Fig. 17](#) gezeigt. Der Impuls-generator **165** erzeugt ein Impulssignal, wie in [Fig. 18](#) gezeigt, in Reaktion auf jeden im in [Fig. 17](#) gezeigten gespreizten Datensignal vorhandenen Chip. Jedes Impulssignal von [Fig. 18](#) hat eine Impulsbandbreite. Der Begriff "Impulsbandbreite", wie er hier gebraucht wird, bezeichnet die Bandbreite des Impulssignals. Während theoretisch ein Impulssignal eine unendliche Bandbreite aufweist, hat jedoch praktisch das Impulssignal eine Bandbreite, die größer als die gespreizte Bandbreite ist.

[0109] Der Filter **166** hat eine Bandbreite, die auf die gespreizte Bandbreite eingestellt ist. Daher filtert der Filter **166** ein Spektrum eines jeden Impulssignals des gespreizten Datensignals mit der gespreizten Bandbreite. Der Filter **166** führt dies für jedes Impulssignal aus.

[0110] Der Filter **166** enthält vorzugsweise einen Filter mit variabler Bandbreite. Der Filter mit variabler Bandbreite kann zum Variieren oder Einstellen der gespreizten Bandbreite des Spektrums für jedes Impulssignal verwendet werden. Demnach kann ein Spreizspektrumssignal konzipiert werden, das eine bestimmte ausgewählte Bandbreite hat, die auf der Bandbreite des Filters mit variabler Bandbreite basiert. Die Bandbreite kann variabel oder einstellbar sein, wie das angesichts der bestimmten Systemanforderungen erforderlich ist. Im vorliegenden Patent ist eine variable Bandbreite eine Bandbreite, die entsprechend Zeitbedingungen, Hintergrundsignalen oder Interferenz oder anderen Anforderungen in einem bestimmten System variieren kann. Eine einstellbare Bandbreite ist dann einer variablen Bandbreite ähnlich, wird jedoch so verwendet, dass sie sich auf eine Bandbreite bezieht, die so eingestellt werden kann, dass sie auf einer einmal gewählten Einstellung verbleibt.

[0111] Das erste Erzeugungsmittel, das in [Fig. 19](#) gezeigt ist, kann einen Frequenzbereich-Chippingsequenzgenerator **161** in einer Invers-Fourier-Transformationsvorrichtung **162** aufweisen. Der Frequenzbereich-Chippingsequenzgenerator kann zum Erzeugen einer Frequenzbereichsdarstellung eines Chippingsequenzsignals verwendet werden. Die Invers-Fourier-Transformationsvorrichtung **162** transformiert die Frequenzbereichsdarstellung des Chippingsequenzsignals in das Chippingsequenzsignal.

[0112] Das erste Erzeugungsmittel kann außerdem einen Speicher **163** zum Speichern des Chippingsequenzsignals enthalten.

[0113] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält auch ein Spreizspektrumsverfahren mit variabler Bandbreite zur Verwendung mit einem Sender. Das Verfahren enthält die folgenden Schritte: Erzeugen des Chippingsequenzsignals mit der Chippingrate und Spreizspektrumsverarbeiten eines Datensignals mit dem Chippingsequenzsignal zum Erzeugen eines gespreizten Datensignals. Jedes Chip im Spreizspektrumssignal wird zum Erzeugen eines Impulssignals verwendet. Jedes Impulssignal wird mit der gespreizten Bandbreite gefiltert, um das Signal mit der gewünschten Bandbreite zu erzeugen.

[0114] Auf diese Weise verwendet die Spreizspektrumsvorrichtungen mit variabler Bandbreite eine niedrigere Chiprate, liefert jedoch ein Signal mit breiterer Bandbreite. Die spektrale Leistungsdichte am Ausgang des Filters **166** des gefilterten, gespreizten Datensignals $s(t)$ ist proportional zur Frequenzantwort $H(f)$ des Filters.

$$PSD_{s(t)} = k|H(f)|^2$$

[0115] Daher steuert der Filter **166** die Form des Spektrums des gefilterten, gespreizten Datensignals.

[0116] Die Verarbeitungsverstärkung (PG) ist gleich der Bandbreite W des gefilterten, gespreizten Datensignals, geteilt durch die Chiprate R_b des gefilterten, gespreizten Datensignals.

$$PG = W/R_b$$

[0117] Die Kapazität N des gefilterten, gespreizten Datensignals ist:

$$N \leq \frac{PG}{E_b / N_0} + 1$$

[0118] Die Kapazität hängt nicht von der Chiprate ab, sondern von der Bandbreite. Man kann eine obere Grenze der Kapazität dann erreichen, wenn die Chiprate größer als die Bandbreite ist. Wenn die Chiprate jedoch kleiner ist, kann Leistungsaufnahme eingespart werden, d.h. eine niedrigere Taktrate des CMOS verwendet werden, welche die Leistungsaufnahme bestimmt.

System zur adaptiven Leistungsregelung

[0119] Die vorliegende Erfindung nimmt an, dass mehrere mobile Stationen in einem zellularen Kommunikationsnetz unter der Verwendung einer Spreizspektrumsmodulation betrieben werden. Das zelluläre Kommunikationsnetz hat mehrere geographische Bereiche mit einer Vielzahl von Zellen innerhalb je-

des geographischen Bereichs. Die Größe der Zellen in einem ersten geographischen Bereich kann sich von der Größe der Zellen in einem zweiten geographischen Bereich unterscheiden. In einem ersten geographischen Bereich, wie zum Beispiel in einer städtischen Umgebung, kann die zellulare Architektur eine große Anzahl von Zellen aufweisen, jede mit einer kleinen Fläche, wodurch die entsprechenden Basisstationen nahe beieinander zu liegen kommen. In einem zweiten geographischen Bereich, wie zum Beispiel in einer ländlichen Umgebung, kann die zellulare Architektur eine kleinere Anzahl von Zellen, jede mit einer großen Fläche, aufweisen. Außerdem kann sich die Größe der Zellen auch innerhalb eines bestimmten geographischen Bereichs ändern.

[0120] Es kann sein, dass eine mobile Station, während sie in der städtischen Umgebung des ersten geographischen Bereichs ist, mit einem niedrigeren Leistungspegel senden muss, als wenn sie in der ländlichen Umgebung des zweiten geographischen Bereichs ist. Diese Anforderung kann an einer verringerten Entfernung der mobilen Station von der Basisstation liegen. Innerhalb einer bestimmten Zelle kann es sein, dass eine mobile Station in der Nähe der Basisstation der Zelle mit einem Leistungspegel senden muss, der geringer als derjenige ist, der benötigt würde, wenn die mobile Station in der Nähe des Rands der Zelle wäre. Diese Einstellung des Leistungspegels ist nötig, um zu garantieren, dass ein konstanter Leistungspegel an der Basisstation von jeder mobilen Station empfangen wird.

[0121] Eine adaptive Leistungsregelung funktioniert dadurch, dass das empfangene Signal-Rausch-Verhältnis (SNR) für jeden Benutzer gemessen wird und veranlasst wird, dass die vom Benutzer ausgesendete Leistung in einer Weise variiert wird, dass die SNRs aller Benutzer gleich einem gemeinsamen Wert sind, der für eine zuverlässige Kommunikation angemessen ist, wenn die Gesamtanzahl von Benutzern und die entsprechende Interferenz geringer als die Systemkapazität ist. Hier wird zwar angenommen, dass alle Benutzer den gleichen Dienst erhalten, z.B. 32-kB/s-Sprachdaten, doch ist es ein Merkmal des beschriebenen Systems, dass unterschiedliche Dienstoptionen für diese anfordernde Benutzer unterstützt werden. Dies wird bewerkstelligt, indem der Sollpunkt für jeden Benutzer unabhängig eingestellt wird.

[0122] Zwei Probleme treten auf, wenn der Basisbetrieb eines adaptiven Leistungsregelungssystems angesprochen wird. Das erste ist der für den SNR erhaltene gemeinsame Wert gegenüber der Last und seine Kosten für die Sender bezüglich der Sendeleistung, und das zweite ist die Stabilität des Systems. Stabilität bedeutet, dass eine Störung des Systems aus seinem Ruhezustand eine Reaktion des Systems zur Wiederherstellung des Ruhezustands her-

vorrufft. Es ist höchst wünschenswert, dass es nur einen Ruhepunkt gibt, da sonst ein "Flattern" beziehungsweise eine Oszillation auftreten kann. Das Thema Stabilität muss von jedem Regelsystem angesprochen werden, in dem vorliegenden Fall wird die Situation jedoch dadurch ziemlich kompliziert, dass die Benutzer Auswirkungen aufeinander haben, wodurch verursacht wird, dass die Steuervariablen, die Sendeleistung und die resultierenden SNRs dynamisch gekoppelt sind. Die Kopplung wird offensichtlich, wenn man berücksichtigt, dass alle Signale durch eine gemeinsame AGC-Funktion verarbeitet werden, die Signale einzelner Benutzer nicht voneinander oder von anderen Quellen unterscheidet.

[0123] Das Leistungsregelungsverfahren der vorliegenden Erfindung ist ein Regelungs-Verfahren (mit Rückkopplung). Das System misst die Korrelator-Ausgangsleistung für jeden Benutzer und vergleicht den gemessenen Wert mit einem Zielwert oder Sollwert. Diese gemessene Leistung enthält sowohl die erwünschte Signalkomponente als auch unerwünschte Leistung oder Rauschen.

[0124] Die AGC hält die Gesamtleistung, die in jeden Korrelator hineingeht, auf einem voreingestellten Pegel. Dieser Pegel variiert nicht in Abhängigkeit vom Betrieb der APC; das heißt, diese Rolle der AGC ist unabhängig von der APC. Außerdem würde eine Erhöhung der empfangenen Leistung für einen Benutzer oder eine Teilmenge von Benutzern von der AGC "angegriffen". Dies ist möglich, weil die AGC-Zeitkonstante kleiner ist als die APC-Zeitkonstante ist, d.h. die AGC ist schneller als die APC. Da die aus der AGC kommende verfügbare Gesamtleistung fest ist, erhöht sich ein Anteil eines Benutzers auf Kosten aller anderer Benutzer. Dies wirkt zwar scheinbar gegen die Stabilität des Systems, doch bewirkt der AGC-Sensor, der das AGC-Steuersignal und dadurch die gesamte Empfangsleistung misst, dass das System einen Ruhezustand entsprechend der minimalen Empfangsleistung pro Benutzer sucht. Es ist erwünscht, dass die gesendete Leistung minimiert wird, da dies die Interferenz zwischen Zellen minimiert und Batterieleistung spart. Überschüssige Sendeleistung wird in der AGC abgeleitet, solange alle Benutzer überschüssige Leistung senden.

[0125] Die in den Figuren gezeigte Implementierung wird als repräsentativ angesehen. Insbesondere ist das Verfahren zum Steuern der entfernten Sendeleistung über Dämpfungsglieder und Regelverstärker vielleicht redundant. Eine dieser Einrichtungen oder beide können verwendet werden, je nach dem benötigten (dynamischen) Regelbereich. Die Regelung kann auch entweder in IF- oder HF-Frequenzen ausgeführt werden.

[0126] Zu Zwecken der Erörterung sendet eine mobile Station in einer bestimmten Zelle ein erstes

Spreizspektrumssignal, und sendet die Basisstation ein zweites Spreizspektrumssignal.

[0127] In der in [Fig. 20](#) gezeigten beispielhaften Anordnung ist ein Blockdiagramm einer Basisstation als ein Teil eines Systems zur adaptiven Leistungsregelung eines Spreizspektrumssenders vorgesehen.

[0128] [Fig. 20](#) zeigt das adaptive Leistungsregelungssystem der Basisstation mit einer automatischen Verstärkungssteuerungs(AGC)-Einrichtung, einer Leistungseinrichtung, einer Komparatoreinrichtung, einer Sendereinrichtung und einer Antenne. Die AGC-Einrichtung ist als ein AGC-Verstärker **228** gezeigt, die Korrelatoreinrichtung ist als ein Entspreizer **231** gezeigt, und die Leistungseinrichtung ist als eine Leistungsmessvorrichtung **233** gezeigt. Die Komparatoreinrichtung ist als ein Komparator **239** gezeigt, die Sendereinrichtung ist als ein Leistungsverstärker **237**, der an die Antenne **226** angeschlossen ist, gezeigt. Ebenso ist ein Delta-Modulator **235** gezeigt, der zwischen den Komparator **239** und den Leistungsverstärker **237** geschaltet ist.

[0129] Der AGC-Verstärker **228** ist an den Entspreizer **231** angeschlossen. Die Leistungsmessvorrichtung **233** ist an den Entspreizer **231** angeschlossen. Der Komparator **239** ist an den Ausgang der Leistungsmessvorrichtung **233** und an den AGC-Verstärker **228** angeschlossen. Der Multiplexer **234** ist zwischen den Komparator **239** und den Leistungsverstärker **237** geschaltet. Der Delta-Modulator **235** ist zwischen den Leistungsverstärker **237** und den Multiplexer **234** geschaltet. Der Leistungsverstärker **237** ist an die Antenne **56** angeschlossen.

[0130] Ein Schwellenpegel wird vom Komparator **239** als ein Vergleich für den empfangenen Leistungspegel verwendet, der von der Leistungsmessvorrichtung **233** gemessen wurde.

[0131] Für jedes empfangene Signal erzeugt der AGC-Verstärker **228** ein AGC-Ausgangssignal und ein AGC-Steuersignal. Das AGC-Ausgangssignal wird zum Erhalten des Signals eines ersten Benutzers unter Verwendung des Entspreizers **231** entspreizt. Das entspreizte AGC-Ausgangssignal aus dem Entspreizer **231** wird mit dem AGC-Steuersignal aus dem AGC-Verstärker **228** durch den Kombinerer **241** kombiniert. Das AGC-Steuersignal aus dem AGC-Verstärker **228** kann durch den Versatzpegel S_1 unter Verwendung des Kombinerers **242** versetzt und durch eine Gewichtungsvorrichtung **243** gewichtet werden. Die Gewichtungsvorrichtung **243** kann ein Verstärker oder Dämpfer sein.

[0132] Der von der Leistungsvorrichtung **233** empfangene Leistungspegel kann durch einen Versatzpegel S_2 unter Verwendung des Kombinerers **244** versetzt und von der Gewichtungsvorrichtung **245**

gewichtet werden. Die Gewichtungsvorrichtung **245** kann ein Verstärker oder Dämpfer sein. Der Kombinerer **241** kombiniert das AGC-Steuersignal mit dem empfangenen Pegelsignal zum Erzeugen eines eingestellten Empfangsleistungspegels. Der Komparator **239** erzeugt ein Vergleichssignal durch Vergleichen des eingestellten Empfangsleistungspegels mit dem Schwellenpegel. Das Vergleichssignal kann ein analoges oder ein digitales Datensignal sein. Das Vergleichssignal zeigt an, ob die mobile Station ihren Leistungspegel erhöhen oder verringern soll. Wenn zum Beispiel der eingestellte Empfangsleistungspegel den Schwellenwert übersteigt, dann sendet das Vergleichssignal eine Nachricht an die mobile Station zum Verringern ihrer Sendeleistung. Wenn der eingestellte Empfangsleistungspegel unter dem Schwellenwert ist, dann sendet das Vergleichssignal eine Nachricht an die mobile Station, damit diese ihre Sendeleistung erhöht. Das Vergleichssignal wird vom Delta-Modulator **235** in ein Leistungsbefehlssignalm umgewandelt.

[0133] Das Leistungsbefehlssignal kann zusammen mit dem zweiten Spreizspektrumssignal oder von diesem getrennt gesendet werden. Zum Beispiel kann ein Spreizspektrumssignal, das eine erste Chipsequenz verwendet, als ein erster Spreizspektrumskanal und ein Spreizspektrumssignal, das eine zweite Chipsequenz verwendet, als ein zweiter Spreizspektrumskanal angesehen werden. Das Leistungsbefehlssignal kann im gleichen Spreizspektrumskanal, d.h. dem ersten Spreizspektrumskanal als das zweite Spreizspektrumssignal gesendet werden, in welchem Fall das Leistungsbefehlssignal in einem anderen Zeitintervall von demjenigen gesendet wird, als wenn das zweite Spreizspektrumssignal gesendet wird. Dieses Format ermöglicht es, dass die mobile Station mit der ersten Sequenz eine Synchronisation erreicht, wobei das zweite Spreizspektrumssignal verwendet wird. Das Leistungsbefehlssignal kann auch in einem zweiten Spreizspektrumskanal gesendet werden, der sich vom zweiten Spreizspektrumssignal unterscheidet. In diesem Fall würde das zweite Spreizspektrumssignal mit dem Leistungsbefehlssignal vom zweiten Chipping-Sequenz-Generator und der zweiten Produktvorrichtung akquiriert. Das Leistungsbefehlssignal kann mit dem zweiten Spreizspektrumssignal zeitmultiplexiert oder frequenzmultiplexiert werden.

[0134] Die Basiskorrelatoreinrichtung ist in [Fig. 20](#) als der erste Entspreizer **231** gezeigt. Bei dem System kann beispielsweise die Basiskorrelatoreinrichtung als eine Produktvorrichtung, ein Chipsequenz-Generator und ein Bandpassfilter realisiert sein. Alternativ dazu kann die Basiskorrelatoreinrichtung als ein abgestimmtes Filter, wie zum Beispiel eine Oberflächen-Akustik-Wellenvorrichtung oder als ein digitales abgestimmtes Filter, das in einem digitalen Signalprozessor integriert ist, realisiert sein. All-

gemein benutzt die Basiskorrelatoreinrichtung die Chipsequenz des empfangenen Spreizspektrumssignals oder ist auf diese abgestimmt. Korrelatoren und abgestimmte Filter zum Entspreizen eines Spreizspektrumssignals sind auf diesem Gebiet wohl bekannt.

[0135] Typischerweise ist die AGC-Schaltung **228** an einen rauscharmen Verstärker **227** und über einen Isolator **225** an die Antenne **226** angeschlossen. In [Fig. 20](#) sind mehrere Entspreizer, Entspreizer **229** bis Entspreizer **231**, zum Entspreizen mehrerer Spreizspektrumskanäle gezeigt, die von mehreren mobilen Stationen empfangen werden können. In ähnlicher Weise ist der Ausgang eines jeden Entspreizers **229** bis Entspreizer **231** mit mehreren Demodulatoren verbunden, die als Demodulator **230** bis Demodulator **232** jeweils zum Demodulieren von Daten aus dem entspreizten AGC-Ausgangssignal gezeigt sind. Demnach stehen an der Basisstation mehrere Datenausgänge zur Verfügung.

[0136] Für einen bestimmten Spreizspektrumskanal ist gezeigt, dass der erste Entspreizer **231** an die Leistungsvorrichtung **233** und den Multiplexer **234** angeschlossen ist. Die Leistungsvorrichtung **233** ist typischerweise eine Leistungsmessschaltung, welche das entspreizte AGC-Ausgangssignal als einen empfangenen Leistungspegel verarbeitet. Die Leistungsvorrichtung **233** könnte eine Analog-Digital-Wandlerschaltung zum Ausgeben eines digitalen empfangenen Leistungspegels aufweisen. Die Komparatoreinrichtung, die als eine Komparatorschaltung **239** realisiert ist, vergleicht den verarbeiteten empfangenen Leistungspegel mit einem Schwellenwert. Der Multiplexer **234** ist durch die Komparatorschaltung **239** an den Ausgang der Leistungsvorrichtung **233** angeschlossen. Der Multiplexer **234** kann gegebenenfalls entsprechende Rahmungsbits (framing bits) aufweisen.

[0137] Die Sendereinrichtung kann als ein Quadratur-Phasenumtastungsmodulator (QPSK-Modulator) oder als ein Delta-Modulator **235**, der mit einem Leistungsverstärker **237** verbunden ist, verwirklicht sein. In [Fig. 20](#) multiplexiert der Eingang des Delta-Modulators **235** dann typischerweise das Leistungsbefehlssignal von der Leistungsvorrichtung **233** mit Daten vom k-ten Kanal. Die Daten aus mehreren Spreizspektrumskanälen werden dann durch einen Kombiner **236** mit entsprechenden Leistungsbefehlssignalen kombiniert und durch den Leistungsverstärker **237** verstärkt. Der Ausgang des Leistungsverstärkers **237** ist über den Isolator **225** an die Antenne **226** angeschlossen.

[0138] Das Leistungsbefehlssignal wird periodisch gesendet. Die Periode T kann so gewählt werden, dass sie 250 Mikrosekunden lang ist, um einen niedrigen Effektivfehler sowie einen niedrigen Spitzenfeh-

ler (peak error) zwischen dem unmittelbar empfangenen Signal und dem konstanten erwünschten Signal zu garantieren.

[0139] Eine mobile Station ist zu Veranschaulichungszwecken in [Fig. 21](#) gezeigt. Die mobile Entspreizungseinrichtung ist als ein Entspreizer **334** und eine Einrichtung mit variabler Verstärkung ist als eine Vorrichtung mit variabler Verstärkung **341** gezeigt. Die Vorrichtung mit variabler Verstärkung **341** ist zwischen dem Sender **342** und über den Isolator **336** die Antenne **335** geschaltet. Der Entspreizer **334** ist an den Isolator **336** und an den Demultiplexer **339** angeschlossen. Der Ausgang des Entspreizers **334** ist auch an den Demodulator **340** angeschlossen. Der Entspreizer **334** kann als ein entsprechender Korrelator oder ein abgestimmtes Filter zum Entspreizen des k-ten Kanals umgesetzt sein. Zusätzliche Schaltungen können verwendet werden, wie zum Beispiel HF-Verstärker und -Filter oder Zwischenfrequenz(IF)-Verstärker und -Filter, die auf diesem Gebiet wohl bekannt sind.

[0140] Ein bei der Antenne **335** empfangenes zweites Spreizspektrumssignal gelangt durch den Isolator **336** an den Entspreizer **334**. Der Entspreizer **334** ist auf die Chipsequenz des erwünschten Spreizspektrumskanals abgestimmt. Das Ausgangssignal des Entspreizers **334** gelangt zum Demodulieren der Daten aus dem erwünschten Spreizspektrumskanal durch den Demodulator **340**. Außerdem demultiplexiert der Demultiplexer **339** das Leistungsbefehlssignal aus dem entspreizten Signal, das aus dem Entspreizer **334** ausgegeben wird. Das Leistungsbefehlssignal steuert die Vorrichtung mit variabler Verstärkung **341** an.

[0141] Eine Entscheidungsvorrichtung **345** und ein Akkumulator **346** können zwischen den Demultiplexer **339** und die Vorrichtung zur variablen Verstärkung **341** geschaltet sein. Eine Schrittgrößen-Algorithmusvorrichtung **344** ist an den Ausgang der Entscheidungsvorrichtung **345** und an den Akkumulator **346** angeschlossen.

[0142] Die Schrittgrößen-Algorithmusvorrichtung **344** steuert einen Algorithmus zum Einstellen des Leistungspegels der Vorrichtung mit variabler Verstärkung **341**. Ein nicht linearer Algorithmus, der verwendet werden kann, ist in [Fig. 3](#) gezeigt. [Fig. 23](#) vergleicht einen nicht linearen Algorithmus mit einem linearen Schrittgrößen-Algorithmus.

[0143] Das Leistungsbefehlssignal aus dem Demultiplexer **339** veranlasst, dass die Entscheidungsvorrichtung **345** den Leistungspegel der Vorrichtung mit variabler Verstärkung **341** auf der Grundlage des Schwellenwerts des Schrittgrößen-Algorithmus, der in [Fig. 4](#) gezeigt ist, erhöht oder verringert. Der Akkumulator verfolgt vorhergehende Leistungspegel als

ein Mittel zum Beurteilen der notwendigen Einstellungen in der Schrittgröße des Leistungspegels gemäß dem in [Fig. 23](#) gezeigten Algorithmus.

[0144] Die Vorrichtung mit variabler Verstärkung **341** kann als ein Regelverstärker, ein Regeldämpfer oder eine beliebige Vorrichtung umgesetzt sein, welche die gleiche Funktion wie die Vorrichtung mit variabler Verstärkung **341**, wie sie hier beschrieben ist, ausfüllt. Die Vorrichtung mit variabler Verstärkung **341** erhöht oder verringert den Leistungspegel des Senders in der entfernten Station auf der Grundlage des Leistungsbefehlssignals.

[0145] Wie veranschaulichend in [Fig. 20](#) gezeigt ist, beinhaltet ein Blockdiagramm einer Leistungsmessschaltung eine Interferenzabweisung zur Verwendung durch die Basisstation. Wie in [Fig. 20](#) gezeigt, ist der AGC-Verstärker **228** an den Entspreizer **231** angeschlossen, und der Ausgang des Entspreizers **231** ist mit der Leistungsmessschaltung **233** verbunden. Außerdem ist der AGC-Verstärker **228** über den Komparator **239** mit dem Kombinerer **236** verbunden.

[0146] Ein empfangenes Signal enthält ein erstes Spreizspektrumssignal mit einer Leistung P_c und die anderen Eingangssignale, die als Störsignale betrachtet werden, mit einer Leistung P_j , am Eingang des AGC-Verstärkers **228** von [Fig. 20](#). Das Störsignal kann aus einem oder mehreren unerwünschten Signalen, aus Rauschen, Mehrwegesignalen und einer beliebigen anderen Quelle stammen, die als ein Störsignal zum ersten Spreizspektrumssignal auftritt. Das empfangene Signal wird durch den AGC-Verstärker **228** normalisiert. Daher kann beispielsweise der AGC-Verstärker **228** die Ausgangsleistung von $P_c + P_j = 1$ haben. Das normalisierte empfangene Signal wird vom Entspreizer **231** zum Empfangen des Signals eines bestimmten mobilen Benutzers normalisiert. Der Chipping-Sequenz-Generator des Entspreizers **231** erzeugt ein Chip-Sequenz-Signal unter Verwendung der gleichen Chipsequenz, wie sie vom ersten Spreizspektrumssignal verwendet wird. Alternativ dazu kann das abgestimmte Filter des Entspreizers **231**, wenn es denn verwendet wird, eine Impulsantwort haben, die auf die gleiche Chipsequenz abgestimmt ist, wie sie vom ersten Spreizspektrumssignal verwendet wird. Das Ausgangssignal des Entspreizers **231** ist die normalisierte Leistung des ersten Spreizspektrumssignals plus die normalisierte Leistung des Störsignals, geteilt durch die Verarbeitungsverstärkung PG des Spreizspektrumsystems. Die Leistungsmessschaltung **233** erzeugt einen empfangenen Leistungspegel des ersten Spreizspektrumssignals. Der Komparator **239** verarbeitet das entspreizte empfangene Signal mit dem AGC-Steuersignal und gibt das Leistungssteuerungssignal des ersten Spreizspektrumssignals aus. Der Leistungspegel des Störsignals wird durch die

Verarbeitungsverstärkung PG verringert.

[0147] Der Komparator **239** verarbeitet das AGC-Steuersignal mit dem entspreizten normalisierten empfangenen Signal durch Multiplizieren der zwei Signale oder durch eine logarithmische Verarbeitung des AGC-Steuersignals mit dem entspreizten empfangenen Signal. Im letzteren Fall wird der Logarithmus der Leistung des empfangenen Signals, $P_c + P_j$, gebildet, und der Logarithmus wird vom entspreizten, normalisierten empfangenen Signal gebildet. Die beiden Logarithmen werden zum Erzeugen des empfangenen Leistungspegels addiert.

[0148] Damit die vorliegende Erfindung wirkungsvoll funktioniert, muss das entspreizte Signal fast konstant gehalten werden, und zwar unabhängig von den Variationen in den anderen Signalen oder von Behinderungen. Eine bevorzugte Umsetzung, um dies zu erreichen, ist in der Schaltung von [Fig. 20](#) gezeigt. [Fig. 20](#) zeigt eine Einrichtung zum Bestimmen der Leistung des ersten Spreizspektrumssignals an der Basisstation, wenn das empfangene Signal vielfache Signale und Rauschen enthält. Wenn die Schaltung von [Fig. 20](#) nicht benutzt würde, wäre es möglich, dass das Störsignal, das Rauschen, Mehrwegesignale und andere unerwünschte Signale enthält, die den am Eingang des Empfängers der Basisstation gemessenen Leistungspegel erhöhen, wodurch das erste Spreizspektrumssignal unterdrückt würde. Der unerwünschte gemessene Leistungspegel kann dazu führen, dass die entfernte Station mehr Leistung als benötigt sendet, wodurch die an der Basisstation empfangene Leistung steigt.

[0149] Wie vorher angemerkt, ist das APC-System ein Regelsystem (mit Rückkopplung). Die APC-Regelschleife funktioniert durch das Erzeugen von Befehlen zum Erhöhen oder Verringern der Senderleistung mit der Aktualisierungsrate. Es handelt sich dabei nämlich um einen Quantisierungsvorgang, der zum Begrenzen der Informationsmenge eingesetzt wird, die an den entfernten Sender rückgekoppelt werden muss. Der Grad der Erhöhung oder Verringerung kann vorher festgelegt werden oder kann sich in Reaktion auf die Eigenschaften des Kanals, die im entfernten Endgerät lokal gemessen werden, eingestellt werden, wobei das Endgerät geregelt wird. Insbesondere kann das entfernte Endgerät die von ihm empfangene Sequenz von Befehlen untersuchen. Eine lange Sequenz von Erhöhungsbefehlen zeigt zum Beispiel an, dass die Schrittgröße erhöht werden kann. Ein typisches Verfahren erhöht die Schrittgröße, um eine feste Menge oder einen festen Prozentsatz immer dann, wenn zwei aufeinanderfolgende Bits gleich sind. Zum Beispiel kann die Schrittgröße um 50% erhöht werden, wenn zwei aufeinander folgende Bits gleich sind, und um 50% verringert werden, wenn sie unterschiedlich sind. Dies ist eine ziemlich grobe Veränderung der Schrittgröße, und

sie soll auf lokale Variationen der erforderlichen Sendeleistung reagieren oder zeitlich unmittelbar sein. Dieses Verfahren führt zu einer großen Variation der Schrittgröße über die Zeit.

[0150] Ein adaptiver Schritt-Größen-Algorithmus kann auch in einem anderen Kontext betrachtet werden. Insbesondere kann die Schrittgröße als fast konstant oder als nicht auf lokalisierte Variationen in der angeforderten Sendeleistung reagierend betrachtet werden, sondern der Wert kann automatisch auf der Grundlage globaler Charakteristiken der vom Kanal verursachten Regelungsaktion eingestellt werden. In einer fast statischen Umgebung sollte daher eine kleine konstante Schrittgröße verwendet werden, während die Schrittgröße in einer mobilen Umgebung größer sein sollte.

[0151] Eine Einstellung des Leistungspegels des Senders der entfernten Station kann entweder linear oder nicht linear durchgeführt werden. Durch den folgenden Algorithmus pendelt sich die Schrittgröße auf einen fast optimalen konstanten Wert ein. Der Empfänger untersucht aufeinander folgende APC-Bits und erhöht die Schrittgröße um den Faktor $(1 + x)$, wenn sie übereinstimmen, und verringert die Schrittgröße um den Faktor $(1 - x)$, wenn sie nicht übereinstimmen. Hier ist der Parameter x klein (zum Beispiel $x = 0,01$). Dieser Vorgang erlaubt zwar keine lokale Einstellung (weil x klein ist), doch führt er zu einer Einstellung globaler Bedingungen. Insbesondere, wenn der gesendete APC-Bitstrom eine Tendenz zu übereinstimmenden aufeinander folgenden Bits aufzeigt (d.h. Reihen von Einsen oder Nullen auftreten), zeigt dies an, dass das System den Veränderungen der Kanalbedingungen nicht folgt (d.h. das System ist auf eine langsame Rate eingeschränkt) und die Schrittgröße erhöht werden sollte. Wenn auf der anderen Seite aufeinander folgende Bits die Tendenz aufzeigen, nicht übereinzustimmen, dann treten beim System Regelschwingungen auf ("hunting"), um einen Wert zwischen extrem weit auseinander liegenden Werten. Die Statistiken, die erwartungsgemäß optimal sein sollten, sind zwischen diesen beiden Extremen. Das heißt, der APC-Bitstrom sollte die Muster $(0,0)$, $(0,1)$, $(1,0)$ und $(1,1)$ in einem Paar aufeinander folgender Bits mit den jeweils gleichen Wahrscheinlichkeiten aufzeigen. Der obige Algorithmus bringt das System dazu, sich entsprechend zu verhalten.

[0152] Der obige Algorithmus (globale Einstellung) funktioniert besonders gut, wenn das System mit Bezug auf die Dynamik des Kanals eine hohe Aktualisierungsrate verwendet.

[0153] Wie in [Fig. 23](#) gezeigt, wird zum Erhöhen des Leistungspegels unter der Verwendung einer linearen Einstellung zum Beispiel die Sendeleistung in regelmäßigen Inkrementen von einem Volt oder einer

anderen Einheit, wie durch die Basisstation angewiesen, erhöht, bis der an der Basisstation empfangene Leistungspegel genügend stark ist. Eine lineare Einstellung kann zeitaufwendig sein, wenn die notwendige Leistungseinstellung beträchtlich ist.

[0154] Wie in [Fig. 22](#) gezeigt, kann zum Erhöhen der Leistung unter der Verwendung einer nicht linearen Einstellung die Senderspannung zum Beispiel geometrisch erhöht werden, bis die gesendete Leistung den erwünschten Pegel übersteigt. Eine Sendeleistung kann dann geometrisch verringert werden, bis die gesendete Leistung unter dem gewünschten Pegel ist. Eine bevorzugte Vorgehensweise besteht darin, die Schrittgrößenspannung um einen Faktor 1,5 zu erhöhen und die Schrittgröße um einen Faktor 0,5 zu verringern. Es können auch andere nicht lineare Algorithmen verwendet werden. Wie in [Fig. 23](#) gezeigt, wird dieser Vorgang mit verringerten Fehlermargen sowohl bei zu großer als auch bei zu niedriger erwünschter Leistung wiederholt, bis der gewünschte Signalpegel erzielt wird. Eine nicht lineare Einstellung liefert eine beträchtlich kürzere Anstiegs- und Abfallzeit als eine lineare Einstellung und kann vorzuziehen sein, wenn die Leistung beträchtlich nachgestellt werden muss.

[0155] Das System stellt alle T Abschnitte den Fehlerzustand (APC-Bit) fest, wobei $1/T$ die Aktualisierungsrate der Regelung ist. Die Aktualisierungsrate kann sich von 100 Hz, was niedrig ist, auf 100 kHz ändern, was ziemlich hoch ist. Die Gelegenheit zum Messen des Fehlerzustands des Systems ergibt sich bei jedem Empfang eines neuen Symbols. Daher kann die Aktualisierungsrate gleich der Symbolrate sein. Wenn eine solche Aktualisierungsrate nicht unterstützt wird, ist es von Vorteil, die verfügbaren Fehlermessungen zu verwenden, indem sie zwischen den Aktualisierungen kombiniert werden (oder ein Durchschnitt von ihnen gebildet wird). Hierdurch wird die Wahrscheinlichkeit verringert, dass eine Leistungseinstellung in der falschen Richtung geschieht, was aufgrund von Rauschen in den Fehlersignalen selbst geschehen kann.

[0156] Die Wahl einer Aktualisierungsrate hängt von Faktoren ab, die vom APC-Betrieb unabhängig sind, nämlich der verfügbaren Kapazität und dem Verfahren des Zuteilens der Kapazität auf den Transport von APC-Bits über den Kanal. Allgemein wird eine schnellere Aktualisierung eine bessere Leistung erzielen, auch wenn die erhöhte Aktualisierungsrate dadurch erreicht wird, dass die APC-Bits manchmal fehlerhaft empfangen werden. Konkret zeigt eine Aktualisierungsrate von einem kHz mit keinen vom Kanal verursachten Fehlern eine geringere Leistung als eine Aktualisierungsrate von 100 kHz mit einer 25%igen Fehlerrate. Dies liegt an dem Selbstkorrekturverhalten der Regelschleife. Eine schnelle Aktualisierungsrate führt zu einer Erübrigung der Latenz der

Regelung, welche ein entscheidendes Leistungseinschränkungsphänomen darstellt.

[0157] Eine Spreizspektrumsbasisstation empfängt alle eintreffenden Signale simultan. Wenn daher ein Signal mit einem höheren Leistungspegel als die anderen empfangen wird, dann hat der Empfänger dieses Signals ein höheres Signal-Rausch-Verhältnis und daher eine geringere Bitfehlerrate. Die Basisstation stellt sicher, dass jede mobile Station mit dem korrekten Leistungspegel sendet, indem dem entfernten Endgerät alle 500 μ s mitgeteilt wird, ob die Leistung der mobilen Station erhöht oder verringert werden soll.

[0158] [Fig. 24](#) zeigt ein typisches Schwundsignal, das zusammen mit zehn anderen unabhängig schwindenden Signalen und thermischem Rauschen mit der gleichen Leistung wie eines der Signale an der Basisstation empfangen wird. Hier ist festzustellen, dass die Schwunddauer ungefähr 5 ms beträgt, was einer Fahrzeuggeschwindigkeit über 60 Meilen pro Stunde (96 km/h) entspricht. Die [Fig. 25](#) bis [Fig. 26](#) veranschaulichen Ergebnisse, die erreicht werden, wenn ein bestimmter adaptiver Leistungsregelungsalgorithmus verwendet wird. In diesem Fall informiert die Basisstation das entfernte Endgerät immer dann, wenn das empfangene Signal die Leistung ändert, und das entfernte Endgerät ändert seine Leistung um ± 1 dB. [Fig. 25](#) zeigt das adaptive Leistungsregelungssignal an der entfernten Station. [Fig. 26](#) zeigt die empfangene Leistung an der Basisstation. Hier ist festzustellen, dass die adaptive Leistungsregelung die tiefen Schwünde nachvollzieht und daher Schwünde von 9 dB resultierten. Dieser verringerte Leistungspegel führte zu einer Bitfehlerrate von $1,4 \times 10^{-2}$.

[0159] Für den gleichen Schwund von [Fig. 24](#) sei angenommen, dass ein anderer adaptiver Leistungsregelungsalgorithmus verwendet wird, wie er in den [Fig. 27–Fig. 28](#) gezeigt ist. In diesem Fall führt die Steuerspannung dazu, dass die entfernte Einheit ihre Leistung um einen Faktor 1,5 in die gleiche Richtung ändert oder um einen Faktor 0,5 in die entgegengesetzte Richtung. In dieser bestimmten Implementierung war die minimale Schrittgröße 0,25 dB und die maximale Schrittgröße 4 dB. Hier ist festzustellen, dass der Fehler normalerweise auf ± 2 dB begrenzt ist, mit gelegentlichen Verringerungen der Leistung um 5 dB bis 6 dB, was zu einer BER $\approx 8 \times 10^{-4}$ führt, was eine beträchtliche Verbesserung im Vergleich zum vorhergehenden Algorithmus darstellt. Die Verwendung verschachtelter und Vorwärtsfehlerkorrekturcodes kann normalerweise beliebige Fehler korrigieren, die von den selten auftretenden Leistungstiefen herrühren.

[0160] Im Betrieb kann eine mobile Station in einer Zelle das erste Spreizspektrumssignal kontinuierlich

oder repetitiv periodisch senden. Die Basisstation in der Zelle empfängt das erste Spreizspektrumssignal. Das empfangene erste Spreizspektrumssignal wird mit dem Chipsequenzsignal aus dem Chipsequenzgenerator und der Produktvorrichtung akquiriert und entspreizt. Das entspreizte erste Spreizspektrumssignal wird durch ein Bandpassfilter gefiltert. Die Basisstation erfasst das entspreizte erste Spreizspektrumssignal unter der Verwendung eines Hüllkurvendetektors und misst oder bestimmt den empfangenen Leistungspegel des ersten Spreizspektrumssignals. Die Basisstation erzeugt das Leistungsbefehlssignal aus dem empfangenen Leistungspegel.

[0161] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält auch ein Verfahren der automatischen Leistungsregelung eines Spreizspektrumssenders für eine in einem zellularen Kommunikationsnetz unter der Verwendung einer Spreizspektrumsmodulation betriebenen mobilen Station, wobei die mobile Station ein erstes Spreizspektrumssignal sendet. In der Verwendung weist das Verfahren den Schritt des Empfangens eines empfangenen Signals, des Erzeugens eines AGC-Ausgangssignals, des Entspreizens des AGC-Ausgangssignals, des Verarbeitens des entspreizten AGC-Ausgangssignals zum Erzeugen eines empfangenen Leistungspegels, des Erzeugens eines Leistungsbefehlssignals, des Sendens des Leistungsbefehlssignals als ein zweites Spreizspektrumssignal, des Entspreizens des Leistungsbefehlssignals aus dem zweiten Spreizspektrumssignal als ein Leistungseinstellungssignal und des Einstellens eines Leistungspegels des ersten Spreizspektrumssignals auf.

[0162] Das empfangene Signal enthält das erste Spreizspektrumssignal und ein Störsignal und wird bei der Basisstation empfangen. Das AGC-Ausgangssignal wird an der Basisstation erzeugt und als ein entspreiztes AGC-Ausgangssignal entspreizt. Das entspreizte AGC-Ausgangssignal wird an der Basisstation zum Erzeugen eines empfangenen Leistungspegels verarbeitet.

[0163] Der empfangene Leistungspegel wird mit einem Schwellenwert verglichen, wobei der Vergleich zum Erzeugen eines Leistungsbefehlssignals verwendet wird. Wenn der empfangene Leistungspegel größer als der Schwellenwert wäre, würde das Leistungsbefehlssignal die mobile Station anweisen, die Sendeleistung zu verringern. Wenn der empfangene Leistungspegel geringer als der Schwellenwert wäre, würde das Leistungsbefehlssignal die mobile Station anweisen, die Sendeleistung zu erhöhen.

[0164] Das Leistungsbefehlssignal wird als ein zweites Spreizspektrumssignal von der Basisstation an die mobile Station gesendet. In Reaktion auf den Empfang des zweiten Spreizspektrumssignals entspreizt die mobile Station das Leistungsbefehlssi-

gnal als ein Leistungseinstellungssignal. Je nachdem, ob das Leistungsbefehlssignal die mobile Station anwies, die Sendeleistung zu erhöhen oder zu verringern, erhöht oder verringert die mobile Station in Reaktion auf das Leistungseinstellungssignal den Sendeleistungspegel des ersten Spreizspektrumssignals entsprechend.

[0165] Das Verfahren kann außerdem den Schritt des Erzeugens eines AGC-Ausgangssignals aus einem empfangenen Signal und des Entspreizens des AGC-Ausgangssignals enthalten. Das empfangene Signal enthält das erste Spreizspektrumssignal und ein Störsignal. Das empfangene Signal wird mit dem entspreizten AGC-Ausgangssignal zum Erzeugen eines empfangenen Leistungspegels verarbeitet. Das Verfahren erzeugt dann ein Vergleichssignal durch Vergleichen des empfangenen Leistungspegels mit dem Schwellenpegel. Während des Sendens eines zweiten Spreizspektrumssignals stellt das Verfahren einen Sendeleistungspegel des vom Sender ausgehenden ersten Spreizspektrumssignals unter Verwendung des Leistungseinstellungssignals ein.

[0166] Dem Fachmann wird ersichtlich sein, dass verschiedene Modifikationen am Spreizspektrumssystem und dem entsprechenden Verfahren der vorliegenden Erfindung vorgenommen werden können, ohne dass dadurch vom Umfang der Erfindung abgewichen wird, und es ist beabsichtigt, dass die vorliegende Erfindung Modifikationen und Variationen des Spreizspektrumssystems und des entsprechenden Verfahrens abdeckt, wenn diese innerhalb des Umfangs der Ansprüche und ihrer Äquivalente sind.

Patentansprüche

1. Mehrwegeprozessor zum Verfolgen eines Spreizspektrumssignals innerhalb mehrerer Gruppen von Spreizspektrumssignalen, wobei jede Gruppe mehrere Spreizspektrumssignale aufweist, wobei der Mehrwegeprozessor Folgendes umfasst:

- erste Entspreizungsmittel (**111–113**; **141–143**) zum Entspreizen einer ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen innerhalb einer ersten Gruppe, zum jeweiligen Erzeugen einer ersten Vielzahl entspreizter Signale, wobei die ersten Entspreizungsmittel eine erste Vielzahl von Entspreizern umfassen;
- erste Mittel (**120**), die mit den ersten Entspreizungsmitteln gekoppelt sind, zum Kombinieren der ersten Vielzahl entspreizter Signale zu einem ersten kombinierten entspreizten Signal;
- zweite Entspreizungsmittel (**114–116**; **144–146**) zum Entspreizen einer zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen innerhalb einer zweiten Gruppe, zum jeweiligen Erzeugen einer zweiten Vielzahl entspreizter Signale, wobei die zweiten Entspreizungsmittel eine zweite Vielzahl von Entspreizern umfassen;
- zweite Mittel (**130**), die mit den zweiten Entsprei-

zungsmitteln gekoppelt sind, zum Kombinieren der zweiten Vielzahl entspreizter Signale zu einem zweiten kombinierten entspreizten Signal; und

- Mittel (**150**), die mit den ersten Kombinierungsmitteln und den zweiten Kombinierungsmitteln gekoppelt sind, zum Auswählen des ersten kombinierten entspreizten Signals oder des zweiten kombinierten entspreizten Signals als ein entspreiztes Ausgabesignal,

dadurch gekennzeichnet, dass die erste Vielzahl von Entspreizern zum Entspreizen der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen mit einem Vielfachen einer zwischen entsprechenden Entspreizern auftretenden ersten Zeitverzögerung (T_0) angeordnet ist und dass die zweite Vielzahl von Entspreizern zum Entspreizen der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen mit einem Vielfachen der zwischen entsprechenden Entspreizern auftretenden ersten Zeitverzögerung (T_0) angeordnet ist und dass die erste und die zweite Vielzahl von Entspreizern zum Entspreizen der mehreren Spreizspektrumssignale mit einer zwischen entsprechenden Entspreizern auftretenden zweiten Zeitverzögerung (T_{D1}) der ersten und der zweiten Vielzahl von Entspreizern angeordnet ist.

2. Mehrwegeprozessor nach Anspruch 1, bei dem:

- die ersten Entspreizungsmittel eine erste Vielzahl von Korrelatoren (**111–113**) zum jeweiligen Entspreizen der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen aufweisen, wodurch die erste Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird; und

- die zweiten Entspreizungsmittel eine zweite Vielzahl von Korrelatoren (**114–116**) zum jeweiligen Entspreizen der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen aufweisen, wodurch die zweite Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird.

3. Mehrwegeprozessor nach Anspruch 2, bei dem:

- jeder Korrelator der ersten Vielzahl von Korrelatoren so angeordnet ist, dass er mit einem Chipping-Sequenz-Signal ($g(t)$) mit einer Zeitverzögerung (T_0 , $2T_0$) entspreizt, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das mit anderen Korrelatoren der ersten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird; und

- jeder Korrelator der zweiten Vielzahl von Korrelatoren mit einem Chipping-Sequenz-Signal ($g(t)$) mit einer Zeitverzögerung (T_0 , $2T_0$) entspreizt, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das mit anderen Korrelatoren der zweiten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird, und wobei die Zeitverzögerung sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das mit anderen Korrelatoren der ersten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird.

4. Mehrwegeprozessor nach Anspruch 4, bei dem:

- die ersten Entspreizungsmittel eine erste Vielzahl abgestimmter Filter (**141–143**) zum jeweiligen Entspreizen der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen aufweisen, wodurch die erste Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird; und
- die zweiten Entspreizungsmittel eine zweite Vielzahl abgestimmter Filter (**144–146**) zum jeweiligen Entspreizen der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen aufweisen, wodurch die zweite Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird.

5. Mehrwegeprozessor nach Anspruch 1, weiter umfassend:

- dritte Entspreizungsmittel (**117–119, 147–149**) zum Entspreizen einer dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen innerhalb einer dritten Gruppe, zum jeweiligen Erzeugen einer dritten Vielzahl entspreizter Signale, wobei die dritten Entspreizungsmittel eine dritte Vielzahl von Entspreizern umfassen, die zum Entspreizen der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen mit einem Vielfachen der zwischen entsprechenden Entspreizern auftretenden ersten Zeitverzögerung (T_0) und zum Entspreizen der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen mit einer zwischen entsprechenden Entspreizern auftretenden dritten Zeitverzögerung (T_{D2}) der ersten und der dritten Vielzahl von Entspreizern angeordnet ist;
- dritte Mittel, die mit den dritten Entspreizungsmitteln gekoppelt sind, zum Kombinieren der dritten Vielzahl entspreizter Signale zu einem dritten kombinierten entspreizten Signal; und
- wobei die Auswahlmittel, die mit den dritten Kombinerungsmitteln gekoppelt sind, entweder das erste kombinierte entspreizte Signal, das zweite kombinierte entspreizte Signal oder das dritte kombinierte entspreizte Signal als das entspreizte Ausgabesignal auswählen.

6. Mehrwegeprozessor nach Anspruch 5, bei dem:

- die ersten Entspreizungsmittel eine erste Vielzahl von Korrelatoren (**111–113**) zum jeweiligen Entspreizen der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen aufweisen, wodurch die erste Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird;
- die zweiten Entspreizungsmittel eine zweite Vielzahl von Korrelatoren (**114–116**) zum jeweiligen Entspreizen der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen aufweisen, wodurch die zweite Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird; und
- die dritten Entspreizungsmittel eine dritte Vielzahl von Korrelatoren (**117–119**) zum jeweiligen Entspreizen der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen aufweisen, wodurch die dritte Vielzahl von Spreizspektrumssignalen erzeugt wird.

7. Mehrwegeprozessor nach Anspruch 6, bei dem:

- jeder Korrelator der ersten Vielzahl von Korrelatoren zum Entspreizen mit einem Chipping-Sequenz-Signal mit einer Zeitverzögerung angeordnet ist, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das mit anderen Korrelatoren der ersten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird;
- jeder Korrelator der zweiten Vielzahl von Korrelatoren zum Entspreizen mit einem Chipping-Sequenz-Signal angeordnet ist, das eine Zeitverzögerung aufweist, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das mit anderen Korrelatoren der zweiten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird, und wobei sich die Zeitverzögerung von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das mit anderen Korrelatoren der ersten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird; und
- jeder Korrelator der dritten Vielzahl von Korrelatoren zum Entspreizen mit einem Chipping-Sequenz-Signal angeordnet ist, das eine Zeitverzögerung aufweist, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das mit anderen Korrelatoren der dritten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird, wobei die Zeitverzögerung sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das mit anderen Korrelatoren der zweiten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird und wobei sich die Zeitverzögerung von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das mit anderen Korrelatoren der ersten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird.

8. Mehrwegeprozessor nach Anspruch 5, bei dem:

- die ersten Entspreizungsmittel eine erste Vielzahl abgestimmter Filter (**141–143**) zum jeweiligen Entspreizen der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen aufweisen, wodurch die erste Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird;
- die zweiten Entspreizungsmittel eine zweite Vielzahl abgestimmter Filter (**144–146**) zum jeweiligen Entspreizen der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen aufweisen, wodurch die zweite Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird; und
- die dritten Entspreizungsmittel eine dritte Vielzahl abgestimmter Filter (**147–149**) zum jeweiligen Entspreizen der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen aufweisen, wodurch die dritte Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird.

9. Mehrwegeprozessor nach Anspruch 5, weiter umfassend:

- vierte Entspreizungsmittel zum Entspreizen einer vierten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen innerhalb einer vierten Gruppe zum jeweiligen Erzeugen einer vierten Vielzahl entspreizter Signale, wobei die vierten Entspreizungsmittel eine vierte Vielzahl von Entspreizern umfassen, die zum Entspreizen der

vierten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen mit einer Zeitverzögerung zwischen entsprechenden Entspreizern und zum Entspreizen der vierten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen mit einer Zeitverzögerung angeordnet sind, die sich von jeder Zeitverzögerung entsprechender Entspreizer der ersten, zweiten und dritten Vielzahl von Entspreizern unterscheidet;

– vierte Mittel, die mit den vierten Entspreizungsmitteln gekoppelt sind, zum Kombinieren der vierten Vielzahl entspreizter Signale zu einem vierten kombinierten entspreizten Signal; und

wobei die Auswahlmittel, die mit den vierten Kombinerungsmitteln gekoppelt sind, zum Auswählen entweder des ersten kombinierten entspreizten Signals, des zweiten kombinierten entspreizten Signals, des dritten kombinierten entspreizten Signals oder des vierten kombinierten entspreizten Signals als das entspreizte Ausgabesignal angeordnet sind.

10. Mehrwegeprozessor nach Anspruch 9, bei dem:

– die ersten Entspreizungsmittel eine erste Vielzahl von Korrelatoren zum jeweiligen Entspreizen der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen aufweisen, wodurch die erste Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird;

– die zweiten Entspreizungsmittel eine zweite Vielzahl von Korrelatoren zum jeweiligen Entspreizen der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen aufweisen, wodurch die zweite Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird;

– die dritten Entspreizungsmittel eine dritte Vielzahl von Korrelatoren zum jeweiligen Entspreizen der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen zum Erzeugen der dritten Vielzahl entspreizter Signale aufweisen; und

– die vierten Entspreizungsmittel eine vierte Vielzahl von Korrelatoren zum jeweiligen Entspreizen der vierten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen zum Erzeugen der vierten Vielzahl entspreizter Signale aufweisen.

11. Mehrwegeprozessor nach Anspruch 10, bei dem:

– jeder Korrelator der ersten Vielzahl von Korrelatoren zum Entspreizen mit einem Chipping-Sequenz-Signal angeordnet ist, das eine Zeitverzögerung hat, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das mit anderen Korrelatoren der ersten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird;

– jeder Korrelator der zweiten Vielzahl von Korrelatoren zum Entspreizen mit einem Chipping-Sequenz-Signal angeordnet ist, das eine Zeitverzögerung aufweist, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das mit anderen Korrelatoren der zweiten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird, und wobei sich die Zeitverzögerung von jeder Zeitverzögerung eines je-

den Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das mit anderen Korrelatoren der ersten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird;

– jeder Korrelator der dritten Vielzahl von Korrelatoren zum Entspreizen mit einem Chipping-Sequenz-Signal angeordnet ist, das eine Zeitverzögerung aufweist, die sich von jeder Zeitverzögerung eines Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das mit anderen Korrelatoren der dritten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird, wobei sich die Zeitverzögerung von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das mit anderen Korrelatoren der zweiten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird, und wobei sich die Zeitverzögerung von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das mit anderen Korrelatoren der ersten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird; und

– jeder Korrelator der vierten Vielzahl von Korrelatoren zum Entspreizen mit einem Chipping-Sequenz-Signal angeordnet ist, das eine Zeitverzögerung hat, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das mit anderen Korrelatoren der vierten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird, wobei sich die Zeitverzögerung von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das mit anderen Korrelatoren der dritten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird, wobei sich die Zeitverzögerung von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das mit anderen Korrelatoren der zweiten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird, und wobei sich die Zeitverzögerung von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das mit anderen Korrelatoren der ersten Vielzahl von Korrelatoren verwendet wird.

12. Mehrwegeprozessor nach Anspruch 9, bei dem:

– die ersten Entspreizungsmittel eine erste Vielzahl abgestimmter Filter zum Entspreizen der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen aufweisen, wodurch die erste Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird;

– die zweiten Entspreizungsmittel eine zweite Vielzahl abgestimmter Filter zum Entspreizen der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen aufweisen, wodurch die zweite Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird;

– die dritten Entspreizungsmittel eine dritte Vielzahl abgestimmter Filter zum jeweiligen Entspreizen der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen aufweisen, wodurch die dritte Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird;

– die vierten Entspreizungsmittel eine vierte Vielzahl abgestimmter Filter zum jeweiligen Entspreizen der vierten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen aufweisen, wodurch die vierte Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird.

13. Verfahren, das einen Mehrwegeprozessor zum Verfolgen eines Spreizspektrumssignals innerhalb mehrerer Gruppen von Spreizspektrumssignalen verwendet, wobei jede Gruppe mehrere Spreizspektrumssignale aufweist, mit den folgenden Schritten:

- Entspreizen einer ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen innerhalb einer ersten Gruppe zum jeweiligen Erzeugen einer ersten Vielzahl entspreizter Signale;
- Kombinieren der ersten Vielzahl entspreizter Signale zu einem ersten kombinierten entspreizten Signal;
- Entspreizen einer zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen innerhalb einer zweiten Gruppe zum jeweiligen Erzeugen einer zweiten Vielzahl entspreizter Signale;
- Kombinieren der zweiten Vielzahl entspreizter Signale zu einem zweiten kombinierten entspreizten Signal; und
- Auswählen entweder des ersten kombinierten entspreizten Signals oder des zweiten kombinierten entspreizten Signals als ein entspreiztes Ausgabesignal, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die erste Vielzahl von Spreizspektrumssignalen mit einem Vielfachen einer zwischen entsprechenden Entspreizern auftretenden ersten Zeitverzögerung (T_0) entspreizt wird und dass die zweite Vielzahl von Spreizspektrumssignalen mit einem Vielfachen der zwischen entsprechenden Entspreizern auftretenden ersten Zeitverzögerung (T_0) entspreizt wird und dass die erste und die zweite Vielzahl von Spreizspektrumssignalen mit einer zwischen entsprechenden Entspreizern auftretenden zweiten Zeitverzögerung (T_{D1}) entspreizt wird, die die erste und die zweite Vielzahl von Spreizspektrumssignalen entspreizen.

14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem:

- der Schritt des Entspreizens der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt des jeweiligen Dekorrelierens der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen beinhaltet, wodurch die erste Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird; und
- der Schritt des Entspreizens der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt des jeweiligen Dekorrelierens der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen beinhaltet, wodurch die zweite Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem:

- der Schritt des Entspreizens eines jeden der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt des Entspreizens mit einem Chipping-Sequenz-Signal beinhaltet, das eine Zeitverzögerung hat, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das zum Entspreizen anderer Spreizspektrumssignale der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird; und
- der Schritt des Entspreizens eines jeden der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt des Entspreizens mit einem Chipping-Sequenz-Sig-

nal beinhaltet, das eine Zeitverzögerung hat, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das zum Entspreizen anderer Spreizspektrumssignale der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird, und wobei sich die Zeitverzögerung von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das zum Entspreizen eines jeden Spreizspektrumssignals der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird.

16. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem:

- der Schritt des Entspreizens der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt des Filterns der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen beinhaltet, wodurch die erste Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird; und
- der Schritt des Entspreizens der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt des Filterns der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen beinhaltet, wodurch die zweite Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 13, weiter umfassend die folgenden Schritte:

- Entspreizen einer dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen innerhalb einer dritten Gruppe zum jeweiligen Erzeugen einer dritten Vielzahl entspreizter Signale, wobei die dritte Vielzahl von Spreizspektrumssignalen mit einem Vielfachen der zwischen entsprechenden Entspreizern auftretenden ersten Zeitverzögerung (T_0) entspreizt wird;
- Kombinieren der dritten Vielzahl entspreizter Signale zu einem dritten kombinierten entspreizten Signal; und
- wobei der Schritt des Auswählens den Schritt des Auswählens entweder des ersten kombinierten entspreizten Signals, des zweiten kombinierten entspreizten Signals oder des dritten kombinierten entspreizten Signals als das entspreizte Ausgabesignal beinhaltet.

18. Verfahren nach Anspruch 17, bei dem:

- der Schritt des Entspreizens der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt des jeweiligen Dekorrelierens der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen beinhaltet, wodurch die erste Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird;
- der Schritt des Entspreizens der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt des jeweiligen Dekorrelierens der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen beinhaltet, wodurch die zweite Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird, und
- der Schritt des Entspreizens der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt des jeweiligen Dekorrelierens der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen beinhaltet, wodurch die dritte Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 17, bei dem:

- der Schritt des Entspreizens eines jeden der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt des Entspreizens mit einem Chipping-Sequenz-Signal beinhaltet, das eine Zeitverzögerung aufweist, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das zum Entspreizen anderer Spreizspektrumssignale der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird;
- der Schritt des Entspreizens eines jeden der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt des Entspreizens mit einem Chipping-Sequenz-Signal beinhaltet, das eine Zeitverzögerung hat, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das zum Entspreizen anderer Spreizspektrumssignale der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird, und wobei sich die Zeitverzögerung von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das zum Entspreizen von Spreizspektrumssignalen der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird; und
- der Schritt des Entspreizens eines jeden der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt des Entspreizens mit einem Chipping-Sequenz-Signal beinhaltet, das eine Zeitverzögerung hat, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das zum Entspreizen anderer Spreizspektrumssignale der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird, wobei sich die Zeitverzögerung von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das zum Entspreizen von Spreizspektrumssignalen der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird, und wobei sich die Zeitverzögerung von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das zum Entspreizen von Spreizspektrumssignalen der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird.

20. Verfahren nach Anspruch 17, bei dem:

- der Schritt des Entspreizens der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt der abgestimmten Filterung der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen beinhaltet, wodurch die erste Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird;
- der Schritt des Entspreizens der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt der abgestimmten Filterung der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen beinhaltet, wodurch die zweite Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird; und
- der Schritt des Entspreizens der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt der abgestimmten Filterung der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen beinhaltet, wodurch die dritte Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird.

21. Verfahren nach Anspruch 17, weiter umfas-

send die folgenden Schritte:

- Entspreizen einer vierten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen innerhalb einer vierten Gruppe zum jeweiligen Erzeugen einer vierten Vielzahl entspreizter Signale, wobei die vierte Vielzahl von Spreizspektrumssignalen mit einem Vielfachen der zwischen entsprechenden Entspreizern auftretenden ersten Zeitverzögerung (T_0) entspreizt wird;
 - Kombinieren der vierten Vielzahl Entspreizersignale zu einem vierten kombinierten entspreizten Signal; und
- wobei der Schritt des Auswählens den Schritt des Auswählens entweder des ersten kombinierten entspreizten Signals, des zweiten kombinierten entspreizten Signals, des dritten kombinierten entspreizten Signals oder des vierten kombinierten entspreizten Signals als das entspreizte Ausgabesignal beinhaltet.

22. Verfahren nach Anspruch 21, bei dem:

- der Schritt des Entspreizens der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt des jeweiligen Dekorrelierens der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen beinhaltet, wodurch die erste Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird;
- der Schritt des Entspreizens der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt des Dekorrelierens der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen beinhaltet, wodurch die zweite Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird;
- der Schritt des Entspreizens der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt des Dekorrelierens der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen beinhaltet, wodurch die dritte Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird; und
- der Schritt des Entspreizens der vierten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt des Dekorrelierens der vierten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen beinhaltet, wodurch die vierte Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird.

23. Verfahren nach Anspruch 21, bei dem:

- der Schritt des Entspreizens eines jeden der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt des Entspreizens mit einem Chipping-Sequenz-Signal beinhaltet, das eine Zeitverzögerung hat, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das zum Entspreizen anderer Spreizspektrumssignale der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird;
- der Schritt des Entspreizens eines jeden der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt des Entspreizens mit einem Chipping-Sequenz-Signal beinhaltet, das eine Zeitverzögerung hat, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das zum Entspreizen anderer Spreizspektrumssignale der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird, und wobei sich die Zeitverzögerung von jeder Zeitverzö-

gerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das zum Entspreizen anderer Spreizspektrumssignale der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird;

– der Schritt des Entspreizens eines jeden der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt des Entspreizens mit einem Chipping-Sequenz-Signal beinhaltet, das eine Zeitverzögerung hat, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das zum Entspreizen anderer Spreizspektrumssignale der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird, wobei sich die Zeitverzögerung von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das zum Entspreizen anderer Spreizspektrumssignale der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird, und wobei sich die Zeitverzögerung von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das zum Entspreizen von Spreizspektrumssignalen der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird; und

– der Schritt des Entspreizens eines jeden der vierten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt des Entspreizens mit einem Chipping-Sequenz-Signal beinhaltet, das eine Zeitverzögerung hat, die sich von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das zum Entspreizen anderer Spreizspektrumssignale der vierten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird, wobei sich die Zeitverzögerung von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das zum Entspreizen von Spreizspektrumssignalen der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird, wobei sich die Zeitverzögerung von jeder Zeitverzögerung eines dritten Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das zum Entspreizen anderer Spreizspektrumssignale der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird, und wobei sich die Zeitverzögerung von jeder Zeitverzögerung eines jeden Chipping-Sequenz-Signals unterscheidet, das zum Entspreizen von Spreizspektrumssignalen der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen verwendet wird.

24. Verfahren nach Anspruch 21, bei dem:

– der Schritt des Entspreizens der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt der abgestimmten Filterung der ersten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen beinhaltet, wobei die erste Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird;

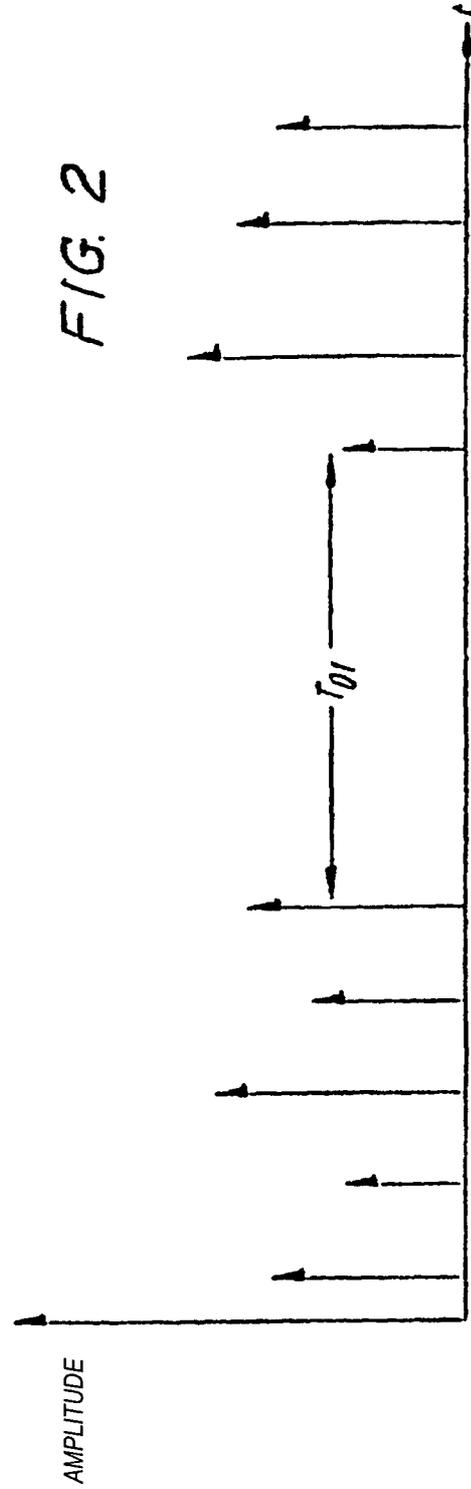
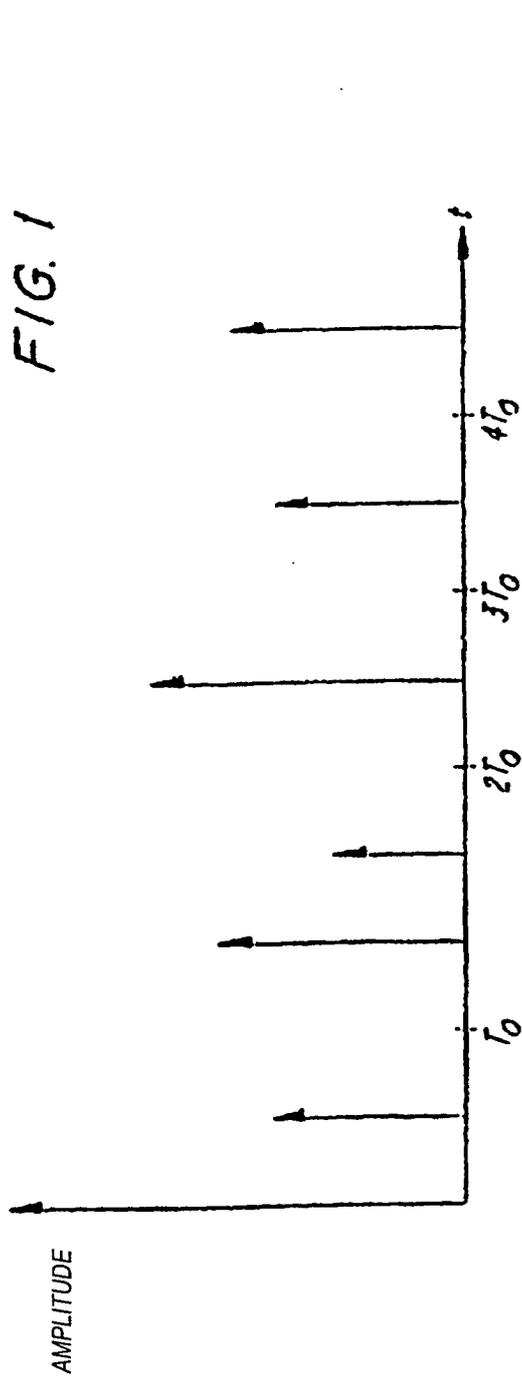
– der Schritt des Entspreizens der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt der abgestimmten Filterung der zweiten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen beinhaltet, wodurch die zweite Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird;

– der Schritt des Entspreizens der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt der abgestimmten Filterung der dritten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen beinhaltet, wodurch die dritte Vielzahl

entspreizter Signale erzeugt wird; und

– der Schritt des Entspreizens der vierten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen den Schritt der abgestimmten Filterung der vierten Vielzahl von Spreizspektrumssignalen beinhaltet, wodurch die vierte Vielzahl entspreizter Signale erzeugt wird.

Es folgen 23 Blatt Zeichnungen



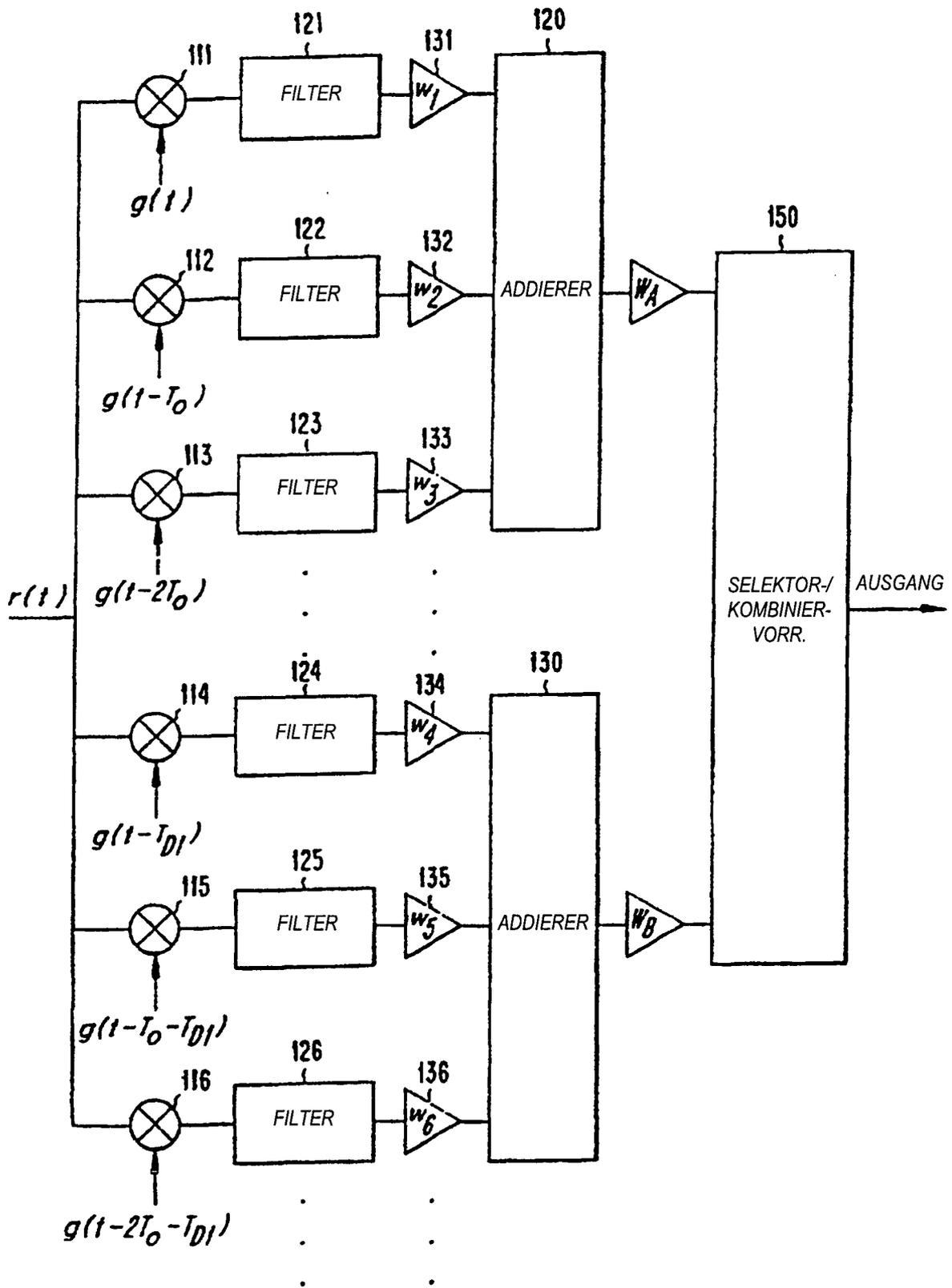
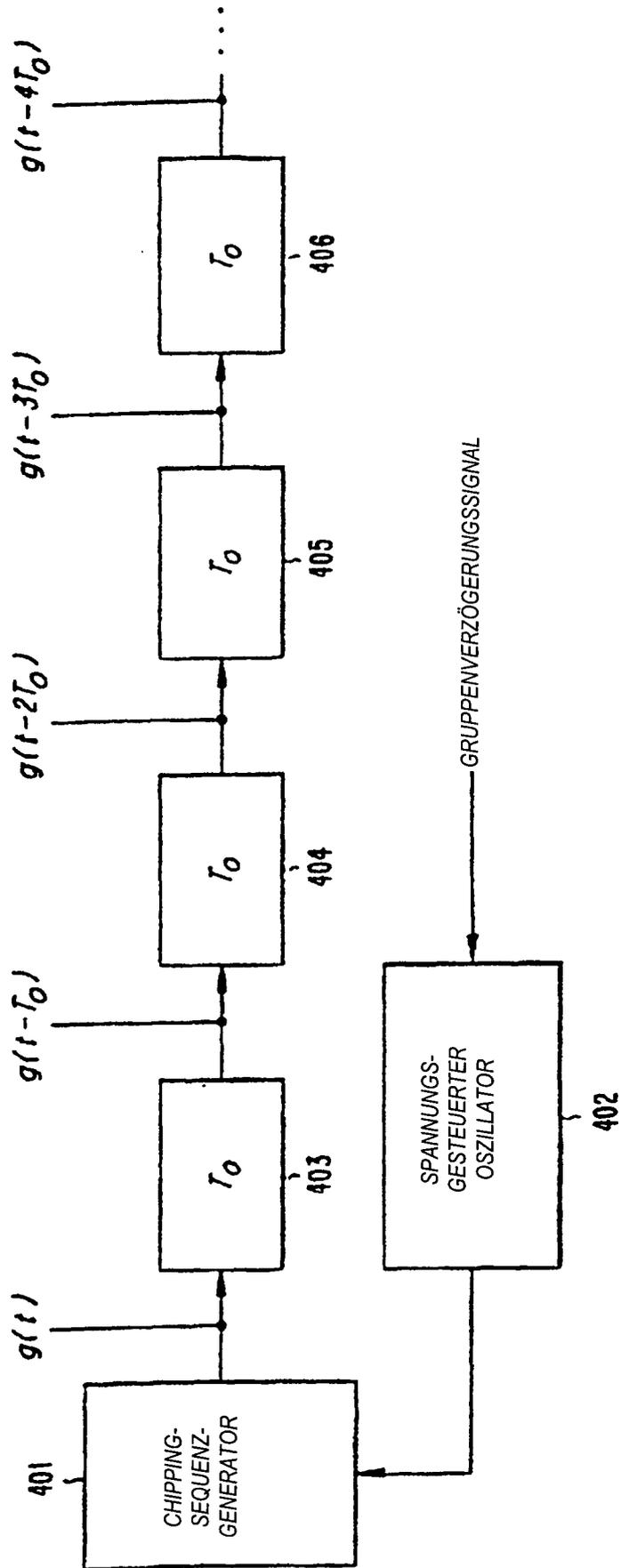


FIG. 3

FIG. 4



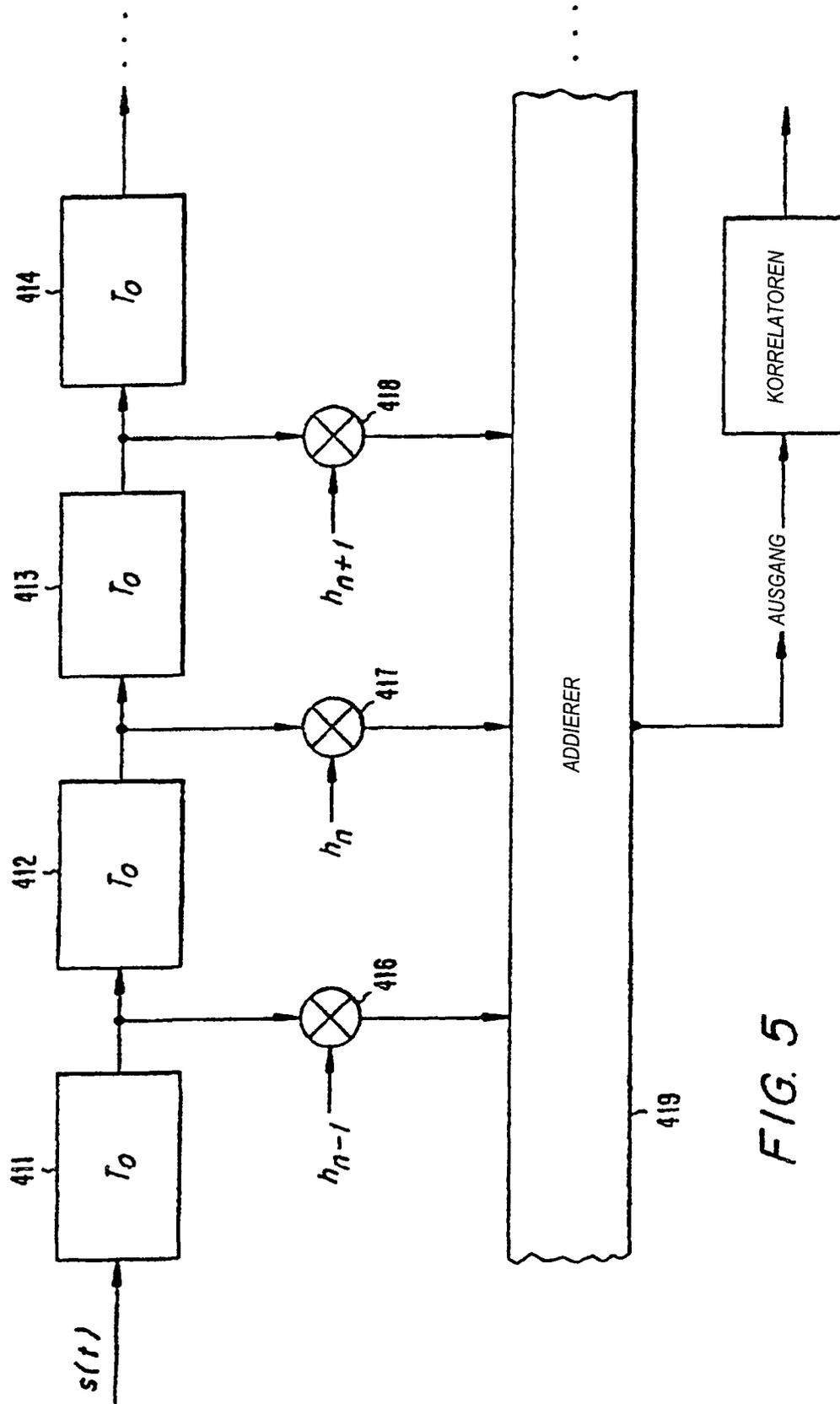


FIG. 5

FIG. 6

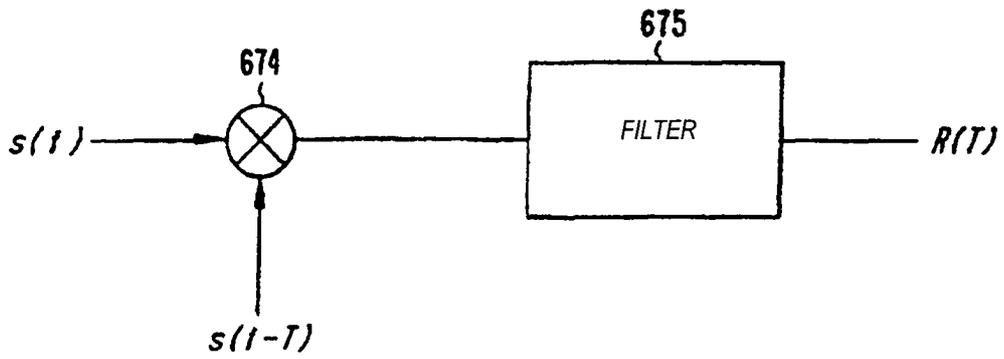


FIG. 7

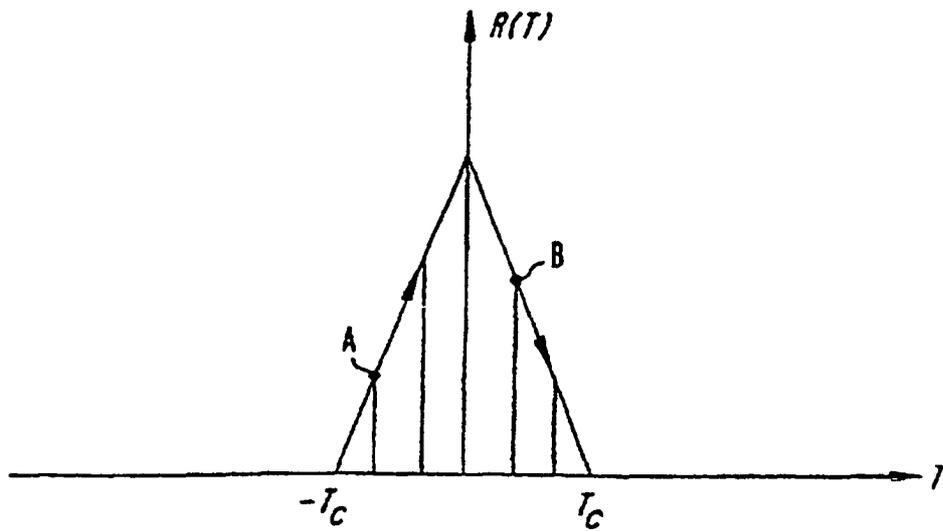
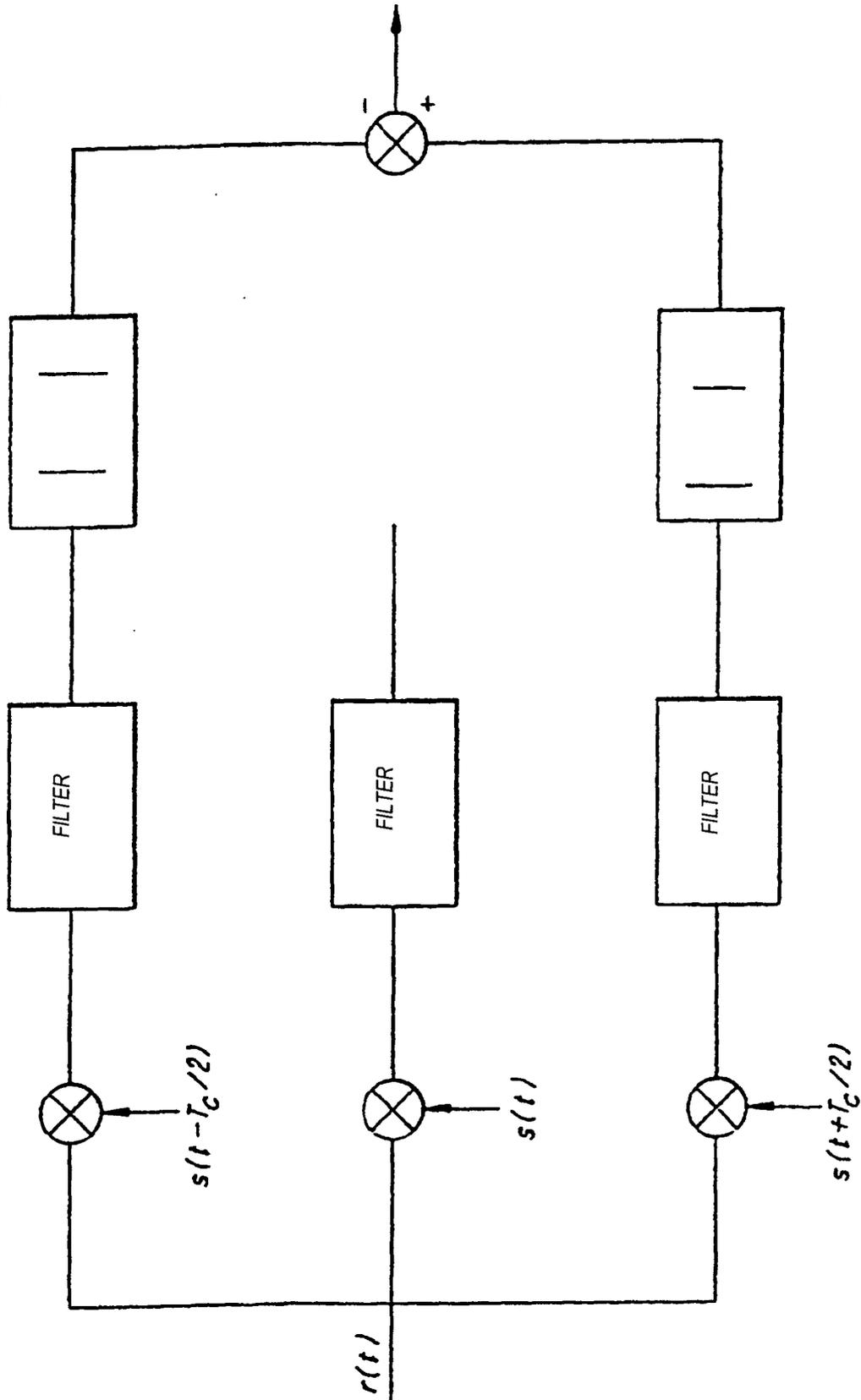
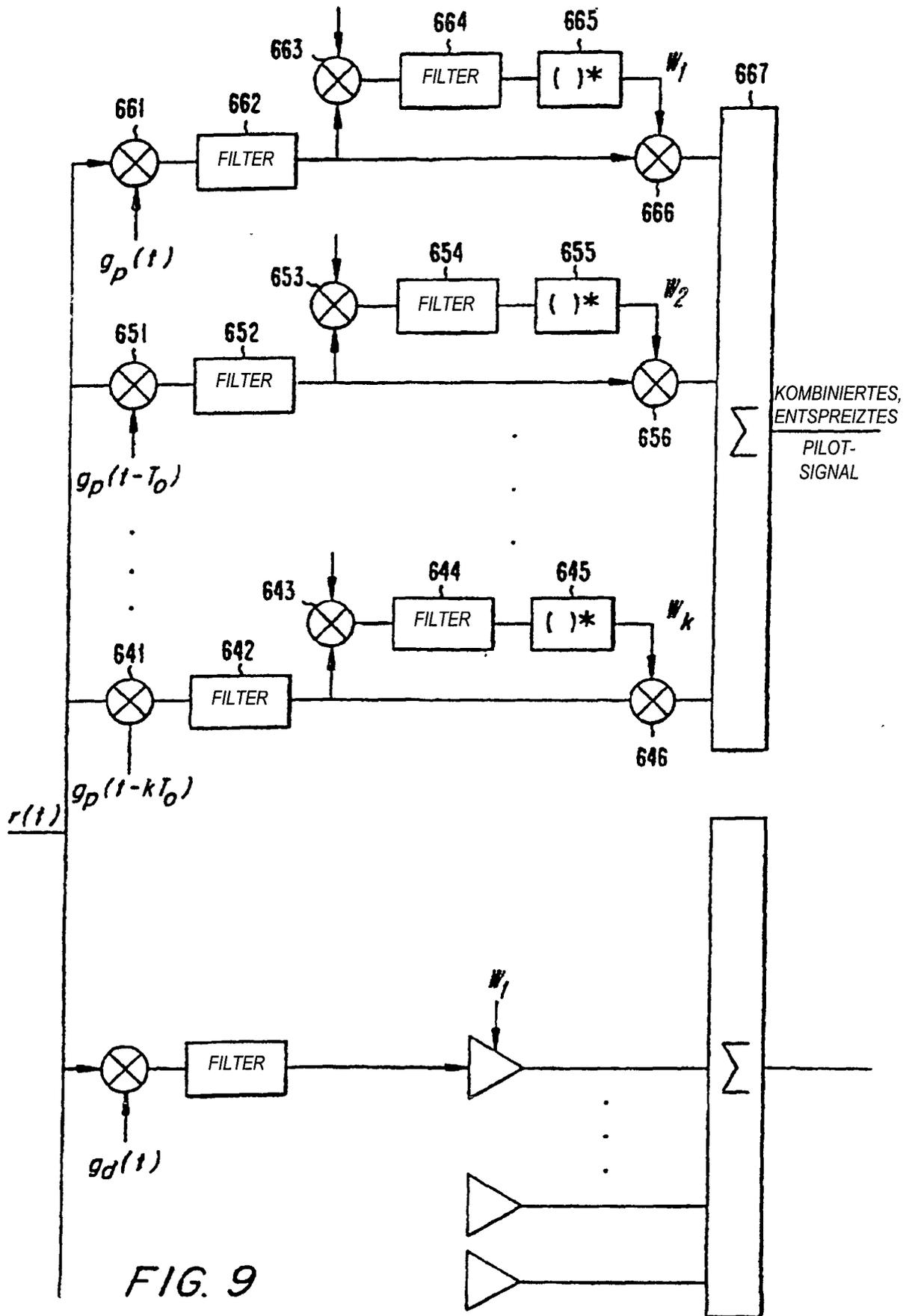


FIG. 8





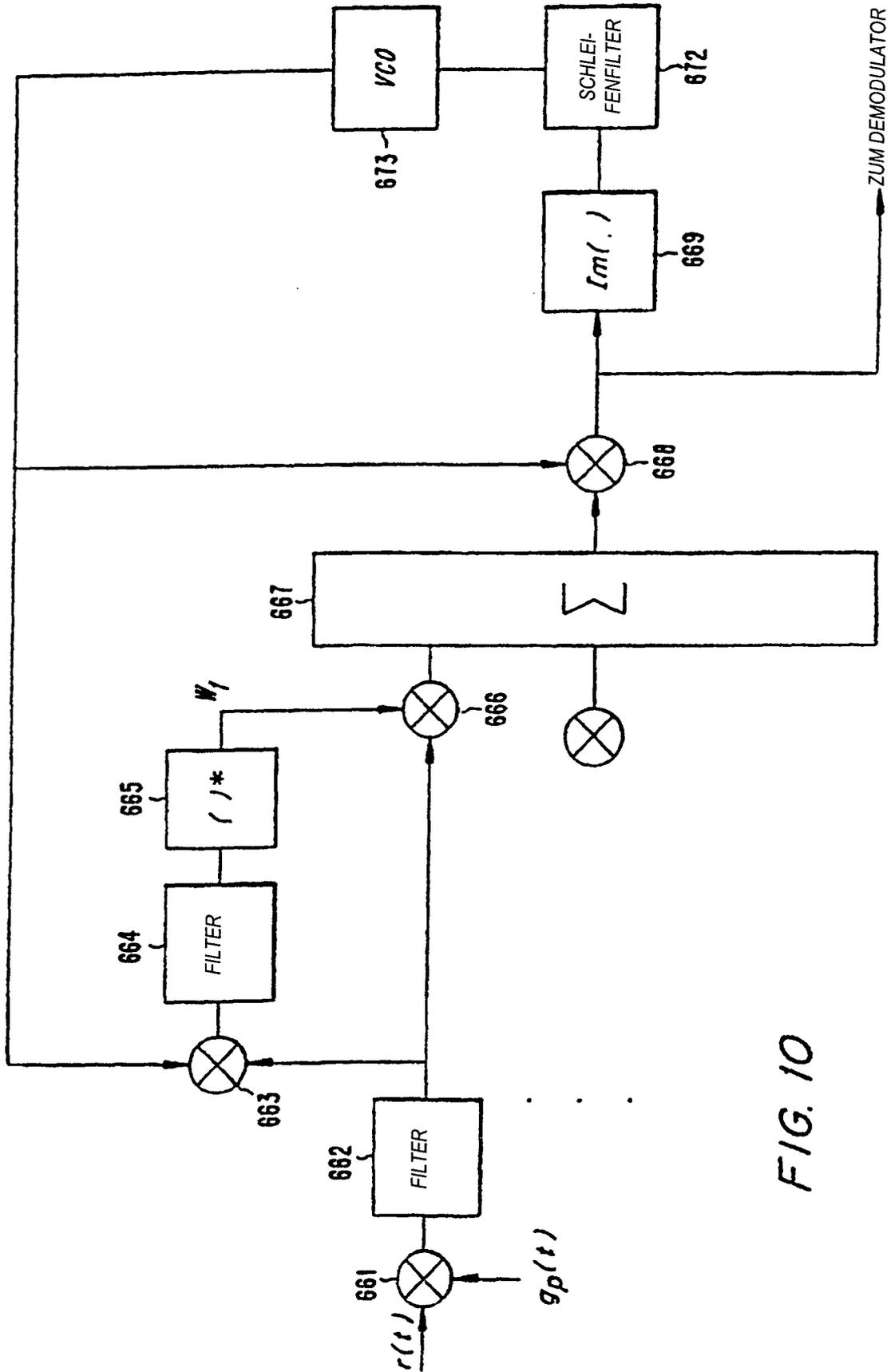


FIG. 10

FIG. 11

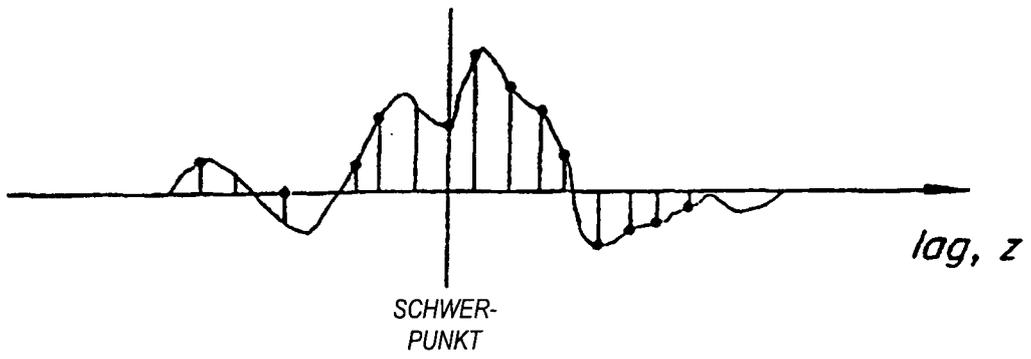


FIG. 12

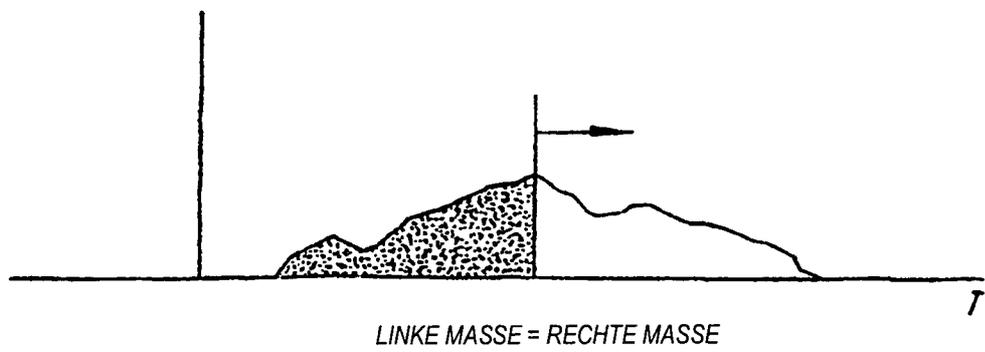
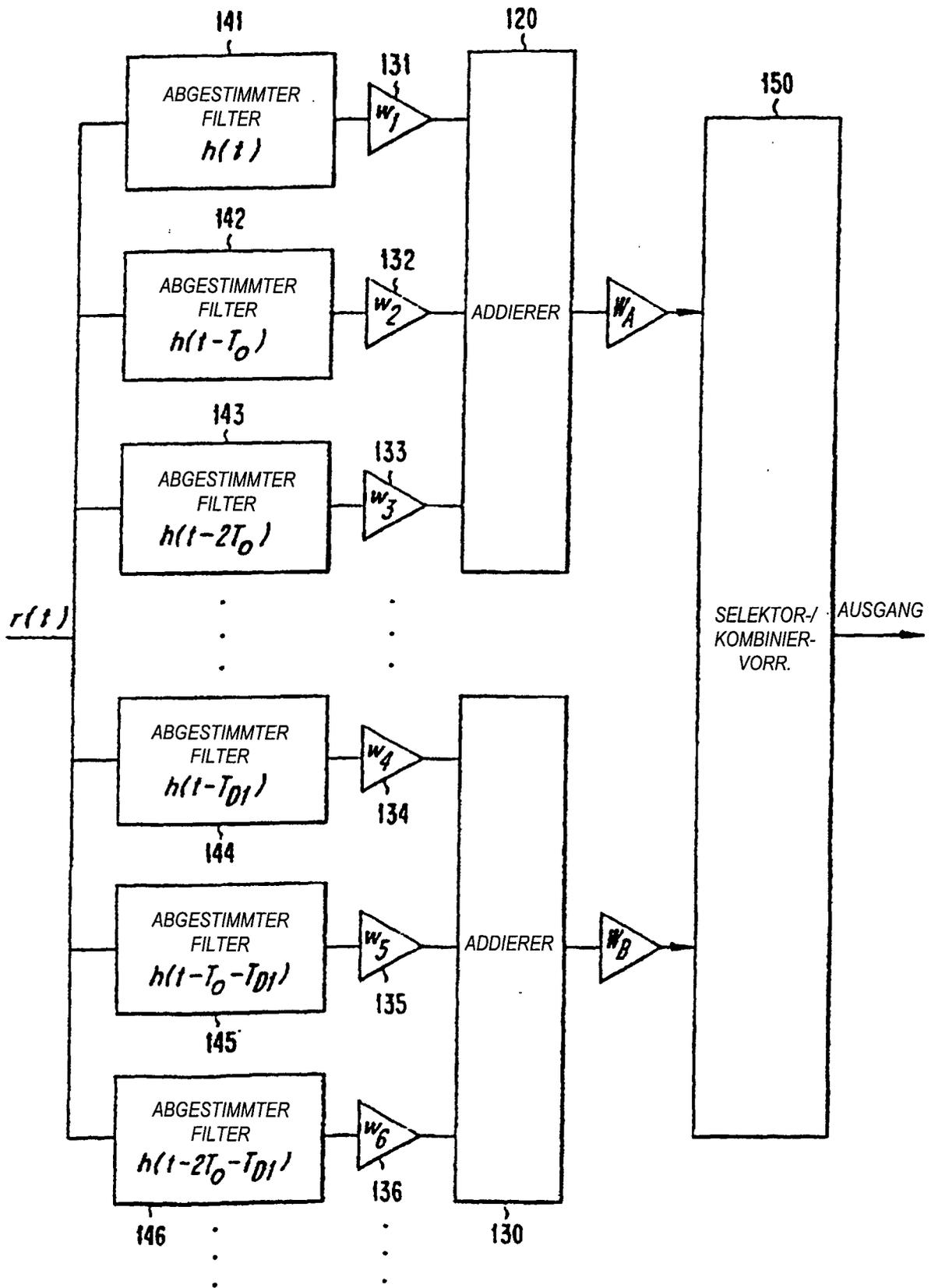
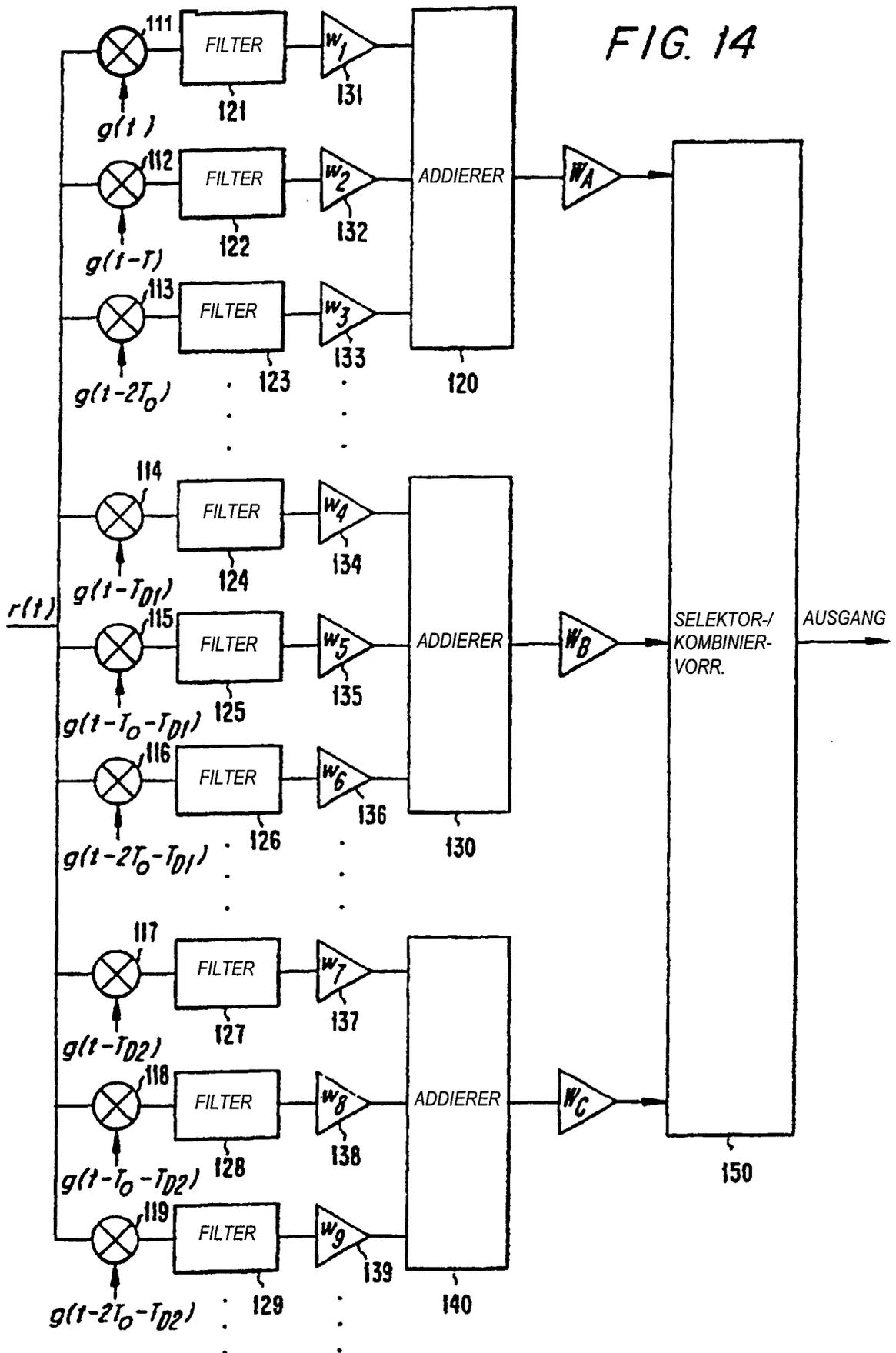


FIG. 13





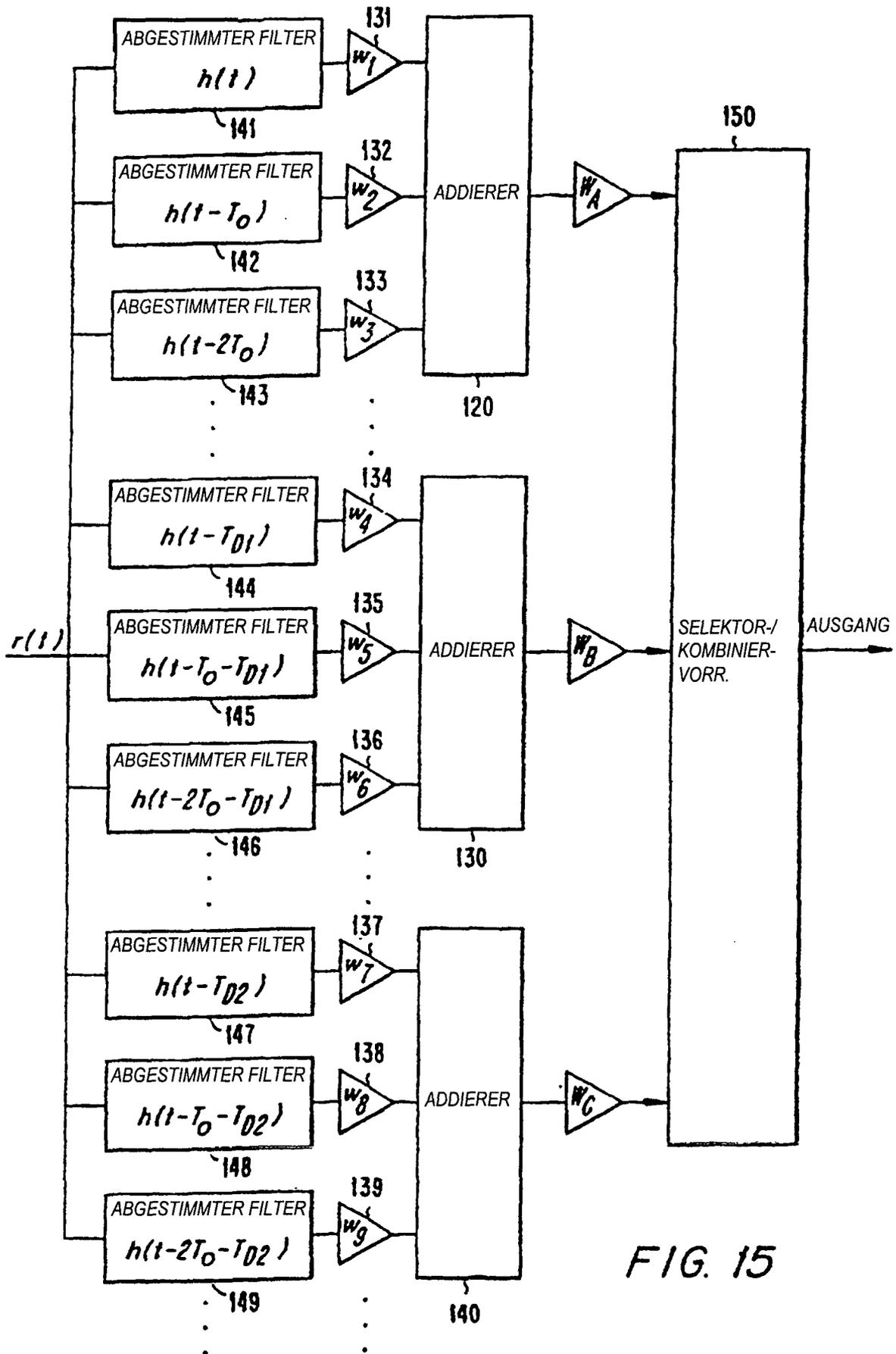


FIG. 15

FIG. 16

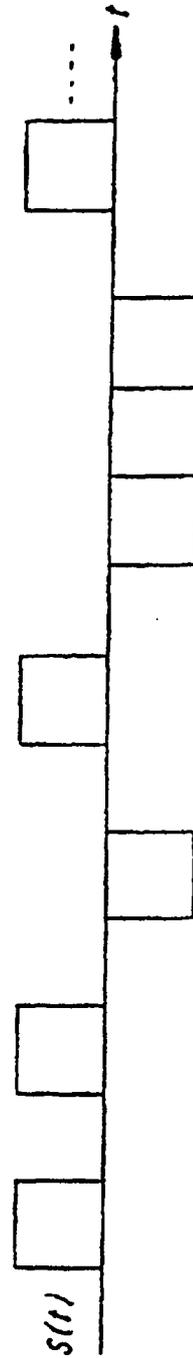
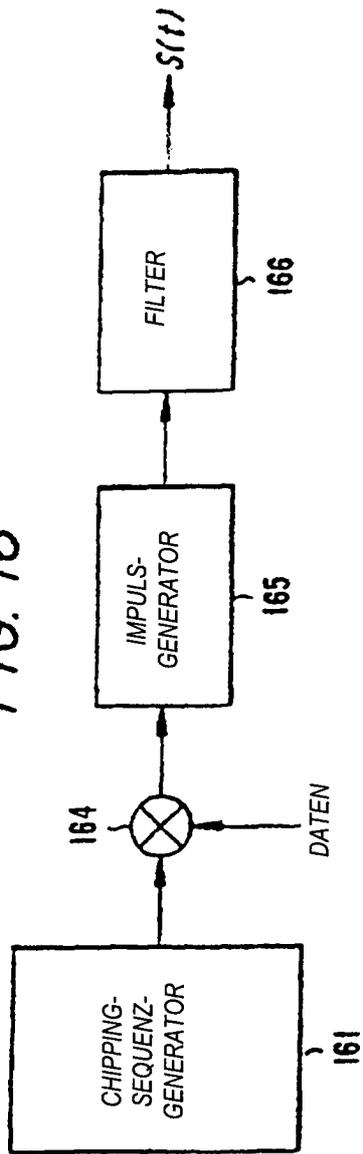


FIG. 17

FIG. 18

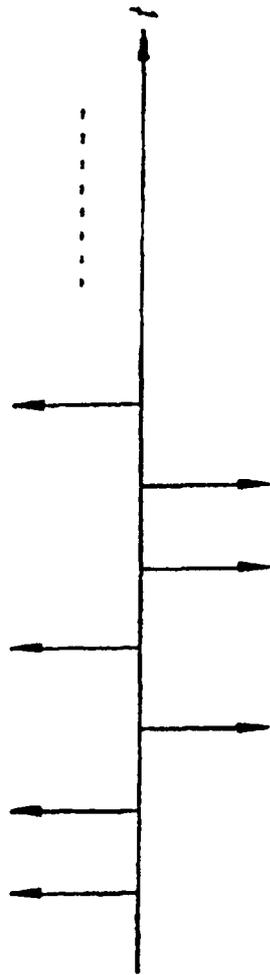
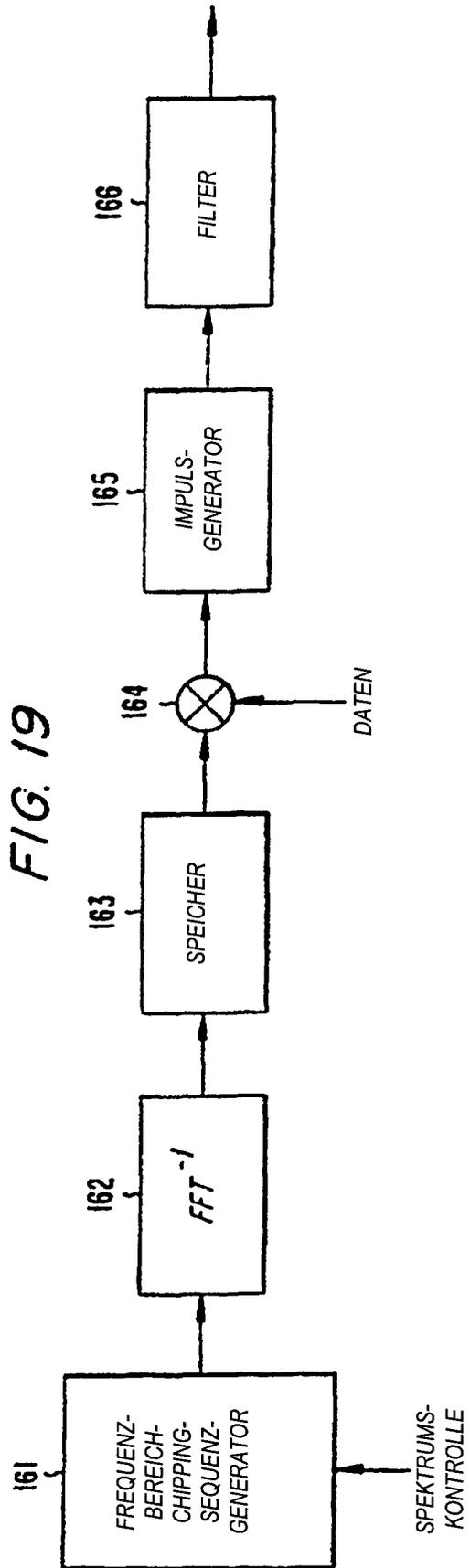
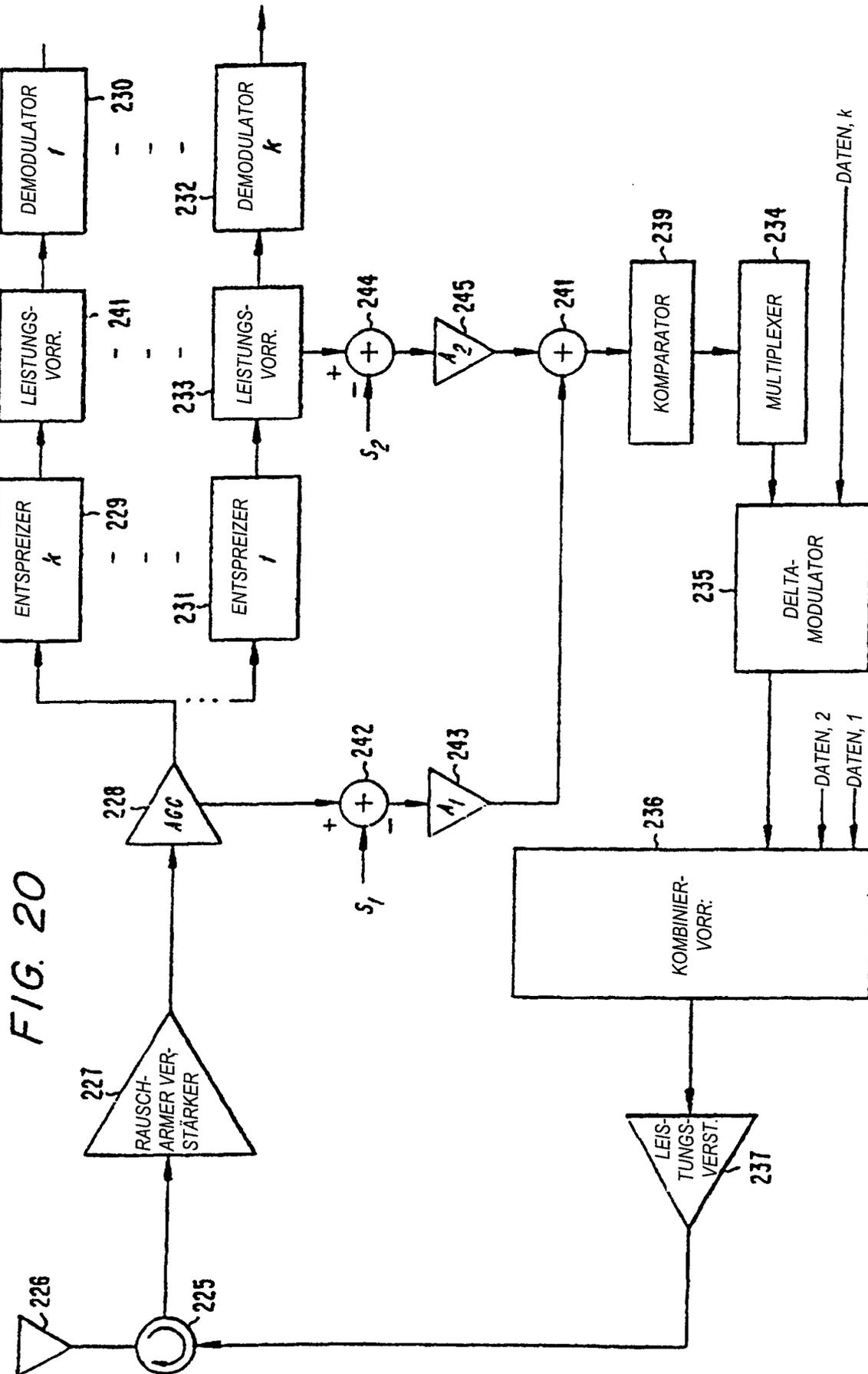


FIG. 19





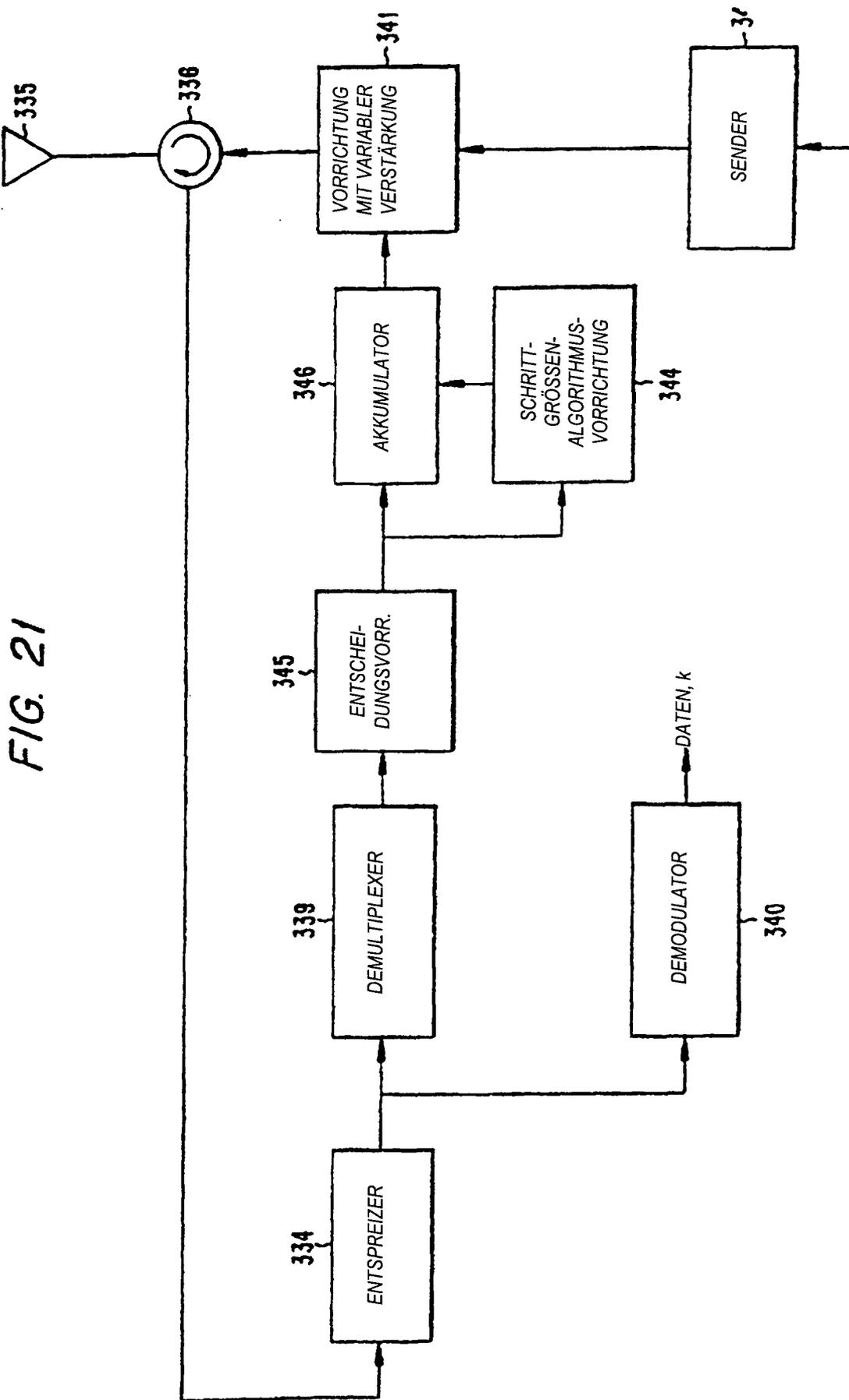


FIG. 21

FIG. 22

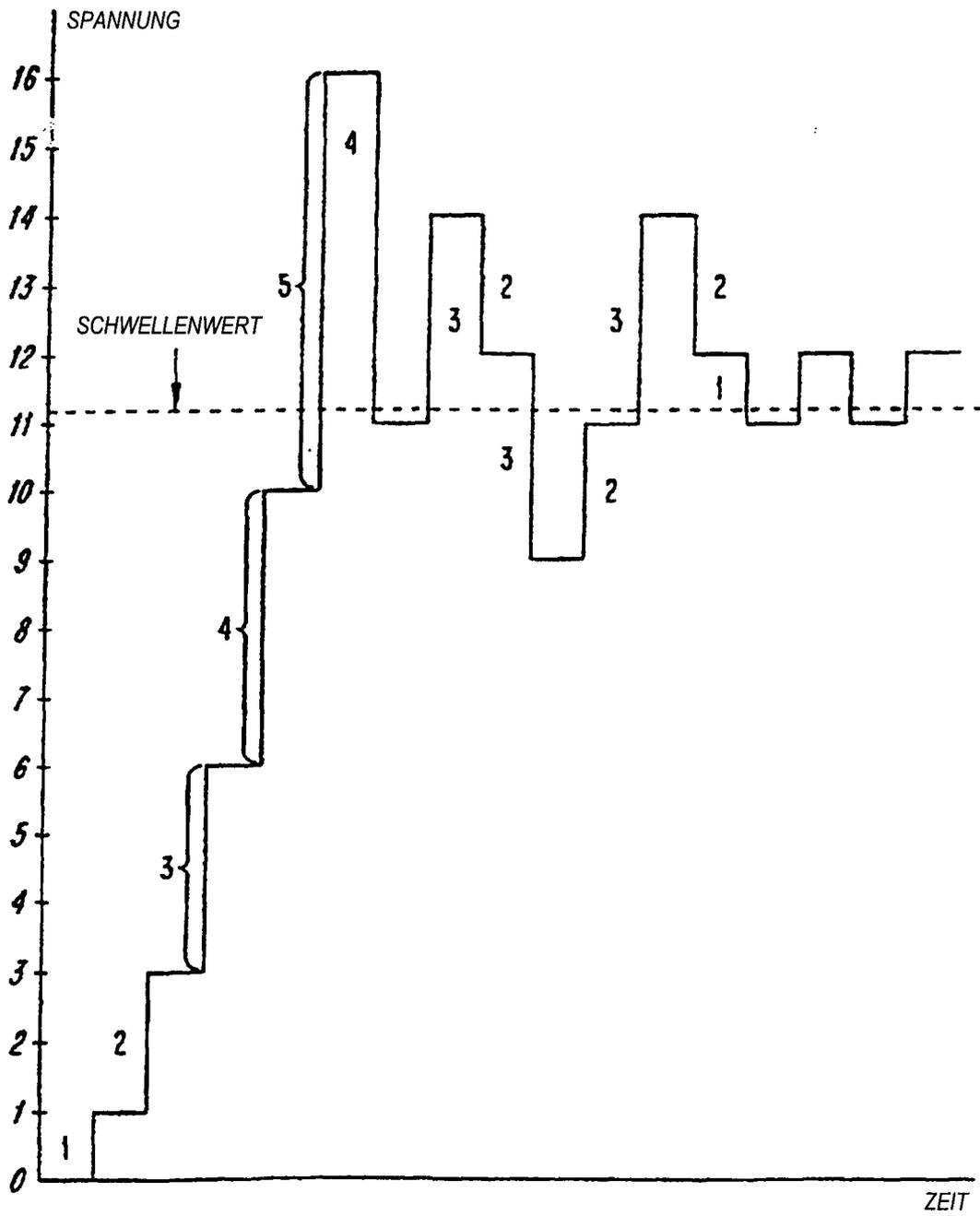


FIG. 23

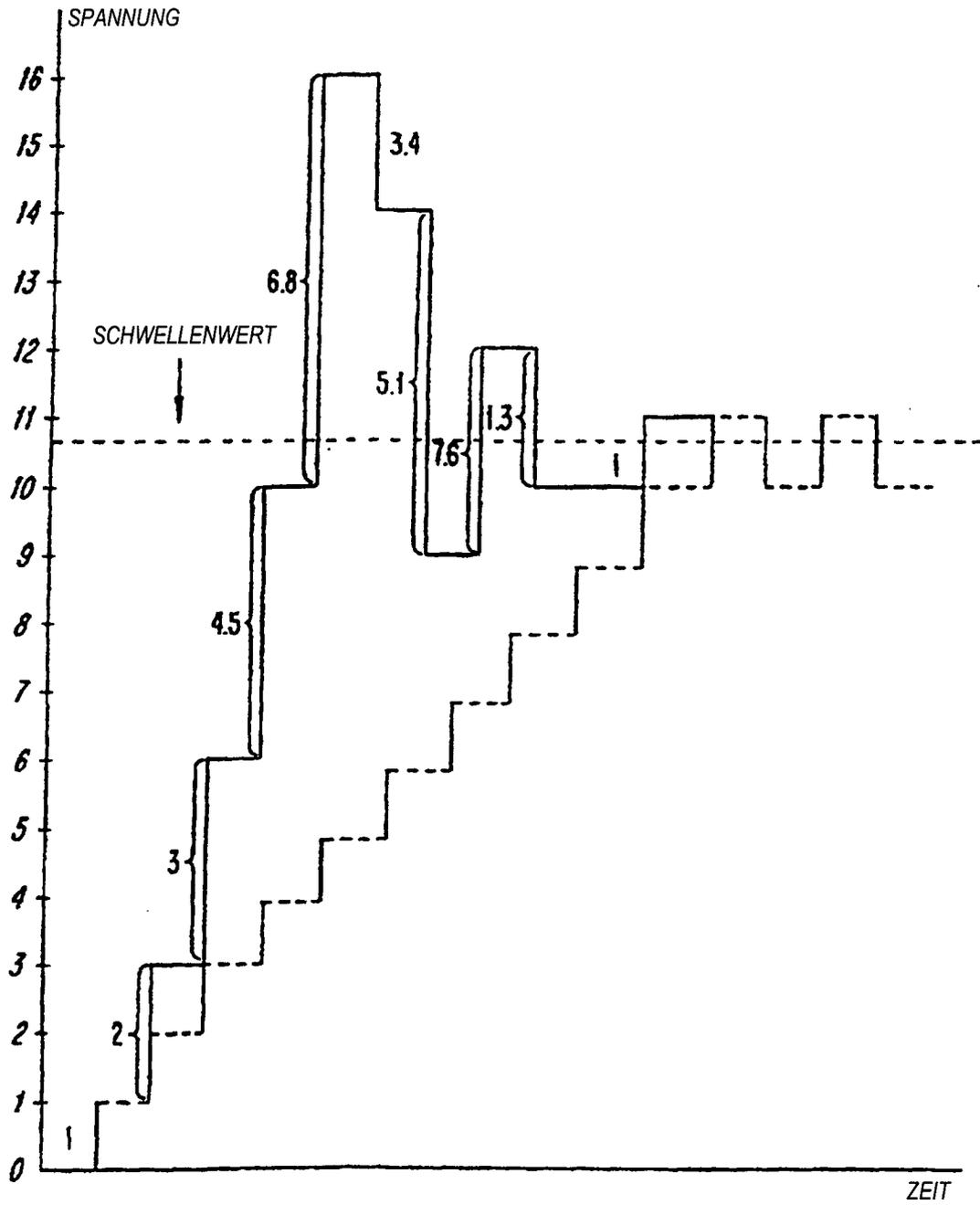


FIG. 24

Schwund während der Übertragung für $smix = 0,5$

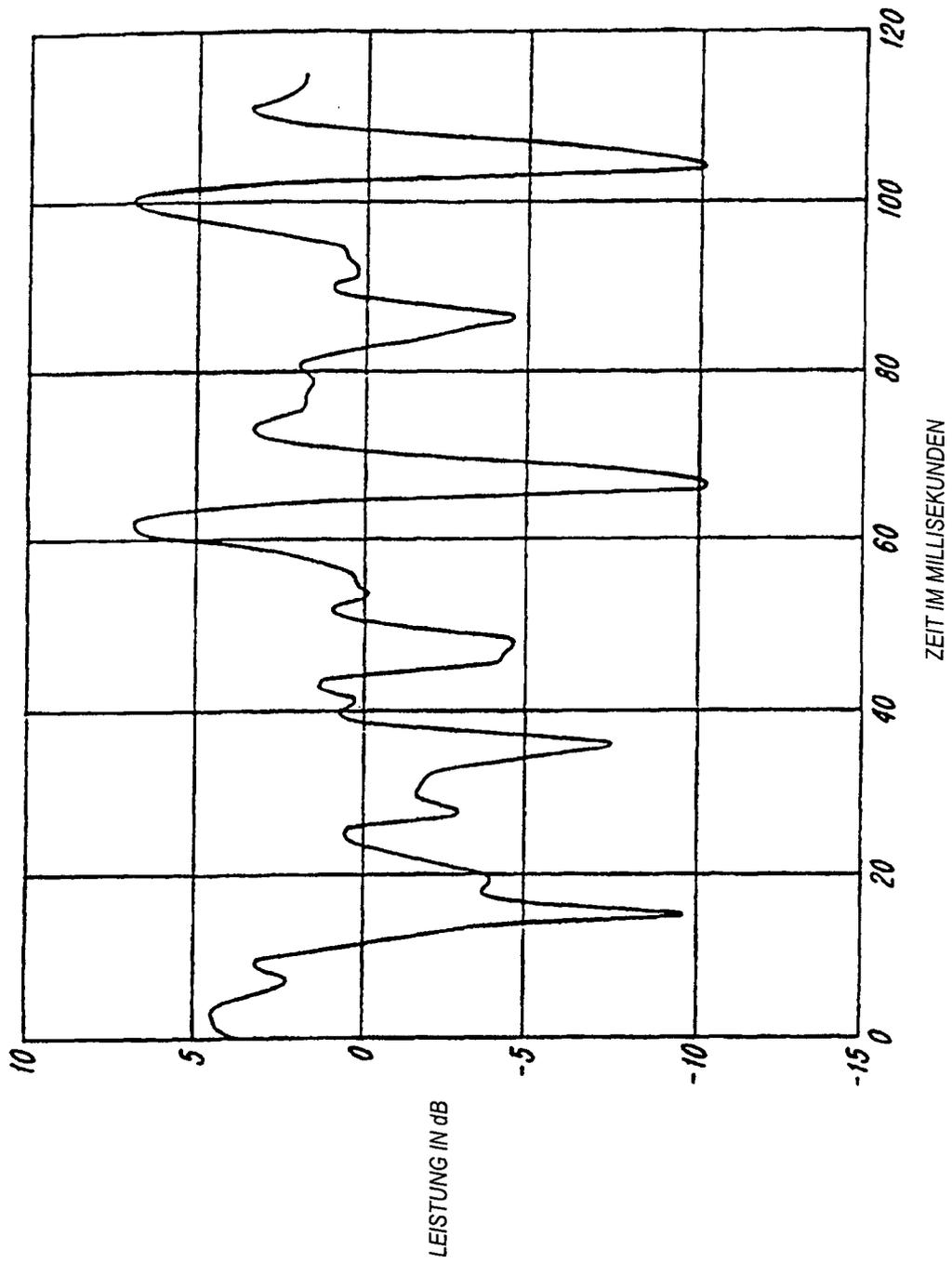


FIG. 25

APC-Regelungssignal, ausgestrahlte Leistung bei fester Schrittgröße, bei smix = 0,5

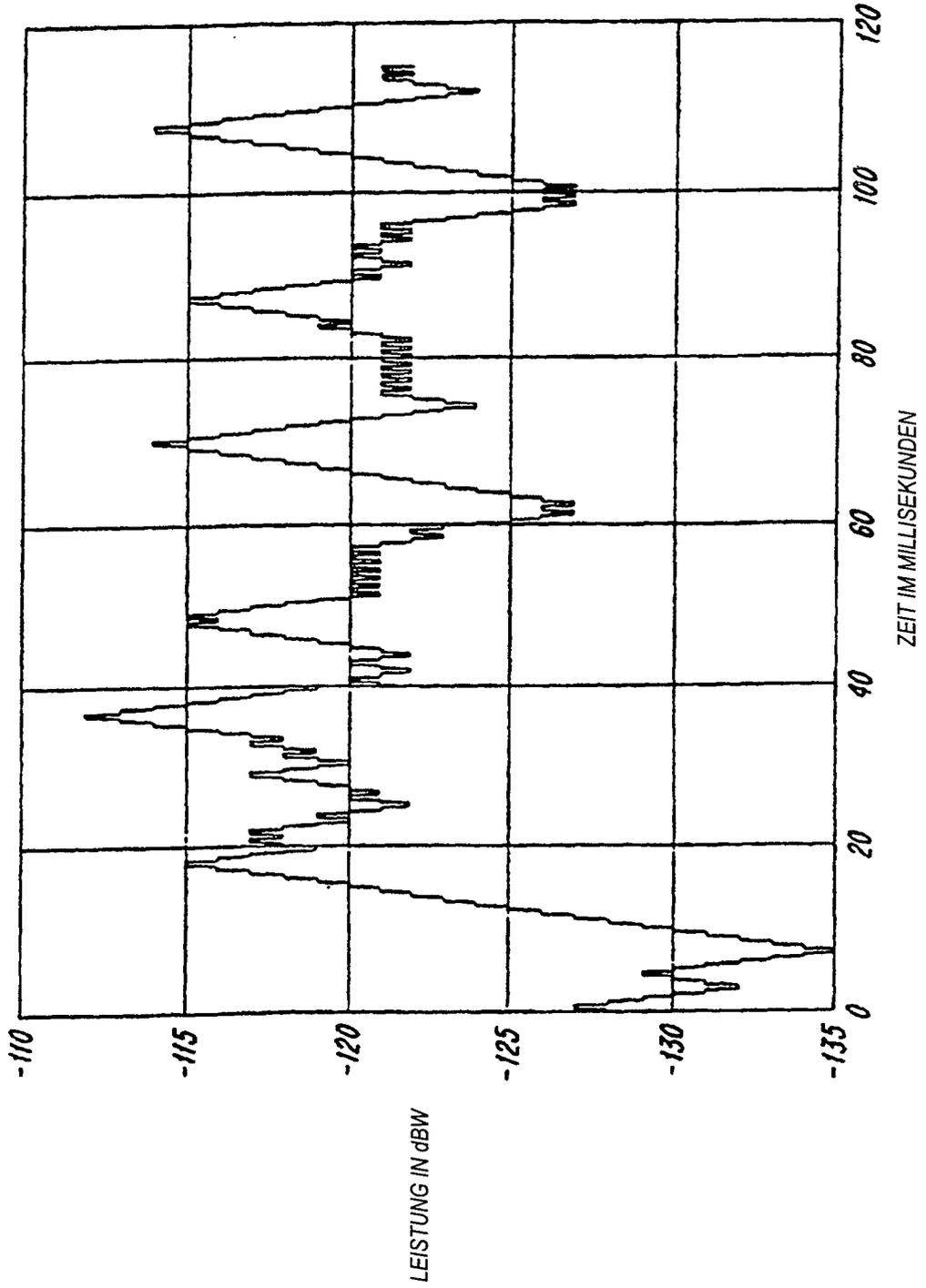


FIG. 26

entspreizte Ausgangsleistung für Algorithmus mit fester Schrittgröße, bei $smix = 0,5$

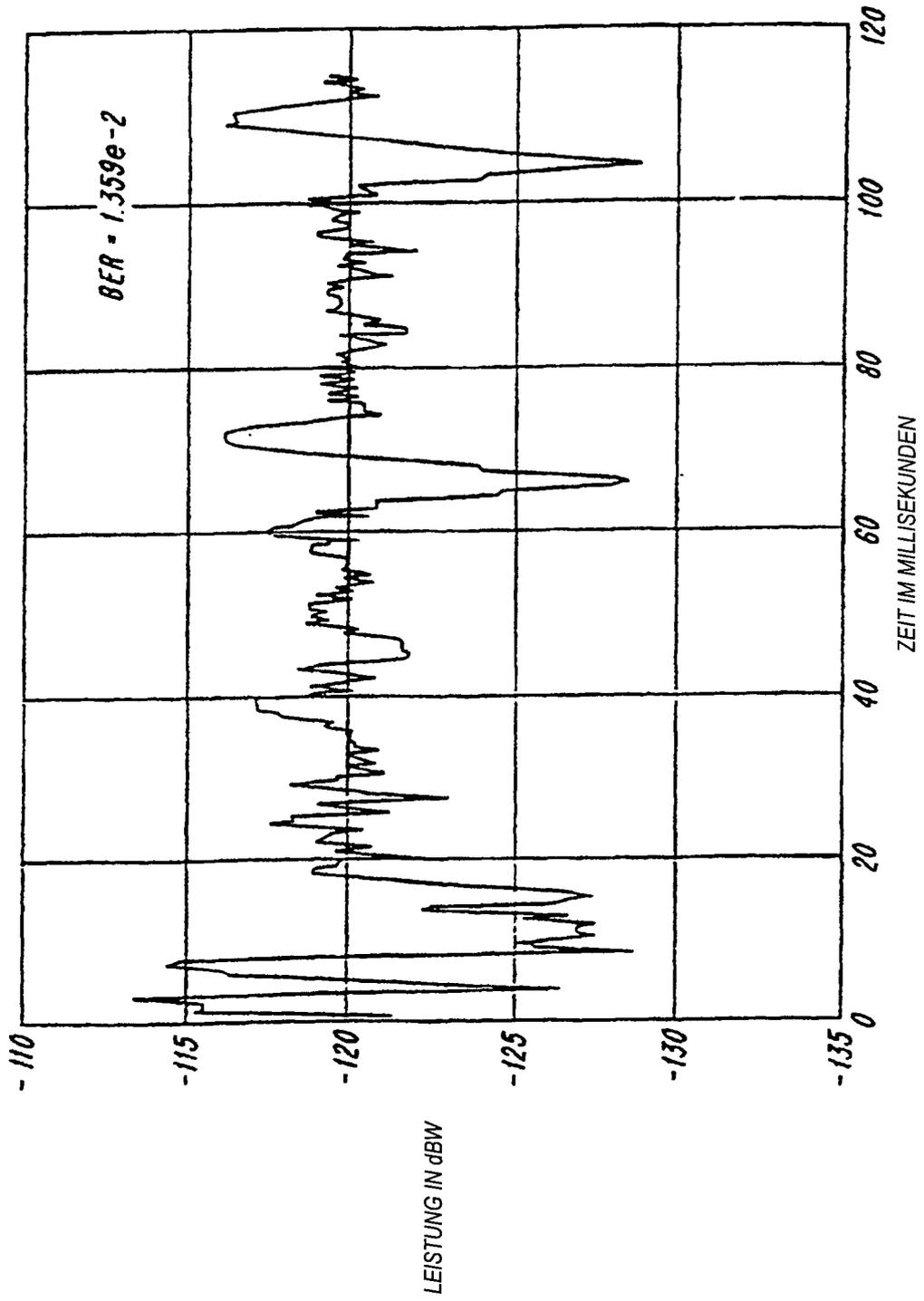


FIG. 27

APC-Regelungssignal, ausgestrahlte Leistung bei variabler Schrittgröße, bei $smix = 0,5$

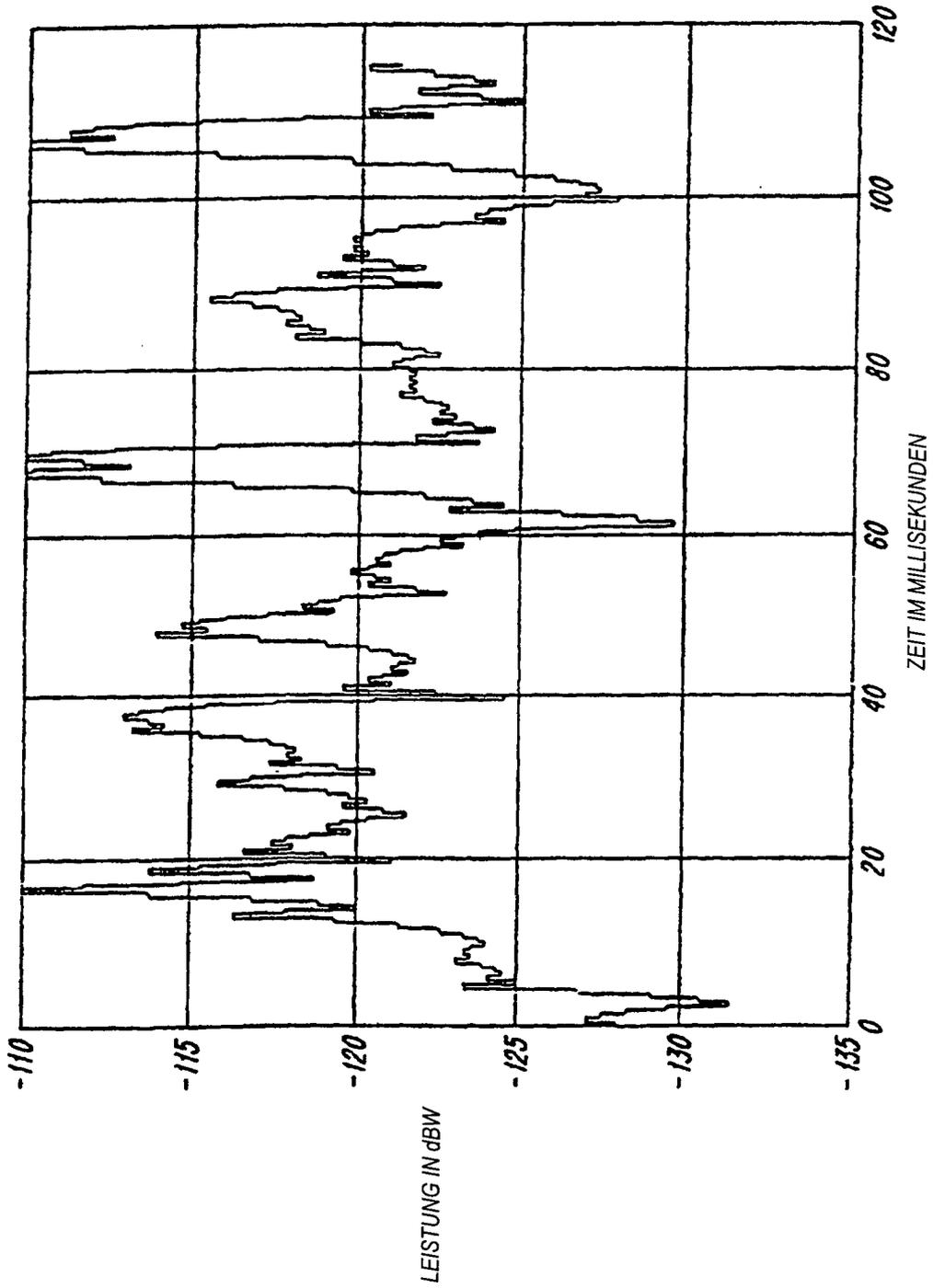


FIG. 28

entspreizte Ausgangsleistung für Algorithmus mit variabler Schrittgröße, bei $\text{smix} = 0,5$

