



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 12 857 T2** 2006.06.08

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 187 314 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H03F 3/60** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 12 857.5**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 301 948.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **05.03.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **13.03.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **24.08.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **08.06.2006**

(30) Unionspriorität:

645117 24.08.2000 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

Lucent Technologies Inc., Murray Hill, N.J., US

(72) Erfinder:

Ghanadan, Reza, Berkeley Heights, New Jersey 07922, US; Konstantinou, Kyriaki, Madison, New Jersey 07940, US; Patel, Mohan, Irvine, California 92604, US; Triolo, Anthony A., Succasunna, New Jersey 07876, US; Ziesse, Norman Gerard, Chester, New Jersey 07930, US

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: **Adaptives Leistungsverstärkersystem 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

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Verfahren zum Verstärken eines Eingangssignals, Verfahren zum Erzeugen eines verstärkten Ausgangssignals und Leistungsverstärkungssysteme.

[0002] Ein idealer Leistungsverstärker verstärkt ein Eingangssignal ohne Veränderung der Signalform. Der ideale Leistungsverstärker ist dadurch als eine Übertragungsfunktion (Eingangssignal als Funktion des Ausgangssignals) aufweisend gekennzeichnet, die linear und ohne Unstetigkeiten der Übertragungsfunktion ist. In der Praxis besitzt ein Leistungsverstärker jedoch eine Übertragungsfunktion mit nichtlinearen und „linearen“ Regionen. Ob der Leistungsverstärker in einer linearen oder nichtlinearen Region arbeitet, hängt von der Amplitude des Eingangssignals ab. Damit der Leistungsverstärker einen so linearen Betrieb wie möglich erzielen kann, wird der Leistungsverstärker so ausgelegt, daß er bei dem gegebenen Bereich möglicher Eingangssignalamplituden innerhalb seiner linearen Region arbeitet. Wenn das Eingangssignal eine Amplitude aufweist, die bewirkt, daß der Leistungsverstärker außerhalb der linearen Region arbeitet, führt der Leistungsverstärker nichtlineare Komponenten oder Verzerrungen in das Signal ein. Wenn das Eingangssignal Spitzenamplituden besitzt, die bewirken, daß der Verstärker komprimiert, sättigt (keine merkliche Zunahme der Ausgangsamplitude mit einer Zunahme der Eingangsamplitude) oder herunterfährt (keine merkliche Abnahme der Ausgangsamplitude bei Abnahme der Eingangsamplitude), wird der Verstärker übersteuert, und das Ausgangssignal wird auf nichtlineare Weise abgeschnitten oder verzerrt. Zusätzlich zu der Verzerrung des Signals erzeugt das Abschneiden bzw. nichtlineare Verzerrung des Eingangssignals spektrales Neuwachstum oder Nebenkalleistung (ACP), die eine angrenzende Frequenz stören können.

[0003] Bei drahtlosen Kommunikationssystemen trifft man häufig auf Hochleistungsverstärkung von Signalen zur Übertragung mit sehr großen Verhältnissen von Spitze zu mittlerer Leistung (PAR). Wenn zum Beispiel in einem TDMA-System (Time Division Multiple Access) mehrere Trägersignale zur Verstärkung mit einem Leistungsverstärker kombiniert werden, beträgt das resultierende PAR für eine große Anzahl von Trägern etwa 9 dB. In einem CDMA-System (Code Division Multiple Access) kann ein einziger belasteter, 1,25 MHz breiter Träger ein PAR von 11,3 dB aufweisen. Diese Signale müssen relativ linear verstärkt werden, um eine Erzeugung von ACP zu vermeiden. Um die Linearitätsanforderung zu erfüllen, werden Leistungsverstärker gewöhnlich in Konfigurationen der Klasse A und Klasse AB betrieben. Um mit großen Signalspitzen linear fertig zu werden, werden die Verstärker mit hohen Vorströmen vorgespannt. Aufgrund des hohen Vorstroms und der hohen Verhältnisse von Spitze zu mittlerer Leistung ist der Wirkungsgrad der Verstärker niedrig.

[0004] Der Wirkungsgrad des Verstärkers hängt folglich umgekehrt mit der Fähigkeit zusammen, auf lineare Weise mit hohen Spitzen fertig zu werden. Um viel Linearität zu erzielen, werden die Verstärker so vorgespannt, daß sie in der Klasse A oder „leichten“ Klasse AB (d.h. Betrieb der Klasse AB, der der Klasse A näher als der Klasse B ist) arbeiten. Der maximale theoretische für Betrieb in Klasse A erzielbare Wirkungsgrad von Wechselstrom zu Gleichstrom beträgt 50%, während der eines Verstärkers der Klasse AB zwischen 50 und 78,5% liegt (wobei letzteres den maximalen Wirkungsgrad eines Klasse-B-Verstärkers darstellt). Je näher der bestimmte Betrieb der Klasse AB der Klasse A kommt, desto niedriger ist der maximale Wirkungsgrad. Bei Verstärkern, die Feldeffekttransistoren verwenden, wird die Betriebsklasse gemäß der angelegten Gatespannung eingestellt, die den Ruhe-(Leer)-Drain-Strom steuert. Für Klasse-A-Betrieb wird die Gatespannung so eingestellt, daß der Leer-Drain-Strom ungefähr in der Mitte des Bereichs zwischen Pinch-Off und Sättigung liegt. Klasse-B-Verstärker werden in der Nähe des Pinch-Off vorgespannt, was zu einer gleichgerichteten Drain-Stromsignalform führt. Klasse-AB-Verstärker werden zwischen den Vorspannungspunkten der Klassen A und B vorgespannt.

[0005] Strikte Linearitätsanforderungen in modernen drahtlosen Kommunikationssystemen schreiben in der Regel die Verwendung der relativ ineffizienten Betriebsarten Klasse A oder leichte Klasse AB vor. Folglich wird eine signifikante Gleichstromleistung von den Verstärkern in Wärme umgesetzt, wodurch Wärme erzeugt wird, die gesteuert werden muß, um eine Verschlechterung der Verstärkerleistungsfähigkeit und -zuverlässigkeit zu vermeiden. Die Verwendung aufwendiger Kühlkörper und Lüfter wird daher zu einem notwendigen Nebenprodukt des hochlinearen Systems. Natürlich tragen diese Maßnahmen zu den Kosten, der Größe und dem Gewicht der Basisstationsgeräte bei. Mit weiter wachsender Anzahl drahtloser Kommunikationsbenutzer wächst auch die Anzahl der Basisstationen und die Notwendigkeit, diese klein, leicht und kostengünstig zu halten. Somit hat sich sehr viel Forschung auf das Problem konzentriert, den Verstärkerwirkungsgrad in diesen und anderen Systemen zu verbessern.

[0006] Es werden verschiedene Verfahren verwendet, um die Verwendung kosteneffektiverer und leistungseffizienterer Verstärker zu ermöglichen, während ein annehmbarer Grad an Linearität aufrecht erhalten wird.

Es wird routinemäßig eine Vorwärtskopplungskorrektur in modernen Verstärkern eingesetzt, um die Linearität des Hauptverstärkers mit verschiedenen Eingangsmustern zu verbessern. Das Wesentliche der Vorwärtskopplungskorrektur ist die Isolation der durch den Hauptverstärker auf einem Vorwärtskopplungsweg erzeugten Verzerrungen. Die Verzerrungen werden einem Korrekturverstärker in dem Vorwärtskopplungsweg zugeführt, der die Verzerrungen verstärkt. Die Verzerrungen auf dem Vorwärtskopplungsweg werden mit den Verzerrungen auf dem Hauptsignalweg kombiniert, um die Verzerrungen auf dem Hauptsignalweg aufzuheben. Vorverzerrungstechniken verzerren das Eingangssignal vor der Verstärkung durch Berücksichtigung der Übertragungskennlinien für den Verstärker. Folglich wird das gewünschte verstärkte Signal aus einem vorverzerrten Eingangssignal erreicht. Eine von Adel A.M.Saleh und Donald C.Cox, „Improving the Power-Added Efficiency of FET Amplifiers Operating with Varying Envelope Signals“, IEEE Transactions On Microwave Theory and Techniques, Band 31, Nr. 1, Januar 1983, beschriebene Technik verwendet eine Eingangssignalhüllkurve zur dynamischen Einstellung der Verstärkervorspannung dergestalt, daß eine hohe Vorspannung nur dann angelegt wird, wenn man auf eine große Spitze trifft. Außerdem kann man mit Basisbandverarbeitungstechniken den Wirkungsgrad und/oder die Linearität der Leistungsverstärkerarchitektur verbessern.

[0007] Drahtlose Basisstationen verwenden vielfältige Hochfrequenz-(HF-)Verstärker sowohl in Einzelträger- als auch Mehrträgerkonfigurationen, die in den Betriebsarten Klasse A und Klasse AB arbeiten. [Fig. 1](#) zeigt eine typische Vorwärtskopplungs-Leistungsverstärkerarchitektur **10**, mit einem Hauptverstärker **12** zum Verstärken des Eingangssignals auf dem Hauptsignalweg **13** und einem Korrekturverstärker **14**, der bei der Verringerung der aus dem Hauptverstärker **12** produzierten Verzerrungen verwendet wird. Bei der Durchführung der Vorwärtskopplungskorrektur werden die von dem Verstärker **12** erzeugten Verzerrungen auf einem Verzerrungsaufhebungsweg **16** isoliert. Um die Verzerrungen auf dem Verzerrungsaufhebungs- oder Vorwärtskopplungsweg **16** zu isolieren, liefert ein Koppler **17** eine Version des verstärkten Eingangssignals und der Verzerrungen aus dem Ausgang des Hauptverstärkers **12** auf einen Koppelweg **18** zu einem Koppler **19**. Ein Koppler **20** führt dem Koppler **19** eine Version des Eingangssignals auf dem Hauptsignalweg **13** zu. Der Koppler **19** kombiniert das verstärkte Eingangssignal und die Verzerrungen aus dem Koppelweg mit der Version des Eingangssignals aus dem Vorwärtskopplungsweg **16**. Folglich heben sich die Eingangssignale auf und es verbleiben die Verzerrungen auf dem Verzerrungsaufhebungsweg **16**. Die Verzerrungen werden dem Korrekturverstärker **14** zugeführt, der die Verzerrungen auf dem Verzerrungsaufhebungsweg **16** verstärkt. Ein Kombiniierer **22** hebt die Verzerrungen auf dem Hauptsignalweg **13** gegen die Verzerrungen auf dem Verzerrungsaufhebungsweg **16** auf, um die aus dem Hauptverstärker **12** erzeugten Verzerrungen zu verringern.

[0008] Es sind andere Leistungsverstärkerarchitekturen möglich, die verschiedene Strukturen verwenden und nicht wie oben beschrieben einen Korrekturverstärker **14** verwenden, um die nichtlinearen Verzerrungen des Signals zu verringern. Zum Beispiel kann der Korrekturverstärker **14** in einer Anordnung, bei der die Verstärker Versionen des ursprünglichen Signals verstärken, mit einem zweiten Verstärker oder zweiten Verstärkern ersetzt werden, und die verstärkten Versionen des ursprünglichen Signals werden kombiniert, um das verstärkte Signal zu erzeugen, während verringerte Verzerrungen entstehen. Zum Beispiel beschreibt das US-Patent Nr. 5,917,375, ausgegeben am 29.6.1999 mit dem Titel „Low Distortion Amplifier Circuit with Improved Output Power“ eine mehrere Verstärker verwendende Leistungsverstärkungsarchitektur.

[0009] Bei der Ausführungsform von [Fig. 1](#) ist der Hauptverstärker **12** als parallele Verstärkerstufen gleicher Verstärker konfiguriert, um dieselbe Verstärkung wie die einzelnen Verstärker bereitzustellen, während die Ausgangsleistung des Hauptverstärkers **12** mit jeder Verstärkerstufe **26a–d** vergrößert wird. Der Hauptverstärker **12** enthält eine Anordnung von 1:2-Verzweigern **24a–c**, die das Eingangssignal auf parallele Verstärker **26a–d** aufteilen. Eine Anordnung von 2:1-Kombinierern **28a–c** kombiniert die Ausgangssignale der parallelen Verstärker **26a–d**, um auf dem Hauptsignalweg **13** ein verstärktes Signal zu erzeugen. Der Hauptverstärker **12** besitzt dieselbe Verstärkung wie ein einzelner Verstärker **26a–n**, die Belastbarkeit des Hauptverstärkers **12** wird jedoch um die Belastbarkeit jedes einzelnen Verstärkers **26a–d** vergrößert.

[0010] Bei der beschriebenen Vorwärtskopplungsarchitektur liefert der Hauptverstärker **12** den größten Einzelbeitrag zu dem Gesamtstromverbrauch in CDMA-, TDMR- und FDMA-(Frequency Division Multiple Access)-Basisstationen. Aufgrund des Potentials für hohe Spitzenleistungen wird der Hauptverstärker **12** mit einem hohen Strom vorgespannt, damit er mit diesen Spitzenleistungen fertig werden kann, wenn sie auftreten. Folglich beträgt der Wirkungsgrad des Hauptverstärkers **12** typischerweise weniger als 30%. Dieser niedrige Wirkungsgrad führt zu höherer Leistungsaufnahme, kürzerer Batteriereservezeit, geringerer Gesamtzuverlässigkeit und höheren Betriebstemperaturen. Folglich wird eine effizientere Leistungsverstärkerarchitektur benötigt.

[0011] Aus US-A-5017888 ist ein Steuernetzwerk bekannt, das eine nichtlineare Ansteuerung für mehrere

Verstärker und Verstärkerkanäle bereitstellt. Das nichtlineare Steuernetzwerk steuert die Verstärker so an, daß eine lineare Übertragungsfunktion für das gesamte N-Kanal-System existiert. Das nichtlineare Steuernetzwerk umfaßt verschiedene Zweige, die Ansteuer-Steuerspannungen für die Verstärker erzeugen, damit die Verstärker linear arbeiten können. Ein erster Zweig des Steuernetzwerks umfaßt einen einstellbaren Begrenzer, der über einen Impedanzinverter mit der Ansteuer-Steuersignalquelle verbunden ist. Ein anderer Zweig des Steuernetzwerks umfaßt einen mit der Ansteuer-Steuersignalquelle verbundenen Widerstand, wobei dieser Widerstand nur dann zu leiten beginnt, wenn das Steuersignal über einer bestimmten einstellbaren Schwellenspannung liegt. Die übrigen Zweige des Steuernetzwerks werden aus Leistungsteilerschaltungen und einer Phasenamplitudenkorrekturschaltung gebildet, die entsprechende Linearkombinationen der Steuerspannungen der ersten beiden Zweige durchführen.

[0012] US-A-5,886,573 betrifft die Bereitstellung einer Hochleistungs-Linearverstärkung von amplituden- und/oder phasenmodulierten Signalen unter Verwendung mehrfacher gesättigter (oder gegebenenfalls ungesättigter) Verstärker, die durch eine entsprechende Menge geschalteter und/oder phasenmodulierter Konstantamplitudensignale angesteuert werden, die aus dem Eingangssignal abgeleitet werden. Es werden drei Amplitudenrekonstruktionstechniken kombiniert und der Amplitudenrekonstruktionsmodulator wird digital implementiert. Ein Leistungsteiler teilt das Eingangssignal in mehrere Signale mit gleichen Leistungspegeln auf, die mehreren Verstärkern zugeführt werden, und ein Leistungskombinierer kombiniert die Verstärkerausgangssignale, um das verstärkte Signal bereitzustellen.

[0013] EP-A-0 443 484 betrifft eine redundante Anordnung von Ultrahochfrequenzverstärkern. Mehrere aktive Verstärker werden so parallel angeordnet, daß der Ausfall einer Einheit dazu führt, daß weiter ein Ausgangssignal bereitgestellt wird, aber mit niedrigeren Leistungsausgangspegeln. Ein Wilkinson-Koppler teilt ein Mikrowellensignal in zwei Hälften auf, deren Phase durch einen einstellbaren Phasenschieber synchronisiert wird, bevor sie an angepaßte Zirkulatoren, Leistungsverstärker und einen 3-dB-90-Grad-Koppler angelegt werden. Schritt- oder kontinuierlich variable Phasenschieber verbinden die jeweiligen Kanäle mit einem ähnlichen Koppler. Ein Ausgang liefert das verstärkte Signal, während der andere Ausgang an einer Widerstandslast abgeschlossen wird. Dem abgeschlossenen Kanal geht eine Phasen-/Antiphasenschaltanordnung voraus.

[0014] US-A-4,016,503 betrifft einen hochzuverlässigen Leistungsverstärker, der passive automatische Umschaltung zwischen parallelen Verstärkerkanälen verwendet, um einen konstanten Ausgangsleistungspegel bereitzustellen, der von dem Ausfall eines einzelnen Kanals unabhängig ist. Die Zuverlässigkeit des Verstärkernetzwerks wird angeblich durch Verstärken des Eingangssignals durch parallele Kanäle verbessert. Ein passives Umschalten zwischen Kanälen und ein konstanter Pegel der Ausgangsleistung werden durch einen Gabelknoten bereitgestellt. Ein Leistungsteiler teilt das Eingangssignal in zwei gleiche leistungsstarke Signale auf, wobei eines der Signale einer Phasenverschiebung unterzogen wird. Sowohl das phasenverschobene Signal als auch das nichtphasenverschobene Signal werden durch separate Verstärker verstärkt und zur Bereitstellung des Ausgangssignals kombiniert.

[0015] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren nach Anspruch 1 bereitgestellt.

[0016] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren nach Anspruch 8 bereitgestellt.

[0017] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Leistungsverstärkungssystem nach Anspruch 10 bereitgestellt.

[0018] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Leistungsverstärkungssystem nach Anspruch 15 bereitgestellt.

[0019] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Leistungsverstärkungssystem mit adaptiver Verteilung von Signalen durch eine Verstärkerarchitektur paralleler Verstärkerstufen. Zum Beispiel kann das Leistungsverstärkersystem den Betrieb einzelner Verstärkerstufen in der Verstärkeranordnung einstellen, um zum Beispiel die Belastbarkeit der Verstärkerstufen auf der Basis von Informationen der durch die Verstärkeranordnungen, wie zum Beispiel des Leistungspegels, zu verringern. Um den eingestellten Betrieb der Verstärkerstufen auszunutzen, verwendet das Leistungsverstärkersystem einen variablen Leistungsteiler zur Neuzuteilung der Eingangssignalleistung unter den Verstärkerstufen und mindestens einen variablen Kombinierer zum adaptiven Kombinieren verstärkter Signale aus den Verstärkerstufen in veränderlichen Anteilen. Folglich ist das Leistungsverstärkersystem umkonfigurierbar und/oder kann sich an veränderliche Bedingungen anpassen, um verbesserte Leistungsfähigkeit und/oder verbesserten Wirkungsgrad bereitzustellen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0020] Andere Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung können bei Durchsicht der folgenden ausführlichen Beschreibung und bei Bezugnahme auf die Zeichnungen ersichtlich werden. Es zeigen:

[0021] [Fig. 1](#) eine Leistungsverstärkerarchitektur mit parallelen Verstärkerstufen in dem Hauptverstärker;

[0022] [Fig. 2](#) eine Leistungsverstärkerarchitektur mit einem die vorliegende Erfindung realisierenden adaptiven Leistungsverstärkersystem;

[0023] [Fig. 3](#) einen variablen Koppler, der in einem die vorliegende Erfindung realisierenden adaptiven Leistungsverstärkersystem verwendet werden kann;

[0024] [Fig. 4](#) einen variablen Teiler, der in einem die vorliegende Erfindung realisierenden adaptiven Leistungsverstärkersystem verwendet werden kann; und

[0025] [Fig. 5](#) einen variablen Kombinierer, der in einem die vorliegende Erfindung realisierenden adaptiven Leistungsverstärkersystem verwendet werden kann.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0026] Es wird eine beispielhafte Ausführungsform eines adaptiven Leistungsverstärkersystems beschrieben, das die vorliegende Erfindung realisiert. [Fig. 2](#) zeigt ein allgemeines Blockschaltbild einer mehrstufigen Verstärkerarchitektur **40** bei der der Betrieb wie zum Beispiel die Belastbarkeit, eines Hauptverstärkers **41** durch Steuern des Betriebes einzelner Verstärkerstufen **26a–d** zusammen mit der Signalleistungsverteilung und dem Kombinieren verstärkter Signale verändert wird. Bei dieser Ausführungsform besitzt der Hauptverstärker **41** parallele Verstärkerstufen **26a–d**. Verarbeitungsschaltkreise **42** empfangen oder erhalten Verstärkersteuerinformationen, zum Beispiel Aufwärtsstrom-Signalleistungsdetektionsinformationen von einem Leistungsdetektor **44**, der ein Duplikat des Signals auf dem Hauptsignalweg **13** von einem Koppler **46** und durch ein Filter **47** tiefpaßgefiltert empfängt, um ein Signal zu erzeugen, das die Leistung repräsentiert, wie zum Beispiel die Gesamtdurchschnittsleistung oder Spitzenleistung des durch den Verstärker **12** zu verstärkenden Signals auf dem Hauptsignalweg **13**. Als Reaktion auf die Steuerinformationen oder als Reaktion auf eine Änderung des Betriebes der Verstärkerstufe(n) führen die Verarbeitungsschaltkreise **42** einem variablen Leistungsteilernetzwerk **48** Steuersignal(e) zu, um veränderliche Teile oder Anteile der Eingangssignalleistung zwischen den Verstärkerstufen **26a–d** neu zuzuteilen oder bereitzustellen.

[0027] Nachdem die Teile des Eingangssignals verstärkt wurden, kombiniert ein variables Kombiniernetzwerk **50** konstruktiv die verstärkten Signalanteile dergestalt, daß die verstärkten Signalteile aus den Verstärkerstufen einen veränderlichen Teil oder Anteil des verstärkten Ausgangssignals bilden. Folglich kann das adaptive Leistungsverstärkersystem die Signalleistung zwischen den Verstärkerstufen umverteilen und die umverteilte verstärkte Leistung in entsprechenden Teilen oder Anteilen wieder kombinieren, um eine effizientere oder verbesserte Leistungsfähigkeit bereitzustellen. Teile können Duplikate oder Signalkomponenten des Eingangssignals oder des verstärkten Signals, ein Signal, das aus phasenverschobenen Versionen oder Signalkomponenten des Eingangssignals oder des verstärkten Signals besteht, oder phasenverschobene Versionen von Duplikaten oder Signalkomponenten des Eingangssignals, die durch das Teilernetzwerk **48** ([Fig. 2](#)) erzeugt und verstärkt wurden, bedeuten. Abhängig von Kontext können Teile, Duplikate und/oder Signalkomponenten dasselbe bedeuten oder können aus einer Kopplung, Aufteilung oder Kombination von Teilen, Duplikaten und/oder Signalkomponenten erzeugt werden. Teile können auch Signalkomponenten, Duplikate oder Signalteile relativ zu einem Eingangssignal, Ausgangssignal oder einem anderen Teil, wie zum Beispiel einem Verhältnis oder Anteil des Teils relativ zu dem Eingangssignal, dem Ausgangssignal oder einem anderen Teil bedeuten.

[0028] Abhängig von der Ausführungsform können die von den Verarbeitungsschaltkreise **42** empfangenen oder erhaltenen Steuerinformationen die Aufwärtsstrom-Signalkonfigurationsinformationen, die Aufwärtsstrom-Signalleistungsinformationen und/oder andere Steuerinformationen enthalten. Zusätzlich oder als Alternative können die Verarbeitungsschaltkreise **42** andere Signalinformationen empfangen, die das zu verstärkende Signal beschreiben, ohne Direktmessungen an dem Hauptsignalweg **13** durchzuführen, zum Beispiel Informationen bezüglich Zusammensetzung, Signalkomponenten und Struktur für das zu verstärkende Signal, wie zum Beispiel die Anzahl der Träger, aus denen das zu verstärkende Signal besteht, die Art der Träger (zum Beispiel CDMA, TDMA oder FDMA) und/oder die Anzahl der Benutzer, für die das Signal erzeugt wird. Die Ver-

stärkersteuerinformationen können durch eine Basisstationssteuerung (BSC) **52**, die Funkschaltkreise **54** und/oder die Schalt-/Kombinierschaltkreise **56** (MUX) für die Verarbeitungsschaltkreise **42** bereitgestellt werden. Die Verarbeitungsschaltkreise **42** oder Teile davon können sich in der BSC **52**, in den Funkschaltkreisen **54** und/oder in den Schalt-/Kombinierschaltkreisen **56** (MUX) befinden. Die Verarbeitungsschaltkreise **42** können Steuersignale empfangen, um die Funktionsweise des Verstärkers **41** anzupassen, wie zum Beispiel ein Schnell-Herauffahrsteuersignal.

[0029] Bei dieser Ausführungsform können die Verarbeitungsschaltkreise **42** Steuersignal(e) **52** zur Steuerung des Betriebes der Verstärkerstufen **26a–d** des Hauptverstärkers **12** bereitstellen. Die Verarbeitungsschaltkreise **42** können Vorstromeinstellungen für die Verstärkerstufen **26a–d** liefern, um den Betrieb der einzelnen Verstärkerstufen **26a–d** einzustellen, um zum Beispiel die Verstärkerstufen **26a–d** in dem Hauptverstärker **41** „ein“- oder „aus“-zuschalten. Abhängig von der Ausführungsform können die Verarbeitungsschaltkreise **42** mindestens eine Betriebskenngröße des Verstärkers **41** auf der Basis der Steuerinformationen oder als Reaktion auf das Herunterfahren oder Fehlfunktionieren der Verstärkerstufe(n) einstellen. Zum Beispiel stellen die Verarbeitungsschaltkreise **42** die Vorspannung(en) und/oder die Quellenspannung(en) für die Verstärkerstufen **26a–d** ein, um mindestens eine Betriebskenngröße der Verstärkerstufe(n) **26a–d** und/oder des Verstärkers **41** zu ändern. Die Betriebskenngrößen des Verstärkers **41** und/oder der Verstärkerstufe(n) **26a–d** ist zum Beispiel die Belastbarkeit, wie zum Beispiel die Spitzenbelastbarkeit, die Betriebsklasse des Verstärkers **41** und/oder der Verstärkerstufe(n) **26a–d** und/oder der Teil der Übertragungsfunktion, in dem der Verstärker **41** und/oder die Verstärkerstufe(n) **26a–d** betrieben werden.

[0030] Wenn zum Beispiel jeder einzelne Verstärker **26a–d** 100 Watt Belastbarkeit aufweist, besitzt der Hauptverstärker **12** 100 Watt, multipliziert mit der Anzahl paralleler Leistungsverstärkerstufen der Belastbarkeit. Folglich kann der Hauptverstärker **12** Spitzenleistungen von 400 Watt aushalten. Wenn der detektierte Leistungspegel des zu verstärkenden Signals unter einem bestimmten Pegel liegt, wie zum Beispiel 300 Watt, können die Verarbeitungsschaltkreise **42** Steuersignal(e) für die Verstärkerstufen **26a–d** liefern, um einen Verstärker oder Verstärker, wie zum Beispiel den Verstärker **26d**, auszuschalten. Eine Verstärkerstufe **26a–d** kann heruntergefahren werden, indem die Quellenspannung und/oder die Vorspannung abgeschnitten werden. Durch Abschalten eines Verstärkers oder von Verstärkern wird der Leistungsverstärkerwirkungsgrad (Ausgangsleistung geteilt durch verbrauchte Gleichstromleistung) verbessert, weil die Ausgangsleistung effektiv gleich bleibt, während der verbrauchte Gleichstrom verringert wird.

[0031] Als Reaktion auf die Steuerinformationen oder als Reaktion auf das Ausschalten von Verstärkerstufe(n) können die Verarbeitungsschaltkreise **42** einem variablen Leistungsteilernetzwerk **48** Steuersignal(e) **57** zuführen, um die Signalleistung auf die aktive Verstärkerstufe(n) **26a–d** neu zu verteilen. Die Verarbeitungsschaltkreise **42** können dem variablen Leistungsteilernetzwerk **48** Steuersignale **57** zuführen, um die Signalleistung über die Verstärkerstufen **26a–d** neu zu verteilen. Die Verarbeitungsschaltkreise **42** können außerdem dem variablen Kombiniernetzwerk **50** Steuersignale **58** zuführen, um die Ausgangssignale der Verstärkerstufen **26a–d** in veränderlichen Anteilen relativ zu dem verstärkten Ausgangssignal, wie zum Beispiel in Anteilen, die die sich ändernden Anteile der zu den Verstärkerstufen **26a–d** verteilten Signalleistung widerspiegeln, zu rekombinieren.

[0032] Bei dieser Ausführungsform ist das Leistungsteilernetzwerk **48** eine Anordnung von variablen 1:2-Leistungsteilern **60a–c**. Jeder Teiler **60a–c** kann das an seinem Eingang empfangene Signal in zwei Duplikate des empfangenen Signals mit veränderlichen Anteilen der Leistung aus dem empfangenen Signal aufteilen. Zum Beispiel kann jeder Verzweiger das empfangene Signal in zwei Duplikate des empfangenen Signals mit der Hälfte der Leistung des Empfangssignals aufteilen, oder der Leistungsteiler kann die Teile des Empfangssignals so variieren, daß ein Duplikat des empfangenen Signals an einem der zwei Ausgangsports mit voller Leistung (minus einer bestimmten kleinen Dämpfung) bereitgestellt wird, während an dem anderen Ausgangsport das Signal nicht (oder mit sehr niedrigem Leistungspegel) bereitgestellt wird. Jeder Leistungsteiler **60a–c** kann Duplikate, Komponenten oder Teile des empfangenen Signals mit variierenden Verhältnissen oder veränderlichen Teilen oder Anteilen relativ zu der vollen Empfangssignalleistung produzieren. Variable Teiler können so angeordnet werden, daß sie einen einzigen variablen Teiler mit mehr Ausgangsports bilden. Bei dieser Ausführungsform ist für jeden Teiler **60a–c** ein vierter Port an jedem Leistungsteiler **60a–c** mit einer 50-Ohm-Last zur Impedanzanpassung gezeigt. Der 50-Ohm-Last sollte so wenig Leistung wie möglich (im Idealfall keine Leistung) zugeführt werden.

[0033] Wenn die Verstärkerstufe **26d** heruntergefahren wird, führen die Verarbeitungsschaltkreise **42** dem Leistungsteiler **48** Steuersignale **57** zu, um die Leistung zur Verstärkung neu zwischen den aktiven Verstärkerstufen **26a–c** aufzuteilen. Zum Beispiel könnten die Steuersignale die Verteilung der Signalleistung des Ein-

gangssignals für den Leistungsteiler **60a** so variieren, daß an einem Ausgangsport des Leistungsteilers **60b** ein Duplikat des Eingangssignals mit $\frac{2}{3}$ der Leistung und an dem anderen Ausgangsport des Leistungsteilers **60c** ein Duplikat des Eingangssignals mit $\frac{1}{3}$ der Signalleistung bereitgestellt wird. Das Steuersignal für den Leistungsteiler **60b** kann die Leistungsverteilung so variieren, daß die Leistung des Signals mit $\frac{2}{3}$ Leistung in gleichen Teilen auf die Ausgangsports der Verstärkerstufen **26a–b** aufgeteilt wird. Das Duplikat des Eingangssignals mit $\frac{1}{3}$ der Leistung der Verstärkerstufe **26a** und die Verstärkerstufe **26b** empfängt folglich ein Duplikat des Eingangssignals mit $\frac{1}{3}$ der Leistung. Das Eingangssignal mit $\frac{1}{3}$ Leistung, das durch den Leistungsteiler **60a** dem Leistungsteiler **60c** zugeführt wird, wird der Verstärkerstufe **26c** zur Verstärkung mit der vollen $\frac{1}{3}$ Leistung (mit möglicherweise einer bestimmten kleinen Dämpfung) zugeführt, während dem inaktiven Verstärker **26d** keine Leistung zugeführt wird.

[0034] Nach der Verstärkung kombiniert das variable Kombiniernetzwerk **50** die verstärkten Duplikate, Komponenten oder Teile des Eingangssignals aus den aktiven Verstärkerstufen **26a–c** und kombiniert diese entsprechend dem Teil bzw. den Teilen der Signalleistung, die bei der Verteilung der Eingangssignalleistung auf die Verstärkerstufen **26a–d** benutzt wird, um das verstärkte Signal mit dem gewünschten Pegel bereitzustellen. Bei dieser Ausführungsform ist das Kombiniernetzwerk **50** eine Anordnung von variablen 2:1-Kombinierern **64a–c**. Jeder variable Kombinierer **64a–c** kann die verstärkten Teile unter Verwendung veränderlicher Anteile der empfangenen verstärkten Teile kombinieren, um das kombinierte Ausgangssignal bereitzustellen. Zum Beispiel kann jeder Leistungsteiler **64a–c** die Leistung jedes der empfangenen verstärkten Teile kombinieren, oder der Leistungskombinierer **64a–c** kann die Teile so variieren, daß die kombinierte Ausgabe des empfangenen Signals fast vollständig (minus einer bestimmten kleinen Dämpfung) aus der Leistung aus dem verstärkten Teil an einem der beiden Eingangsports besteht. Jeder Leistungskombinierer **64a–c** kann mit variierenden oder veränderlichen Verhältnissen, Teilen oder Anteilen relativ zu den Leistungen der Signale an den Eingangsports und/oder am Ausgangsport konstruierte kombinierte Signale erzeugen. Variable Kombinierer können so angeordnet werden, daß ein einziger variabler Kombinierer mit mehr Eingangsports gebildet wird. Bei dieser Ausführungsform ist für jeden Kombinierer **64a–c** ein vierter Port an jedem Leistungskombinierer **64a–c** mit einer 50-Ohm-Last zur Impedanzanpassung gezeigt. Zu der 50-Ohm-Last sollte so wenig Leistung wie möglich (im Idealfall keine Leistung) geleitet und darin umgesetzt werden.

[0035] Bei dieser Ausführungsform liefern die Verarbeitungsschaltkreise **42** Steuersignale **58** für den Leistungskombinierer **50**, um die Leistung aus den aktiven Verstärkerstufen **26a–c** so zu kombinieren, daß die in das variable Kombiniernetzwerk **50** eingegebenen Signale in veränderlichen Anteilen konstruktiv kombiniert werden, um das verstärkte Ausgangssignal zu erzeugen. Zum Beispiel könnten Steuersignale für den variablen Kombinierer **64a** das Kombinieren der verstärkten Signalteile aus den Verstärkerstufen **26a–b** variieren, um die verstärkten Signalteile in gleichen Teilen am Ausgang des variablen Kombiniers **64a** des variablen Kombiniers **64c** zu kombinieren. Die Steuersignale für den Leistungskombinierer **64b** können das Leistungskombinieren so variieren, daß die Leistung des verstärkten Signalteils aus der aktiven Verstärkerstufe **26c** den vollen Teil, zum Beispiel im Idealfall 100%, des kombinierten Ausgangssignals am Ausgang des variablen Kombiniers **64b** für den variablen Kombinierer **64c** darstellt. Gemäß dem obigen Beispiel besitzt, wenn die Verstärkerstufe **26d** inaktiv ist und wenn die Verstärkerstufen auf dieselbe Weise betrieben werden, das Ausgangssignal des variablen Kombiniers **64a** einen Leistungspegel, der etwa doppelt so groß wie der des Ausgangssignals des variablen Kombiniers **64b** ist. Der variable Kombinierer **64c** empfängt die Ausgangssignale der variablen Kombiniere **64a** und **b** und kombiniert die Signale dergestalt konstruktiv, daß das Signal aus dem variablen Kombinierer **64a** den doppelten Betrag des verstärkten Ausgangssignals in bezug auf die Menge des aus dem variablen Kombinierer **64c** ausgegebenen Signals darstellt.

[0036] Bei einem alternativen Beispiel können, wenn der Leistungspegel des zu verstärkenden Signals sogar noch niedriger als in dem obigen Beispiel ist, wie zum Beispiel unter einem zweiten Schwellenpegel (wie zum Beispiel 200 Watt oder 50% der Gesamtspitzenbelastbarkeit des Verstärkers **41**), die Verarbeitungsschaltkreise **42** zusätzliche Verstärker ausschalten, zum Beispiel die Verstärker **26c–d**. Bei dieser Ausführungsform mit vier ähnlichen oder gleichen parallelen Verstärkerstufen **26a–d** mit denselben Betriebskenngrößen kann die Spitzenbelastbarkeit des Verstärkers **41** in Schritten von 25% eingestellt werden. Wenn der Verstärker **41** sechs parallele Verstärkerstufen aufweist, die mit denselben Betriebskenngrößen betrieben werden, könnte die Spitzenbelastbarkeit des Verstärkers **12** durch Aus- oder Einschalten von Verstärkerstufen in Schritten von 16,7% eingestellt werden.

[0037] Wenn die Verstärkerstufen **26c–d** ausgeschaltet werden, können die Verarbeitungsschaltkreise **42** Steuersignal(e) **57** dergestalt dem Leistungsteilernetzwerk **48**, zum Beispiel dem variablen Teiler **60a**, zuführen, daß die Eingangssignalleistung auf im Idealfall 100% für den variablen Teiler **60b** für die aktiven Verstärker **26a–b** produziert wird, während dem variablen Teiler **60c** für die inaktiven Verstärkerstufen **26c–d** keine Leis-

tung zugeführt wird. Bei dieser Ausführungsform liefern die Verarbeitungsschaltkreise **42** Steuersignale dergestalt an den variablen Teiler **60b**, daß die Leistung aus dem variablen Teiler **60a** in gleichen Teilen zur Verstärkung auf die aktiven Verstärker **26a–b** aufgeteilt wird. Nach der Verstärkung reagiert das Kombiniernetzwerk **50** auf Steuersignale aus den Verarbeitungsschaltkreisen **42**, um die verstärkten Teile aus den aktiven Verstärkern **26a–b** zu kombinieren, zum Beispiel unter Verwendung des variablen Kombinierers **64a** zum konstruktiven Kombinieren der verstärkten Signale aus den Verstärkern **26a–b** in gleichen Teilen und zum Erzeugen des resultierenden Signals für den variablen Kombinierer **64c**. Der variable Kombinierer **64c** verwendet den gesamten Teil oder im Idealfall 100% (minus Verlusten in den Übertragungsleitungen und minus Kabeln) des aus dem variablen Kombinierer **64a** ausgegebenen Signals als das von dem variablen Kombinierer **64c** produzierte verstärkte Ausgangssignal.

[0038] Bei dieser Ausführungsform sind die variablen Teiler **60a–c** des variablen Teilernetzwerks **48** und die variablen Kombinierer **64a–c** des variablen Kombiniernetzwerks **50** variable Koppleranordnungen, die die Leistungsverteilung der Signale zwischen den Eingangsports und den Ausgangsports ändern können. [Fig. 3](#) zeigt eine variable Koppleranordnung **65** mit einem ersten Koppler **66**, der die Signale an einem ersten und zweiten Eingangsport **67(V1)** und **68(V2)** phasenverschiebt und kombiniert, um kombinierte Signalteile an einem ersten bzw. zweiten Ausgang **69(V3)** und **70(V4)** zu erzeugen. Ein Phasenschieber **71** liefert eine relative Phaseneinstellung zwischen den kombinierten Signalkomponenten oder -teilen an den Ports **69(V3)** und **70(V4)**, um die gewünschte Kopplung zwischen den kombinierten Signalteilen oder -komponenten durch einen zweiten Koppler **72** bereitzustellen. Der zweite Koppler **72** führt eine Phasenverschiebung und Kombination der kombinierten Signalteile oder -komponenten an dem ersten und zweiten Eingangsport **73(V5)** und **74(V6)** dergestalt durch, daß die Kombination der kombinierten Signalkomponenten oder -teile an dem ersten und zweiten Ausgangsportal **75(V7)** und **76(V8)** des Kopplers **72** mit einer gewünschten Amplituden- und/oder Phasenbeziehung zwischen ihnen kombiniert werden. Zum Beispiel können die kombinierten Signalteile neu kombiniert werden, um an dem Ausgangsportal ein Duplikat der Signale an den Eingangsports **67** und **68** zu erzeugen, wobei abhängig von der durch den Phasenschieber **71** eingeführten Phasenverschiebung veränderliche Leistungsteile oder -anteile der Eingangssignale verwendet werden.

[0039] Bei dieser Ausführungsform ist der Koppler **66** ein 3-dB-90-Grad-Gabelkoppler, in dem das Signal (bei der halben Leistung) an dem ersten Eingangsport **67** an dem ersten Ausgangsportal **69** mit einer um 90 Grad phasenverschobenen Version (bei der halben Leistung) des Signals an dem zweiten Eingangsportal **68** kombiniert wird. Das Signal an dem ersten Eingangsportal **67** (auf halber Leistung) ist um 90 Grad phasenverschoben und kombiniert sich an dem zweiten Ausgangsportal **70** mit dem Signal (bei halber Leistung) an dem zweiten Eingangsportal **68**. Bei dieser Ausführungsform befindet sich der Phasenschieber **71** auf dem Weg **77** und liefert eine relative Phaseneinstellung zwischen den kombinierten Signalteilen auf dem Weg **77** aus dem Port **70** und den kombinierten Signalteilen auf einem Weg **78** aus dem Port **69**. Der Phasenschieber **71** kann mechanisch implementiert werden, zum Beispiel mit einem Schalter zu verschiedenen Phasenleitungen oder elektronisch, zum Beispiel unter Verwendung variabler Kondensatoren oder Varaktoren, und kann bei anderen Ausführungsformen auf dem Weg **77** positioniert werden.

[0040] Der Phasenschieber **71** führt die phaseneingestellten kombinierten Signalkomponenten oder -teile auf dem Weg **77** einem zweiten Eingangsportal **74** des zweiten Kopplers **72** zu, der bei dieser Ausführungsform auch ein 3-dB-90-Grad-Gabelkoppler ist. Ein Teil der kombinierten Signalkomponenten oder -teile an dem Eingangsportal **73** wird zu dem Ausgangsportal **75** des zweiten Kopplers **72** gelenkt und zusammen mit den kombinierten Signalkomponenten oder -teilen an dem Eingangsportal **73** (auf halber Leistung) des zweiten Kopplers **72** um 90 Grad phasenverschoben. Ein Teil der kombinierten Signalkomponenten oder -teile an dem Eingangsportal **74** wird um 90 Grad phasenverschoben und zusammen mit einem Teil der kombinierten Signalkomponenten oder -teile an dem Eingangsportal **73** des zweiten Kopplers **72** zu dem Ausgangsportal **75** des zweiten Kopplers **72** gelenkt. Ein Teil der kombinierten Signalkomponenten oder -teile an dem Eingangsportal **73** des zweiten Kopplers **72** wird zusammen mit einem Teil der kombinierten Signalkomponenten oder -teile an dem Eingangsportal **74** um 90 Grad phasenverschoben zu dem Ausgangsportal **75** des zweiten Kopplers **72** gelenkt.

[0041] Diese Teile der kombinierten Signalkomponenten oder -teile, die an dem ersten oder zweiten Ausgangsportal **75** oder **76** gleichphasig sind, werden an dem Ausgangsportal **75** oder **76** konstruktiv kombiniert. Wenn die Teile der kombinierten Signalkomponenten an dem ersten oder zweiten Ausgangsportal **75** oder **76** phasenverschoben sind, setzen die Teile der kombinierten Signalkomponenten, die sich destruktiv kombinieren, keine Leistung um, und die Leistung bleibt für den anderen ersten oder zweiten Ausgangsportal **128** oder **132** übrig. Wie in den nachfolgenden Gleichungen gezeigt, kann der Phasenschieber **71** eine relative Phasenverschiebung zwischen den kombinierten Signalen auf den Wegen **77** und **78** bereitstellen, um die Leistungs- (oder Spannungs-) Verteilung zwischen den Eingangsports **67** und **68** und den Ausgangsports **75** und **76** zu

verändern. Wenn zum Beispiel V1 und V2 die Spannungen der Signale an den Eingangsport **67** bzw. **68** repräsentieren und θ die durch den Phasenschieber **71** eingeführte Phasenverschiebung ist, kann die Funktionsweise des variablen Kopplers **65** durch die folgenden Gleichungen charakterisiert werden.

$$V_3 = \frac{V_1}{\sqrt{2}} + \frac{V_2}{\sqrt{2}} e^{j90} = V_5,$$

$$V_4 = \frac{V_1}{\sqrt{2}} e^{j90} + \frac{V_2}{\sqrt{2}}$$

$$V_6 = \left(\frac{V_1}{\sqrt{2}} e^{j90} + \frac{V_2}{\sqrt{2}} \right) e^{j\theta},$$

$$\begin{aligned} V_7 &= \frac{V_5}{\sqrt{2}} + \frac{V_6}{\sqrt{2}} e^{j90} = \frac{V_1}{2} + \frac{V_2}{2} e^{j90} + \left(\frac{V_1}{2} e^{j90} + \frac{V_2}{2} \right) e^{j\theta} e^{j90}, \text{ und} \\ &= \frac{V_1}{2} + \frac{V_2}{2} e^{j90} + \frac{V_1}{2} e^{j180} e^{j\theta} + \frac{V_2}{2} e^{j90} e^{j\theta} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_8 &= \frac{V_5}{\sqrt{2}} e^{j90} + \frac{V_6}{\sqrt{2}} = \left(\frac{V_1}{2} + \frac{V_2}{2} e^{j90} \right) e^{j90} + \left(\frac{V_1}{2} e^{j90} + \frac{V_2}{2} \right) e^{j\theta} \\ &= \frac{V_1}{2} e^{j90} + \frac{V_2}{2} e^{j180} + \frac{V_1}{2} e^{j90} e^{j\theta} + \frac{V_2}{2} e^{j\theta} \end{aligned}$$

[0042] Wenn der Phasenschieber **71** eine Phasenverschiebung von 0 Grad einführt, gilt folglich $V_7 = V_2 e^{j90}$ und $V_8 = V_1$. Wenn der Phasenschieber **70** eine Phasenverschiebung von 180 Grad einführt, gilt $V_7 = V_1$ und $V_8 = V_2$. Wenn der Phasenschieber **71** eine Phasenverschiebung von 90 Grad einführt, gilt

$$V_7 = \frac{V_1}{2} + \frac{V_1}{2} e^{j270} + \frac{V_2}{2} e^{j90} + \frac{V_2}{2} e^{j180}$$

und

$$V_8 = \frac{V_1}{2} e^{j90} + \frac{V_1}{2} e^{j180} + \frac{V_2}{2} e^{j90} + \frac{V_2}{2} e^{j180}.$$

Durch Bereitstellung eines Abschlusses, wie zum Beispiel eines 50-Ohm-Abschlusses, an dem Eingangsport **67** oder **68** kann die variable Koppleranordnung **65** als ein variabler Teiler betrieben werden, wobei V1 oder V2 gleich 0 ist. Durch Bereitstellung eines Abschlusses, wie zum Beispiel eines 50-Ohm-Abschlusses, an dem Ausgangsportal **75** oder **76** kann die variable Koppleranordnung **65** als ein variabler Kombiniierer betrieben werden, wobei V7 oder V8 der Ausgangsportal ist.

[0043] [Fig. 4](#) zeigt eine Ausführungsform eines variablen Teilers **80**, die in dem Verstärkernetz **40** von [Fig. 2](#) als variabler Teiler **60a–c** verwendet werden kann. Ein Koppler **81** empfängt als Eingangssignal an einem Port **82** (V2) mit einem Leistungspegel P und erzeugt Duplikate des Eingangssignals an den Ports **83** und **84**. Ein Phasenschieber **85** stellt eine relative Phaseinstellung zwischen den Duplikaten des Eingangssignals an den Ports **83** und **84** dergestalt bereit, daß die Kombination der Duplikate an einem Koppler **86** die gewünschten Leistungspegel (oder Spannungspegel) für die kombinierten Signalduplikate des Eingangssignals an den Ausgangsportal **87** (V8) und **88** (V7) bereitstellt. Bei dieser Ausführungsform ist der Koppler **81** ein 3-dB-90-Grad-Gabelkoppler, der ein Duplikat des Signals an dem Port **83** (V4) phasengleich mit dem Eingangssignal, aber mit einem Leistungspegel P/2 auf einem Weg **89**, produziert. Der Koppler **81** erzeugt auch ein Duplikat des Eingangssignals an dem Port **84** (V3), das um 90 Grad phasenverschoben ist und einen Leistungspegel P/2 aufweist, auf einem Weg **90**. Bei dieser Ausführungsform befindet sich der Phasenschieber **85** auf dem Weg **89** und stellt eine relative Phaseinstellung zwischen den Duplikaten der Signale auf den Wegen **89** und **90** durch Einstellen der Phase des Duplikats auf Weg **89** bereit. Der Phasenschieber **85** kann mechanisch implementiert werden, zum Beispiel mit einem Schalter zu Leitungen verschiedener Phase oder elektronisch, zum Beispiel durch Verwendung von variablen Kondensatoren oder Varaktoren.

[0044] Der Phasenschieber **85** führt das phaseneingestellte Duplikat auf dem Weg **89** einem Port **92** des Kopplers **86** zu, der bei dieser Ausführungsform ein 3-dB-90-Grad-Gabelkoppler ist. Ein Teil (1/2 der Leistung des Signals auf dem Weg **89** oder P/4 bei dieser Ausführungsform) der Leistung des Signals an dem Port **92** wird zusammen mit einem Teil (1/2 der Leistung des Signals auf dem Weg **90** oder P/4) der Leistung des Signals an dem Port **94**, der um 90 Grad phasenverschoben wurde, zu dem Ausgangsport **87** (V8) des Kopplers **86** geleitet. Ein Teil (1/2 der Leistung des Signals auf dem Weg **89** oder P/4 bei dieser Ausführungsform) der Leistung des Signals an dem Port **92**, der um 90 Grad verzögert wird, wird zusammen mit einem Teil (1/2 der Leistung des Signals auf dem Weg **90** oder P/4) der Leistung des Signals an dem Port **94** zu dem Ausgangsport **88** (V7) des Kopplers **86** geleitet. Die Spannung aus diesen Teilen der Duplikate, die an dem Ausgangsport **87** oder **88** phasengleich sind, werden konstruktiv kombiniert und an dem Ausgangsport **87** bzw. **88** produziert. Wenn die Spannungen von den Teilen der Duplikate an dem Ausgangsport **87** oder **88** phasenverschoben sind, werden diese Teile der Duplikate jeweils aufgehoben und setzen keine Leistung um. Folglich werden die Signalteile oder -komponenten an dem Eingangsport **92** dergestalt mit Signalteilen oder -komponenten an dem Eingangsport **94** kombiniert, daß die Kombination der Signalteile oder -komponenten an dem Koppler **86** Duplikate der Eingangssignale mit den gewünschten Leistungspegeln an den Ausgangsports **87** und/oder **88** bereitstellt.

[0045] Im Betrieb der Ausführungsform von [Fig. 4](#) wird, wenn der Phasenschieber **85** eine Phasenverschiebung von 0 Grad für das Duplikat des Eingangssignals (V2) an dem Port **83** einführt, ein Duplikat des Eingangssignals (V2) auf dem Weg **89** mit 0 Grad Phasenverschiebung und einem Leistungspegel von P/2 dem Port **92** des Kopplers **86** zugeführt. Ein Duplikat des Eingangssignals aus V2 mit einem Leistungspegel von P/2 wird mit 90 Grad Phasenverschiebung dem Port **94** zugeführt. Das Signal an dem Port **92** wird innerhalb des Kopplers **86** aufgeteilt und an die Ausgangsports **87** und **88** verteilt. Ein Teil des Signals wird mit 0 Grad Phasenverschiebung dem Ausgangsport **87** zugeführt, und ein Teil des Signals wird dem Ausgangsport **88** mit einer Phasenverschiebung von 90 Grad zugeführt. Das Signal an dem Eingangsport **94** wird auch aufgeteilt und auf die Ausgangsports **87** und **88** verteilt. Ein Teil des Signals wird dem Ausgangsport **88** zugeführt, ohne um insgesamt eine Phasenverschiebung von 90 Grad phasenverschoben zu werden, und ein Teil des Signals wird dem Ausgangsport **87** nach einer Phasenverschiebung um 90 Grad für eine Gesamtphasenverschiebung von 180 Grad zugeführt. Am Ausgangsport **88** kombinieren sich die Signalteile aus den Ports **92** und **94**, die um 90 Grad in Phase liegen, konstruktiv, um ein Duplikat des Eingangssignals (V2) zu produzieren. An dem Ausgangsport **87** sind die Duplikate des Eingangssignals um 180 Grad phasenverschoben und treten in Wechselwirkung, um keine Leistung umzusetzen. Der Leistungspegel an dem Ausgangsport **87** beträgt also 0, und der Leistungspegel an dem Ausgangsport **88** beträgt P.

[0046] Wenn der Phasenschieber **85** eine Phasenverschiebung von 180 Grad für das Duplikat des Eingangssignals (V2) an dem Port **83** einführt, wird das Duplikat des Eingangssignals (V2) auf dem Weg **89** dem Port **92** des Kopplers **86** mit einer Phasenverschiebung von 180 Grad und einem Leistungspegel von P/2 zugeführt. Ein Duplikat des Eingangssignals mit einem Leistungspegel von P/2 wird dem Port **94** mit einer Phasenverschiebung von 90 Grad zugeführt. Das Signal an dem Port **92** wird in dem Koppler **86** aufgeteilt und an die Ausgangsports **87** und **88** verteilt. Ein Teil des Signals wird dem Ausgangsport **87** mit einer Phasenverschiebung von 180 Grad zugeführt, und ein Teil des Signals wird dem Ausgangsport **88** mit einer Phasenverschiebung von 90 Grad zugeführt, für eine Gesamtphasenverschiebung von 270 Grad. Das Signal an dem Port **94** wird auch aufgeteilt und auf die Ausgangsports **87** und **88** verteilt. Ein Teil des Signals wird dem Ausgangsport **88** ohne Phasenverschiebung zugeführt, für eine Gesamtphasenverschiebung von 90 Grad, und ein Teil des Signals wird dem Ausgangsport **87** nach einer Phasenverschiebung von 90 Grad zugeführt, für eine Gesamtphasenverschiebung von 180 Grad. An dem Ausgangsport **87** kombinieren sich die Teile des Signals aus den Ports **92** und **94**, die um 180 Grad phasengleich sind, konstruktiv, um ein Duplikat des Eingangssignals (V2) zu produzieren. An dem Ausgangsport **88** treten die Teile des Eingangssignals, die um 180 Grad phasenverschoben sind, bei 270 Grad bzw. 90 Grad in Wechselwirkung, um keine Leistung umzusetzen. Der Leistungspegel an dem Ausgangsport **87** beträgt also P und der Leistungspegel an dem Ausgangsport **88** 0.

[0047] Wenn der Phasenschieber **85** eine Phasenverschiebung von 90 Grad für das Duplikat des Eingangssignals (V2) aus dem Port **83** einführt, wird dem Port **92** des Kopplers **86** ein Duplikat des Eingangssignals (V2) auf dem Weg **89** mit 90 Grad Phasenverschiebung und einem Leistungspegel von P/2 zugeführt. Dem Port **84** wird ein Duplikat des Eingangssignals mit einem Leistungspegel von P/2 mit einer 90-Grad-Phasenverschiebung zugeführt, und ein Weg **90** führt dem Port **94** das Signal aus dem Port **84** zu. Das Signal an dem Port **92** wird in dem Koppler **86** aufgeteilt und auf die Ausgangsports **87** und **88** verteilt. Ein Teil des Signals wird dem Ausgangsport **87** mit 90 Grad Phasenverschiebung zugeführt, und ein Teil des Signals wird dem Ausgangsport **88** mit einer Phasenverschiebung von 90 Grad zugeführt, für eine Gesamtphasenverschiebung von 180 Grad. Das Signal an dem Port **94** wird auch aufgeteilt und in dem Koppler **86** auf die Ausgangsports **87** und **88** verteilt.

Ein Teil wird dem Ausgangsport **88** ohne Phasenverschiebung zugeführt, für eine Gesamtphasenverschiebung von 90 Grad, und ein Teil des Signals wird dem Ausgangsport **87** nach einer Phasenverschiebung um 90 Grad zugeführt, für eine Gesamtphasenverschiebung von 180 Grad. An dem Ausgangsport **87** kombinieren sich die Teile des Eingangssignals aus den Ports **92** und **94**, die bei 90 bzw. 180 Grad um 90 Grad phasenverschoben sind, vektoriell um 90 Grad phasenverschoben, um ein Signal mit einem Leistungspegel von P/2 zu erzeugen. An dem Ausgangsport **88** kombinieren sich die Teile des Eingangssignals aus den Ports **92** und **94**, die auch bei 180 bzw. 90 Grad um 90 Grad phasenverschoben sind, vektoriell um 90 Grad phasenverschoben, um ein Signal bei P/2 zu erzeugen. Durch Einstellen der durch den Phasenschieber **85** zwischen den Duplikaten des Eingangssignals eingeführten relativen Phasenverschiebung können also Signalkomponenten des Eingangssignals auf eine Weise kombiniert werden, um Ausgangssignale mit Leistungspegeln variierender Anteile zu produzieren.

[0048] In dem variablen Teiler **80** von [Fig. 4](#) wird im Fall $V1 = 0$ die Spannung an dem Port **88** (V7) und an dem Port **87** (V8) durch die folgende Gleichung gegeben:

$$V7 = \frac{V2}{2} e^{j90} + \frac{V2}{2} e^{j(90+\varphi)} \text{ und}$$

$$V8 = \frac{V2}{2} e^{j\varphi} + \frac{V2}{2} e^{j180}$$

[0049] Der Betrag von V7 und V8 wird gegeben durch

$$|V7| = \sqrt{\left(\frac{V2}{2}\right)^2 + \left(\frac{V2}{2}\right)^2 + 2 \cos \varphi} = \frac{V2}{\sqrt{2}} \sqrt{1 + \cos \varphi} \text{ und}$$

$$|V8| = \sqrt{\left(\frac{V2}{2}\right)^2 + \left(\frac{V2}{2}\right)^2 + 2 \cos(180 - \varphi)} = \frac{V2}{\sqrt{2}} \sqrt{1 - \cos \varphi}.$$

[0050] Das Leistungsverhältnis bzw. der Anteil zwischen den Leistungspegeln an den beiden Ausgangsports **87** und **88** kann durch Ändern der Phasenverschiebung φ variiert werden. Das Leistungsverhältnis R zwischen den beiden Ausgangsports **87** (V8) und **88** (V7) wird gegeben durch:

$$R = \frac{P7}{P8} = \frac{|V7|^2}{|V8|^2} = \frac{1 + \cos \varphi}{1 - \cos \varphi} \Rightarrow \cos \varphi = \frac{R-1}{R+1} \Rightarrow \varphi = \alpha \cos\left(\frac{R-1}{R+1}\right).$$

[0051] Für eine gleiche Aufteilung des Eingangssignals gilt folglich $R = 1 \Rightarrow \cos \varphi = 0 \Rightarrow \varphi = 90$. Für eine Aufteilung von 2/3 und 1/3 des Eingangssignals gilt $R = 2 \Rightarrow \cos \varphi = 1/3 \Rightarrow \varphi = 70,5^\circ$.

[0052] Bei dieser Ausführungsform kann gezeigt werden, daß die Phase von V7 und V8 gleich ist. Im Fall eines Winkels von $V7 = 90^\circ + \alpha$, $2\alpha + \omega = 180^\circ$ und $\omega = 180 - \varphi$, $2\alpha + 180 - \varphi = 180$ erhält man $\alpha = \varphi/2$. Folglich ist der Winkel von V7 gleich $90 + \varphi/2$. Im Fall eines Winkels von $V8 = \varphi + \alpha$ und $2\alpha + \varphi = 180$ erhält man $\alpha = 90 - \varphi/2$ und der Winkel von V8 wird $90 + \varphi/2$.

[0053] [Fig. 5](#) zeigt eine Ausführungsform eines variablen Kombinierers **100**, der in dem Verstärkernetzwerk **40** von [Fig. 2](#) als variabler Kombinerer **64a-c** verwendet werden kann. Ein Koppler **102** empfängt verstärkten Teil bzw. verstärkte Teile des Eingangssignals auf dem Weg **13** ([Fig. 2](#)), das durch das Teilernetzwerk **48** ([Fig. 2](#)) in Teile aufgeteilt und verstärkt wurde. Bei dieser Ausführungsform wird ein erster verstärkter Teil an einem ersten Eingangsport **104** mit einem Leistungspegel P1 und ein zweiter verstärkter Teil an einem zweiten Eingangsport **106** mit einem Leistungspegel P2 empfangen. Der Koppler **102** führt eine Phasenverschiebung und Kombination von Duplikaten, Teilen oder Komponenten der verstärkten Teile an den Ports **104** und **106** durch. Abhängig von den relativen Phasenverschiebungen zwischen den verstärkten Teilen und/oder zwischen den Signalen, aus denen die verstärkten Teile bestehen, liefert ein Phasenschieber **114** eine relative Phaseneinstellung zwischen den Signalkomponenten an den Ports **110** und **112** dergestalt, daß die Kombination der Signalkomponenten der verstärkten Teile mit entsprechender Phasenbeziehung zwischen den Signalkomponenten dergestalt produziert wird, daß sich die Signalkomponenten an dem Ausgang **128** (V8) des Kombinierers **100** und/oder des Kombiniernetzwerks **50** ([Fig. 2](#)) mit geringen Verlusten und unter Verwendung des gewünschten Teils, Anteils oder Verhältnisses bzw. der gewünschten Teile, Anteile oder Verhältnisse der verstärkten Signalteile an den Ports **104** und **106** kombinieren. Abhängig von der Ausführungsform kann die relative Phaseneinstellung bzw. können die relativen Phaseneinstellungen die relative Phaseneinstellung(en) widerspiegeln, die zwischen Signalkomponenten durch das variable Teilernetzwerk **48** ([Fig. 2](#)) eingeführt wird

bzw. werden, um sicherzustellen, daß sich die Signalkomponenten an dem Ausgangsport **128** mit der gewünschten Phasenbeziehung ausrichten, um die gewünschte Kombination von Signalkomponenten zu produzieren.

[0054] Bei dieser Ausführungsform ist der Körper **102** ein 3-dB-90-Grad-Gabelkoppler, in dem ein Duplikat des Signals an dem Eingangsport **104** an dem Port **110** mit einem Duplikat des verstärkten Signalteils an dem Eingangsport **106** kombiniert wird, der um 90 Grad phasenverschoben wurde. Das Duplikat des verstärkten Signalteils an dem Eingangsport **104** ist um 90 Grad phasenverschoben und wird an dem Port **112** mit einem Duplikat des verstärkten Signalteils an dem Eingangsport **106** kombiniert. Bei dieser Ausführungsform befindet sich der Phasenschieber **114** auf dem Weg **122** und liefert eine relative Phaseneinstellung zwischen den Signalkomponenten auf den Wegen **122** aus dem Port **110** und den Signalkomponenten auf einem Weg **124** aus dem Port **112**. Der Phasenschieber **114** kann mechanisch implementiert werden, zum Beispiel mit einem Schalter zu Leitungen verschiedener Phase oder elektronisch, zum Beispiel unter Verwendung von variablen Kondensatoren oder Varaktoren.

[0055] Der Phasenschieber **114** führt die phaseneingestellten kombinierten Teile oder Signalkomponenten auf dem Weg **122** einem Port **126** des Kopplers **116** zu, der bei dieser Ausführungsform ein 3-dB-90-Grad-Gabelkoppler ist. Ein Teil der Leistung der Signalkomponenten an dem Port **126** wird zusammen mit einem Teil der Leistung der Signalkomponenten an einem Port **130**, die um 90 Grad verzögert wurden, zu dem Ausgangsport **128** des Kopplers **116** geleitet. Die Teile der Signalkomponenten, die an den Ausgangsports gleichphasig sind, kombinieren sich konstruktiv, und die Teile der Signalkomponenten, die an dem Ausgangsport **128** oder **132** phasenverschoben sind, kombinieren sich destruktiv. Um zu verhindern, daß an dem Ausgangsport **132**, der einfach eine 50-Ohm-Last bzw. einen 50-Ohm-Abschluß aufweist, Leistung umgesetzt wird, werden die Signalkomponenten auf den Wegen **122** und **124** mit einer derartigen Phasen- und Amplitudenbeziehung bereitgestellt, daß sich die Spannungen an dem Ausgangsport **132** (V7) aufheben und im wesentlichen die gesamte Leistung dem Ausgangsport **128** (V8) zugeführt wird. Der Phasenschieber **114** stellt eine relative Phasenverschiebung zwischen den kombinierten Teilen oder Signalkomponenten auf den Wegen **122** und **124** dergestalt bereit, daß sich die Spannungen auf die richtige Weise kombinieren, um unter Verwendung des gewünschten Verhältnisses, gewünschter Teile oder Anteile der Signalleistungen an den Eingangsports das Ausgangssignal an dem Ausgangsport **128** zu produzieren. Abhängig von der Ausführungsform kann der Phasenschieber **114** eine Phasenverschiebung bereitstellen, die eine Phasenverschiebung widerspiegelt, die bereitgestellt wird, während Duplikate des Eingangssignals durch einen variablen Teiler aufgeteilt wurden. Folglich werden die Teile der Signalkomponenten oder kombinierte Teile an dem Port **126** mit Teilen der Signalkomponenten oder kombinierten Teilen an dem Port **130** so kombiniert, daß die Kombination der kombinierten Signale (von Duplikaten oder Signalkomponenten des Eingangssignals mit derselben und/oder einer anderen Phase und/oder demselben oder anderen Leistungspegeln) an dem Koppler **116** ein verstärktes Signal mit dem gewünschten Leistungspegel (oder Spannungspegel) und mit Komponenten mit einer gewünschten Phasenbeziehung von zum Beispiel 100% gleichphasig an dem Ausgangsport **128** bereitstellt.

[0056] In dem variablen Kombinierer **100** von [Fig. 5](#) gilt

$$\left(\frac{|V1|^2}{|V2|^2} \right) = R \Rightarrow |V2| = \frac{1}{\sqrt{R}} |V1|$$

V7 besteht aus zwei Komponenten $V7_1$ und $V7_2$ mit gleicher Amplitude und 180 Grad Phasenverschiebung, solange φ richtig gewählt wurde (zum Beispiel entsprechend der Phasenverschiebung für den entsprechenden Pegel des variablen Teilers mit Verhältnis R). Folglich ist die Spannung V7 Null (aufgehoben), und alle Leistung wird an dem Port V8 produziert. Zum Beispiel gilt

$$V7 = \left(\frac{V1}{2} + \frac{V1}{2} e^{j\varphi} e^{j180} \right) + \left(\frac{V2}{2} e^{j90} + \frac{V2}{2} e^{j(90+\varphi)} \right)$$

$$= V7_1 + V7_2.$$

[0057] Der Betrag von $V7_1$ und $V7_2$ wird gegeben durch

$$|V7_1| = \sqrt{\left(\frac{V1}{2} \right)^2 + \left(\frac{V1}{2} \right)^2 + 2 \cos(180 + \varphi)} = \frac{V1}{\sqrt{2}} \sqrt{1 - \cos \varphi} \text{ und}$$

$$|V7_2| = \sqrt{\frac{1}{R} \left(\frac{V1}{2} \right)^2 + \frac{1}{R} \left(\frac{V1}{2} \right)^2 + 2 \cos(\varphi)} = \frac{V1}{\sqrt{2} \sqrt{R}} \sqrt{1 + \cos \varphi}.$$

[0058] Das Leistungsverhältnis zwischen den beiden Komponenten wird gegeben durch:

$$\frac{|V_{7,1}|}{|V_{7,2}|} = \frac{\sqrt{R} \sqrt{1 - \cos \varphi}}{\sqrt{1 + \cos \varphi}}.$$

[0059] Für $|V_{7,1}| = |V_{7,2}|$ gilt

$$\frac{\sqrt{R} \sqrt{1 - \cos \varphi}}{\sqrt{1 + \cos \varphi}} = 1 \Rightarrow R = \frac{\sqrt{1 + \cos \varphi}}{\sqrt{1 - \cos \varphi}} \Rightarrow \cos \varphi = \frac{R-1}{R+1} \Rightarrow \varphi = \alpha \cos\left(\frac{R-1}{R+1}\right).$$

[0060] Im Fall

$$\varphi = \alpha \cos\left(\frac{R-1}{R+1}\right)$$

und

$$|V_2| = \frac{1}{\sqrt{R}} |V_1|$$

gilt also $|V_{7,1}| = |V_{7,2}|$. Bei dieser Ausführungsform sind $V_{7,1}$ und $V_{7,2}$ um 180 Grad phasenverschoben. Für $V_{7,1}$, $2\alpha + \varphi = 180$ erhält man $\alpha = 90 - \varphi$.

[0061] Folglich ist der Winkel von $V_{7,1}$ gleich $\varphi/2 - 90$. Für $V_{7,2}$, $\omega = 180 - \varphi$ und $2\alpha + \omega = 180$, $2\alpha + 180 = 180$ erhält man $\alpha = \varphi/2$. Folglich ist der Winkel von $V_{7,2}$ gleich $90 + \alpha$, also gleich $\varphi/2 + 90$. Die Komponenten $V_{7,1}$ und $V_{7,2}$ sind somit um 180 Grad phasenverschoben.

[0062] Im Betrieb des variablen Kombinierers **100** enthalten die verstärkten Teile an dem Port **110** des Kopplers **102** Signalkomponenten V2 (0 Grad Phasenverschiebung) ohne Phasenverschiebung und einem Leistungspegel von P2/2 aus dem Eingangsport **104**, und V1(90 Grad Phasenverschiebung) mit 90 Grad Phasenverschiebung und einem Leistungspegel von P1/2 aus dem zweiten Eingangsport **106**. An dem Port **112** enthalten die verstärkten Teile Signalkomponenten V1(0) ohne Phasenverschiebung und mit einem Leistungspegel von P1/2 aus dem Eingangsport **106** und V2(90) mit 90 Grad Phasenverschiebung und einem Leistungspegel von P2/2 aus dem ersten Eingangsport **104**. Wenn der Phasenschieber **114** eine Phasenverschiebung von 0 Grad in das Signal aus dem Port **110** einführt, wird das Signal auf dem Weg **122** dem Port **126** des Kopplers **116** mit Signalkomponenten V2(0) und V1(90) und Leistungspegeln von P2/2 bzw. P1/2 zugeführt. Die Signalkomponenten an dem Port **126** werden aufgeteilt und in dem Koppler **116** mit Signalkomponenten V2 (0 Grad Phasenverschiebung) und V1 (90 Grad Phasenverschiebung) mit Leistungspegeln von P2/4 bzw. P1/4 auf den Ausgangsport **128** verteilt, und die Signalkomponenten V2(90) und V1(180) werden dem Ausgangsport **132** mit Leistungspegeln von P2/4 bzw. P1/4 zugeführt. Das Signal an dem Port **130** aus dem Port **112** wird auch aufgeteilt und in dem Koppler **116** auf die Ausgangsport **128** und **132** verteilt, wobei die Signalkomponenten V2(180) und V1(90) für den Ausgangsport **128** Leistungspegel von P2/4 bzw. P1/4 aufweisen. Am Ausgangsport **128** sind die Signalkomponenten V2 um 180 Grad phasenverschoben und setzen keine Leistung um, während die V1-Komponenten gleichphasig sind und sich konstruktiv kombinieren, um V1 mit einem Leistungspegel P1 zu produzieren. An dem Ausgangsport **132** sind die Signalkomponenten V1 um 180 Grad phasenverschoben und setzen keine Leistung um, während die V2-Komponenten gleichphasig sind und sich konstruktiv kombinieren. Wenn folglich keine verstärkten Signalteile an dem Eingangsport **104** und das Signal V1 an dem Eingangsport **106** vorliegen, dann kann alle Leistung dem Eingangsport **106** entnommen und in dem Ausgangsport **128** produziert werden.

[0063] Wenn der Phasenschieber **114** eine Phasenverschiebung von 180 Grad in das Signal aus dem Port **110** einführt, wird das Signal auf dem Weg **122** dem Port **126** des Kopplers **116** mit Signalkomponenten V2 (180) und V1(270) und Leistungspegeln von P2/2 bzw. P1/2 zugeführt. Die Signalkomponenten an dem Port **126** werden aufgeteilt und in dem Koppler **116** mit Signalkomponenten V2 (180 Grad Phasenverschiebung) und V1 (270 Grad Phasenverschiebung) mit Leistungspegeln von P2/4 bzw. P1/4 auf den Ausgangsport **128** verteilt, und die Signalkomponenten V2 (270) und V1(0) werden dem Ausgangsport **132** mit Leistungspegeln von P2/4 bzw. P1/4 zugeführt. Das Signal an dem Port **130** aus dem Port **112** wird auch aufgeteilt und in dem Koppler **116** auf die Ausgangsport **128** und **132** verteilt, wobei die Signalkomponenten V2(180) und V1(90) für den Ausgangsport **128** Leistungspegel von P2/4 bzw. P1/4 aufweisen. An dem Ausgangsport **128** sind die Signalkomponenten V1 um 180 Grad phasenverschoben und setzen keine Leistung um, während die V2-Komponenten gleichphasig sind und sich konstruktiv kombinieren, um V2 mit einem Leistungspegel von P2 zu produzieren. An dem Ausgangsport **132** sind die Signalkomponenten V2 um 180 Grad phasenverschoben und setzen keine Leistung um, während die V1-Komponenten gleichphasig sind und sich konstruktiv kombinieren.

Wenn folglich keine verstärkten Signalteile an dem Eingangsport **106** und das Signal V2 an dem Eingangsport **104** vorliegen, dann kann die gesamte Leistung dem Eingangsport **104** entnommen und an dem Ausgangsport **128** produziert werden.

[0064] Wenn der Phasenschieber **114** eine Phasenverschiebung von 90 Grad in das Signal aus dem Port **110** einführt, wird das Signal auf dem Weg **122** dem Port **126** des Kopplers **116** mit Signalkomponenten V2(90) und V1(180) und Leistungspegeln von P2/2 bzw. P1/2 zugeführt. Die Signalkomponenten an dem Port **126** werden aufgeteilt und in dem Koppler **116** mit Signalkomponenten V2 (90 Grad Phasenverschiebung) und V1 (180 Grad Phasenverschiebung) mit Leistungspegeln von P2/4 bzw. P1/4 auf den Ausgangsport **128** verteilt, und die Signalkomponenten V2(180) und V1(270) werden dem Ausgangsport **132** mit Leistungspegeln von P2/4 bzw. P1/4 zugeführt. Das Signal an dem Port **130** aus dem Port **112** wird auch aufgeteilt und in dem Koppler **116** auf die Ausgangsporten **128** und **132** verteilt, wobei die Signalkomponenten V2(180) und V1(90) für den Ausgangsport **128** Leistungspegel von P2/4 bzw. P1/4 aufweisen. An dem Ausgangsport **128** sind die Signalkomponenten V2 um 90 Grad phasenverschoben und die V1-Komponenten sind um 90 Grad phasenverschoben. An dem Ausgangsport **132** sind die Signalkomponenten V2 um 90 Grad phasenverschoben und die V1-Komponenten sind um 270 Grad phasenverschoben. Wenn folglich das Signal V2 an dem Eingangsport **104** die gleiche Leistung wie das Signal V1 an dem Eingangsport **106** aufweist, dann kann die Leistung für das an dem Ausgangsport **128** zu produzierende Signal in gleichen Teilen beiden Eingangsporten **104** und **106** entnommen werden. Durch Einstellen der durch den Phasenschieber **114** eingeführten relativen Phasenverschiebung zwischen den Signalkomponenten auf den Wegen **122** und **124** kann das Signal an dem Ausgangsport **128** unter Verwendung veränderlicher Teile oder Verhältnisse der Eingangssignalleistungen produziert werden.

[0065] Zusätzlich zu der oben beschriebenen Ausführungsform sind alternative Konfigurationen der Leistungsverstärkungsarchitektur, die die vorliegende Erfindung realisiert, möglich, die Komponenten weglassen und/oder hinzufügen und/oder Varianten oder Teile des beschriebenen Systems benutzen. Ein die vorliegende Erfindung realisierendes Leistungsverstärkungssystem kann mit anderen Leistungsverstärkerarchitekturen arbeiten, die andere Strukturen und Korrekturverstärker oder andere Verstärker verwenden, um die nichtlinearen Verzerrungen des Signals zu verringern. Zum Beispiel wurde das Leistungsverstärkungssystem als variable Koppler mit 90-Grad-3-dB-Gabelkopplern verwendend beschrieben, obwohl auch andere variable Koppler oder Kombinationen herkömmlicher Koppler und variabler Koppler benutzt werden können. Mit zusätzlichen Verstärkerstufen kann man Duplikate des ursprünglichen Signals verstärken, die wieder kombiniert werden, um das verstärkte Signal zu produzieren. Es sind andere Architekturen möglich, die Kombinationen der oben beschriebenen Architekturen und/oder Techniken zur Verstärkung eines Signals auf effizientere und/oder lineare Weise verwenden.

[0066] Weiterhin wurde das Leistungsarchitektursystem als bestimmte Aufwärtssignalinformationen detektierend beschrieben, obwohl auch andere Parameter oder Kenngrößen des zu verstärkenden Signals zusammen mit den Aufwärtssignalinformationen oder als die Aufwärtssignalinformationen detektiert werden können, oder es werden keine Informationen des Aufwärtssignals detektiert, und die Leistungsverstärkerarchitektur wird einfach in eine gewünschte Konfiguration versetzt, um zum Beispiel eine Verstärkerstufe auszuwechseln oder zu reparieren. Das System wurde außerdem als bestimmte Verstärkerstufe(n) ausschaltend oder einschaltend beschrieben, obwohl die Verstärkerstufe(n), die aus- oder eingeschaltet werden, auf jede beliebige gewünschte Weise rotiert oder verändert werden kann, bzw. können. Das System wurde als eine variable Koppleranordnung verwendend beschrieben, obwohl die selbe(n) Funktion(en) oder ähnliche Funktionen auch durch andere Komponenten oder Anordnungen davon durchgeführt werden können, die Verzweiger, Koppler, Summierer und/oder Abtasteinrichtungen umfassen können. Die Leistungsverstärkerarchitektur wurde ferner als verschiedene Konfigurationen mit diskreten Komponenten verwendend beschrieben, obwohl es sich versteht, dass die Architektur und Teile davon in anwendungsspezifischen integrierten Schaltungen, softwaregesteuerten Verarbeitungsschaltkreisen, in Firmware oder in andere Anordnungen diskreter Komponenten implementiert werden können, wie für Durchschnittsfachleute mit Hilfe der vorliegenden Offenlegung offensichtlich sein wird. Das Beschriebene ist lediglich eine Veranschaulichung der Anwendung der Prinzipien der vorliegenden Erfindung. Für Fachleute ist ohne Weiteres erkennbar, dass diese und verschiedene andere Modifikationen, Anordnungen und Verfahren an der vorliegenden Erfindung vorgenommen werden können, ohne strikt die hier dargestellten und beschriebenen Anwendungsbeispiele zu befolgen und ohne von dem Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verstärken eines Eingangssignals mit mehreren einzeln einstellbaren Verstärkerstufen,

wobei das Verfahren durch die folgenden Schritte gekennzeichnet ist:

ein variables Leistungsaufteilungsnetzwerk (**48**), das das Eingangssignal empfängt, das eine bestimmte Leistung aufweist, und wobei das variable Leistungsaufteilungsnetzwerk die Eingangssignalleistung in veränderlichen Anteilen auf die mindestens eine aktive einzeln abstimmbare Verstärkerstufe zuteilt, wobei die Neuzuteilung auf einem Vorwärtskopplungs-Eingangssignalleistungspegel basiert.

2. Verfahren nach Anspruch 1 mit den folgenden Schritten:

Verstärken des Signals durch die mindestens eine aktive Verstärkerstufe (**26a-d**), um ein verstärktes Signal zu erzeugen; und

Verwenden eines Teils des verstärkten Signals aus der mindestens einen Verstärkerstufe (**26a-d**) bei der Erzeugung eines verstärkten Ausgangssignals.

3. Verfahren nach Anspruch 1 mit den folgenden Schritten:

Erhalten von Aufwärtssignalinformationen, wobei das Aufteilen des Eingangssignals als Reaktion auf die Aufwärtssignalinformationen erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 2 mit den folgenden Schritten:

Zuführen des Signals zu N aktiven Verstärkerstufen (**26a-d**), die das Signal verstärken, um N verstärkte Signale zu erzeugen, die kombiniert werden, um ein verstärktes Ausgangssignal zu erzeugen;

Wechseln zum Zuführen des Signals zu M aktiven Verstärkerstufen (**26a-d**), wobei M nicht gleich N ist; und wobei das Wechseln, Verstärken und Verwenden folgendes umfaßt:

Ändern des Leistungspegels des den M aktiven Verstärkerstufen (**26a-d**) zugeführten Signals;

Verstärken des Signals durch die M aktiven Verstärkerstufen (**26a-d**), um M verstärkte Signale zu erzeugen; und

Kombinieren der M verstärkten Signale in verschiedenen Anteilen, um das verstärkte Ausgangssignal zu erzeugen.

5. Verfahren nach Anspruch 2 mit den folgenden Schritten:

Zuführen des Signals zu N aktiven Verstärkerstufen (**26a-d**), die das Signal verstärken, um N verstärkte Signale zu erzeugen, die kombiniert werden, um ein verstärktes Ausgangssignal zu erzeugen; und

Ändern der Funktionsweise der N aktiven Verstärkerstufen (**26a-d**);

wobei das Ändern, Verstärken und Verwenden folgendes umfaßt:

Ändern des Leistungspegels des den N aktiven Verstärkerstufen (**26a-d**) zugeführten Signals;

Verstärken des Signals durch die N aktiven Verstärkerstufen (**26a-d**), um N verstärkte Signale zu erzeugen; und

Kombinieren der N verstärkten Signale in verschiedenen Anteilen, um das verstärkte Ausgangssignal zu erzeugen.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei bei dem Aufteilen des Eingangssignals zur Bereitstellung eines Signals das Signal von zwischen zur Konstruktion des Signals verwendeten Signalkomponenten bereitgestellten Phasenverschiebungen abhängt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das Leistungsaufteilungsnetzwerk (**48**) mindestens einen variablen Teiler (**60a-c**) enthält, wobei das Verfahren folgendes umfaßt:

Auf koppeln von Signalkomponenten eines an dem variablen Teiler (**60a-c**) empfangenen Eingangssignals auf einen ersten und einen zweiten Weg (**89, 90**);

Bereitstellen einer relativen Phasenverschiebung zwischen den Signalkomponenten auf dem ersten und dem zweiten Weg; und

Verteilen der Signalkomponenten auf dem ersten und dem zweiten Weg (**89, 90**) auf einen ersten und einen zweiten Ausgangsport in Anteilen, die von der relativen Phasenverschiebung abhängen.

8. Verfahren zum Erzeugen eines verstärkten Signals mit mehreren einzeln einstellbaren Verstärkerstufen (**26a-d**), wobei das Verfahren durch die folgenden Schritte gekennzeichnet ist:

Kombinieren mindestens eines veränderlichen Anteils eines verstärkten Signals aus mindestens einer einzeln einstellbaren aktiven Verstärkerstufe (**26a-d**) mit dem verstärkten Signal aus mindestens einer anderen einzeln einstellbaren aktiven Verstärkerstufe (**26a-d**), um das verstärkte Ausgangssignal zu erzeugen, wobei der veränderliche Anteil auf einem Vorwärtskopplungs-Eingangssignalleistungspegel basiert.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das Kombinieren folgendes umfaßt:

Aufkoppeln von Signalkomponenten des an den Eingangsports eines variablen Kombinierers (**64a-c**) empfan-

genen Eingangssignals auf einen ersten und einen zweiten Weg (**122, 124**);
 Bereitstellen einer relativen Phasenverschiebung zwischen den Signalkomponenten auf dem ersten und dem zweiten Weg (**122, 124**); und
 Verteilen der Signalkomponenten auf dem ersten und dem zweiten Weg (**122, 124**) auf einen Ausgangsport in Anteilen, die von der relativen Phasenverschiebung abhängen.

10. Leistungs-Verstärkungssystem, gekennzeichnet durch:
 einen Verstärker (**41**) mit mehreren einzeln einstellbaren Verstärkerstufen (**26a–d**);
 ein variables Leistungsaufteilungsnetzwerk (**48**), das so konfiguriert ist, daß es ein Eingangssignal aufteilt und Leistungspegel des Eingangssignals auf die mindestens eine aktive einzeln abstimmbare Verstärkerstufe (**26a–d**) zuteilt, wobei die Neuzuteilung auf einem Vorwärtskopplungs-Eingangssignalleistungspegel basiert; und
 ein Kombiniernetzwerk (**50**), das so konfiguriert ist, daß es verstärkte Signale aus den mehreren einzeln einstellbaren aktiven Verstärkerstufen (**26a–d**) empfängt.

11. System nach Anspruch 10, wobei das Kombiniernetzwerk (**50**) so konfiguriert ist, daß es die verstärkten Signale aus den mehreren aktiven Verstärkerstufen (**26a–d**) in veränderlichen Anteilen kombiniert, um ein verstärktes Ausgangssignal zu erzeugen.

12. System nach Anspruch 10 mit Verarbeitungsschaltkreisen (**42**) zum Zuführen von Phasenverschiebungssteuersignalen zu dem variablen Leistungsaufteilungsnetzwerk und dem Kombiniernetzwerk als Reaktion auf Aufwärtssignalinformationen.

13. System nach Anspruch 10, wobei der Verstärker (**41**) eine erste Betriebsart mit N aktiven Verstärkerstufen (**26a–d**), die das Signal verstärken, um N verstärkte Signale zu erzeugen, die kombiniert werden, um ein verstärktes Ausgangssignal zu erzeugen, und mindestens eine zweite Betriebsart mit M aktiven Verstärkerstufen (**26a–d**), wobei M nicht gleich N ist, aufweist, wobei das variable Leistungsaufteilungsnetzwerk (**48**) so konfiguriert ist, daß es die Leistungspegel des den M aktiven Verstärkerstufen (**26a–d**) zugeführten Eingangssignals zuteilt, wobei der Verstärker (**41**) so konfiguriert ist, daß er das Eingangssignal verstärkt, um M verstärkte Signale zu erzeugen, und das Kombiniernetzwerk (**50**) so konfiguriert ist, daß es die M verstärkten Signale in verschiedenen Anteilen kombiniert, um das verstärkte Ausgangssignal zu erzeugen.

14. System nach Anspruch 10, wobei der Verstärker eine erste Betriebsart mit N aktiven Verstärkerstufen (**26a–d**), die die Signale verstärken, um N verstärkte Signale zu erzeugen, die kombiniert werden, um ein verstärktes Ausgangssignal zu erzeugen, und mindestens eine zweite Betriebsart aufweist, wobei die N aktiven Verstärkerstufen (**26a–d**) mit verschiedenen Leistungspegeln arbeiten, wobei das variable Leistungsaufteilungsnetzwerk (**48**) so konfiguriert ist, daß es die Leistungspegel des den N aktiven Verstärkerstufen (**26a–d**) zugeführten Eingangssignals ändert, wobei die N aktiven Verstärkerstufen (**26a–d**) so konfiguriert sind, daß sie die Signale verstärken, um N verstärkte Signale zu erzeugen, und das Kombiniernetzwerk (**50**) so konfiguriert ist, daß es die N verstärkten Signale empfängt und die M verstärkten Signale in verschiedenen Anteilen kombiniert, um das verstärkte Ausgangssignal zu erzeugen.

15. Leistungs-Verstärkungssystem (**40**), gekennzeichnet durch:
 ein variables Kombiniernetzwerk (**50**), das so konfiguriert ist, daß es mindestens ein verstärktes Signal aus mindestens einer einzeln einstellbaren aktiven Verstärkerstufe (**26a–d**) empfängt und das verstärkte Signal in veränderlichem Anteil benutzt, um ein verstärktes Ausgangssignal zu erzeugen, wobei der veränderliche Anteil auf einem Vorwärtskopplungs-Eingangssignalleistungspegel basiert.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

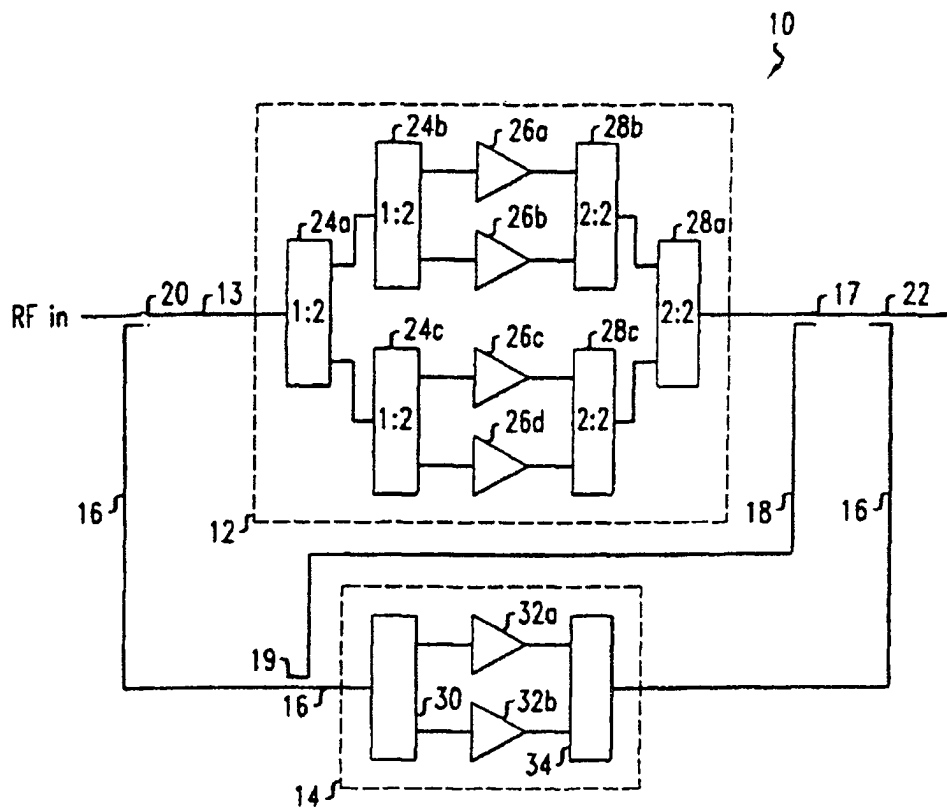


FIG. 2

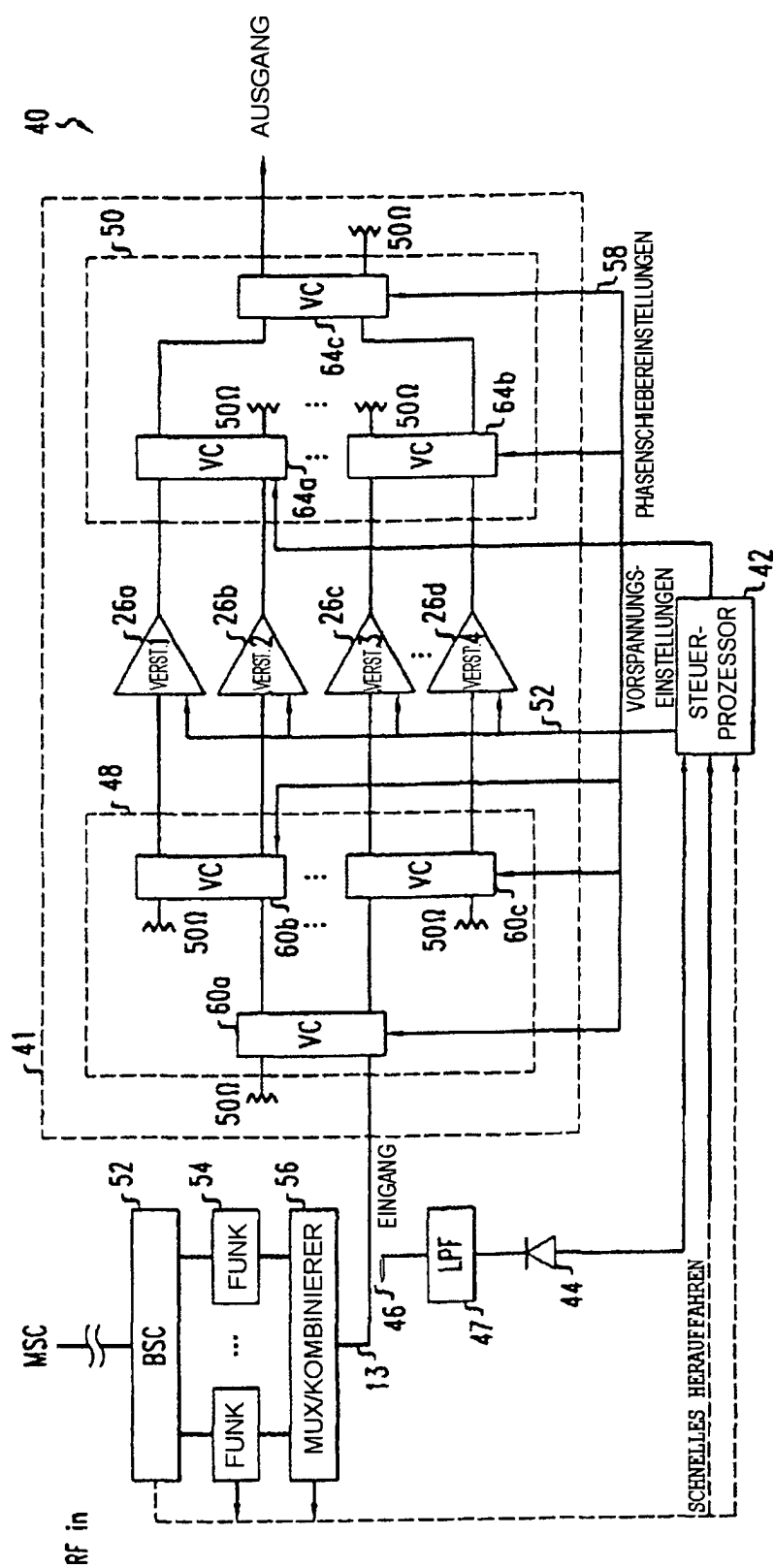


FIG. 3

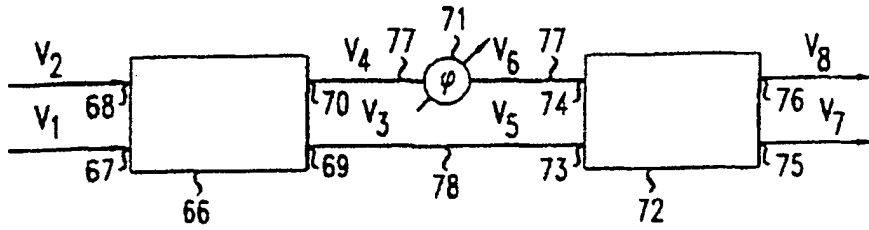


FIG. 4

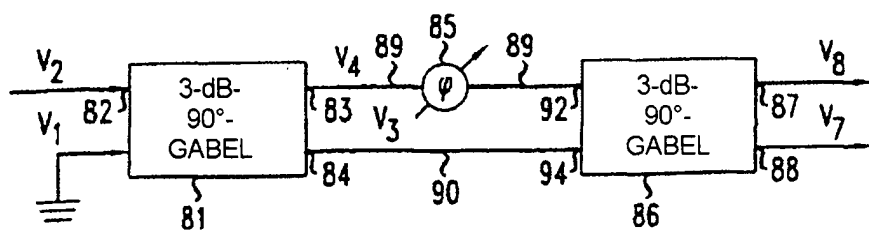


FIG. 5

