



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 02 882 T2** 2005.04.21

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 191 707 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 02 882.1**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 301 204.2**

(96) Europäischer Anmeldetag: **12.02.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.03.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **21.04.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **21.04.2005**

(51) Int Cl.7: **H04B 7/06**

H03F 3/60, H03F 3/68

(30) Unionspriorität:

631885 04.08.2000 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FI, FR, GB, SE

(73) Patentinhaber:

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

(72) Erfinder:

Ma, Zhengxiang, Summit, New Jersey 07901, US;

Polakos, Paul Anthony, Marlboro, New Jersey

07746, US

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: **Mehrfachnutzung von Leistungsverstärkern in einem Funk-Kommunikationssystem mit Sende-
diversität**

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 Erfindungsgebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft die wirksame Nutzung von Verstärkerleistungsabgabefähigkeit beispielsweise in einem Funkkommunikationssystem mit Sendediversity.

Stand der Technik

[0002] In Funkkommunikationssystemen ist ein geographischer Bereich in eine Mehrzahl von räumlich getrennten Bereichen eingeteilt, die „Zellen“ genannt werden. Jede Zelle enthält eine Basisstation, die Geräte zum Kommunizieren mit einer Mobilvermittlungsstelle (MSC – mobile switching center) enthält. Die MSC ist mit einem Orts- und/oder Fernverkehrsübertragungsnetz wie beispielsweise einem öffentlichen Wählnetz (PSTN – public switched telephone network) verbunden. Jede Basisstation enthält auch Funkvorrichtungen, Leistungsverstärker und Antennen, die von der Basisstation zum Kommunizieren mit Mobilstationen benutzt werden, wobei jede Kommunikationsbeziehung mit einer bestimmten Mobilstation als eine „Verbindung“ bezeichnet wird.

[0003] Wenn sich eine Mobilstation bewegt, verändert sich die Stärke der an der Mobilstation von einer Basisstation empfangenen Signale. Diese Veränderung beruht auf verschiedenen Faktoren einschließlich der Entfernung der Mobilstation von der Basisstation, der Auslöschung aufgrund sogenannter gegenphasiger Mehrwegeausbreitungen und der Gegenwart von Hindernissen wie beispielsweise Gebäuden auf dem Weg des Signals von der Basisstation zur Mobilstation. Diese Erscheinung wird als Schwund bezeichnet. Eine Weise zur Behandlung von Schwund ist mit einem als Sendediversity bekannten Verfahren. Sendediversity bedeutet die Übertragung eines Signals über mindestens zwei beabstandete Antennen. Wenn zwei Antennen benutzt werden, wird das Signal unter Verwendung von zwei getrennten Codierungsfolgen verarbeitet, um zwei diversitycodierte Signale zu erzeugen, von denen jedes in einem von zwei Leistungsverstärkern verstärkt und über eine der zwei Antennen übertragen wird. Da die diversitycodierten Signale über beabstandete Antennen übertragen werden, ist der Schwund der zwei diversitycodierten Signale unterschiedlich. Dadurch kann die kombinierte Sendeleistung der diversitycodierten Signale verringert werden, ohne die Güte des an der Mobilstation empfangenen Signals herabzusetzen. Typischerweise wird bei der Verwendung von Sendediversity eine Verstärkung von 3 dB realisiert. Das bedeutet, daß die kombinierte Sendeleistung der zwei (an eine der Mobilstationen gerichteten) diversitycodierten Signale ohne die Güte der Kommunikation zu beeinflussen rund die Hälfte der Sendeleistung eines ohne Sendediversity übertragenen Signals betragen kann. Durch eine Verringerung der Sendeleistung wird eine Steigerung der Anzahl von Signalen ermöglicht, die gleichzeitig übertragen werden können, womit die Belastbarkeit erhöht wird. (Die Belastbarkeit des Funkkommunikationssystems ist die Anzahl von Verbindungen, die gleichzeitig vom Funkkommunikationssystem getragen werden können.) Diese Steigerung der Belastbarkeit wird ohne Steigerung der gesamten Leistungsverstärker-Leistungsabgabefähigkeit erhalten, wobei die Leistungsabgabefähigkeit eines Leistungsverstärkers der maximale Entwurfs-Ausgangsleistungspegel ist, auf dem er über eine längere Zeitdauer hinweg betrieben werden kann. Da es zwei Leistungsverstärker gibt, einen für jedes der diversitycodierten Signale, ist die gesamte Leistungsverstärker-Leistungsabgabefähigkeit die gleiche wie die des in einem Nichtdiversitysystem benutzten Leistungsverstärkers (einem Funkkommunikationssystem, das keine Sendediversity benutzt), wenn jeder Leistungsverstärker die halbe Leistungsabgabefähigkeit des Leistungsverstärkers des Nichtdiversitysystems aufweist. Als Alternative ermöglicht die Verringerung der durch Verwendung von Sendediversity erhaltenen Sendeleistung die Verringerung der Leistungsabgabefähigkeit jedes der beiden Leistungsverstärker auf rund ein Viertel der Leistungsabgabefähigkeit des Leistungsverstärkers eines Nichtdiversitysystems mit derselben Belastbarkeit.

[0004] Um die Nutzen von Sendediversity zu erlangen, muß die Mobilstation diversityfähig sein, was bedeutet, daß sie dafür ausgelegt ist, die zwei diversitycodierten Signale nach ihrem Empfang an der Mobilstation zu verarbeiten und zu kombinieren. Wenn die Mobilstation nicht diversityfähig ist, wird sie nicht in der Lage sein, die diversitycodierten Signale zu verarbeiten und zu kombinieren. Gegenwärtig sind die meisten Mobilstationen nicht diversityfähig. Es ist daher vorteilhaft, wenn eine Basisstation sowohl mit diversityfähigen Mobilstationen als auch solchen, die es nicht sind, kommunizieren kann. Es gibt zwei Fälle, die definieren, welche Leistungsabgabefähigkeit für einen der zwei Verstärker der Basisstation benötigt wird, wobei jeder definiert, welche Leistungsabgabefähigkeit für einen der zwei Leistungsverstärker der Basisstation benötigt wird. Im ersten Fall ist die Basisstation voll ausgelastet und kommuniziert nur mit nicht diversityfähigen Mobilstationen. In diesem Fall werden alle Signale von einem der Leistungsverstärker der Basisstation, beispielsweise einem ersten Leistungsverstärker, verstärkt, und über eine Antenne übertragen. Die Leistungsabgabefähigkeit des ersten Leistungsverstärkers muß daher hoch genug sein, um alle Signale zu verstärken und dabei zumindest dieselbe

Fähigkeit wie die eines Systems ohne Sendediversity aufrechtzuerhalten. Im zweiten Fall ist die Basisstation voll ausgelastet und kommuniziert nur mit diversityfähigen Mobilstationen. In diesem Fall wird jedes der Signale codiert, um zwei diversitycodierte Signale zu erzeugen, von denen jedes in einem der zwei Leistungsverstärker verstärkt wird. Der zweite Leistungsverstärker kann daher kleiner als der erste Leistungsverstärker sein, da wie oben erläutert die Leistung der unter Verwendung von Sendediversity übertragenen Signale geringer ist als die Leistung der Signale, die ohne ihre Verwendung übertragen werden. Der zweite Leistungsverstärker muß jedoch immer noch stark genug sein, eines der zwei diversitycodierten Signale für jede Mobilstation zu verstärken.

[0005] Eines der Probleme bei der obenbeschriebenen Basisstation besteht darin, daß mindestens einer (und gewöhnlich beide) der Leistungsverstärker die meiste Zeit nicht voll ausgenutzt ist. Wenn alle mit der Basisstation kommunizierenden Mobilstationen nicht diversityfähig sind, werden alle von der Basisstation zu den Mobilstationen übertragenen Signale vom ersten Leistungsverstärker verstärkt, wodurch der zweite Leistungsverstärker unbenutzt gelassen wird. Wenn irgendeines der mit der Basisstation kommunizierenden Mobilstationen diversityfähig ist, werden die Signale zu diesen Mobilstationen von beiden Leistungsverstärkern verstärkt. Wenn der zweite Leistungsverstärker kleiner als der erste Leistungsverstärker ist, dann wird der erste Leistungsverstärker nicht voll ausgenutzt und so ist mindestens einer der zwei Leistungsverstärker stets unterbelastet. Wenn der zweite Leistungsverstärker die gleiche Größe wie der erste Leistungsverstärker aufweist, dann ist der erste Leistungsverstärker zwar nicht unbedingt unterbelastet, doch der zweite Leistungsverstärker weist nun eine ziemlich große Leistungsabgabefähigkeit auf und wenn alle Mobilstationen nicht diversityfähig sind, dann ist die Leistungsabgabefähigkeit verschwendet. (Man beachte, daß in diesem Fall ein ziemlich großer Betrag der Leistungsabgabefähigkeit dieses Leistungsverstärkers verschwendet wird, selbst wenn einige der Mobilstationen diversityfähig und einige nicht diversityfähig sind.). Da die Kosten des Leistungsverstärkers im direkten Verhältnis zu seiner Leistungsabgabefähigkeit stehen und da in derartigen Anwendungen benutzte Leistungsverstärker sehr teuer sind (typischerweise 15% bis 25% der Gesamtkosten der Basisstation), kann die verschwendete Leistungsabgabefähigkeit in beiden der obigen Fälle eine bedeutende Ausgabe darstellen.

[0006] Es daher wünschenswert, daß eine Basisstation in der Lage ist, sowohl mit diversityfähigen Mobilstationen als auch solchen, die nicht diversityfähig sind, zu kommunizieren und dabei die Leistungsverstärker der Basisstation voller ausgenutzt werden.

[0007] In US-A-5 675 285 ist ein System offenbart, bei dem die Spitzenbildung von mehreren, an die Eingänge von zwei oder mehr getrennten Verstärkern angelegten Eingangssignalen und die sich ergebende Intermodulation verringert oder vermieden werden kann durch: a) Aufteilen jedes der Eingangssignale in Komponenten, aus denen die ursprünglichen Eingangssignale wiederhergestellt werden können, z.B. durch Verwendung einer Butler-Matrix der Größenordnung von größer als 2×2 ; b) Entwickeln eines besonders aufgebauten Signals, das gleicherweise in Komponenten aufgeteilt wird; c) Zuführen einer Komponente von jedem der Eingangssignale und einer Komponente des besonders aufgebauten Signals zu mindestens einem der Verstärker; und d) Aufbauen von verstärkten Versionen der ursprünglichen Eingangssignale aus den Ausgaben der Verstärker, z.B. durch Verwendung einer weiteren identischen Butler-Matrix. Das besonders aufgebaute Signal wird erzeugt, um 1) Spitzenbildung an einem der Verstärker, dessen Eingangssignal-Spitzenbildung die höchste Spitze während einer bestimmten Zeitdauer ergibt; und 2) Intermodulation in den Ausgangssignalen zu verringern. Die Eingangssignale können jeweils ein moduliertes Trägersignal sein und jede der verstärkten Versionen der ursprünglichen Eingangssignale wird einer anderen Antenne zur Übertragung zugeführt. Das besonders aufgebaute Signal kann die gesamte Bandbreite der verstärkten Signale überspannen, während seine verstärkte Version verworfen, z.B. nicht irgendeiner Antenne zugeführt werden kann.

[0008] In EP-A-1 018 808 wird ein Verfahren für die CDMA-Übertragung von Mengen von Datensymbolen an in eine oder mehrere Benutzergruppen organisierte Benutzer beschrieben. Jede Benutzergruppe wird mit einer als „Codegruppe“ bezeichneten Gruppe von Spreizcodes gepaart. Jede Menge von Datensymbolen, die für entsprechende Benutzer einer gegebenen Benutzergruppe bestimmt sind, wird in der Form von zwei oder mehr getrennten Signalfolgen übertragen. Jede derartige Signalfolge wird von einer entsprechenden von zwei oder mehr Sendeantennen übertragen. Jede Signalfolge ist eine lineare Kombination von der entsprechenden Codegruppe zugeordneten Spreizcodefolgen. Innerhalb jeder dieser linearen Kombinationen weist jede erscheinende Spreizcodefolge einen skalaren Koeffizienten auf. Jeder dieser skalaren Koeffizienten ist eine lineare Kombination von passenden Datensymbolen (d.h. für Benutzer in der gegebenen Benutzergruppe bestimmten Datensymbolen) oder von konjugiert komplexen passenden Datensymbolen.

Kurze Darstellung der Erfindung

[0009] Erfindungsgemäße Verfahren und Vorrichtungen entsprechen den unabhängigen Ansprüchen. Bevorzugte Ausbildungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen aufgeführt.

[0010] Die vorliegende Erfindung löst die obigen Probleme durch Teilen von Verstärkern in einem System, das zur Berücksichtigung von Sendediversity ausgelegt ist. Die Verstärker werden geteilt, um 1) ein erstes und ein zweites diversitycodiertes Signal zu verstärken, das jeweils die Information eines ersten Signals darstellt, das unter Verwendung von Sendediversity zu übertragen ist, und 2) ein zweites Signal zu verstärken, das ohne Verwendung von Sendediversity zu übertragen ist.

[0011] Bei einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung werden das erste und zweite diversitycodierte Signal dazu benutzt, ein erstes und ein zweites zusammengesetztes Signal zu bilden. Jedes zusammengesetzte Signal wird in einem anderen von zwei Leistungsverstärkern verstärkt. Jedes verstärkte zusammengesetzte Signal wird dann dazu benutzt, ein verstärktes erstes diversitycodiertes Signal und ein verstärktes zweites diversitycodiertes Signal zu bilden. Wahlweise kann das verstärkte erste und zweite diversitycodierte Signal ein verstärktes und phasenverschobenes erstes und zweites diversitycodiertes Signal sein.

[0012] Das erste und zweite zusammengesetzte Signal kann auch unter Verwendung des zweiten Signals gebildet werden. Jedes zusammengesetzte wird dann in einem anderen der zwei Leistungsverstärker verstärkt und die zwei verstärkten zusammengesetzten Signale werden dazu benutzt, ein verstärktes zweites Signal zu bilden. In diesem Fall ist die Leistung jedes zusammengesetzten Signals nur die Hälfte der Leistung des zweiten Signals. Dadurch wird ermöglicht, daß die Leistungsabgabefähigkeit jedes der zwei Leistungsverstärker die Hälfte der Leistungsabgabefähigkeit eines Leistungsverstärkers eines Nichtdiversitysystems mit derselben Belastbarkeit ist. Beide Verstärker werden daher benutzt, wenn ein Signal ohne Sendediversity übertragen wird, wodurch jegliche Verschwendung von Leistungsverstärker-Leistungsabgabefähigkeit und die zugehörigen Kosten verringert werden. Da zusätzlich die Verstärker die gleiche Größe aufweisen, ist die Leistung des zusammengesetzten Signals bei Verwendung von Sendediversity die Hälfte der Leistung der Summe des ersten und zweiten diversitycodierten Signals und die zwei Verstärker werden ebenfalls voller ausgenutzt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0013] Fig. 1 ist ein Teil eines herkömmlichen Funkkommunikationssystems;

[0014] Fig. 2 ist ein Teil einer Basisstation des in Fig. 1 gezeigten Funkkommunikationssystems;

[0015] Fig. 3 zeigt zwei beabstandete Antennen und einen Teil eines Senders, der in der Lage ist, Signale unter Verwendung von Sendediversity zu übertragen;

[0016] Fig. 4 ist eine Zelle eines Funkkommunikationssystems, die die Basisstation mit dem Sender der Fig. 3 enthält;

[0017] Fig. 5 zeigt zwei beabstandete Antennen und einen Teil eines Senders, der in der Lage ist, sowohl Signale unter Verwendung von Sendediversity als auch Signale ohne Verwendung von Sendediversity zu übertragen;

[0018] Fig. 6 zeigt zwei beabstandete Antennen und einen Teil eines Senders, der in der Lage ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung Leistungsverstärker zu teilen;

[0019] Fig. 6a zeigt eine Ausführung einer 90°-Hybridweiche;

[0020] Fig. 7 zeigt zwei beabstandete Antennen und einen Teil eines Senders, der in der Lage ist, gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung Leistungsverstärker zu teilen;

[0021] Fig. 7a zeigt eine Ausführung einer 180° Hybridweiche;

[0022] Fig. 7b zeigt herkömmliche Vorwärtsregelschleifen zum Kompensieren der Nichtlinearität der Leistungsverstärker;

[0023] Fig. 8 zeigt zwei beabstandete Antennen und einen Teil eines Senders, der in der Lage ist, gemäß ei-

ner weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung Leistungsverstärker zu teilen; und

[0024] Fig. 8a zeigt einen digitalen Vorverzerrer;

[0025] Fig. 9 zeigt zwei beabstandete Antennen und einen Teil eines Senders, der in der Lage ist, gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung Leistungsverstärker zu teilen.

Ausführliche Beschreibung

[0026] In dem in Fig. 1 gezeigten herkömmlichen Funkkommunikationssystem **100** ist ein geographischer Bereich in mehrere Zellen **102**, **104** und **106** aufgeteilt. Jede Zelle **102**, **104** und **106** enthält mindestens eine Basisstation **112**, **114** bzw. **116**. Jede Basisstation **112**, **114** und **116** enthält Geräte zum Kommunizieren mit der Mobilvermittlungsstelle (MSC) **120**. Die MSC **120** ist mit einem Orts- und/oder Fernverkehrsübertragungsnetz **121** wie beispielsweise einem öffentlichen Wählnetz (PSTN) verbunden. Jede Basisstation enthält auch Vorrichtungen zum Kommunizieren mit Mobilstationen wie beispielsweise **122**, **124**. Jede Kommunikationsbeziehung mit einer bestimmten Mobilstation wird als „Verbindung“ bezeichnet.

[0027] Fig. 2 zeigt die Basisstation **112** ausführlicher. Die Basisstation **112** enthält die Steuerung **125**, die an den Sender **130** und den Empfänger **135** angekoppelt ist. Der Sender **130** und Empfänger **135** sind an die Antenne **140** angekoppelt. Die Funktionsweise der Basisstation **112** wird nunmehr anhand der Fig. 1 und 2 beschrieben. Von der MSC **120** werden Digitalsignale zur Steuerung **125** gesendet. Diese Digitalsignale können Signale zur Steuerung des Funkkommunikationssystems **100** sein oder sie können Signale sein, die für die Mobilstation **122** bestimmte Sprache oder Daten übermitteln. Die Steuerung **125** sendet die Digitalsignale zum Sender **130**. Der Sender **130** enthält Kanalverarbeitungsschaltungen **147** und die Funkvorrichtung **150**. Von den Kanalverarbeitungsschaltungen **147** wird jedes Digitalsignal codiert und von der Funkvorrichtung **150** werden die codierten Signale auf ein Hochfrequenz(HF-)Signal auf moduliert. Das HF-Signal wird dann im Leistungsverstärker **170** mit einer Leistungsabgabefähigkeit von P und einer Verstärkung von A verstärkt. (Die Leistungsabgabefähigkeit des Leistungsverstärkers ist der maximale Entwurfs-Ausgangsleistungspegel, auf dem der Leistungsverstärker über eine längere Zeitdauer hinweg betrieben werden kann.) Das Ergebnis der Verstärkung ist das Signal **165**, das über die Antenne **140** zur Mobilstation **122** übertragen wird. Die Antenne **140** empfängt auch von der Mobilstation **122** zur Basisstation **112** gesendete Signale **162**. Von der Antenne **140** werden diese Signale zum Empfänger **135** gesendet, der sie in Digitalsignale demoduliert und zur Steuerung **125** sendet, die sie zur MSC **120** sendet.

[0028] Wenn sich die Mobilstation **122** bewegt, verändert sich die Stärke des an der Mobilstation **122** empfangenen Signals aufgrund von Schwund, der beispielsweise durch Änderungen der Entfernung der Mobilstation **122** von der Basisstation **112**, die Auslöschung aufgrund von gegenphasigen Mehrwegeausbreitungen und die Gegenwart von Hindernissen auf dem Weg des Signals **165** verursacht sein kann. Beispielsweise wird der Weg des Signals **165** durch das Gebäude **164** blockiert. Das Signal **165** erfährt bei seinem Durchlaufen des Gebäudes **164** eine starke Dämpfung und die Stärke des an der Mobilstation **122** empfangenen Signals kann daher sehr schwach sein. Zusätzlich können an der Mobilstation **122** auch Mehrwegeausbreitungen des Signals **165** empfangen werden. Mehrwegeausbreitungen eines Signals sind Teile des Signals, die über andere Wege als den Weg der direkten Sichtlinie zwischen der Basisstation **112** und der Mobilstation **122** zur Mobilstation laufen. Beispielsweise wird eine Mehrwegeausbreitung des Signals **165** erzeugt, wenn das Signal **165** auf das Gebäude **164** auftrifft und ein Teil des Signals **165** vom Gebäude **164** ab und dann von der Hügelreihe **166** ab reflektiert wird, um schließlich die Mobilstation **122** zu erreichen. Wenn die Mehrwegeausbreitung des Signals **165** die Mobilstation **122** erreicht, ist das Mehrwegesignal bedeutend schwächer als das Empfangssignal gewesen wäre, wenn das Gebäude **164** seinen Weg zur Mobilstation **122** nicht blockiert hätte. Zusätzlich kann die Mehrwegeausbreitung des Signals **165** gegenphasig zum Signal **165** sein, in welchem Fall sich die Mehrwegeausbreitung und das Signal auslöschten – ein Signal mit geringerer Leistung erzeugen – wenn sie an der Mobilstation **122** zusammenkommen. Die Summe des an der Mobilstation **122** empfangenen gedämpften Signals **165** und der an der Mobilstation **122** empfangenen Mehrwegeausbreitungen des Signals **165** kann bedeutend schwächer sein, als das Empfangssignal gewesen wäre, hätte es sich die gegenphasigen Mehrwegeausbreitung und die Blockierung des Gebäudes **164** gegeben. Die Basisstation **112** muß daher das Signal **165** mit viel höherer Leistung übertragen, damit die Mobilstation **122** das Signal **165** mit annehmbarer Leistung empfängt.

[0029] Eine Weise der Behandlung von Schwund ist mit einem als Sendediversity bekannten Verfahren. Sendediversity bedeutet, in der Lage zu sein, mehrere diversitycodierte Duplikate eines Signals über Kanäle zu übertragen, die unkorrelierte Schwundeigenschaften aufweisen. Die diversitycodierten Duplikate des Signals

können unter Verwendung von Diversitycodes und Codierungsfolgen wie oben beschrieben erzeugt werden. Sendediversity kann unter Verwendung von Raumdiversity, d.h. Übertragung der diversitycodierten Signale über beabstandete Antennen, Zeitdiversity, d.h. Übertragungen der diversitycodierten Signale in gegenseitigem Zeitabstand, Polarisationsdiversity, d.h. Übertragung der diversitycodierten Signale über zwei Antennen mit unterschiedlicher Polarisation oder einer beliebigen anderen Form von Diversity realisiert werden. Zwecks leichterem Bezugnahme wird die Erfindung mit Raumdiversity erläutert, obwohl ein beliebiges Diversityverfahren benutzt werden kann.

[0030] Fig. 3 zeigt den mit zwei beabstandeten Antennen **240** und **245** verbundenen Sender **230**. Der Sender **230** und die Antennen **240** und **245** können den Sender **130** und die Antenne **140** in der Basisstation **112** ersetzen, um der Basisstation **112** die Übertragung von Signalen nur mit Sendediversity zu ermöglichen. Das Digitalsignal wird von der Steuerung den Kanalverarbeitungsschaltungen **247** zugeführt, wo das Signal dupliziert wird und jedes der Duplikate unter Verwendung einer ausgeprägten Codierungsfolge codiert wird, um ein erstes und ein zweites diversitycodiertes Signal zu erzeugen. Jedes diversitycodierte Signal wird einem anderen von zwei Funkvorrichtungen **250** und **255** zugeführt, wo jedes diversitycodierte Signal einem HF-Signal auf moduliert wird. Das erste diversitycodierte Signal wird dann im Leistungsverstärker **270** verstärkt und über die Antenne **240** übertragen und das zweite diversitycodierte Signal wird im Leistungsverstärker **275** verstärkt und über die Antenne **245** übertragen. Da die diversitycodierten Signale über beabstandete Antennen übertragen werden, wird der Schwund der beiden diversitycodierten Signale jeweils unterschiedlich sein. Beispielsweise zeigt die Fig. 4 die Basisstation **112**, die den Sender **230** und die Antennen **240** und **245** benutzt. Wie aus der Fig. 4 ersichtlich blockiert das Gebäude **164** den Weg des Signals **265** von der Antenne **245** zur Mobilstation **122**, aber das Gebäude **164** blockiert nicht den Weg des Signals **260** von der Antenne **240** zur Mobilstation **122**.

[0031] Der unterschiedliche Schwund der über die beabstandeten Antennen **240** und **245** übertragenen Signale ermöglicht die Verringerung der kombinierten Sendeleistung der diversitycodierten Signale, ohne die Güte des an der Mobilstation **122** empfangenen Signals zu verringern. Typischerweise wird bei Verwendung von Sendediversity ein Gewinn von 3 dB realisiert. Das bedeutet, daß die kombinierte Sendeleistung der an die Mobilstation **122** gerichteten zwei diversitycodierten Signale, ohne die Güte der Kommunikationen zu beeinflussen, rund die Hälfte einer Nichtdiversity-Sendeleistung sein kann, die die Sendeleistung eines ohne Sendediversity übertragenen Signals ist. Diese Verringerung der Sendeleistung ermöglicht eine Erhöhung der Anzahl von Signalen, die gleichzeitig übertragen werden können, wodurch die Belastbarkeit erhöht wird.

[0032] Da die kombinierte Sendeleistung der zwei an die Mobilstation **122** gerichteten diversitycodierten Signale rund die Hälfte der Nichtdiversity-Sendeleistung beträgt, kann die Sendeleistung jedes der diversitycodierten Signale rund ein Viertel der Nichtdiversity-Sendeleistung betragen. Wenn alle Kommunikationen mit den Mobilstationen Sendediversity benutzen, beträgt die kombinierte Leistung aller über einen bestimmten Leistungsverstärker übertragenen Signale (die an verschiedene Mobilstationen gerichtet sind) rund die Hälfte der Sendeleistung der über einen bestimmten Leistungsverstärker des Senders **130** übertragenen Signale, der keine Sendediversity benutzt. Unter Berücksichtigung der erhöhten Belastbarkeit wird diese Belastbarkeitserhöhung ohne Erhöhung der gesamten Leistungsverstärker-Leistungsabgabefähigkeit erhalten. Da es zwei Leistungsverstärker **270** und **275** gibt, ist die gesamte Leistungsverstärker-Leistungsabgabefähigkeit P die gleiche, wenn jeder Leistungsverstärker eine Leistungsabgabefähigkeit von $1/2 P$ aufweist, die Hälfte der Leistungsabgabefähigkeit P des Leistungsverstärkers **120** des Nichtdiversitysystems. (Als Alternative läßt die durch Verwendung von Sendediversity erhaltene Verringerung der Sendeleistung zu, daß die Leistungsabgabefähigkeit jedes der beiden Leistungsverstärker **270** und **275** ein Viertel der Leistungsabgabefähigkeit P des im Nichtdiversitysystem mit derselben Belastbarkeit C benutzten Leistungsverstärkers **170** ist.)

[0033] Eine Basisstation mit dem Sender **230** ist vorteilhaft, wenn alle Mobilstationen diversityfähig sind, womit gemeint ist, daß sie dafür ausgelegt sind, die zwei diversitycodierten Signale nach ihrem Empfang an den Mobilstationen verarbeiten und kombinieren zu können. Gegenwärtig sind die meisten Mobilstationen nicht diversityfähig. Es ist daher vorteilhaft, wenn eine Basisstation in der Lage ist, sowohl mit diversityfähigen Mobilstationen als auch mit solchen, die es nicht sind, zu kommunizieren. Fig. 5 zeigt den Sender **530** und beabstandete Antennen **240** und **245**, die in der Basisstation **112** benutzt werden können, damit die Basisstation **112** mit beiden Arten von Mobilstationen kommunizieren kann. Der Sender **530** weist Funkvorrichtungen **550** und **555** auf, die Signale für den ersten Leistungsverstärker **570** bzw. zweiten Leistungsverstärker **575** bereitstellen, wenn die Signale verstärkt sind. Die Signale werden dann über Antennen **240** und **245** übertragen. Wenn der Sender **530** mit einer Mobilstation kommuniziert, die nicht diversityfähig ist, arbeitet der Sender **530** wie der Sender **130** hinsichtlich einer bestimmten Mobilstation. Anders gesagt wird das Signal zu einer solchen Mobilstation nur im ersten Leistungsverstärker **570** verstärkt und nur über die Antenne **240** übertragen. Das

bedeutet, daß, damit das den Sender **530** benutzende System dieselbe Belastbarkeit C wie das den Sender **130** benutzende System behält, die Leistungsabgabefähigkeit des Leistungsverstärkers **570** die gleiche wie die des Leistungsverstärkers **170** sein muß. Die Leistungsabgabefähigkeit des Leistungsverstärkers **570** ist daher P. Dadurch kann eine Basisstation mit dem Sender **530** voll belastet sein und mit nur solchen Mobilstationen kommunizieren, die nicht diversityfähig sind. Wenn der Sender **530** mit einer diversityfähigen Mobilstation kommuniziert, arbeitet der Sender **530** wie der Sender **230** hinsichtlich einer bestimmten Mobilstation. Das bedeutet, daß der zweite Leistungsverstärker **575** kleiner als der erste Leistungsverstärker **570** sein kann, da wie oben erläutert die Leistung der unter Verwendung von Sendediversity übertragenen Signale geringer als die Leistung der ohne deren Anwendung übertragenen Signale ist.

[0034] In einer Basisstation, die den Sender **530** benutzt, ist mindestens einer (und gewöhnlich beide) der Leistungsverstärker **570** oder **575** die meiste Zeit nicht voll ausgelastet. Wenn alle der mit dem Sender **530** kommunizierenden Mobilstationen nicht diversityfähig sind, werden alle vom Sender **530** übertragenen Signale vom ersten Leistungsverstärker **570** verstärkt, wodurch der zweite Leistungsverstärker **575** unbelastet bleibt. Wenn irgendeine der mit dem Sender **530** kommunizierenden Mobilstationen diversityfähig ist, werden die Signale zu diesen Mobilstationen von beiden Leistungsverstärkern **570** und **575** verstärkt. Wenn der zweite Leistungsverstärker **575** eine geringere Leistungsabgabefähigkeit als der erste Leistungsverstärker **570** aufweist, dann ist der erste Leistungsverstärker **570** unterbelastet und so ist mindestens ein Leistungsverstärker **570** oder **575** stets unterbelastet. Wenn der zweite Leistungsverstärker **575** dieselbe Leistungsabgabefähigkeit wie der erste Leistungsverstärker **570** aufweist, dann hat der zweite Leistungsverstärker **575** eine ziemlich große Leistungsabgabefähigkeit P, obwohl der erste Leistungsverstärker **570** möglicherweise nicht unterbelastet ist, und je mehr Mobilstationen nicht diversityfähig sind, desto größer ist der Anteil dieser Leistungsabgabefähigkeit, der verloren geht. Da die Kosten des Leistungsverstärkers im direkten Verhältnis zu seiner Leistungsabgabefähigkeit stehen und da bei derartigen Anwendungen benutzte Leistungsverstärker sehr teuer sind (typischerweise 15% bis 25% der Gesamtkosten der Basisstation), kann die verschwendete Leistungsabgabefähigkeit in beiden Fällen eine bedeutende Ausgabe ausmachen.

[0035] Die Fig. 6 zeigt den Sender **630** und die beabstandeten Antennen **640** und **645**, die in der Basisstation **112** dazu benutzt werden können, der Basisstation **112** durch Teilen der Leistungsverstärker gemäß den Grundsätzen der Erfindung eine vollständigere Nutzung der Leistungsverstärker **670** und **675** zu erlauben. (Wie oben beschrieben wird die Erfindung zur Erleichterung der Bezugnahme mit Raumdiversity erläutert, obwohl ein beliebiges Diversityverfahren mit den Grundsätzen der vorliegenden Erfindung benutzt werden kann.)

[0036] Nunmehr wird die Funktionsweise einer Ausführungsform des Senders **630** beschrieben. Wenn der Sender mit einer Mobilstation kommuniziert, die diversityfähig ist, wird das erste Signal von der Steuerung den Kanalverarbeitungsschaltungen **647** zugeführt, wo das erste Signal in zwei Signale dupliziert wird. Die Art und Weise, auf die das Signal dupliziert wird, ist von der Art des benutzten Diversitycodes abhängig, wobei ein beliebiger Diversitycode wie beispielsweise Orthogonaldiversity oder Raumzeitpreizung benutzt werden kann. Die letztere ist ausführlicher in 3rd GENERATION PARTNERSHIP PROJECT; TECHNICAL SPECIFICATION GROUP RADIO ACCESS NETWORK; PHYSICAL CHANNELS AND MAPPING OF TRANSPORT CHANNELS ONTO PHYSICAL CHANNELS (FDD) 3 G TS 25.211 V3.1.1, Dezember 1999 beschrieben, die durch die vorliegende Bezugnahme hier aufgenommen wird (und insbesondere in Absatz 5.3.1.1 "Open Loop transmit diversity" (Seiten 15–19)). Durch Kanalverarbeitungsschaltungen wird dann eines der zwei duplizierten Signale unter Verwendung einer ersten Codierungsfolge codiert, um das erste diversitycodierte Signal zu erzeugen, und das andere der zwei duplizierten Signale unter Verwendung einer zweiten Codierungsfolge codiert, um das zweite diversitycodierte Signal zu erzeugen. Das erste und zweite diversitycodierte Signal läuft über Leitungen **680** bzw. **685** zu Funkvorrichtungen **650** bzw. **655**, wo jedes Signal einem HF-Signal auf moduliert wird.

[0037] Die zwei diversitycodierten Signale sind orthogonal zueinander. Dadurch wird verhindert, daß die zwei diversitycodierten Signale einander auslöschen, wenn sie an der Mobilstation empfangen werden. Die zwei diversitycodierten Signale können durch Verwendung einer ersten und einer zweiten Codierungsfolge, die orthogonal zueinander sind, orthogonal zueinander gemacht werden. Beispielsweise können bei CDMA-Kommunikationssystemen die zwei Codierungsfolgen zwei unterschiedliche Walsh-Codes sein (Walsh-Codes sind orthogonale Codierungsfolgen, die zur Codierung eines Signals am Sender benutzt werden, damit mehrere Signale die gleiche Bandbreite teilen können.)

[0038] Die zwei diversitycodierten Signale werden als Signale S_1 und S_2 an den Eingängen der Vorverstärker-Hybridweiche **690** benutzt. So ist im vorliegenden Fall S_1 das erste diversitycodierte Signal und S_2 ist das zweite diversitycodierte Signal. Von der Vorverstärker-Hybridweiche **690** wird jedes diversitycodierte Signal

dazu benutzt, ein erstes und ein zweites zusammengesetztes Signal zu bilden. Nunmehr wird eine Ausführungsform zum Bilden des ersten und zweiten zusammengesetzten Signals beschrieben, wobei jedes zusammengesetzte Signal durch jedes der zwei diversitycodierten Signale dargestellte Informationen enthält. Von der Vorverstärkerhybridweiche **690** werden erste und zweite repräsentative Signale von S_1 gebildet, wobei jedes repräsentative Signal die von S_1 dargestellten Informationen enthält, aber die Hälfte der Leistung von S_1 aufweist. Auf ähnliche Weise werden erste und zweite repräsentative Signale von S_2 gebildet, wobei jedes repräsentative Signal die durch S_2 dargestellten Informationen enthält, aber die Hälfte der Leistung von S_2 aufweist. Von der Vorverstärker-Hybridweiche werden die ersten repräsentativen Signale von S_1 und S_2 kombiniert, um das erste zusammengesetzte Signal zu bilden, und die zweiten repräsentativen Signale von S_1 und S_2 kombiniert, um das zweite zusammengesetzte Signal zu bilden.

[0039] Die ersten und zweiten zusammengesetzten Signale werden dann im ersten und zweiten Verstärker **670** bzw. **675** verstärkt und einer zweiten Vorrichtung wie beispielsweise einer Nachverstärker-Hybridweiche **697** zugeführt. Von der Nachverstärker-Hybridweiche **697** werden die verstärkten zusammengesetzten Signale dazu benutzt, erste und zweite repräsentative Signale von jedem der verstärkten zusammengesetzten Signale zu bilden, wobei jedes repräsentative Signal denselben Inhalt enthält und die Hälfte der Leistung von einem der verstärkten zusammengesetzten Signale aufweist. Von der Nachverstärker-Hybridweiche **697** werden die ersten repräsentativen Signale jedes der verstärkten ersten und zweiten zusammengesetzten Signale kombiniert, um das verstärkte erste diversitycodierte Signal zu bilden, und die zweiten repräsentativen Signale jedes der verstärkten ersten und zweiten zusammengesetzten Signale kombiniert, um das verstärkte zweite diversitycodierte Signal zu bilden.

[0040] Eines der verstärkten diversitycodierten Signale wird über die erste Antenne **640** und das andere verstärkte diversitycodierte Signal wird über die zweite Antenne **645** übertragen.

[0041] Zurückkehrend zur Vorverstärker-Hybridweiche kann die Vorverstärker-Hybridweiche **690** eine beliebige Hybridweiche sein. Beispielhafterweise ist die Vorverstärker-Hybridweiche **690** eine herkömmliche leicht herzustellende Hybridweiche wie beispielsweise eine 90° -Hybridweiche. Wie ausführlicher im nächsten Absatz beschrieben bildet die Vorverstärker-Hybridweiche **690** zwei repräsentative Signale gleicher Leistung für S_1 und zwei repräsentative Signale gleicher Leistung für S_2 . Dadurch wird die Leistung jedes repräsentativen Signals zur Hälfte der Leistung der diversitycodierten Signale, wodurch die Spannung jedes repräsentativen Signals

$$\frac{1}{\sqrt{2}}$$

der Spannung der diversitycodierten Signale wird. Wenn die Vorverstärker-Hybridweiche **690** eine 90° – Hybridweiche ist, wird von der Vorverstärker-Hybridweiche **690** die Phase eines der zwei repräsentativen Signale jedes diversitycodierten Signals um 90° verschoben, ohne die Phase der anderen repräsentativen Signale zu verschieben, um

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_1$$

und

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_1$$

und

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_2$$

und

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_2$$

zu erzeugen, wobei \bar{x} x verschoben um 90° darstellt. Das nichtphasenverschobene repräsentative Signal

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_1$$

von S_1 wird zum phasenverschobenen repräsentativen Signal

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_2$$

von S_2 hinzuaddiert, um das erste zusammengesetzte Signal

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_1 + \frac{1}{\sqrt{2}} S_2$$

zu bilden. Zum phasenverschobenen repräsentativen Signal

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_1$$

von S_1 wird das nichtphasenverschobene repräsentative Signal

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_2$$

von S_2 hinzuaddiert, um das zweite zusammengesetzte Signal

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_1 + \frac{1}{\sqrt{2}} S_2$$

zu bilden. So ist das erste zusammengesetzte Signal eine Funktion einer Kombination des ersten diversitycodierten Signals mit einer phasenverschobenen Version des zweiten diversitycodierten Signals und das zweite zusammengesetzte Signal ist eine Funktion einer Kombination des zweiten diversitycodierten Signals mit einer phasenverschobenen Version des ersten diversitycodierten Signals.

[0042] Fig. 6a zeigt ausführlicher eine Ausführungsform der Vorverstärker-Hybridweiche **690**. Die Vorverstärker-Hybridweiche **690** weist den ersten und zweiten Eingang **602** bzw. **604** auf, die mit einem Mikrostreifenweg verbunden sind, der typischerweise vier Teile **606**, **608**, **610** und **614** aufweist. Das erste diversitycodierte Signal S_1 liegt am ersten Eingang **602** und das zweite diversitycodierte Signal S_2 liegt am zweiten Eingang **604**. Wenn S_1 in den Mikrostreifenweg einläuft, teilt es sich in zwei repräsentative Signal

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_1$$

und

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_1$$

auf, das erste repräsentative Signal beginnt auf dem Teil **606** zu laufen und das zweite auf dem Teil **608**. S_2 teilt sich ebenfalls in zwei repräsentative Signale

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_2$$

und S_2 auf, und das erste repräsentative Signal beginnt auf dem Teil **608** zu laufen und das zweite auf **610**. Das erste repräsentative Signal von S_2 läuft über den Teil **608** zur Verbindungsstelle der Teile **608** und **606**. Durchlaufen der Länge des Teils **608** verschiebt die Phase des ersten repräsentativen Signals von S_2 um 90° . (Man beachte, daß, da das erste und zweite repräsentative Signal von S_2 eine gleiche Länge über Weg **610** und **606** durchläuft, die zwei repräsentativen Signale von S_2 um 90° außer Phase bleiben.) An der Verbindungsstelle der Teile **608** und **606** wird das phasenverschobene erste repräsentative Signal

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_2$$

von S_2 mit dem ersten repräsentativen Signal

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_1$$

von S_1 kombiniert, um das erste zusammengesetzte Signal

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_1 + \frac{1}{\sqrt{2}} S_2$$

zu bilden. Das erste zusammengesetzte Signal läuft über den Teil **606** zum ersten Ausgang **616**. Das zweite repräsentative Signal von S_1 läuft über den Teil **608** zur Verbindungsstelle der Teile **608** und **610**, wodurch die Phase des zweiten repräsentativen Signals von S_1 um 90° verschoben wird. An der Verbindungsstelle der Teile **608** und **610** wird das phasenverschobene zweite repräsentative Signal

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_1$$

von S_1 mit dem zweiten repräsentativen Signal

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_2$$

von S_2 kombiniert, um das zweite zusammengesetzte Signal

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_2 + \frac{1}{\sqrt{2}} S_1$$

zu bilden. Das zweite zusammengesetzte Signal läuft über den Teil **610** zum zweiten Ausgang **618**.

[0043] Das erste zusammengesetzte Signal wird dann im Leistungsverstärker **670** verstärkt und das zweite zusammengesetzte Signal wird im Leistungsverstärker **675** verstärkt, wobei jeder der Leistungsverstärker eine Verstärkung von A aufweist.

[0044] Man beachte, daß die Leistung jedes des ersten und zweiten zusammengesetzten Signals die Hälfte der Leistung von S_1 zuzüglich der Hälfte der Leistung von S_2 beträgt. So beträgt die Leistung jedes der zusammengesetzten Signale die Hälfte der Summe der Leistung des ersten und zweiten diversitycodierten Signals, nämlich die Hälfte der Leistung des ersten Signals. Daher wird in jedem der Verstärker nur die Hälfte der Leistung des ersten Signals verstärkt.

[0045] Die zwei verstärkten zusammengesetzten Signale

$$\frac{1}{\sqrt{2}} AS_1 + \frac{1}{\sqrt{2}} AS_2$$

und

$$\frac{1}{\sqrt{2}} AS_1 + \frac{1}{\sqrt{2}} AS_2$$

werden der Nachverstärker-Hybridweiche **697** zugeführt. Wie oben beschrieben sollte die Nachverstärker-Hybridweiche **697** ein verstärktes erstes diversitycodiertes Signal und ein verstärktes zweites diversitycodiertes Signal bereitstellen. (Man beachte, daß es für die Zwecke der vorliegenden Erfindung unbedeutend ist, ob die verstärkten diversitycodierten Signale zu den diversitycodierten Signalen phasengleich oder phasenverschoben sind. Wenn es jedoch für eine bestimmte Anwendung vorteilhaft ist, daß die verstärkten diversitycodierten Signale phasengleich zu den diversitycodierten Signalen sind, kann dies in der Senderkonstruktion berücksich-

tigt werden. Beispielsweise können die Vor- und Nachverstärker-Hybridweichen 180°-Weichen wie unten beschrieben sein.) Wenn die Vorverstärker-Hybridweiche **690** eine 90°-Hybridweiche ist, kann die Nachverstärker-Hybridweiche **697** ebenfalls eine 90°-Hybridweiche sein.

[0046] Die Nachverstärker-Hybridweiche **697** bildet zwei repräsentative Signale gleicher Leistung für jedes verstärkte zusammengesetzte Signal

$$\frac{1}{\sqrt{2}} AS_1 + \frac{1}{\sqrt{2}} AS_2$$

und

$$\frac{1}{\sqrt{2}} AS_1 + \frac{1}{\sqrt{2}} AS_2$$

. Die Leistung des ersten zusammengesetzten Signals ist $(1/2A)^2$ -mal die Leistung von S_1 plus $(1/2A)^2$ -mal die Leistung von S_2 , wodurch die Spannung jedes repräsentativen Signals des verstärkten zusammengesetzten Signals $1/2A$ -mal die Spannung von S_1 plus $1/2A$ -mal die Spannung von S_2 wird. Die Leistung des zweiten zusammengesetzten Signals ist ebenfalls $(1/2A)^2$ -mal die Leistung von S_1 plus $(1/2A)^2$ -mal die Leistung von S_2 , wodurch die Spannung jedes repräsentativen Signals des zweiten zusammengesetzten Signals $1/2A$ -mal die Spannung von S_1 plus $1/2A$ -mal die Spannung von S_2 wird.

[0047] Nach Bilden der repräsentativen Signale wird von der Nachverstärker-Hybridweiche **697** eines der zwei repräsentativen Signale jedes verstärkten zusammengesetzten Signals um 90° verschoben, um folgendes zu erzeugen:

$$1/2 AS_1 + \overline{1 / 2AS_2} , \quad (1)$$

das nicht phasenverschobene repräsentative Signal des verstärkten ersten zusammengesetzten Signals,

$$\overline{1 / 2AS_1} + \overline{1 / 2AS_2} , \quad (2)$$

(wobei \bar{x} x verschoben um 180° ist)

das phasenverschobene repräsentative Signal des verstärkten ersten zusammengesetzten Signals,

$$\overline{1 / 2AS_1} + 1 / 2AS_2 , \quad (3)$$

das nicht phasenverschobene repräsentative Signal des verstärkten zweiten zusammengesetzten Signals und

$$\overline{1 / 2AS_1} + \overline{1 / 2AS_2} , \quad (4)$$

das phasenverschobene repräsentative Signal des verstärkten zweiten zusammengesetzten Signals.

[0048] Das nichtphasenverschobene repräsentative Signal des verstärkten ersten zusammengesetzten Signals wird zum phasenverschobenen repräsentativen Signal des verstärkten zweiten zusammengesetzten Signals hinzuaddiert, um

$$1/2AS_1 + \overline{1/2AS_2} + \overline{1/2AS_1} + \overline{1/2AS_2} = 1/2AS_1 + \overline{1/2AS_1} + \overline{AS_2} \quad (5)$$

an einem ersten Ausgang der Nachverstärker-Hybridweiche **697** zu erzeugen. Da

$$1/2AS_1 + \overline{1 / 2AS_1}$$

gleich Null ist, ist Gleichung 5 gleich

$$\overline{AS_2}$$

, was ein verstärktes (und phasenverschobenes) zweites diversitycodiertes Signal ist. So wird das verstärkte zweite diversitycodierte Signal aus dem verstärkten ersten und zweiten zusammengesetzten Signal gebildet.

Insbesondere ist im vorliegenden Fall das verstärkte erste diversitycodierte Signal eine Funktion einer Kombination des ersten zusammengesetzten Signals mit einer phasenverschobenen Version des zweiten zusammengesetzten Signals.

[0049] Dieses verstärkte zweite diversitycodierte Signal wird dann über die Antenne **640** zur Mobilstation übertragen.

[0050] Das nichtphasenverschobene repräsentative Signal des verstärkten zweiten zusammengesetzten Signals wird zum phasenverschobenen repräsentativen Signal des verstärkten ersten zusammengesetzten Signals hinzuaddiert, um

$$\overline{1 / 2AS_1} + \overline{1 / 2AS_2} + \overline{1 / 2AS_1} + \overline{1 / 2AS_2} = \overline{AS_1} + \overline{1 / 2AS_2} + \overline{1 / 2AS_2} \quad (6)$$

an einem zweiten Ausgang der Nachverstärker-Hybridweiche **697** zu erzeugen. Da

$$1 / 2AS_2 + \overline{1 / 2AS_2}$$

gleich Null ist, ist die Gleichung 6 gleich

$$\overline{AS_1}$$

, was ein verstärktes (und phasenverschobenes) erstes diversitycodiertes Signal ist. So wird das verstärkte erste diversitycodierte Signal als Funktion des verstärkten ersten und zweiten zusammengesetzten Signals gebildet. Insbesondere ist im vorliegenden Fall das verstärkte erste diversitycodierte Signal eine Funktion einer Kombination des zweiten zusammengesetzten Signals mit einer phasenverschobenen Version des ersten zusammengesetzten Signals.

[0051] Dieses verstärkte erste diversitycodierte Signal wird dann über die Antenne **645** zur Mobilstation übertragen.

[0052] Der Sender **630** arbeitet auf ähnliche Weise, wenn er mit einer Mobilstation kommuniziert, die nicht diversityfähig ist, nur wird das zur Mobilstation zu übertragende Signal, das hier als das zweite Signal bezeichnet wird, nicht unter Verwendung von Diversitycodierung dupliziert, sondern durch die Kanalverarbeitungsschaltungen **647** unter Verwendung der ersten Codierungsfolge codiert. Das Ergebnis geht dann zur Funkvorrichtung **650** über die Leitung **680**, wo es auf ein HF-Signal aufmoduliert wird. Das (codierte) zweite Signal ist das Signal S_1 an einem ersten Eingang der Vorverstärker-Hybridweiche **690**, und es liegt kein Signal an einem zweiten Eingang der Vorverstärker-Hybridweiche **690**, so ist $S_1 =$ das zweite Signal und $S_2 = 0$. Bei $S_2 = 0$ wird das erste zusammengesetzte Signal zu

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_1$$

und das zweite zusammengesetzte Signal

$$\overline{\frac{1}{\sqrt{2}} S_1}$$

. So ist im vorliegenden Fall das erste und zweite zusammengesetzte Signal eine Funktion des zweiten Signals. Das erste zusammengesetzte Signal wird im Leistungsverstärker **670** und das zweite zusammengesetzte Signal im Leistungsverstärker **675** verstärkt.

[0053] Im vorliegenden Fall wird daher nur die Hälfte des zweiten Signals in jedem der Leistungsverstärker verstärkt. Das bedeutet, daß der Leistungspegel des jeden Leistungsverstärker durchlaufenden Signals die Hälfte der Leistung des Gesamtsignals beträgt, wodurch die Leistungsverstärker mit der halben Leistungsabgabefähigkeit $1/2 P$ des Leistungsverstärkers **170** des Senders **130** benutzt werden können, der keine Sende-diversity benutzt.

[0054] Bei $S_2 = 0$ liegt kein Signal am ersten Ausgang der Nachverstärker-Hybridweiche **697** und

 $\overline{AS_1}$

wird am zweiten Ausgang der Nachverstärker-Hybridweiche **697** erzeugt.

 $\overline{AS_1}$

ist ein verstärktes (codiertes und phasenverschobenes) zweites Signal. So wird das verstärkte zweite Signal als Funktion der verstärkten zusammengesetzten Signale gebildet. Das verstärkte zweite Signal wird dann über die Antenne **645** zur Mobilstation übertragen (und über die Antenne **640** wird kein Signal übertragen).

[0055] Zu jedem bestimmten Zeitpunkt kann der Sender **630** mit Mobilstationen kommunizieren, die diversityfähig sind, mit Mobilstationen, die nicht diversityfähig sind, oder mit beiden. Daher kann (1) der Sender **630** die Verstärkung des ersten und zweiten diversitycodierten Signals zwischen seinen Verstärkern **670** und **675** teilen oder (2) der Sender **630** die Verstärkung des zweiten Signals zwischen seinen Verstärkern **670** und **675** teilen, oder sowohl (1) als auch (2) gleichzeitig.

Teilen von Verstärkern unter Verwendung von 180°-Hybridweichen.

[0056] In der Beschreibung des Senders **630** waren die Vor- und Nachverstärker-Hybridweichen 90°-Hybridweichen. Wie oben beschrieben können die Hybridweichen beliebige Arten von Hybridweichen sein, solange wie ein verstärktes erstes diversitycodiertes Signal einer von zwei Antennen und ein verstärktes zweites diversitycodiertes Signal der anderen der zwei Antennen zugeführt wird. Beispielsweise können beide Hybridweichen 180°-Hybridweichen sein. **Fig. 7** zeigt die Funktionsweise des Senders **730**, wo die Vorverstärker-Hybridweiche **790** und die Nachverstärker-Hybridweiche **797** 180°-Hybridweichen sind. Wenn der Sender **730** mit einer Mobilstation kommuniziert, die diversityfähig ist, wird das erste zur Mobilstation zu übertragende Signal wie oben beschrieben durch die Kanalverarbeitungsschaltungen **647** dupliziert und codiert, um das erste diversitycodierte Signal und das zweite diversitycodierte Signal zu erzeugen, die dann von Funkvorrichtungen **650** bzw. **655** auf ein HF-Signal auf moduliert werden. Von der Vorverstärker-Hybridweiche **790** werden die diversitycodierten Signale als die Signale S_1 und S_2 benutzt. Die Vorverstärker-Hybridweiche **790** bildet zwei repräsentative Signale gleicher Leistung für jedes diversitycodierte Signal. Die Vorverstärker-Hybridweiche liefert an ihrem ersten Ausgang das erste zusammengesetzte Signal, das die Summe eines repräsentativen Signals von jedem von S_1 und S_2 ist

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_1 + \frac{1}{\sqrt{2}} S_2 \quad (7)$$

[0057] So ist das erste zusammengesetzte Signal eine Funktion der Summe des ersten diversitycodierten Signals und des zweiten diversitycodierten Signals.

[0058] Die Vorverstärker-Hybridweiche **790** liefert auch an ihrem zweiten Ausgang das zweite zusammengesetzte Signal, das die Differenz zwischen einem repräsentativen Signal von jedem von S_1 und S_2 ist:

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_1 - \frac{1}{\sqrt{2}} S_2 \quad (8)$$

[0059] So ist das zweite zusammengesetzte Signal eine Funktion der Differenz zwischen dem ersten diversitycodierten Signal und dem zweiten diversitycodierten Signal.

[0060] Die **Fig. 7a** zeigt ausführlicher eine Ausführungsform der Vorverstärker-Hybridweiche **790**. Die Vorverstärker-Hybridweiche **790** weist einen ersten und zweiten Eingang **702** bzw. **704** auf, die mit einem Mikrostreifenweg verbunden sind, den man sich in einer 180°-Hybridweiche als mit Teilen **706**, **708**, **711** und **714** vorstellen kann. Das erste diversitycodierte Signal S_1 liegt am ersten Eingang **702** und das zweite diversitycodierte Signal S_2 liegt am zweiten Eingang **704**. Wenn S_1 in den Mikrostreifenweg eintritt, teilt es sich in zwei repräsentative Signale, das erste repräsentative Signal beginnt auf dem Teil **706** zu laufen und das zweite auf dem Teil **708**. S_2 teilt sich ebenfalls in zwei repräsentative Signale, das erste repräsentative Signal beginnt auf dem Teil **711** zu laufen und das zweite auf **714**. Das erste repräsentative Signal

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_1$$

und

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_2$$

von S_1 bzw. S_2 läuft über den Teil **706** bzw. **711** zur Verbindungsstelle der Teile **711** und **706**, wo die zwei repräsentativen Signale kombiniert werden, um das erste zusammengesetzte Signal

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_1 + \frac{1}{\sqrt{2}} S_2$$

zu bilden, das dem ersten Ausgang **716** zugeführt wird. Das zweite repräsentative Signal

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_1$$

und

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_2$$

von S_1 bzw. S_2 läuft über den Teil **708** bzw. **714** zur Verbindungsstelle der Teile **708** und **714**, wo die zwei repräsentativen Signale kombiniert werden, um das zweite zusammengesetzte Signal

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_1 - \frac{1}{\sqrt{2}} S_2$$

zu bilden, das dem zweiten Ausgang **718** zugeführt wird.

[0061] Das erste zusammengesetzte Signal wird im Leistungsverstärker **670** und das zweite zusammengesetzte Signal im Leistungsverstärker **675** verstärkt. Die Leistung des jeweiligen ersten und zweiten zusammengesetzten Signals beträgt die Hälfte der Leistung von S_1 zuzüglich der Hälfte der Leistung von S_2 . Dies ist die Hälfte der Summe der Leistung des ersten und zweiten diversitycodierten Signals, was die Hälfte der Leistung des ersten Signals ist. Daher wird nur die Hälfte der Leistung des ersten Signals in jedem der Verstärker verstärkt.

[0062] Von der Nachverstärker-Hybridweiche **797** werden zwei repräsentative Signale gleicher Leistung für jedes verstärkte zusammengesetzte Signal gebildet. Die Leistung des ersten zusammengesetzten Signals ist $(1/2A)^2$ -mal die Leistung von S_1 plus $(1/2A)^2$ -mal die Leistung von S_2 , wodurch die Spannung jedes repräsentativen Signals des ersten verstärkten zusammengesetzten Signals $1/2A$ -mal die Spannung von S_1 plus $1/2A$ -mal die Spannung von S_2 wird. Die Leistung des zweiten zusammengesetzten Signals ist ebenfalls $(1/2A)^2$ -mal die Leistung von S_1 plus $(1/2A)^2$ -mal die Leistung von S_2 , wodurch die Spannung jedes repräsentativen Signals des verstärkten zusammengesetzten Signals $1/2A$ -mal die Spannung von S_1 plus $1/2A$ -mal die Spannung von S_2 wird.

[0063] An ihrem ersten Ausgang liefert die Nachverstärker-Hybridweiche **797** die Summe eines repräsentativen Signals jedes der verstärkten ersten und zweiten zusammengesetzten Signale:

$$\frac{1}{2}AS_1 + \frac{1}{2}AS_2 + \frac{1}{2}AS_1 - \frac{1}{2}AS_2 = AS_1 \quad (9)$$

[0064] AS_1 ist das verstärkte erste diversitycodierte Signal. So wird das verstärkte erste diversitycodierte Signal als Funktion einer Summe des verstärkten ersten zusammengesetzten Signals und des verstärkten zweiten zusammengesetzten Signals gebildet. Dieses verstärkte erste diversitycodierte Signal wird dann über die Antenne **640** zur Mobilstation übertragen.

[0065] An ihrem zweiten Ausgang liefert die Nachverstärker-Hybridweiche **797** die Differenz zwischen einem repräsentativen Signal des jeweiligen verstärkten ersten und zweiten zusammengesetzten Signals:

$$\frac{1}{2}AS_1 + \frac{1}{2}AS_2 - [\frac{1}{2}AS_1 - \frac{1}{2}AS_2] = \frac{1}{2}AS_1 + \frac{1}{2}AS_2 - \frac{1}{2}AS_1 + \frac{1}{2}AS_2 = AS_2 \quad (10)$$

[0066] AS_2 ist das verstärkte zweite diversitycodierte Signal.

[0067] So ist das verstärkte zweite diversitycodierte Signal eine Funktion einer Differenz des verstärkten ersten zusammengesetzten Signals und des verstärkten zweiten zusammengesetzten Signals. Dieses verstärkte zweite diversitycodierte Signal wird dann über die Antenne **645** zur Mobilstation übertragen.

[0068] Wenn der Sender **730** mit einer nicht diversityfähigen Mobilstation kommuniziert, wird das zur Mobilstation zu übertragende Signal, das hier als das zweite Signal bezeichnet wird, durch die Kanalverarbeitungsschaltungen **647** und eine der zwei Funkvorrichtungen, beispielsweise die Funkvorrichtung **650**, wie oben beschrieben zum Kommunizieren mit nicht diversityfähigen Mobilstationen verarbeitet. Im vorliegenden Fall ist S_1 das zweite Signal und $S_2 = 0$. Bei $S_2 = 0$ sind sowohl das erste als auch das zweite zusammengesetzte Signal

$$\frac{1}{\sqrt{2}} S_1$$

[0069] Das erste zusammengesetzte Signal wird im Leistungsverstärker **670** und das zweite zusammengesetzte Signal im Leistungsverstärker **675** verstärkt. Daher wird nur die Hälfte des zweiten Signals in jedem der Leistungsverstärker verstärkt. Das bedeutet, daß der Leistungspegel des jeden Leistungsverstärker durchlaufenden Signals die Hälfte der Leistung des zweiten Signals beträgt. Dadurch können Leistungsverstärker mit der halben Leistungsabgabefähigkeit $\frac{1}{2}P$ des Leistungsverstärkers **170** des Senders **130** benutzt werden, der keine Sendediversity benutzt.

[0070] Bezugnehmend auf Gleichungen 9 und 10, wobei $S_2 = 0$, wird AS_1 an einem ersten Ausgang der Nachverstärker-Hybridweiche **797** erzeugt und am zweiten Ausgang der Nachverstärker-Hybridweiche **797** liegt kein Signal. AS_1 ist das verstärkte (codierte) zweite Signal. Dieses Signal wird über die Antenne **640** zur Mobilstation übertragen und über die Antenne **645** gibt es nichts zu übertragen.

Teilen des Verstärkers mit digitaler Vorverzerrung

[0071] Ein bedeutendes Ziel bei Anordnungen zum Verstärkerteilen im Stand der Technik besteht darin, zu vermeiden, Funkvorrichtungen **650** und **655** in Phase und Verstärkung anzupassen, um annehmbare Antennentrennungstoleranz herzustellen. Dies wird leicht dadurch erreicht, daß die zusammengesetzten Signale im Analogbereich, d.h. unter Verwendung von Analogschaltungen wie beispielsweise unter Verwendung von analogen Vorverstärker-Hybridweichen **690** und **790** wie oben beschrieben gebildet werden.

[0072] Es ist vorteilhaft, daß die Verstärker **670** und **675** linear sind, sonst wird das sie durchlaufende Signal verzerrt. Nach der Darstellung in **Fig. 7b** können der Verstärkung folgende Vorwärtsregelschleifen **710** und **715** zum Kompensieren von Nichtlinearitäten benutzt werden, die bei hohen Leistungspegeln auftreten. Insofern, daß die zusammengesetzten Signale aus eben angeführten Gründen im Analogbereich gebildet werden, ist die Vorwärtsregelschleife ebenfalls im Analogbereich ausgeführt. Das erste zusammengesetzte Signal läuft von der Leitung **722** zu den Leitungen **724** und **721**, wobei das Signal auf der Leitung **721** eine viel geringere Leistung als das erste zusammengesetzte Signal aufweist. Dieses Signal wird in der Verzögerungsleitung **732** verzögert, während das erste zusammengesetzte Signal im Leistungsverstärker **670** verstärkt wird. Von den Schaltungen **752** wird die vom Leistungsverstärker **670** erzeugte Verzerrung beim ersten zusammengesetzten Signal abgetrennt (typischerweise durch Vergleichen des verstärkten ersten zusammengesetzten Signals mit einer Funktion des Signals auf der Leitung **721**) und die Verzerrung dem Korrekturverstärker **720** zugeführt. Vom Verstärker **720** wird die Verzerrungskorrektur verstärkt, während das verstärkte-verzerrte erste zusammengesetzte Signal in der Verzögerungsleitung **733** verzögert wird, um sicherzustellen, daß das verstärkte-verzerrte erste zusammengesetzte Signal und die Verzerrungskorrektur zur gleichen Zeit am Koppler **734** ankommen. Im Koppler **734** wird das verstärkte-verzerrte erste zusammengesetzte Signal und die verstärkte Verzerrungskorrektur kombiniert, um die Verzerrung aufzuheben und das verstärkte erste zusammengesetzte Signal zu erzeugen. Die Vorwärtsregelschleife **715** führt dieselbe Funktion für das zweite zusammengesetzte Signal durch, um das verstärkte zweite zusammengesetzte Signal am Ausgang des Kopplers **739** zu erzeugen.

[0073] Die Vorwärtsregelschleifen **710** und **715** können eine gute Kompensation für Nichtlinearität liefern. Die Tatsache, daß sie unter Verwendung von Analogschaltungen ausgeführt werden müssen, führt jedoch zu mehreren Problemen. Ein Problem besteht darin, daß die Analogschaltungen teuer sind. Ein weiteres Problem ist, daß sie Unzulänglichkeiten aufgrund der Leistungsverluste bewirken, die sich daraus ergeben, daß das Signal die Verzögerungsleitungen **733** und **738** und Koppler **734** und **739** durchläuft. Ein drittes Problem ist, daß Analogschaltungen eher ausfallen als Digitalschaltungen.

[0074] Fig. 8 zeigt den Sender **830**, der die obigen Probleme dadurch löst, daß er die zusammengesetzten Signale im Digitalbereich, d.h. unter Verwendung von Digitalschaltungen bildet, so daß digitale Vorverzerrung zum Vorverzerren der zusammengesetzten Signale, wie in der gleichzeitig anhängigen US-Patentanmeldung „Power Amplifier Sharing In A Wireless Communication System With Amplifier Pre-Distortion“, Serien-Nr. 09/631,886 beschrieben, benutzt werden kann, die zum gleichen Datum eingereicht und dem gleichen Rechtsnachfolger der vorliegenden Anmeldung zugewiesen und durch diese Bezugnahme hier aufgenommen ist. Obwohl der Stand der Technik der Idee des Bildens der zusammengesetzten Signale im Analogbereich verschrieben war, um zu vermeiden, die Funkvorrichtungen in Phase und Verstärkung wie oben erwähnt zum Erzeugen annehmbarer Antennentrennungstoleranzen anpassen zu müssen, ist von den Anmelderinnen erkannt worden, daß in einem System, wo Verstärker geteilt werden, die Vorteile einer digitalen Vorverzerrung diese Schwierigkeiten aufheben können. Digitale Vorverzerrung von in geteilten Verstärkern verstärkten Signalen kompensiert die Nichtlinearität der Verstärker ohne den Aufwand, die Unzulänglichkeiten und die verstärkte Möglichkeit eines Schaltungsausfalls einer analogen Vorwärtsregelschleife.

[0075] Vom Sender **830** werden die zusammengesetzten Signale im digitalen Bereich unter Verwendung der Vorverstärker-Hybridweichen **890** und **895** gebildet. Jedes zusammengesetzte Signal enthält durch jedes der zwei diversitycodierten Signale dargestellte Informationen. Jedes zusammengesetzte Signal wird in einem der digitalen Vorverzerrer **820** und **825** digital vorverzerrt und dann auf ein Übertragungsfrequenzsignal wie beispielsweise ein HF-Signal im Modulator **860** und **865** aufmoduliert. Jedes vorverzerrte zusammengesetzte Signal wird dann in einem Verstärker **670** bzw. **675** verstärkt. Die verstärkten zusammengesetzten Signale werden von der Nachverstärker-Hybridweiche **697** zum Bilden von verstärkten Versionen der Signale benutzt, die zu übertragen sind.

[0076] Nunmehr wird die Funktionsweise des Senders **830** ausführlicher beschrieben. Wenn der Sender **830** mit einer diversityfähigen Mobilstation kommuniziert, wird das erste Signal (d.h. das zur Mobilstation zu übertragende Signal) den Kanalverarbeitungsschaltungen **647** zugeführt, die das erste Signal unter Verwendung eines Diversitycodes wie beispielsweise Orthogonaldiversity oder Raumzeitspreizung auf dieselbe Weise wie oben beschrieben duplizieren, um ein erstes diversitycodiertes Signal und zweites diversitycodiertes Signal zu erzeugen. Das erste und zweite diversitycodierte Signal werden beide den beiden Funkvorrichtungen **850** und **855** über Leitungen **680**, **682** und **685** und **687** zugeführt. Von den Funkvorrichtungen **850** und **855** werden die diversitycodierten Signale als die Signale S_1 und S_2 benutzt, die jeweils den zwei digitalen Vorverstärker-Hybridweichen **890** und **895** zugeführt werden.

[0077] Ein Digitalsignal kann als seine Realkomponente I und Quadraturkomponente Q ausgedrückt werden (wobei Q manchmal auch als die Imaginärkomponente bezeichnet wird). Das erste diversitycodierte Signal S_1 kann daher als (I_1, Q_1) und das zweite diversitycodierte Signal S_2 als (I_2, Q_2) ausgedrückt werden.

[0078] Auf ähnliche Weise wie die analogen Vorverstärker-Hybridweichen können die digitalen Vorverstärker-Hybridweichen **890** und **895** beliebige Hybridweichen sein. Wenn die Vorverstärker-Hybridweichen **890** und **895** 90° -Hybridweichen sind, werden von der Vorverstärker-Hybridweiche **890** erste repräsentative Signale von S_1 und S_2 gebildet, die jeweils dieselben Informationen wie ihr entsprechendes diversitycodiertes Signal (S_1 oder S_2) darstellen. Von der zweiten Vorverstärker-Hybridweiche **895** werden zweite repräsentative Signale von S_1 und S_2 gebildet, die jeweils dieselben Informationen wie ihr entsprechendes diversitycodiertes Signal (S_1 oder S_2) darstellen. Die Leistung jedes repräsentativen Signals wird die halbe Leistung der diversitycodierten Signale sein, wodurch die Spannung jedes repräsentativen Signals

$$\frac{1}{\sqrt{2}}$$

der Spannung der diversitycodierten Signale wird. Die erste Vorverstärker-Hybridweiche **890** bildet daher repräsentative Signale

$$\left(\frac{1}{\sqrt{2}} I_1, \quad \frac{1}{\sqrt{2}} Q_1 \right)$$

aus S_1 und

$$\left(\frac{1}{\sqrt{2}} I_2, \quad \frac{1}{\sqrt{2}} Q_2 \right)$$

aus S_2 und die zweite Vorverstärker-Hybridweiche **895** bildet repräsentative Signale

$$\left(\frac{1}{\sqrt{2}} I_1, \right.$$

$$\left. \frac{1}{\sqrt{2}} Q_1 \right)$$

aus S_1 und

$$\left(\frac{1}{\sqrt{2}} I_2, \quad \frac{1}{\sqrt{2}} Q_2 \right)$$

aus S_2 . Von jeder Vorverstärker-Hybridweiche **890** und **895** wird dann eines der zwei repräsentativen Signale um 90° verschoben, ohne die anderen repräsentativen Signale zu verschieben, und das nichtverschobene repräsentative Signal mit dem verschobenen repräsentativen Signal kombiniert, um die zusammengesetzten Signale zu bilden. Verschieben eines Signals um 90° kann durch Umtauschen der Werte der reellen und Quadraturkomponenten erreicht werden. So sind nach der Verschiebung die repräsentativen Signale von S_1

$$\left(\frac{1}{\sqrt{2}} I_1, \quad \frac{1}{\sqrt{2}} Q_1 \right)$$

und (-

$$\frac{1}{\sqrt{2}} Q_1, \quad \frac{1}{\sqrt{2}} I_1)$$

und die repräsentativen Signale von S_2

$$\left(\frac{1}{\sqrt{2}} I_2, \quad \frac{1}{\sqrt{2}} Q_2 \right)$$

und

$$\left(-\frac{1}{\sqrt{2}} Q_2, \quad \frac{1}{\sqrt{2}} I_2 \right)$$

.

[0079] Von der ersten Vorverstärker-Hybridweiche **890** wird das nichtphasenverschobene repräsentative Signal

$$\left(\frac{1}{\sqrt{2}} I_1, \right.$$

$$\left. \frac{1}{\sqrt{2}} Q_1 \right)$$

von S_1 zum phasenverschobenen repräsentativen Signal

$$\left(-\frac{1}{\sqrt{2}} Q_2, \quad \frac{1}{\sqrt{2}} I_2 \right)$$

von S_2 hinzuaddiert, um das erste zusammengesetzte Signal

$$\left(\frac{1}{\sqrt{2}} I_1 - \frac{1}{\sqrt{2}} Q_2, \quad \frac{1}{\sqrt{2}} Q_1 + \frac{1}{\sqrt{2}} I_2 \right)$$

$$\left(\frac{1}{\sqrt{2}} I_2, \right.$$

zu bilden. Von der zweiten Vorverstärker-Hybridweiche wird das nichtphasenverschobene repräsentative Signal

$$\left(\frac{1}{\sqrt{2}} I_2, \right.$$

$$\left. \frac{1}{\sqrt{2}} Q_2 \right)$$

zum phasenverschobenen repräsentativen Signal

$$\left(-\frac{1}{\sqrt{2}} Q_1, \frac{1}{\sqrt{2}} I_1 \right)$$

von S_1 hinzuaddiert, um das zweite zusammengesetzte Signal

$$\left(\frac{1}{\sqrt{2}} I_2 - \frac{1}{\sqrt{2}} Q_1, \frac{1}{\sqrt{2}} Q_2 + \frac{1}{\sqrt{2}} I_1 \right)$$

zu bilden.

[0080] Dann wird digitale Vorverzerrung an den zusammengesetzten Signalen durchgeführt. **Fig. 8a** zeigt ausführlicher den digitalen ersten Vorverzerrer **820**. Vom digitalen Vorverzerrer wird die Leistung des ersten zusammengesetzten Signals in der Schaltung **810** durch Quadrieren der Komponenten I und Q des ersten zusammengesetzten Signals und nachfolgendes Kombinieren des Ergebnisses bestimmt. Die Leistung wird dann in der Nachschlagetabelle **812** gesucht, in der die Leistung mit der Verzerrungskorrektur für den Leistungsverstärker **670** korreliert ist. Die Verzerrungskorrektur ist der zur Leistung des ersten zusammengesetzten Signals hinzuzuaddierende Betrag, der jede Nichtlinearität des Leistungsverstärkers **670** bei dieser Leistung kompensieren würde.

[0081] Vom HF-Teil **860** der Funkvorrichtung **850** wird dann das erste zusammengesetzte Signal auf ein HF-Signal auf moduliert und vom HF-Teil **865** der Funkvorrichtung **855** wird das zweite zusammengesetzte Signal auf ein HF-Signal auf moduliert. (Die beiden HF-Teile **860** und **865** enthalten typischerweise einen Modulator.) Die HF-Teile **860** und **865** sollten in Phase und Verstärkung angepaßt sein, um wie unten beschrieben entsprechende Antennentrennungstoleranzen herzustellen. Das modulierte erste zusammengesetzte Signal wird dann im Leistungsverstärker **670** und das modulierte zweite zusammengesetzte Signal im Leistungsverstärker **675** verstärkt, wobei jeder der Leistungsverstärker eine Verstärkung von A aufweist.

[0082] Man beachte, daß die Leistung des jeweiligen ersten und zweiten zusammengesetzten Signals die halbe Leistung von S_1 plus die halbe Leistung von S_2 beträgt. So ist die Leistung jedes der zusammengesetzten Signale die Hälfte der Summe der Leistung des ersten und zweiten diversitycodierten Signals, d.h. die Hälfte der Leistung des ersten, von den Sendeschaltungen empfangenen Signals. In jedem der Verstärker wird daher nur die Hälfte der Leistung des ersten Signals verstärkt.

[0083] Die zwei verstärkten zusammengesetzten Signale

$$\left(\frac{1}{\sqrt{2}} AI_1 \right.$$

$$\left. -\frac{1}{\sqrt{2}} AQ_2, \quad \frac{1}{\sqrt{2}} AQ_1 + \frac{1}{\sqrt{2}} AI_2 \right)$$

und

$$\left(\frac{1}{\sqrt{2}} AI_2 - \frac{1}{\sqrt{2}} AQ_1, \right.$$

$$\left. \frac{1}{\sqrt{2}} AQ_2 + \frac{1}{\sqrt{2}} AI_1 \right)$$

werden der Nachverstärker-Hybridweiche **697** zugeführt. Wie obenbeschrieben sollte die Nachverstärker-Hybridweiche **697** ein verstärktes erstes diversitycodiertes Signal und ein verstärktes zweites diversitycodiertes Signal bereitstellen. (Man beachte, daß es für die Zwecke der vorliegenden Erfindung unbedeutend ist, ob die verstärkten diversitycodierten Signale phasengleich oder phasenverschoben zu den diversitycodierten Signa-

len sind.) Wenn die Vorverstärker-Hybridweichen **890** und **895** 90°-Hybridweichen sind, kann die Nachverstärker-Hybridweiche **697** ebenfalls eine 90°-Hybridweiche sein.

[0084] Von der Nachverstärker-Hybridweiche **697** wird jedes verstärkte zusammengesetzte Signal

$$\left(\frac{1}{\sqrt{2}} AI_1 - \frac{1}{\sqrt{2}} AQ_2, \right.$$

$$\left. \frac{1}{\sqrt{2}} AQ_1 + \frac{1}{\sqrt{2}} AI_2 \right)$$

und

$$\left(\frac{1}{\sqrt{2}} AI_2 - \frac{1}{\sqrt{2}} AQ_1, \quad \frac{1}{\sqrt{2}} AQ_2 + \frac{1}{\sqrt{2}} AI_1 \right)$$

benutzt, um für jedes verstärkte zusammengesetzte Signal zwei repräsentative Signale gleicher Leistung zu bilden.

[0085] Die Leistung des ersten zusammengesetzten Signals beträgt $(\frac{1}{2}A)^2$ die Leistung von S_1 plus $(\frac{1}{2}A)^2$ die Leistung von S_2 , wodurch die Spannung jedes repräsentativen Signals des verstärkten zusammengesetzten Signals $(\frac{1}{2}A)$ der Spannung von S_1 plus $\frac{1}{2}A$ die Spannung von S_2 wird. Die Leistung des zweiten zusammengesetzten Signals beträgt ebenfalls $(\frac{1}{2}A)^2$ die Leistung von S_1 plus $(\frac{1}{2}A)^2$ die Leistung von S_2 , wodurch die Spannung jedes repräsentativen Signals des zweiten zusammengesetzten Signals $(\frac{1}{2}A)$ die Spannung von S_1 plus $\frac{1}{2}A$ die Spannung von S_2 wird.

[0086] Nach Bilden der repräsentativen Signale wird von der Nachverstärker-Hybridweiche **697** eines der zwei repräsentativen Signale jedes verstärkten zusammengesetzten Signals um 90° verschoben, um folgendes zu erzeugen:

$$\left(\frac{1}{2}AI_1 - \frac{1}{2}AQ_2, \frac{1}{2}AQ_1 + \frac{1}{2}AI_2 \right), \tag{11}$$

das nichtphasenverschobene repräsentative Signal des verstärkten ersten zusammengesetzten Signals,

$$\left(-\frac{1}{2}AQ_1 - \frac{1}{2}AI_2, \frac{1}{2}AI_1 + \frac{1}{2}AQ_2 \right) \tag{12}$$

das phasenverschobene repräsentative Signal des verstärkten ersten zusammengesetzten Signals,

$$\left(-\frac{1}{2}AI_2 - \frac{1}{2}AQ_1, \frac{1}{2}AQ_2 + \frac{1}{2}AI_1 \right), \tag{13}$$

das nichtphasenverschobene repräsentative Signal des verstärkten zweiten zusammengesetzten Signals, und

$$\left(-\frac{1}{2}AQ_2 - \frac{1}{2}AI_1, \frac{1}{2}AI_2 + \frac{1}{2}AQ_1 \right) \tag{14}$$

das phasenverschobene repräsentative Signal des verstärkten zweiten zusammengesetzten Signals.

[0087] Zu dem phasenverschobenen repräsentativen Signal des verstärkten zweiten zusammengesetzten Signals wird das nichtphasenverschobene repräsentative Signal des verstärkten ersten zusammengesetzten Signals hinzuaddiert, um

$$\left(\left[\frac{1}{2}AI_1 - \frac{1}{2}AQ_2 \right] + \left[-\frac{1}{2}AQ_2 - \frac{1}{2}AI_1 \right], \left[\frac{1}{2}AQ_1 + \frac{1}{2}AI_2 \right] + \left[\frac{1}{2}AI_2 - \frac{1}{2}AQ_1 \right] \right) = (-AQ_2, AI_2) \tag{15}$$

an einem ersten Ausgang der Nachverstärker-Hybridweiche **697** zu erzeugen. Wie oben beschrieben kann das Verschieben eines Signals um 90° durch Umtauschen der Werte der reellen und Quadraturkomponenten erreicht werden. So ist $(-AQ_2, AI_2)$ eine phasenverschobene verstärkte Version des zweiten diversitycodierten Signals. Dieses Signals wird dann über die Antenne **640** zur Mobilstation übertragen.

[0088] Zum phasenverschobenen repräsentativen Signal des ersten zusammengesetzten Signals wird das nichtphasenverschobene repräsentative Signal des zweiten zusammengesetzten Signals hinzuaddiert, um

$$\left(\left[\frac{1}{2}AI_2 - \frac{1}{2}AQ_1 \right] + \left[-\frac{1}{2}AQ_1 - \frac{1}{2}AI_2 \right], \left[\frac{1}{2}AQ_2 + \frac{1}{2}AI_1 \right] + \left[\frac{1}{2}AI_1 - \frac{1}{2}AQ_2 \right] \right) = (-AQ_1, AI_1) \tag{16}$$

an einem zweiten Ausgang der Nachverstärker-Hybridweiche **697** zu erzeugen. $(-AQ_1, AI_1)$ ist eine phasenverschobene verstärkte Version des ersten diversitycodierten Signals. Dieses Signal wird dann über die Antenne **645** zur Mobilstation übertragen.

[0089] Der Sender **830** arbeitet auf ähnliche Weise, wenn er mit einer Mobilstation kommuniziert, die nicht diversityfähig ist, nur wird das zur Mobilstation zu übertragende Signal, das hier als das zweite Signal bezeichnet wird, durch die Kanalverarbeitungsschaltungen **647** unter Verwendung der ersten Codierungsfolge codiert und dann von nur einer der zwei Funkvorrichtungen, beispielsweise der Funkvorrichtung **890**, auf ein HF-Signal aufmoduliert. Das zweite Signal wird (nach seiner Codierung) als S_1 benutzt und S_2 wird auf Null gesetzt. Sowohl S_1 als auch S_2 werden den beiden digitalen Vorverstärker-Hybridweichen **890** und **895** zugeführt.

[0090] Bei $S_2 = 0$ wird das erste zusammengesetzte Signal

$$\left(\frac{1}{\sqrt{2}} I_1, \quad \frac{1}{\sqrt{2}} Q_1 \right)$$

und das zweite zusammengesetzte Signal wird

$$\left(-\frac{1}{\sqrt{2}} Q_1, \quad +\frac{1}{\sqrt{2}} I_1 \right)$$

. So ist das erste und zweite zusammengesetzte Signal eine Funktion des zweiten Signals. Vom HF-Teil **860** der Funkvorrichtung **850** wird dann das erste zusammengesetzte Signal auf ein HF-Signal aufmoduliert und vom HF-Teil **865** der Funkvorrichtung **855** wird dann das zweite zusammengesetzte Signal auf ein HF-Signal aufmoduliert.

[0091] Das sich ergebende erste zusammengesetzte Signal wird im Leistungsverstärker **670** verstärkt und das sich ergebende zweite zusammengesetzte Signal wird im Leistungsverstärker **675** verstärkt. In diesem Fall wird daher nur die Hälfte des zweiten Signals in jedem der Leistungsverstärker verstärkt. Das bedeutet, daß der Leistungspegel des jeden Leistungsverstärker durchlaufenden Signals die Hälfte der Leistung des Gesamtsignals beträgt. Dadurch können Leistungsverstärker mit der halben Leistungsabgabefähigkeit $\frac{1}{2}P$ des Leistungsverstärkers **170** des Senders **130** benutzt werden, der keine Sendediversity benutzt.

[0092] Bei $S_2 = 0$ liegt kein Signal am ersten Ausgang der Nachverstärker-Hybridweiche **697** und am zweiten Ausgang der Nachverstärker-Hybridweiche **697** wird $(-AQ_3, AI_3)$ erzeugt. $(-AQ_3, AI_3)$ ist ein verstärktes (codiertes und phasenverschobenes) zweites Signal. So wird das verstärkte zweite Signal als Funktion der verstärkten zusammengesetzten Signale gebildet. Das verstärkte zweite Signal wird dann über die Antenne **645** zur Mobilstation übertragen (und über die Antenne **640** wird kein Signal übertragen).

[0093] Um zu ermöglichen, daß die verstärkten ersten und zweiten diversitycodierten Signale von der Nachverstärker-Hybridweiche genau erhalten werden, sollten die HF-Teile **860** und **865** der Funkvorrichtungen **850** und **855** in Phase und Verstärkung angepaßt sein, um annehmbare Antennentrennungstoleranzen herzustellen, wobei die Antennentrennungstoleranz das Verhältnis der Leistung aller Signale, die nicht auf einer Antenne übertragen werden sollen, gegenüber der Leistung des Signals, das über die Antenne übertragen werden soll, ist. Beispielsweise kann die annehmbare Antennentrennungstoleranz jeder Antennentrennungstoleranz weniger oder gleich 20 dB sein. Um eine Antennentrennungstoleranz von 20 dB zu erhalten, sollte die Phase der HF-Teile **860** und **865** auf innerhalb $11,5^\circ$ und die Verstärkung auf innerhalb 1,6 dB angepaßt sein.

[0094] Beispielsweise wird von der Anmelderin vorgeschlagen, daß die HF-Teile **860** und **865** so ausgelegt sind, daß die Schwierigkeiten von Phasen- und Verstärkungsanpassung verringert werden. Beispielsweise können die HF-Teile **860** und **865** (oder möglicherweise die Funkvorrichtungen **850** und **855**) auf derselben Platine unter Verwendung von Bauteilen derselben oder ähnlicher Art und Größe ausgeführt sein. Zusätzlich können die HF-Teile **860** und **865** denselben Takt teilen. Von der Anmelderin ist erkannt worden, daß Verbesserungen dieser und sonstiger Faktoren der Auslegung von Funkvorrichtungen **850** und **855** und besonders HF-Teilen **860** und **865** die Anpassung der Funkvorrichtungen in Phase und Verstärkung erleichtern können.

Teilen von Verstärkern unter Verwendung von 180° -Hybridweichen

[0095] Auf ähnliche Weise wie bei den analogen Vorverstärker-Hybridweichen können digitale Vorverstärker-Hybridweichen eine beliebige Art von digitalen Hybridweichen sein, solange wie ein verstärktes erstes diversitycodiertes Signal für eine von zwei Antennen und ein verstärktes zweites diversitycodiertes Signal für die

andere der zwei Antennen bereitgestellt wird. Beispielsweise können die digitalen Vorverstärker-Hybridweichen 180°-Hybridweichen sein, in welchem Fall die Nachverstärker-Hybridweiche ebenfalls eine 180°-Hybridweiche sein würde. **Fig. 9** zeigt die Funktionsweise des Senders **930**, wo Vorverstärker-Hybridweichen **990** und **995** 180°-Hybridweichen sind. Wenn der Sender **930** mit einer diversityfähigen Mobilstation kommuniziert, wird das erste Signal (d.h. das zur Mobilstation zu übertragende Signal) den Kanalverarbeitungsschaltungen **647** zugeführt, die das erste Signal wie oben beschrieben unter Verwendung eines Diversitycodes und von Codierungsfolgen verarbeiten, um erste und zweite diversitycodierte Signale zu erzeugen. Von den Funkvorrichtungen **850** und **855** werden diversitycodierte Signale als die Signale S_1 und S_2 benutzt, die jeweils den ersten und zweiten digitalen Vorverstärker-Hybridweichen **990** und **995** zugeführt werden.

[0096] Von der ersten Vorverstärker-Hybridweiche **990** werden erste repräsentative Signale von S_1 und S_2 gebildet, die jeweils dieselben Informationen wie ihr entsprechendes diversitycodiertes Signal (S_1 oder S_2) darstellen. Von der zweiten Vorverstärker-Hybridweiche **995** werden zweite repräsentative Signale von S_1 und S_2 gebildet, die jeweils dieselben Informationen wie ihr entsprechendes diversitycodiertes Signal (S_1 oder S_2) darstellen. Die Leistung jedes repräsentativen Signals wird die Hälfte der Leistung der diversitycodierten Signale betragen, wodurch die Spannung jedes repräsentativen Signals

$$\frac{1}{\sqrt{2}}$$

der Spannung der diversitycodierten Signale wird. Von der ersten Vorverstärker-Hybridweiche **990** werden daher repräsentative Signale

$$\left(\frac{1}{\sqrt{2}} I_1, \quad \frac{1}{\sqrt{2}} Q_1 \right)$$

aus S_1 und

$$\left(\frac{1}{\sqrt{2}} I_2, \right.$$

$$\left. \frac{1}{\sqrt{2}} Q_2 \right)$$

aus S_2 gebildet und von der zweiten Vorverstärker-Hybridweiche **995** werden repräsentative Signale

$$\left(\frac{1}{\sqrt{2}} I_1, \quad \frac{1}{\sqrt{2}} Q_1 \right)$$

aus S_1 und

$$\left(\frac{1}{\sqrt{2}} I_2, \quad \frac{1}{\sqrt{2}} Q_2 \right)$$

aus S_2 gebildet. Die erste Vorverstärker-Hybridweiche **990** liefert das erste zusammengesetzte Signal, die Summe eines repräsentativen Signals von S_1 und eines repräsentativen Signals von S_2 :

$$\left(\frac{1}{\sqrt{2}} I_1 + \frac{1}{\sqrt{2}} I_2, \quad \frac{1}{\sqrt{2}} Q_1 + \frac{1}{\sqrt{2}} Q_2 \right). \quad (17)$$

[0097] So ist das erste zusammengesetzte Signal eine Funktion einer Summe des ersten diversitycodierten Signals und des zweiten diversitycodierten Signals.

[0098] Die zweite Vorverstärker-Hybridweiche **995** liefert das zweite zusammengesetzte Signal, die Differenz zwischen einem repräsentativen Signal von S_1 und einem repräsentativen Signal von S_2 :

$$\left(\frac{1}{\sqrt{2}} I_1 - \frac{1}{\sqrt{2}} I_2, \quad \frac{1}{\sqrt{2}} Q_1 - \frac{1}{\sqrt{2}} Q_2 \right). \quad (18)$$

[0099] So ist das zweite zusammengesetzte Signal eine Funktion einer Differenz zwischen dem ersten diversitycodierten Signal und dem zweiten diversitycodierten Signal.

[0100] Vom HF-Teil **860** der Funkvorrichtung **950** wird dann das erste zusammengesetzte Signal auf ein HF-Signal auf moduliert und vom HF-Teil **865** der Funkvorrichtung **955** wird das zweite zusammengesetzte Signal auf ein HF-Signal auf moduliert.

[0101] Das modulierte erste zusammengesetzte Signal wird dann im Leistungsverstärker **670** verstärkt und das modulierte zweite zusammengesetzte Signal wird im Leistungsverstärker **675** verstärkt. Die Leistung des jeweiligen ersten und zweiten zusammengesetzten Signals ist die Hälfte der Leistung von S_1 plus die Hälfte der Leistung von S_2 . Dies ist die Hälfte der Summe der Leistung des ersten und zweiten diversitycodierten Signals, was die Hälfte der Leistung des ersten Signals ist. Daher wird nur die Hälfte der Leistung des ersten Signals in jedem Verstärker verstärkt.

[0102] Von der Nachverstärker-Hybridweiche **797** werden die zwei verstärkten zusammengesetzten Signale zum Bilden von zwei repräsentativen Signalen gleicher Leistung für jedes verstärkte zusammengesetzte Signal benutzt. Die Leistung des ersten zusammengesetzten Signals beträgt $(\frac{1}{2}A)^2$ die Leistung von S_1 plus $(\frac{1}{2}A)^2$ die Leistung von S_2 , wodurch die Spannung jedes repräsentativen Signals des ersten verstärkten zusammengesetzten Signals $\frac{1}{2}A$ die Spannung von S_1 plus $\frac{1}{2}A$ die Spannung von S_2 wird. Die Leistung des zweiten zusammengesetzten Signals beträgt ebenfalls $(\frac{1}{2}A)^2$ die Leistung von S_1 plus $(\frac{1}{2}A)^2$ die Leistung von S_2 , wodurch die Spannung jedes repräsentativen Signals des verstärkten zusammengesetzten Signals $\frac{1}{2}A$ die Spannung von S_1 plus $\frac{1}{2}A$ die Spannung von S_2 wird.

[0103] Die Nachverstärker-Hybridweiche **797** liefert die Summe eines repräsentativen Signals des verstärkten ersten zusammengesetzten Signals und eines repräsentativen Signals des verstärkten zweiten zusammengesetzten Signals,

$$([\frac{1}{2}AI_1 + \frac{1}{2}AI_2] + [\frac{1}{2}AI_1 - \frac{1}{2}AI_2], [\frac{1}{2}AQ_1 + \frac{1}{2}AQ_2] + [\frac{1}{2}AQ_1 - \frac{1}{2}AQ_2]) = (AI_1, AQ_1) \quad (19)$$

[0104] (AI_1, AQ_1) ist ein verstärktes erstes diversitycodiertes Signal. Dieses Signal wird dann über die Antenne **640** zur Mobilstation übertragen.

[0105] Die Nachverstärker-Hybridweiche **797** liefert auch die Differenz zwischen einem repräsentativen Signal des verstärkten ersten zusammengesetzten Signals und einem repräsentativen Signal des verstärkten zweiten zusammengesetzten Signals,

$$([\frac{1}{2}AI_1 + \frac{1}{2}AI_2] - [\frac{1}{2}AI_1 - \frac{1}{2}AI_2], [\frac{1}{2}AQ_1 + \frac{1}{2}AQ_2] - [\frac{1}{2}AQ_1 - \frac{1}{2}AQ_2]) = (AI_1, AQ_1) \quad (20)$$

[0106] (AI_2, AQ_2) ist ein verstärktes zweites diversitycodiertes Signal. Dieses Signal wird dann über die Antenne **645** zur Mobilstation übertragen.

[0107] Der Sender **930** arbeitet auf ähnliche Weise, wenn er mit einer nicht diversityfähigen Mobilstation kommuniziert, nur wird das zur Mobilstation zu übertragende Signal, das hier als das zweite Signal bezeichnet wird, durch die Kanalverarbeitungsschaltungen **647** unter Verwendung der ersten Codierungsfolge codiert und dann durch nur eine der zwei Funkvorrichtungen, beispielsweise die Funkvorrichtung **950**, auf ein HF-Signal auf moduliert. Das zweite Signal wird als S_1 benutzt und S_2 wird auf Null gesetzt. Sowohl S_1 als S_2 werden der digitalen Vorverstärker-Hybridweiche **990** und der digitalen ersten Weiche **995** zugeführt.

[0108] Bei $S_2 = 0$ wird das erste zusammengesetzte Signal

$$(\frac{1}{\sqrt{2}} I_1, \frac{1}{\sqrt{2}} Q_1)$$

und das zweite zusammengesetzte Signal wird

$$(-\frac{1}{\sqrt{2}} Q_1, +\frac{1}{\sqrt{2}} I_1)$$

. So ist das erste und zweite zusammengesetzte Signal eine Funktion des zweiten Signals. Vom HF-Teil **860** der Funkvorrichtung **950** wird dann das erste zusammengesetzte Signal auf ein HF-Signal aufmoduliert und vom HF-Teil **865** der Funkvorrichtung **955** wird dann das zweite zusammengesetzte Signal auf ein HF-Signal aufmoduliert.

[0109] Das sich ergebende erste zusammengesetzte Signal wird im Leistungsverstärker **670** und das sich er-

gebende zweite zusammengesetzte Signal im Leistungsverstärker **675** verstärkt. In diesem Fall wird daher nur die Hälfte des zweiten Signals in jedem der Leistungsverstärker verstärkt. Das bedeutet, daß der Leistungspiegel des jeden Leistungsverstärker durchlaufenden Signals die halbe Leistung des zweiten Signals ist. Dadurch können Leistungsverstärker mit der halben Leistungsabgabefähigkeit $\frac{1}{2}P$ des Leistungsverstärkers **170** des Senders **130** benutzt werden, der keine Sendediversity benutzt.

[0110] Bei $S_2 = 0$ wird an einem ersten Ausgang der Nachverstärker-Hybridweiche **797** (A_{I_1}, A_{Q_1}) erzeugt und am zweiten Ausgang der Nachverstärker-Hybridweiche **797** liegt kein Signal an. (A_{I_1}, A_{Q_1}) ist ein verstärktes (codiertes) zweites Signal S_1 . Dieses Signal wird über die Antenne **640** zur Mobilstation übertragen und über die Antenne **645** gibt es nichts zu übertragen.

[0111] Die Sender gemäß den Ausführungsformen der Erfindung können die zusammengesetzten Signale wie oben beschrieben entweder im Analogbereich oder im Digitalbereich bilden. Beispielsweise werden durch Bilden der zusammengesetzten Signale im Digitalbereich und Verwendung von digitaler Vorverzerrung zum Vorverzerrten der zusammengesetzten Signale vor der Verstärkung die obenbeschriebenen Vorteile bereitgestellt. Bilden der zusammengesetzten Signale im Analogbereich kann dazu benutzt werden, zu vermeiden, die Funkvorrichtungen in Phase und Verstärkung anpassen zu müssen bei Anwendungen, wo keine digitale Vorverzerrung verfügbar ist, beispielsweise wenn digitale Vorverzerrung nicht verfügbar ist, wenn die zu übertragenden Signale eine größere Bandbreite als 5 MHz aufweisen. Bei Anwendungen, wo die Bandbreite der Signale größer als 5 MHz ist, könnte es vorteilhaft sein, die zusammengesetzten Signale im Analogbereich zu bilden. Selbst in den Ausführungsformen, wo die digitale Vorverzerrung nicht benutzt wird (wie beispielsweise den in **Fig. 6** und **7** dargestellten Ausführungsformen), kann jedoch die Vorverstärker-Hybridweiche im Digitalbereich realisiert werden. Bei diesen Ausführungsformen würden die Signale vor ihrer Verarbeitung durch die Funkvorrichtungen durch die Vorverstärker-Hybridweiche verarbeitet werden und die Funkvorrichtungen sollten in Phase und Verstärkung angepaßt sein. Die Sender **630**, **730**, **830** und **930** gemäß den Ausführungsformen der Erfindung können alle in einer Basisstation wie beispielsweise der Basisstation **112** benutzt werden, die wie oben beschrieben auch mindestens eine Antenne und einen Empfänger zum Empfangen von Signalen von den Mobilstationen enthält. Wenn das benutzte Diversityverfahren Raumdiversity ist, würde die Basisstation auch mindestens zwei Antennen enthalten, wobei mindestens eine der Antennen an den Empfänger und mindestens zwei der Antennen an den Sender angekoppelt sind.

[0112] Das obige ist nur beispielhaft. So wird beispielsweise in den beispielhaften Ausführungsformen beschrieben, daß jeder der geteilten Leistungsverstärker **670** und **675** eine Leistungsabgabefähigkeit aufweist, die geringer als die Leistungsabgabefähigkeit des Leistungsverstärkers **170** des Nichtdiversitysystems ist. Bei alternativen Ausführungsformen der Erfindung können die geteilten Leistungsverstärker **670** und **675** eine beliebige Leistungsabgabefähigkeit aufweisen, einschließlich einer Leistungsabgabefähigkeit größer gleich der Leistungsabgabefähigkeit des Leistungsverstärkers **170** des Nichtdiversitysystems. Einer der durch die vorliegende Erfindung bereitgestellten Vorteile liegt darin, daß eine Erhöhung der Leistungsabgabefähigkeit der geteilten Leistungsverstärker eine Steigerung der Systembelastbarkeit herstellen könnte, die verhältnismäßig größer als die Steigerung der Leistungsabgabefähigkeit der Leistungsverstärker ist. Wenn beispielsweise jeder geteilte Leistungsverstärker **670** und **675** dieselbe Leistungsabgabefähigkeit wie die Leistungsverstärker eines Nichtdiversitysystems aufweist, dann kann die Belastbarkeit der die geteilten Leistungsverstärker enthaltenden Basisstation mehr als das Doppelte der nicht diversityfähigen Basisstation betragen.

[0113] Weiterhin wird die Sendediversity in den beispielhaften Ausführungsformen mit zweidiversitycodierten Signalen realisiert. Bei alternativen Ausführungsformen der Erfindung kann die Sendediversity mit mehr als zwei diversitycodierten Signalen realisiert werden. In Basisstationen, wo mehrere diversitycodierte Signale benutzt werden, um Sendediversity zu realisieren, würde es einen Leistungsverstärker für jedes der diversitycodierten Signale geben (und wo Raumdiversity benutzt wird, würde es eine Antenne für jedes der diversitycodierten Signale geben). Das erste Signal würde unter Verwendung der Diversitycodierung dupliziert werden und unter Verwendung der Codierungsfolgen codiert werden, um die diversitycodierten Signale zu erzeugen. Jedes der diversitycodierten Signale könnte durch eine oder mehrere Vorverstärker-Hybridweichen verarbeitet werden, um mehrere zusammengesetzte Signale zu erzeugen, die vom Leistungsverstärker verstärkt werden. Die verstärkten zusammengesetzten Signale können dann von der Nachverstärker-Hybridweiche verarbeitet werden, um eine verstärkte Version eines der diversitycodierten Signale auf jeder der Antennen bereitzustellen.

[0114] Zusätzlich ist bei den beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung die Sendediversity durch Übertragen eines Signals von einer Basisstation zu einer Mobilstation unter Verwendung von Sendediversity ausgeführt. Bei alternativen Ausführungsformen der Erfindung kann eine Mobilstation Sendediversity zum Über-

tragen eines Signals zu einer Basisstation gemäß der vorliegenden Erfindung benutzen.

[0115] Weiterhin ist in den beispielhaften Ausführungsformen die Leistungsabgabefähigkeit der zwei Leistungsverstärker gleich und S_1 und S_2 sind in repräsentative Signale mit gleicher Leistung aufgespaltet, die die zusammengesetzten Signale bilden. Bei alternativen Ausführungsformen der Erfindung ist die Leistungsabgabefähigkeit der zwei Leistungsverstärker nicht gleich und die Leistung der repräsentativen Signale ist nicht gleich. Das Verhältnis der Leistungen der zwei repräsentativen Signale sollte das Gleiche wie das Verhältnis der Leistungsabgabefähigkeit der zwei Leistungsverstärker sein. Das Verhältnis der Leistung der repräsentativen Signale jedes der verstärkten zusammengesetzten Signale würde ebenfalls gleich dem Verhältnis der Leistungsabgabefähigkeit der zwei Leistungsverstärker sein.

[0116] Weiterhin sind in den beispielhaften Ausführungsformen die Funkvorrichtungen und Kanalverarbeitungsschaltungen in einer bestimmten Konfiguration angeordnet. Bei alternativen Ausführungsformen der Erfindung können die Funkvorrichtungen und Kanalverarbeitungsschaltungen in einer beliebigen Konfiguration angeordnet sein. Bei einem Beispiel kann die Funktionalität jeder der Funkvorrichtungen **650** und **655** durch mehrere Funkvorrichtungen durchgeführt werden. Bei einem zweiten Beispiel kann ein Teil der Funktionalität der zwei Funkvorrichtungen kombiniert sein. Beispielsweise ist in einigen der beispielhaften Ausführungsformen jede Funkvorrichtung mit ihren eigenen digitalen Schaltungen dargestellt. Wahlweise können sich die zwei Funkvorrichtungen digitale Schaltungen teilen, beispielsweise kann ein digitaler Vorverzerrer von den zwei Funkvorrichtungen geteilt werden, um die ersten und zweiten digitalen Vorverzerrer **820** und **825** zu ersetzen. Auf ähnliche Weise kann eine Vorverstärker-Hybridweiche von den zwei Funkvorrichtungen **850** und **855** geteilt werden, um die Vorverstärker-Hybridweichen **890** und **895** zu ersetzen und eine Vorverstärker-Hybridweiche kann von den zwei Funkvorrichtungen **950** und **955** geteilt werden, um die Vorverstärker-Hybridweichen **990** und **995** zu ersetzen. Bei einem dritten Beispiel kann, obwohl dargestellt ist, daß die im Digitalbereich durchgeführte Funktionalität in getrennten Schaltungen durchgeführt wird (wie beispielsweise den Kanalverarbeitungsschaltungen, den Vorverstärker-Hybridweichen und den digitalen Vorverzerrern), ein Element benutzt werden, um einen Teil oder die gesamte Funktionalität durchzuführen.

[0117] Zusätzlich ist bei einigen beispielhaften Ausführungsformen (wie beispielsweise den in **Fig. 6** und **7** dargestellten Ausführungsformen) dargestellt, daß die Funkvorrichtungen und die Vorverstärker-Hybridweiche getrennte Funktionsblöcke sind, die getrennt oder als getrennte Funktionselemente auf derselben Platine ausgeführt sein können. Bei diesen Ausführungsformen bilden die Funkvorrichtungen, die Kanalverarbeitungsschaltungen und die Vorverstärker-Hybridweiche eine erste Vorrichtung. Bei anderen beispielhaften Ausführungsformen kann die Vorverstärker-Hybridweiche ein Teil der Funkvorrichtung sein und die erste Vorrichtung ist daher nur die Funkvorrichtung und die Kanalverarbeitungsschaltungen.

[0118] Weiterhin können, obwohl in den beispielhaften Ausführungsformen alle Signale mit derselben Frequenz übertragen werden, die Signale in alternativen Ausführungsformen auf unterschiedlichen Frequenzen übertragen werden. Beispielsweise sind die verstärkten diversitycodierten Signale auf einer Frequenz zu übertragen und die verstärkten zweiten Signale sind auf einer weiteren Frequenz zu übertragen oder einige der verstärkten diversitycodierten Signale und verstärkten zweiten Signale sind auf einer Frequenz zu übertragen und andere verstärkte diversitycodierte Signale und verstärkte zweite Signale sind auf einer anderen Frequenz zu übertragen.

[0119] Obwohl weiterhin in der beispielhaften Ausführungsform das Teilen von Verstärkern mit digitaler Vorverzerrung in Anwendungen dargestellt ist, die sowohl das Übertragen eines Signals unter Verwendung von Sendediversity als auch das Übertragen eines Signals ohne Verwendung von Sendediversity unterstützen, kann in alternativen Ausführungsformen das Teilen von Verstärkern mit digitaler Vorverzerrung auch in anderen Anwendungen wie beispielsweise Anwendungen, bei denen Verstärker zwischen zwei sogenannten Sektoren einer Zelle eines Funktelekommunikationssystems geteilt werden, benutzt werden. Zusätzlich kann Teilen von Verstärkern mit digitaler Vorverzerrung bei Anwendungen benutzt werden, die nur die Übertragung eines Signals unter Verwendung von Sendediversity unterstützen oder bei Anwendungen, die nur das Übertragen eines Signals ohne Verwendung von Sendediversity unterstützen.

[0120] Weiterhin ist in den beispielhaften Ausführungsformen beschrieben, daß die Erfindung auf das Teilen von Leistungsverstärkern ausgerichtet ist. Bei alternativen Ausführungsformen der Erfindung können die geteilten Verstärker beliebige Verstärker sein. In diesem Fall ist die Funktionalität der Funkvorrichtungen, ein Digitalsignal in ein analoges HF-Signal umzuwandeln, bei der Ausführung derartiger Ausführungsformen der Erfindung unter Umständen nicht nützlich.

[0121] Zusätzlich wird der Fachmann erkennen, daß, obwohl in der beispielhaften Ausführungsform jede Zelle ein Omnisektor ist, die Zelle in eine Mehrzahl von Sektoren eingeteilt werden kann. In diesem Falle würde die Basisstation Funkvorrichtungen, Hybridweichen, mindestens zwei Verstärker und Antennen für jeden Sektor aufweisen.

[0122] Obwohl die Erfindung unter Bezugnahme auf eine bevorzugte Ausführungsform beschrieben worden ist, wird der Fachmann bei Bezugnahme auf die Beschreibung und Zeichnungen verstehen, daß verschiedene Alternativen und Abänderungen daran möglich sind, ohne aus dem Rahmen der Erfindung zu weichen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verstärken mindestens eines ersten und zweiten diversitycodierten Signals mit folgenden Schritten:

Duplizieren eines ersten Signals in ein erstes und zweites diversitycodiertes Signal, das jeweils durch das erste Signal dargestellte Informationen zur Übertragung unter Verwendung von Sendediversity darstellt, und Verstärken eines zweiten Signals, das ohne Verwendung von Sendediversity zu übertragen ist; Teilen der Verstärkung des mindestens ersten und zweiten diversitycodierten Signals zwischen mindestens zwei Verstärkern (**670** und **675**), und Teilen der Verstärkung des zweiten Signals zwischen den mindestens zwei Verstärkern.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der erste und zweite Teilungsschritt gleichzeitig ausgeführt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren weiterhin den Schritt des Bildens mindestens eines ersten und zweiten zusammengesetzten Signals als Funktionen des mindestens ersten und zweiten diversitycodierten Signals umfaßt; wobei der erste der Teilungsschritte folgende Schritte umfaßt:

Verstärken des ersten zusammengesetzten Signals in einem ersten Verstärker (**670**) der mindestens zwei Verstärker (**670** und **675**); und Verstärken des zweiten zusammengesetzten Signals in einem zweiten Verstärker (**675**) der mindestens zwei Verstärker (**670** und **675**).

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren weiterhin den Schritt des Bildens des mindestens ersten und zweiten zusammengesetzten Signals als Funktionen des zweiten Signals umfaßt; und

wobei der zweite der Teilungsschritte folgende Schritte umfaßt:

Verstärken des ersten zusammengesetzten Signals in einem ersten Verstärker (**670**) der mindestens zwei Verstärker (**670** und **675**); und Verstärken des zweiten zusammengesetzten Signals in einem zweiten Verstärker (**675**) der mindestens zwei Verstärker (**670** und **675**).

5. Verfahren zum Verarbeiten mindestens eines ersten diversitycodierten Signals und eines zweiten diversitycodierten Signals, die jeweils durch ein erstes Signal dargestellte Informationen darstellen, mit folgenden Schritten:

Duplizieren des ersten Signals in ein erstes und zweites diversitycodiertes Signal; Bilden mindestens eines ersten und zweiten zusammengesetzten Signals als Funktionen des mindestens ersten und zweiten diversitycodierten Signals; Verstärken des ersten zusammengesetzten Signals in einem ersten Verstärker (**670**), um ein verstärktes erstes zusammengesetztes Signal zu erzeugen; Verstärken des zweiten zusammengesetzten Signals in einem zweiten Verstärker (**675**), um ein verstärktes zweites zusammengesetztes Signal zu erzeugen; und Bilden eines verstärkten ersten und zweiten diversitycodierten Signals als Funktionen mindestens des verstärkten ersten und zweiten zusammengesetzten Signals.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das verstärkte erste diversitycodierte Signal ein verstärktes phasenverschobenes erstes diversitycodiertes Signal umfaßt; und das verstärkte zweite diversitycodierte Signal ein verstärktes phasenverschobenes zweites diversitycodiertes Signal umfaßt.

7. Verfahren nach Anspruch 3 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das erste zusammengesetzte Signal

eine Funktion einer Kombination des ersten diversitycodierten Signals mit einer phasenverschobenen Version des zweiten diversitycodierten Signals ist; und
 das zweite zusammengesetzte Signal eine Funktion einer Kombination des zweiten diversitycodierten Signals mit einer phasenverschobenen Version des ersten diversitycodierten Signals ist.

8. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
 daß das verstärkte erste diversitycodierte Signal eine Funktion einer Kombination des verstärkten ersten zusammengesetzten Signals mit einer phasenverschobenen Version des verstärkten zweiten zusammengesetzten Signals ist; und
 das verstärkte zweite diversitycodierte Signal eine Funktion einer Kombination des verstärkten zweiten zusammengesetzten Signals mit einer phasenverschobenen Version des verstärkten ersten zusammengesetzten Signals ist.

9. Verfahren nach Anspruch 3 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das erste zusammengesetzte Signal eine Funktion einer Summe des ersten diversitycodierten Signals und des zweiten diversitycodierten Signals ist; und
 das zweite zusammengesetzte Signal eine Funktion einer Differenz zwischen dem ersten diversitycodierten Signal und dem zweiten diversitycodierten Signal ist.

10. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
 daß das verstärkte erste diversitycodierte Signal eine Funktion einer Summe des verstärkten ersten zusammengesetzten Signals und des verstärkten zweiten zusammengesetzten Signals ist; und
 das verstärkte zweite diversitycodierte Signal eine Funktion einer Differenz des verstärkten ersten zusammengesetzten Signals und des verstärkten zweiten zusammengesetzten Signals ist.

11. Verfahren nach Anspruch 5, weiterhin gekennzeichnet durch folgende Schritte:
 Übertragen des verstärkten ersten diversitycodierten Signals über eine erste Antenne; und
 Übertragen des verstärkten zweiten diversitycodierten Signals über eine zweite Antenne.

12. Verfahren nach Anspruch 5, weiterhin gekennzeichnet durch folgende Schritte:
 Bilden des mindestens ersten und zweiten zusammengesetzten Signals als Funktionen eines zweiten Signals; und
 Bilden eines verstärkten zweiten Signals als Funktion von mindestens dem verstärkten ersten und zweiten zusammengesetzten Signal.

13. Verfahren nach Anspruch 3 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt des Bildens des mindestens ersten und zweiten zusammengesetzten Signals im Digitalbereich durchgeführt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, weiterhin gekennzeichnet durch folgende Schritte:
 Vorverzerrern des ersten zusammengesetzten Signals; und Vorverzerrern des zweiten zusammengesetzten Signals; und wobei die Schritte des Verstärkens des ersten und zweiten zusammengesetzten Signals das Verstärken des vorverzerrten ersten und zweiten zusammengesetzten Signals umfassen.

15. Sender (**630**, **730**, **830** oder **930**) mit folgendem:
 einer ersten Vorrichtung zum Duplizieren eines ersten Signals in ein erstes und zweites diversitycodiertes Signal und zum Bilden mindestens eines ersten und zweiten zusammengesetzten Signals als Funktionen des mindestens ersten und zweiten diversitycodierten Signals, wobei das erste und zweite diversitycodierte Signal durch das erste Signal dargestellte Informationen darstellen, die unter Verwendung von Sendediversity zu übertragen sind;
 einem ersten Verstärker (**670**) mit einem an die erste Vorrichtung angekoppelten Eingang, wobei der Verstärker (**670**) das erste zusammengesetzte Signal verstärkt, um ein verstärktes erstes zusammengesetztes Signal zu erzeugen;
 einem zweiten Verstärker (**675**) mit einem an die erste Vorrichtung angekoppelten Eingang, wobei der Verstärker das zweite zusammengesetzte Signal verstärkt, um ein verstärktes zweites zusammengesetztes Signal zu erzeugen; und
 einer zweiten Vorrichtung (**697** oder **797**) mit einem ersten an einen Ausgang des ersten Verstärkers (**670**) angekoppelten Eingang und einem zweiten an einen Ausgang des zweiten Verstärkers (**675**) angekoppelten Eingang, wobei die zweite Vorrichtung (**697** oder **797**) zum Bilden eines verstärkten ersten und zweiten diversitycodierten Signals als Funktionen mindestens des verstärkten ersten und zweiten zusammengesetzten Signals dient.

16. Sender (**830** oder **930**) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Vorrichtung folgendes umfaßt:
Kanalverarbeitungsschaltungen (**647**) zum Duplizieren des ersten Signals in ein erstes und zweites diversity-codiertes Signal; und
mindestens eine Funkvorrichtung (**850** und **855**, oder **950** und **955**) zum Bilden des ersten und zweiten zusammengesetzten Signals.
17. Sender (**630** und **730**) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Vorrichtung folgendes umfaßt:
Kanalverarbeitungsschaltungen (**647**) zum Duplizieren des ersten Signals in ein erstes und zweites diversity-codiertes Signal;
mindestens eine Funkvorrichtung (**650** und **655**); und
eine erste Hybridweiche (**690** oder **790**) mit einem an einen Ausgang der Funkvorrichtung (**650** und **655**) angekoppelten Eingang, einem an den ersten Verstärker (**670**) angekoppelten ersten Ausgang und einem zweiten an den zweiten Verstärker (**675**) angekoppelten Ausgang, wobei die erste Hybridweiche (**690** oder **790**) das erste und zweite zusammengesetzte Signal bildet; und
die zweite Vorrichtung (**697** oder **797**) eine zweite Hybridweiche (**697** oder **797**) mit einem an den ersten Verstärker (**670**) angekoppelten ersten Eingang und einen an den zweiten Verstärker (**675**) angekoppelten zweiten Eingang umfaßt.
18. Sender (**630**) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die erste (**690**) und zweite (**697**) Hybridweiche 90°-Hybridweichen umfassen.
19. Sender (**830** oder **930**) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Vorrichtung weiterhin einen digitalen Vorverzerrer (**820** und **825**) mit einem an den ersten (**670**) und zweiten (**675**) Verstärker angekoppelten Ausgang umfaßt, wobei der digitale Vorverzerrer das erste zusammengesetzte Signal und das zweite zusammengesetzte Signal vorverzerrt;
daß der erste Verstärker (**670**) das vorverzerrte erste zusammengesetzte Signal verstärkt, um das verstärkte erste zusammengesetzte Signal zu erzeugen; und
daß der zweite Verstärker (**675**) das vorverzerrte zweite zusammengesetzte Signal verstärkt, um das verstärkte zweite zusammengesetzte Signal zu erzeugen.
20. Sender nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet,
daß das verstärkte erste diversitycodierte Signal ein verstärktes phasenverschobenes erstes diversitycodiertes Signal umfaßt; und
das verstärkte zweite diversitycodierte Signal ein verstärktes phasenverschobenes zweites diversitycodiertes Signal umfaßt.
21. Vorrichtung mit folgendem: mindestens einer Antenne (**640** und **645**); und gekennzeichnet durch einen Sender (**630**, **730**, **830** oder **930**) nach einem beliebigen der Ansprüche 15 bis 20, der an mindestens eine der mindestens einen Antenne (**640** und **645**) angekoppelt ist.
22. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das erste diversitycodierte Signal und das zweite diversitycodierte Signal die gleiche Frequenz aufweisen, aber unterschiedlich codiert sind, so daß die diversitycodierten Duplikate des ersten Signals getrennte, unabhängige Signale sind.
23. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das erste diversitycodierte Signal und das zweite diversitycodierte Signal die gleiche Frequenz aufweisen, aber unterschiedlich codiert sind, so daß die diversitycodierten Duplikate des ersten Signals getrennte, unabhängige Signale sind.
24. Sender nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das erste diversitycodierte Signal und das zweite diversitycodierte Signal die gleiche Frequenz aufweisen, aber unterschiedlich codiert sind, so daß die diversitycodierten Duplikate des ersten Signals getrennte, unabhängige Signale sind.
25. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß das erste diversitycodierte Signal und das zweite diversitycodierte Signal die gleiche Frequenz aufweisen, aber unterschiedlich codiert sind, so daß die diversitycodierten Duplikate des ersten Signals getrennte, unabhängige Signale sind.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

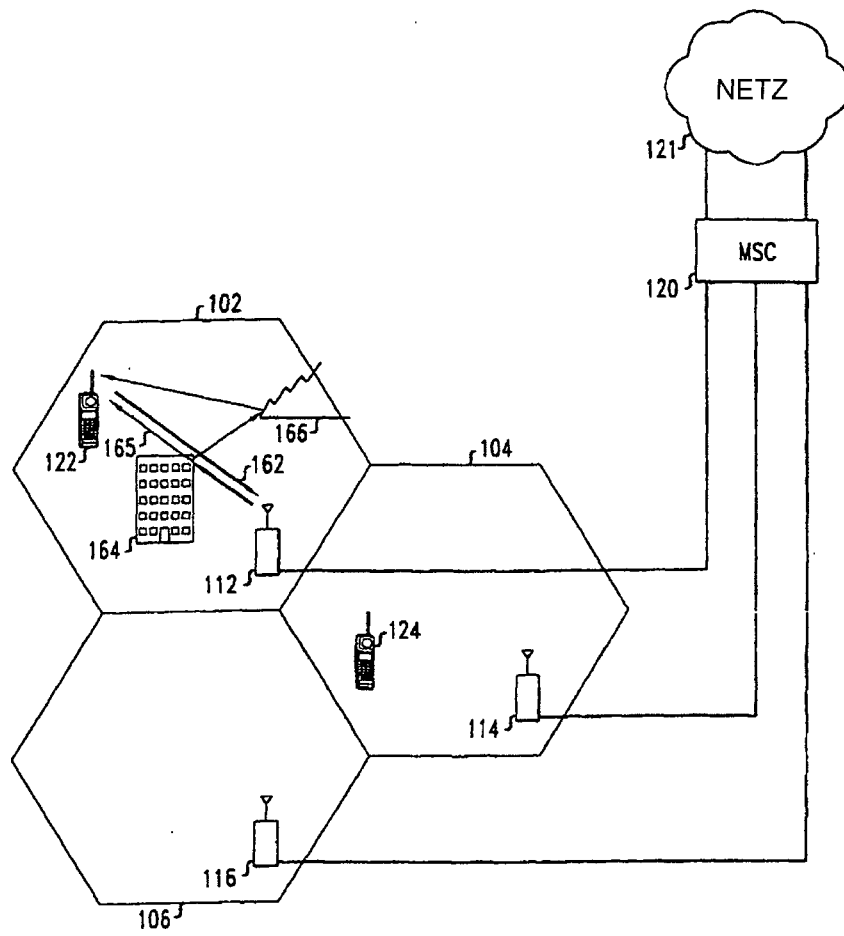


FIG. 2

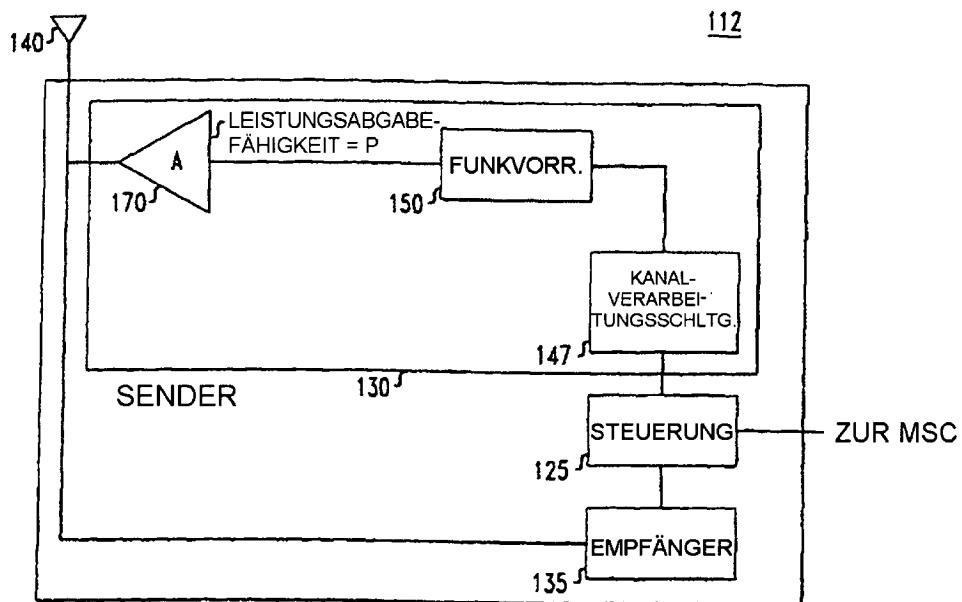


FIG. 3

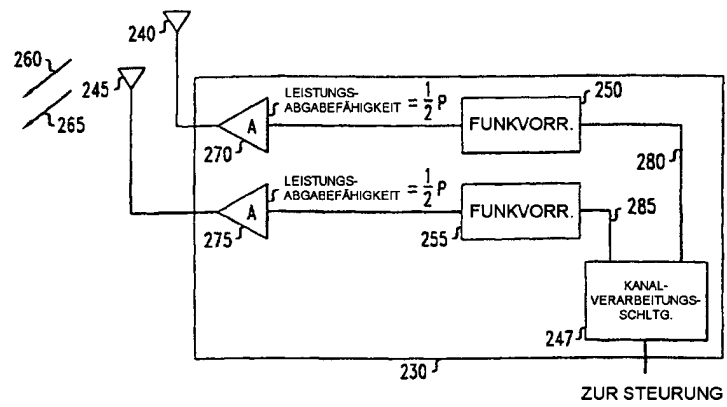


FIG. 4

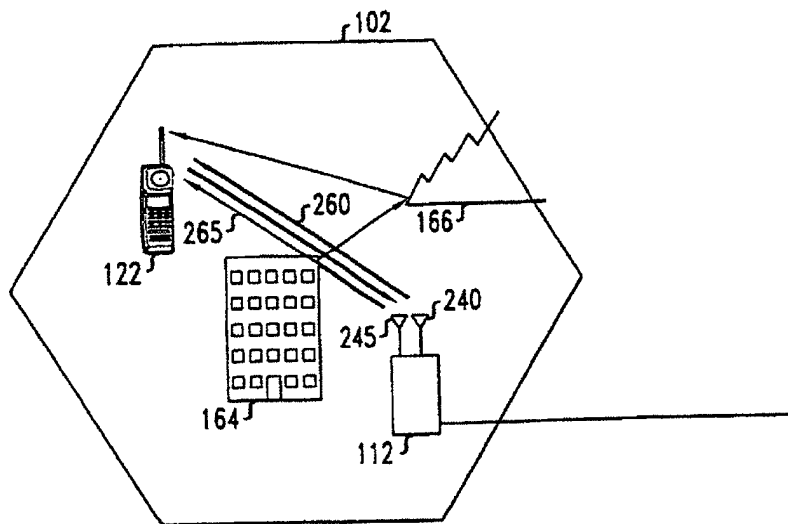


FIG. 5

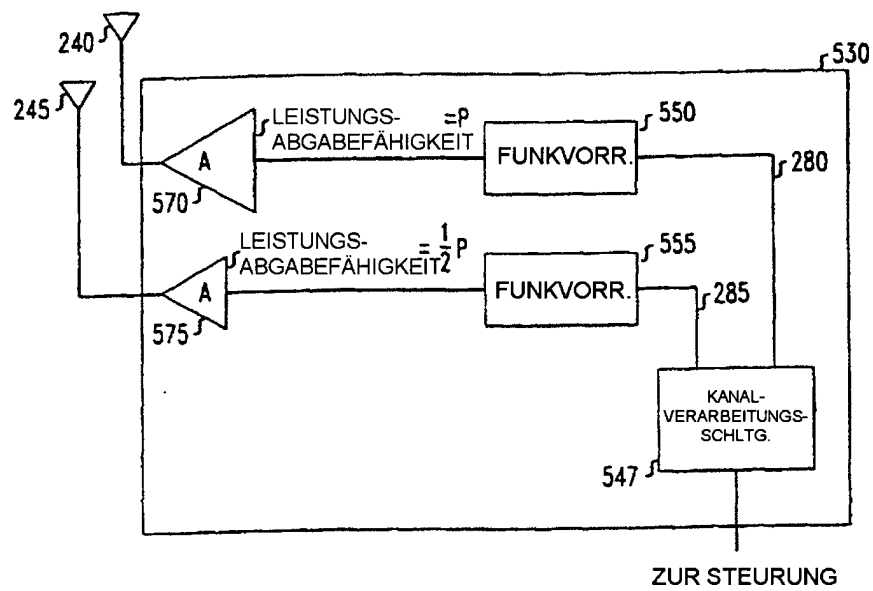


FIG. 6

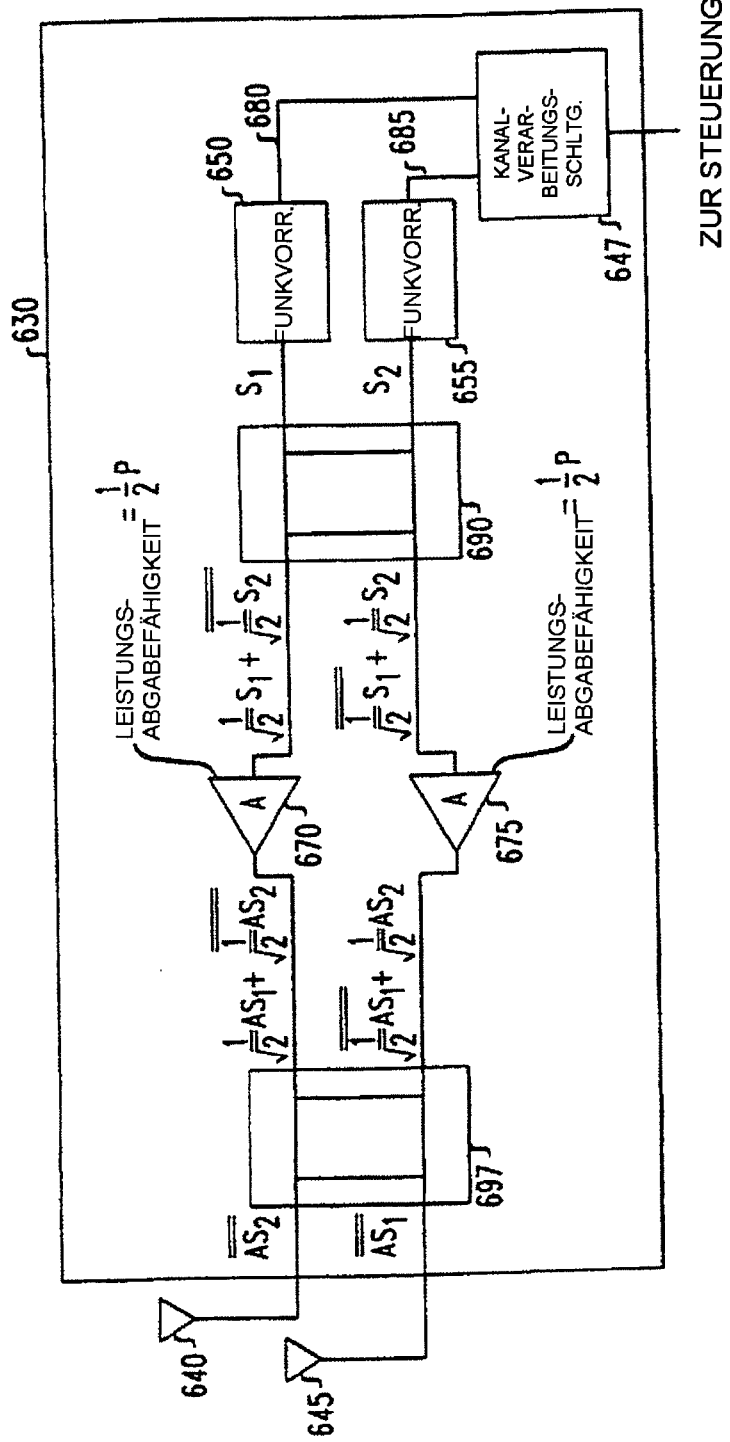


FIG. 6a

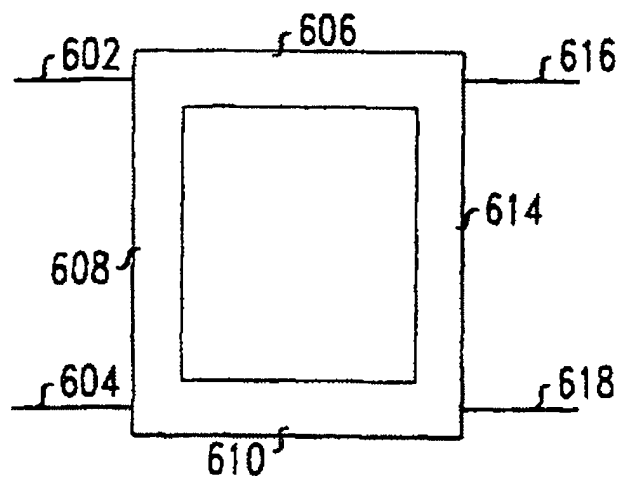


FIG. 7

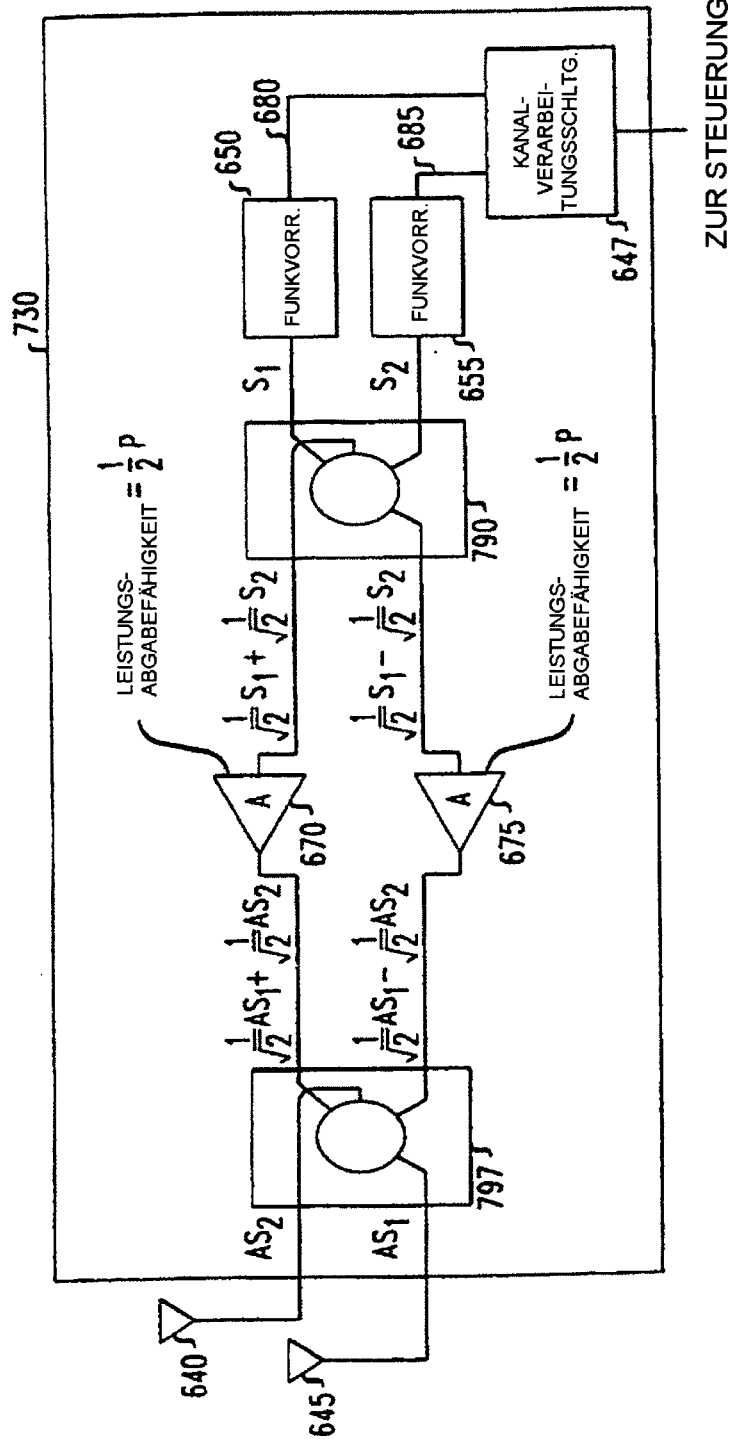


FIG. 7A

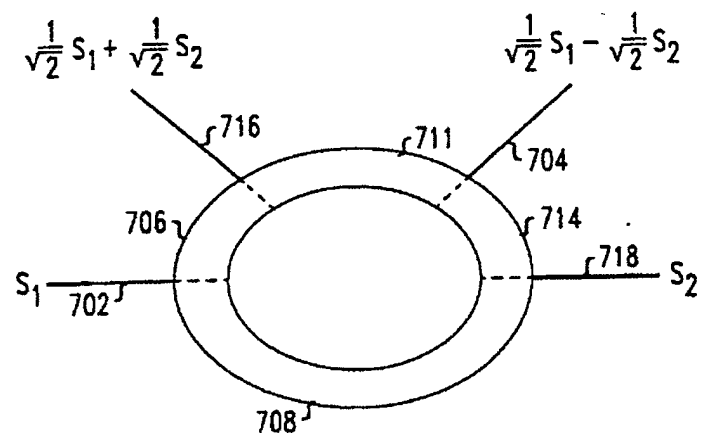


FIG. 7B

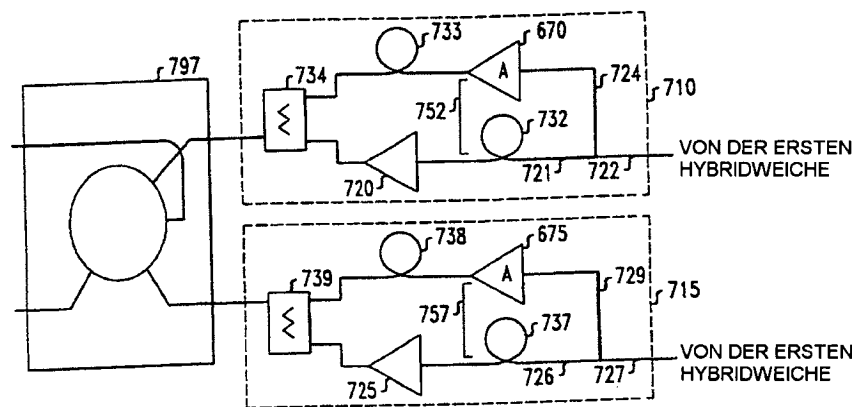


FIG. 8

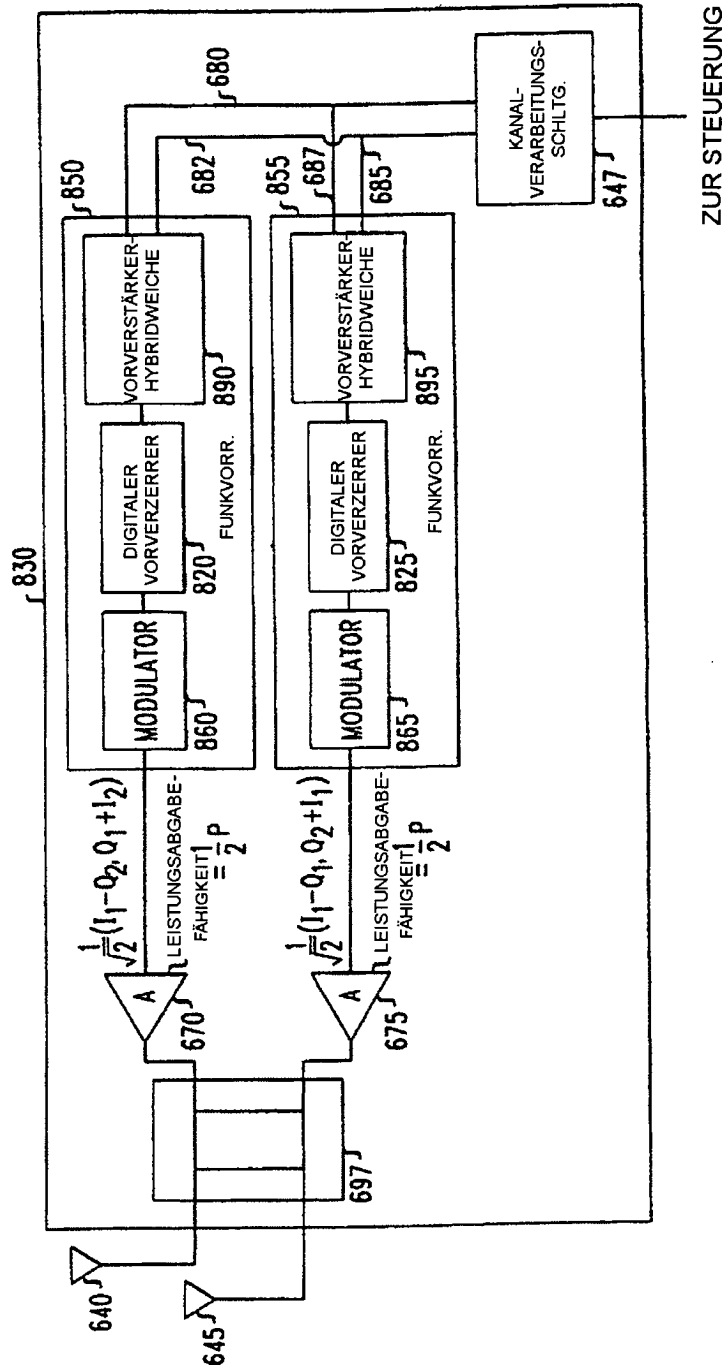


FIG. 8A

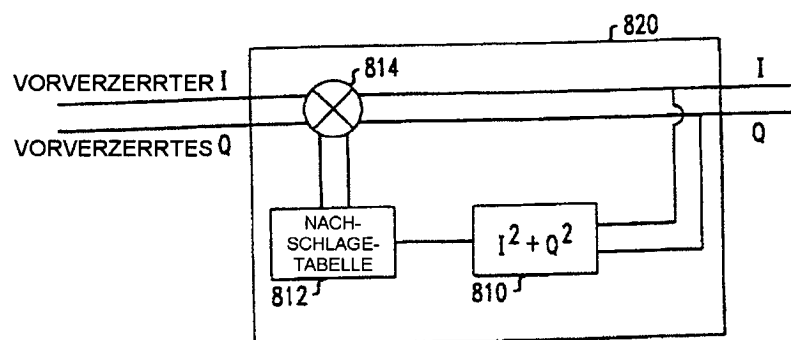


FIG. 9

