(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 13 680 T2** 2004.03.25

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 889 540 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 13 680.2**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 304 938.8**
(96) Europäischer Anmeldetag: **23.06.1998**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.01.1999**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **23.04.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **25.03.2004**

(51) Int Cl.[7]: **H01Q 3/26**
H04B 7/08

(30) Unionspriorität:
887856 **03.07.1997** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Lucent Technologies Inc., Murray Hill, N.J., US

(74) Vertreter:
derzeit kein Vertreter bestellt

(72) Erfinder:
Busking, Erik Bert, 2564 TK Den Haag, NL; van Nee, Richard D.J., 3454 CG De Meern, NL

(54) Bezeichnung: **Gruppenantenne unter Verwendung von Verzögerungsleitungen**

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

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

Beschreibung

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf Antennenanordnungssysteme.

[0002] Antennenanordnungen haben Vorteile gegenüber einzelnen, omnidirektionalen Antennen aufgrund von drei allgemeinen Charakteristika von Antennenanordnungen. Erstens stellen Antennenanordnungen eine Steigerung des Signal-/Rausch-Abstandes (SNR) bereit, die gleich hoch ist wie die Anzahl von Antennen. Zweitens können Antennenanordnungen Verzögerungsstreuungen und Fadingschwankungen aufgrund von Mehrwegübertragung des empfangenen Signals reduzieren, da sich die Antennenanordnung auf den Empfang von Signalen einer Übertragungsstrecke hoher Feldstärke oder mehrerer Übertragungsstrecken hoher Feldstärke mit niedrigen relativen Verzögerungen konzentrieren kann, während Signale mit großen, übermäßigen Verzögerungen abgeschwächt werden können. Drittens können Antennenanordnungen Signale von verschiedenen Benutzern separieren, die bei der gleichen Frequenz senden. Diese drei Charakteristika von Antennenanordnungen verbessern die Kapazität von drahtlosen Netzwerken im Innenbereich und Außenbereich.

[0003] Ein Nachteil, der mit Antennenanordnungen verbunden ist, ist Komplexität. Es werden mehrere Empfänger benötigt, einer für jede Antenne, und die vorhandenen Verfahren zum Kombinieren der unterschiedlichen Antennensignale sind ziemlich kompliziert und kostspielig. Falls beispielsweise die unterschiedlichen Antennensignale digital kombiniert werden, werden Analog/Digital-Umsetzer für die verschiedenen Antennen benötigt. Demgemäß wird ein Antennenanordnungssystem benötigt, das die Vorteile, die mit Antennenanordnungen verbunden sind, bereitstellt, während es die Komplexität und die Kosten von gegenwärtigen Antennenanordnungssystemen reduziert.

[0004] Gemäß dieser Erfindung wird ein Antennenanordnungssystem bereitgestellt, wie es in Anspruch 1 beansprucht wird.

[0005] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Antennenanordnungssystem, das die Antennensignale von separaten Antennen unter Verwendung mindestens einer Verzögerungseinrichtung in dem Hochfrequenzpfad einer Antenne kombiniert. Bei bestimmten Ausführungsformen kombiniert das Antennenanordnungssystem die Antennensignale in dem Hochfrequenz (RF)-Bereich vor der Analog/Digital (AD)-Umsetzung, um dadurch die Menge an benötigter Hardware verglichen mit einem Antennenanordnungssystem, bei dem die Antennensignale digital kombiniert werden, zu reduzieren. Das Antennenanordnungssystem kann Verzögerungseinstellungen für die Antennenanordnung auswählen, um einen verbesserten Betrieb bereitzustellen.

[0006] Antennenanordnungssysteme, die die Antennensignale von separaten Antennen unter Verwendung von Verzögerungseinrichtungen kombinieren, sind generell aus dem Stand der Technik bekannt und werden für die Interferenzaufhebung verwendet. Ein Beispiel eines derartigen Systems des Standes der Technik ist in US-A-4 280 128 zu finden.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0007] Andere Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung können beim Lesen der folgenden detaillierten Beschreibung und unter Bezugnahme auf die Zeichnungen ersichtlich werden, wobei gilt:

[0008] **Fig.** 1 stellt ein generelles Blockdiagramm eines Empfängers dar, der eine Ausführungsform eines Antennenanordnungssystems verwendet;

[0009] **Fig.** 2 stellt in Form eines Blockdiagramms eine weitere Ausführungsform eines Antennenanordnungssystems dar;

[0010] **Fig.** 3 stellt ein Flußdiagramm dar, das eine Ausführungsform der Arbeitsweise eines Antennenanordnungssystems zeigt; und

[0011] **Fig.** 4 zeigt eine spezielle Ausführungsform einer variablen Verzögerungseinrichtung durch eine Kaskade von schaltbaren Verzögerungsleitungen.

Detaillierte Beschreibung

[0012] Veranschaulichende Ausführungsformen eines Antennenanordnungssystems, gemäß denen das Antennenanordnungssystem implementiert werden kann, um die Kosten eines drahtlosen Empfängers zu reduzieren und dessen Güte zu verbessern, werden nachstehend beschrieben.

[0013] **Fig.** 1 zeigt ein einfaches Blockdiagramm eines Empfängers **10**, der eine einfache Ausführungsform eines Antennenanordnungssystems **12** verwendet.

[0014] Das Antennenanordnungssystem **12** umfasst separate Antennen **14a** und **14b**, die räumlich beabstandet sind und/oder unterschiedliche Polarisationen aufweisen. Ein Kombinator **16** kombiniert die Signale von den separaten Antennen **14a** und **14b**. Bei bestimmten Ausführungsformen werden die Antennensignale im Hochfrequenz-Bereich vor der Analog/Digital (A/D)-Umsetzung durch einen A/D-Umsetzer **18** im übrigen Teil **20** des Empfängers **10** physikalisch zusammengesetzt. Die Antenne **14b** ist an eine Verzögerungseinrichtung **22** angeschlossen. Die Verzögerungseinrichtung **22** kann auf eine Verzögerung eingestellt werden, die eine

nacheilende Phasendrehung der Mittenfrequenz des zu empfangenden Kanals verursacht. Beispielsweise kann bei dieser speziellen Ausführungsform die Verzögerungseinrichtung **22** auf eine nacheilende Phasendrehung von 0°, 90°, 180° oder 270° eingestellt werden. Alternativ kann die Verzögerungseinrichtung **22** auf eine andere Phasendrehung eingestellt werden, und die Differenzen zwischen den Phasendrehungen sind nicht notwendigerweise gleich groß. Weiterhin ist bei dieser speziellen Ausführungsform eine einzige Verzögerungseinrichtung **22** in dem Pfad von Antenne **14b** gezeigt, aber eine zusätzliche Verzögerungseinrichtung ist in dem Pfad von Antenne **14a** möglich.

[0015] Das Antennenanordnungssystem **12** umfasst eine Verarbeitungsschaltung **24**, die einen Mikroprozessor (nicht gezeigt), auf dem Software läuft, einen Speicher (nicht gezeigt) und/oder eine Detektionsschaltung (nicht gezeigt) umfassen kann.

[0016] Die Verarbeitungsschaltung **24** kann alternativ ein Teil einer Empfängersteuerschaltung und/oder eines digitalen Signalprozessors (DSP) sein. Zusätzlich kann die Verarbeitungsschaltung eine oder mehrere anwendungsspezifische integrierte Schaltungen) und/oder verschiedene einzelne Bauteile umfassen.

[0017] Bei dieser speziellen Ausführungsform stellt die Verarbeitungsschaltung **24** eine Verzögerungsleitung **22** ein, um die Mittenfrequenz des zu empfangenen Kanals auf 0° zu drehen. Bei Empfang eines gesendeten Signals in dem Empfangskanal gewinnt die Verarbeitungsschaltung **24** dieser speziellen Ausführungsform eine Signalqualitätsinformation für das gesendete Signal in dem Empfangskanal bei 0° und hält das Ergebnis fest. Bei dieser speziellen Ausführungsform speichert die Verarbeitungsschaltung **24** das Ergebnis an einem Speicherort **1**. Bei dieser speziellen Ausführungsform wird die Signalverarbeitungsinformation über eine Leitung **31** von einem Demodulator **33**, der einen DSP verwendet, bereitgestellt. In Abhängigkeit von der Anwendung kann die Signalverarbeitungsschaltung **24** die Signalqualitätsinformation von dem gesendeten Signal messen und bestimmen. Die Verarbeitungsschaltung **24** kann die Signalqualitätsinformation auch von dem Demodulator **33** empfangen und verwenden, ohne dass eine zusätzliche Berechnung benötigt wird, oder die Verarbeitungsschaltung **24** kann eine durch andere Komponenten gemessene Signalqualitätsinformation empfangen und zusätzliche Berechnungen der Signalqualitätsinformation durchführen und zusätzliche Manipulationen an diesen durchführen, um die gewünschte Signalqualitätsinformation zu erhalten. Die Signalqualitätsinformation kann eine Leistungsschätzung von der automatischen Verstärkungssteuerung (Automatic Gain Control) (nicht gezeigt) und/oder des kleinsten quadratischen Fehlers (mean square error) von dem Entzerrer (nicht gezeigt) umfassen. Alternativ kann eine Leitung **32** eine empfangene Spannung bereitstellen, die bei manchen Anwendungen genügend Information liefern kann.

[0018] Die Verarbeitungsschaltung **24** stellt dann die Verzögerungsleitung **22** derart ein, damit die Mittenfrequenz des zu empfangenen Kanals auf –90° gedreht wird. Beim Empfangen des gesendeten Signals in dem Empfangskanal erhält die Verarbeitungsschaltung **24** die Signalqualität und speichert das Ergebnis an einem Speicherort **2**. Als nächstes stellt die Verarbeitungsschaltung **24** die Verzögerungsleitung **22** derart ein, damit die Mittenfrequenz des zu empfangenen Kanals auf –180° gedreht wird. Beim Empfangen des gesendeten Signals in dem Empfangskanal erhält die Verarbeitungsschaltung **24** die Signalqualität des empfangenen Signals und speichert das Ergebnis an einem Speicherort **3**. Schließlich stellt bei dieser speziellen Ausführungsform die Verarbeitungsschaltung **24** die Verzögerungsleitung **22** derart ein, damit die Mittenfrequenz des zu empfangenen Kanals auf –270° gedreht wird. Beim Empfangen des gesendeten Signals in dem Empfangskanal erhält die Verarbeitungsschaltung **24** die Signalqualität und speichert das Ergebnis an einem Speicherort **4**. Bei dieser speziellen Ausführungsform untersucht die Verarbeitungsschaltung **24** die Inhalte der oben erwähnten Speicherorte **1**–**4** und wählt aus, welche Verzögerungsleitungseinstellung zu der gewünschten Signalqualität hinsichtlich der angewendeten Qualitätsmessung führte. Die Verarbeitungsschaltung **24** stellt die Verzögerungsleitung **22** auf die korrespondierende Einstellung ein und fährt mit dem Verarbeiten des Restes des empfangenen Signals in dem zu empfangenen Kanal fort. Alternativ kann die gewünschte Signalqualität für einen Antennenpfad durch Verwendung einer Variablen, die den am meisten wünschenswerten Signalqualitätswert speichert, und einer Variable, die den korrespondierenden Verzögerungswert für den Pfad speichert, und durch Ersetzen dieser Werte, wenn eine wünschenswertere Signalqualitätsmessung für den Antennenpfad gemacht wurde.

[0019] **Fig.** 1 zeigt den Signalpfad für die Antenne **14b**, der eine Verzögerungsleitung **22** und einen Schalter **30** aufweist. Der Signalpfad für die Antenne **14b** ist in **Fig.** 1 derart gezeigt, dass er direkt mit dem Kombinator **16** verbunden ist. Bei gewissen Ausführungsformen kann die Verarbeitungsschaltung **24** den Signalpfad von der Antenne **14b** mittels des Schalters **30** trennen. Danach bestimmt die Verarbeitungsschaltung **24** die Signalqualität des gesendeten Signals nur durch den Signalpfad von Antenne **14a** und speichert das Ergebnis an einem zusätzlichen Speicherort **5**. Entsprechend kann die Verarbeitungsschaltung **24** die Signalqualität des gesendeten Signals mit nur der Antenne **14a** zusätzlich zu den Signalqualitätsmessungen für die verschiedenen Verzögerungseinstellungen in dem Signalpfad der Antenne **14b** untersuchen. Falls die Signalqualität des gesendeten Signals mit nur der Antenne **14a** gewünscht ist, kann die Verarbeitungsschaltung **24** mit dem Verarbeiten des Restes des empfangenen Signals mit nur der Antenne **14a** fortfahren.

[0020] **Fig.** 2 zeigt ein Blockdiagramm einer Ausführungsform eines Empfängers **40**, der mehr als (**2**) Anten-

nen verwendet. Diese spezielle Ausführungsform hat n Schaltungspfade, wobei der Pfad i der i-te Pfad mit i = 1...n ist. Jeder Pfad i umfasst eine Antenne **14i** (A_i), eine Verzögerungsleitung **22i** (D_i), einen Schalter **30i** (S_i) und optional einen rauscharmen Verstärker **32i** (G_i). Der rauscharme Verstärker **32i** kann derart ausgestaltet sein, um den Schalter S_i zum Ein- und Ausschalten des Pfades i zu ersetzen. Die Verzögerungsleitung **22i**, der Schalter **30i** und der Verstärker **32i** können in einer unterschiedlichen Reihenfolge kaskadiert sein. Die Ausgänge aller Pfade i werden durch den Kombinator **16** summiert und an den dem übrigen Teil **20** des Empfängers **40** zugespeist. Bei dieser Ausführungsform umfasst der übrige Teil **20** des Empfängers **40** eine Analog/Digital-Umsetzung des Ausgangssignals des Kombinators **16**.

[0021] Bei dieser speziellen Ausführungsform ist der Schalter **30a** des ersten Pfades immer eingeschaltet, so dass der Schalter **30a** weggelassen werden kann. Die Verzögerungsleitung **22a** (D_1) bei dieser speziellen Ausführungsform stellt nur eine Referenzdrehung $D_i = 0$ bereit. Alternativ können unterschiedliche Verzögerungswerte oder unterschiedliche Verzögerungseinstellungen für die Verzögerungsleitung **22a** untersucht werden, und der Pfad **1** der Antenne **14a** kann in der gleichen Weise wie die anderen Pfade i mit kleinen Änderungen in dem oben beschriebenen Schema arbeiten. Bei dieser speziellen Ausführungsform ist jede der anderen Verzögerungsleitungen 22b-n ($D_2 – D_n$) in der Lage, die Phase der Mittenfrequenz des Bandes in m diskreten Schritten zu dekrementieren, was durch die Verarbeitungsschaltung **44** gesteuert wird. Für jede der Verzögerungsleitungen 22b-n ($D_2 – D_n$) kann die Verarbeitungsschaltung **44** die Phase der Mittenfrequenz von 0° bis fast 360° dekrementieren, d. h., d_j = [0, (1 * 360)/m, (2 * 360)/m,... (m-1) * 360)/m]. Obwohl die Dekremente bei dieser speziellen Ausführungsform gleich sind, sind die Phasendekremente oder Phasenverschiebungen nicht notwendigerweise gleich groß.

[0022] Die Verarbeitungsschaltung **44** passt die Verzögerungswerte für die Verzögerungseinrichtungen 22a-n für einen verbesserten Empfang in einer wirkungsvollen, effizienten und einfachen Weise an. Anfänglich findet ein Empfang des gesendeten Signals nur unter Verwendung der Antenne **14a** (Pfad **1**) statt, und die Verarbeitungsschaltung **44** empfängt und/oder bestimmt den Signalqualitätswert für das gesendete Signal und speichert den Signalqualitätswert, beispielsweise durch Speichern des Signalqualitätswerts in einem Speicher als Variable. Als nächstes schaltet die Verarbeitungsschaltung **44** die zweite Antenne **14b** (Pfad **2**) durch Senden eines Signals an den Schalter **30b** (S_2) ein. Der Pfad **2** startet mit einer Phasenverzögerung (d_1) von Null und bei dieser speziellen Ausführungsform speichert die Verarbeitungsschaltung **44** die Signalqualität für das empfangene Signal in einem anderen Speicherort zum Vergleich mit den anderen Verzögerungswerten $d_2...d_m$ beim Bestimmen des besten Signalqualitätswertes für den Pfad **2**. Die Verarbeitungsschaltung **44** ändert dann den Verzögerungswert d_j der Verzögerungseinrichtung **22b** in dekrementierenden Schritten, und bei jedem Schritt bestimmt die Verarbeitungsschaltung **44** bei dieser speziellen Ausführungsform die Signalqualität für das empfangene Signal und vergleicht den aktuellen Signalqualitätswert für den Pfad **2** mit dem vorhergehenden besten Signalqualitätswert für den Pfad **2**. Die Verarbeitungsschaltung **44** bestimmt den besten Signalqualitätsgrößenwert und die korrespondierende Verzögerung für den Pfad **2** und stellt die Verzögerungseinrichtung **22b** auf den Verzögerungswert d_j ein. Zusätzlich kann durch die Vorgehensweise eine Variable mit dem besten Gesamtsignalqualitätsgrößenwert erhalten werden, und falls ein Pfad i mit einer seiner Verzögerungen d; den insgesamt besten Signalqualitätsgrößenwert nicht verbessert, kann die Verarbeitungsschaltung **44** diesen Pfad i abschalten.

[0023] Nachdem die Verzögerungseinrichtung **22d** für den Pfad **2** eingestellt ist, fügt die Verarbeitungsschaltung Pfad **3** (falls es einen Pfad **3** gibt) hinzu, und die Verzögerungseinrichtung **22c** wird eingestellt, wobei es der gleichen Vorgehensweise, wie sie für den Pfad **2** beschrieben ist, gefolgt wird. Entsprechend werden die Pfade i hinzugefügt, wobei die Verarbeitungsschaltung **44** die Verzögerungseinrichtungen i auf die besten Verzögerungseinstellungen oder die besten Verzögerungwerte d_j für jeden Pfad i auf sequenzielle und kumulative Weise einstellt. Alternativ könnte die Verarbeitungsschaltung **44** bestimmen und speichern, welche Pfade die höchste Signalqualität lieferten, und die korrespondierenden Verzögerungsleitungen **22i** auf die besten Verzögerungseinstellungen d_j, die gefunden wurden, nachdem alle Pfade untersucht wurden, einstellen.

[0024] **Fig.** 3 zeigt ein Flußdiagramm einer speziellen Ausführungsform der Arbeitsweise des Antennenanordnungssystems **42** (**Fig.** 2). Bei dieser speziellen Ausführungsform speichert die Verarbeitungsschaltung **44** den besten Signalqualitätswert und die korrespondierende beste Verzögerung j für jeden Pfad i. Da die Signalqualität für das empfangene Signal für jeden Verzögerungswert d_j bestimmt wird, stellt die Verarbeitungsschaltung **44** die Verzögerungseinrichtung **22i** auf den Verzögerungswert ein, der zu dem besten Signalqualitätswert für den Pfad i führt. Anfänglich schaltet die Verarbeitungsschaltung **44** die Schalter 20b-n ($S_2 – S_n$) in einem Schritt 50 aus und stellt die Verzögerungseinrichtung **22a** auf einen beliebigen Verzögerungswert ein, beispielsweise 0°. Der Empfänger **40** empfängt das gesendete Signal, indem er nur die Antenne **14a** (Pfad **1**) verwendet und die Verarbeitungsschaltung **44** bestimmt die Signalqualität des empfangenen Signals und speichert in einem Schritt 52 den Signalqualitätsgrößenwert als den besten Gesamtsignalqualitätsgrößenwert. Alternativ könnte die Verarbeitungsschaltung **44** dekrementelle Verzögerungen für die Verzögerungseinrichtung **22a** des Pfades **1** durchlaufen, die Signalqualitäten für die verschiedenen Verzögerungswerte des Pfades **1** bestimmen und den Verzögerungswert beibehalten, der mit dem besten Signalqualitätsgrößenwert für den

Pfad **1** korrespondiert.

[0025] Die Verarbeitungsschaltung **44** etabliert dann eine Schleife **54**, um die übriggebliebenen Pfade **2** bis n zu durchzugehen, und die Verarbeitungsschaltung **44** bestimmt bei dieser speziellen Ausführungsform für jeden Pfad i die beste Signalqualität für die empfangenen Signale und die korrespondierende Verzögerung. Falls die Signalqualität für das empfangene Signal in dem gegenwärtigen Pfad i und bei einem gegenwärtigen Verzögerungswert d_j besser ist als der beste Signalqualitätsgrößenwert für den Pfad i, ersetzt die Verarbeitungsschaltung **44** sowohl den besten Signalqualitätsgrößenwert für den Pfad i mit dem verbesserten Signalqualitätswert als auch den vorhergehenden besten Verzögerungswert mit dem neuen Verzögerungswert d_j. Wie gezeigt ist, startet der Block **54** mit i = 2 und die Verarbeitungsschaltung **44** fügt die zweite Antenne **14b** (Pfad **2**) in einem Schritt 56 hinzu. Schritt 56 wird sequenziell einen neuen Pfad i hinzufügen, und bei Schritt 57 wird bei diesem speziellen Beispiel die beste Signalqualität für den neuen Pfad i anfänglich auf 0 gesetzt. Die Verarbeitungsschaltung **44** etabliert eine weitere Schleife **58** für j von 1 bis m, um die dekrementierten Verzögerungen d_j für jeden Pfad i durchzugehen. Bei Schritt 60 wird die Verzögerung für den Pfad i auf einen Anfangsverzögerungswert d_j gesetzt. Bei Schritt 61 misst die Verarbeitungsschaltung **44** die Signalqualitäten der empfangenen Signale, wobei der hinzugefügte Pfad i einen Verzögerungswert d_j für die Verzögerungseinrichtung **22b** aufweist.

[0026] Bei Schritt 62 bestimmt die Verarbeitungsschaltung **44**, ob der gegenwärtige Signalqualitätsgrößenwert für den Pfad i größer ist als der vorhergehende beste Signalqualitätsgrößenwert für den Pfad i. Falls nicht, fährt die Verarbeitungsschaltung mit dem Block **58** fort, um einen weiteren Phasenverzögerungswert d_j für den Pfad i bereitzustellen. Falls ja, fährt die Verarbeitungsschaltung **44** mit Schritt 64 fort, um den besten Signalqualitätswert D_j für den Pfad i als den gegenwärtigen Signalqualitätsgrößenwert festzulegen, der die gegenwärtig beste Signalqualität für das empfangene Signal verbessert. Die Verarbeitungsschaltung **44** stellt bei Schritt 66 den besten Verzögerungswert D_j für den Pfad i mit dem Verzögerungswert ein, der mit dem besten Signalqualitätswert für den Pfad i korrespondiert. Nachdem die Verarbeitungsschaltung **44** die Signalqualität des empfangenen Signals für alle Verzögerungswerte d_j für den Pfad i gemessen hat, bestimmt die Verarbeitungsschaltung **44** bei Schritt 68, ob die beste Signalqualität des Pfades i die beste Gesamtsignalqualität verbessert hat. Falls die beste Signalqualität für den Pfad i größer ist die gegenwärtig beste Gesamtsignalqualität, stellt die Verarbeitungsschaltung **44** in einem Schritt 70 die Gesamtsignalqualität auf die beste Signalqualität ein, weil der Pfad i mit der Verzögerungseinrichtung **22i**, die auf eine Verzögerung D; eingestellt ist, die Gesamtsignalqualität verbessert. Falls die beste Signalqualität für den Pfad i die Gesamtsignalqualität nicht verbessert, schaltet die Verarbeitungsschaltung den Pfad i in einem Schritt 72 ab.

[0027] Die Verarbeitungsschaltung fährt dann mit Block **54** fort, um den nächsten Pfad i hinzuzufügen. Der nächste Pfad wird auf die gleiche Weise wie der vorhergehende Pfad untersucht. Wenn alle Pfade i untersucht wurden, empfängt die Verarbeitungsschaltung **44** Signale unter Verwendung der Pfade und der Verzögerungseinstellungen, die durch diese spezielle Ausführungsform erhalten wurden. Die Verarbeitungsschaltung **44** kann diese Verzögerungseinstellungen beibehalten, bis der Empfänger **40** (**Fig.** 2) feststellt, dass die Prozedur nochmals aufgerufen werden muss. Alternative Steuerungsschemata sind möglich. Beispielsweise könnte die Verarbeitungsschaltung **44** alle Pfade i verwenden und die Verzögerungswerte, die zu den besten Signalqualitätswerten für jeden Pfad i führen, verwenden, ohne irgendwelche Pfade i abzuschalten. Alternativ kann die Verarbeitungsschaltung **44** alle Signalqualitätsmessungen zusammen mit den korrespondierenden gespeicherten Werten eines Pfades und einer Verzögerungseinrichtung verwenden und zusätzliche und/oder kontinuierliche Analysen der Signalqualitätsmessungen durchführen, um die Pfade i und die korrespondierenden Verzögerungen **22i** neu einzustellen. Zusätzlich kann die Reihenfolge, in der die Pfade i und/oder die Verzögerungen d_j für jeden Pfad i untersucht werden, geändert werden.

[0028] Eine Pseudocodeprozedur, die eine spezielle Ausführungsform der Arbeitsweise des Antennenanordnungssystemsimplementiert, kann wie folgt geschrieben werden:

```
BEGIN

Schalte alle Schalter_i für i=2....n aus;
(*um nur mit Pfad 1 zu beginnen*)
Beste Gesamtsignalqualität=0;
Messe Signalqualität und speichere diese mit den korrespondierenden
Werten für i und j im Speicher;
(*in diesem Fall i=1, j=beliebig*)
```

```
FOR i=2 bis n (*sukzessives Hinzufügen der Pfade durch Schließen der
Schalter _i*)
DO
BEGIN
    Füge Pfad_i hinzu;
    Beste Signalqualität=0;
    FOR j=1 bis m(*Verzögerungsleitung von Pfad_i wird schrittweise
    geschalten*)
    DO
    BEGIN
        Stelle die Verzögerung von Pfad i bis j ein
        Messe Signalqualität und speichere diese mit den korre-
        spondierenden Werten für i und j im Speicher;
        IF Signalqualität > Beste Signalqualität
        THEN
        BEGIN
            Beste Signalqualität:=Signalqualität;
            Beste Verzögerung=j;(*Der i-te Pfad erhält
            Verzögerungseinstellung j*)
        END;
      END;
  Setze Verzögerung von Pfad i auf die beste Verzögerung
  IF Beste Signalqualität > Beste Gesamtsignalqualität,
      Beste Gesamtsignalqualität=Beste Signalqualität
  ELSE Schalte Schalter i aus
  END;
END.
```

[0029] **Fig.** 4 zeigt eine spezielle Ausführungsform einer Verzögerungsleitung **22** (**Fig.** 1, **Fig.** 2), die bei speziellen Ausführungsformen verwendet werden kann. Die Verzögerungsleitung **22i** umfasst (Mikro)-Leiterstreifenelemente (stripline elements) **80a** und **80b** und korrespondierende Schalter **82a** und **82b**. Die Verarbeitungsschaltung **44** (**Fig.** 2) sendet Steuersignale über eine Leitung **84**, um die unterschiedlichen Schalter **82a** und **82b** zu steuern. Durch Steuern der Schalter **82a** und **82b** kann die Verarbeitungsschaltung **44** den Verzögerungswert d_j für die variable Verzögerungseinrichtung **22i** in Schritten ändern. Beispielsweise könnte die Verarbeitungsschaltung **44** beginnen, die verschiedenen Verzögerungswerte d_j für den Pfad i mit den Schaltern **82a** und **82b** in der unteren Position für die kleinste Verzögerung zu untersuchen. Die Verarbeitungsschaltung **44** könnte den Verzögerungswert d_j für die Verzögerungseinrichtung **22i** durch Schalten der Schalter **82a** in die obere Position ändern, um den Verzögerungswert, der dem Leiterstreifenelement **80a** zugeordnet ist, einzuführen. Um den Verzögerungswert d_j noch weiter zu erhöhen, könnte die Verarbeitungsschaltung **44** die Schalter **82b** in die obere Position schalten, um die Verzögerung des Leiterstreifenelements **80b** einzuführen. Bei dieser speziellen Ausführungsform sind nur zwei Leiterstreifenelemente **80a** und **80b** gezeigt, aber es können zusätzliche Leiterstreifenelemente hinzugefügt werden, um den Verzögerungsbetrag zu erhöhen und/oder um die Auflösung zwischen den unterschiedlichen Verzögerungswerten für die Verzögerungseinrichtung **22i** zu erhöhen. Zusätzlich könnten die Leiterstreifenelemente unterschiedlich sein, um dadurch unterschiedliche Verzögerungsbeträge einzuführen. Schließlich könnte die Verzögerung d_j für die Verzögerungsleitung **22i** derart sein, dass die korrespondierende Phasendrehung 360° überschreitet.

[0030] Demgemäß schafft die vorliegende Erfindung ein Antennenanordnungssystem für einen drahtlosen Empfänger, der eine verbesserten Betrieb mit einer relativ einfachen Lösung bereitstellt. Ein Antennenanord-

nungssystem, das eine Ausführungsform der Erfindung ist, stellt eine schnelle und effiziente Verbesserung des Signalempfangs durch Verwendung einer Antennenanordnung bereit, wobei mindestens ein Antennenpfad eine Verzögerungseinrichtung aufweist. Der Verzögerungswert der Verzögerungseinrichtung kann variiert werden und der Verzögerungswert führt zu einer wünschenswerten Signalqualität, wie sie durch eine/mehrere Signalqualitätsmessung(en) erhalten wird. Das Antennenanordnungssystem kann eine verbesserte Güte in einer relativ kurzen Lernzeit bereitzustellen, indem mit einer Antenne (Pfad **1**) begonnen wird, eine zweite Antenne (Pfad **2**) hinzugefügt wird, indem der Verzögerungswert, der der zweiten Antenne zugeordnet ist, variiert wird, um eine Verzögerungskonfiguration zu finden, welche die relativ beste Signalqualität für das empfangene Signal bereitstellt. Spezielle Ausführungsformen fügen eine dritte Antenne (Pfad **3**) oder weiterer Antennen in sequenzieller Weise hinzu, und die Verzögerungswerte werden variiert, um eine neue Verzögerungskonfiguration zu finden, die zu einer neuen, relativ besten Signalqualität für das empfangene Signal führt.

[0031] Bestimmte Ausführungsformen des Antennenanordnungssystems fahren fort, Verzögerungskonfigurationen zu bestimmen, die zu einer besseren Signalqualität führen, bis alle Antennen und ihre zugeordneten Verzögerungseinrichtungen verbunden sind und/oder untersucht wurden. Andere Ausführungsformen können das Bestimmen von Verzögerungskonfigurationen, die zu besseren Signalqualitäten führen, beenden, sobald eine gewünschte Signalqualität erreicht ist. Besonders in dem Fall einer Zweiantennenanordnung wird die Verzögerungskonfiguration, die zu einem verbesseren Signalempfang führt, sehr schnell erzielt, was bei neuen drahtlosen Anwendungen, bei denen die Lernzeit derart ausgelegt sein muss, dass sie so kurz wie möglich ist, sehr wichtig ist. Folglich stellt ein Antennenanordnungssystem, das eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine verbesserte Empfängergüte und die Vorteile einer Antennenanordnung ohne die Kosten oder die Nachteile, die mit gegenwärtigen Antennenanordnungen verbunden sind, bereit.

[0032] Alternative Ausgestaltungen des Antennenanordnungssystems, die Komponenten weglassen oder hinzufügen, unterschiedliche Schemata verwenden, unterschiedliche Verzögerungseinrichtungen und/oder unterschiedliche Verzögerungsschritte verwenden und/oder Variationen an dem zuvor beschriebenen Antennenanordnungssystem an dessen Steuerung vollziehen, sind möglich. Beispielsweise könnten die Verzögerungsleitungen **22i** (**Fig.** 2) derart gewählt werden, dass sie spezielle Verzögerungsverhältnisse haben, beispielsweise 1 : 2 : 4... Diese binäre Ausgestaltung ermöglicht n Steuerleitungen der Verarbeitungsschaltung **44** (**Fig.** 2), 2" Verzögerungen einzustellen. Weitere alternative Ausführungsformen können verwendet werden, um eine schnelle Verbesserung eines Signalempfangs durch Verwendung einer Antennenanordnung von mindestens zwei Antennen mit mindestens einer variablen Verzögerungseinrichtung und durch Summieren der Signale von den zwei Pfaden nach der variablen Verzögerungseinrichtung bereitzustellen.

[0033] Das Antennenanordnungssystem wurde derart beschrieben, dass es relativ einfache Komponenten umfasst, aber man versteht, dass das Antennenanordnungssystem und Teile davon anwendet werden können, die von anderen Arten von Verzögerungseinrichtungen, Schaltanordnungen und Verarbeitungsschaltkreisen und von Variationen an dem Antennenanordnungssystem und der Steuerkoordination Gebrauch machen. Beispielsweise könnte die Verarbeitungsschaltung oder Teile davon in einer existierenden Verarbeitungsschaltung, beispielsweise der Empfängerkontrollprozessor oder der Signalprozessor, verwendet werden. Zusätzlich könnte das Antennenanordnungssystem implementiert werden, indem es verschiedene Kombinationen von anwendungsspezifischen integrierten Schaltkreisen, softwaregesteuerten Verarbeitungsschaltkreisen und/oder andere Anordnungen von einzelnen Bauteilen verwendet.

Patentansprüche

1. Antennenanordnungssystem (**12**) mit einer dem Empfangen von Kommunikationssignalen dienenden ersten Antenne (**14a**), die einem ersten Pfad für die Kommunikationssignale zugeordnet ist, und einer dem Empfangen von Kommunikationssignalen dienenden zweiten Antenne (**14b**), die einem zweiten Pfad für die Kommunikationssignale zugeordnet ist, wobei der zweite Pfad eine Verzögerungseinrichtung (**22**) für die Kommunikationssignale aufweist und wobei das Antennenanordnungssystem (**12**) aufweist:

einen Schalter (**30**), der in dem zweiten Pfad zum Ausschalten und Einschalten des zweiten Pfads angeschlossen ist,

einen Kombinator (**16**), der an den ersten Pfad und an den zweiten Pfad zum Empfang der Kommunikationssignale von dem ersten und dem zweiten Pfad, wenn der Schalter (**30**) eingeschaltet ist, und zum Kombinieren der Kommunikationssignale sowohl von dem ersten als auch von dem zweiten Pfad, wenn der Schalter (**30**) eingeschaltet ist, um ein zusammengesetztes Kommunikationssignal zu erzeugen, gekoppelt ist,

dadurch gekennzeichnet, dass das System (**12**) ferner aufweist:

eine Verarbeitungsschaltung (**24**, **44**) zum Messen der Kommunikationssignale von dem ersten Pfad, wenn der Schalter (**30**) ausgeschaltet ist, und zum Messen mindestens eines zusammengesetzten Kommunikationssignals, wenn der Schalter (**30**) eingeschaltet ist, um zu bestimmen, ob der Schalter (**30**) in dem zweiten Pfad auszuschalten ist, wobei das zusammengesetzte Kommunikationssignal mit dem Kommunikationssignal von dem ersten Pfad verglichen wird und die Verarbeitungsschaltung (**24**, **44**) dazu dient, zu bestimmen, ob der

Schalter (**30**) basierend auf dem Vergleich ausgeschaltet werden soll oder eingeschaltet bleiben soll.

2. System nach Anspruch 1, wobei der Kombinator (**16**) dazu ausgebildet ist, die Kommunikationssignale von dem ersten und dem zweiten Pfad in der Hochfrequenz (RF)-Bereich vor der Analog/Digital (A/D)-Umsetzung zu kombinieren.

3. System nach Anspruch 2 mit einem rauscharmen Verstärker (**32**), der in dem zweiten Pfad angeschlossen ist.

4. System nach Anspruch 3, wobei der rauscharme Verstärker (**32**) ausgestaltet ist, um als der Schalter zu fungieren und den zweiten Pfad aus- und einzuschalten.

5. System nach Anspruch 1, wobei die Verzögerungseinrichtung (**22**) eine variable Verzögerungseinrichtung ist, wobei die Verarbeitungsschaltung (**24**, **44**) ausgebildet ist, die Verzögerung der variablen Verzögerungseinrichtung in dem zweiten Pfad zu verändern, und wobei die Verarbeitungsschaltung (**24**, **44**) ausgebildet ist, ein zusammengesetztes Kommunikationssignal unter unterschiedlichen Verzögerungen zu messen, die der variablen Verzögerungseinrichtung zugeordnet sind, und ausgebildet ist, zu bestimmen, ob der Schalter (**30**) basierend auf den Vergleichen des zusammengesetzten Kommunikationssignals unter verschiedenen Verzögerungen und dem Kommunikationssignal von dem ersten Pfad auszuschalten ist.

6. System nach Anspruch 2, wobei der erste Pfad eine Verzögerungseinrichtung (**22**) aufweist.

7. System nach Anspruch 1, wobei die Verzögerungseinrichtung (**22**) als steuerbare Verzögerungsleitung ausgebildet ist, die aus einer Kaskade von schaltbaren Verzögerungsleitungen ausgeführt ist, um variable Verzögerungen zur Verfügung zu stellen.

8. System nach Anspruch 1, wobei das durch die Verarbeitungsschaltung (**24**, **44**) durchgeführte Messen ein Vergleichen einer Signalqualität des zusammengesetzten Signals, wenn der Schalter (**30**) eingeschaltet ist, mit einer Signalqualität für ein Kommunikationssignal, wenn der Schalter (**30**) ausgeschaltet ist, und ein Bestimmen, ob der Schalter (**30**) basierend auf dem Vergleich auszuschalten ist oder einzuschalten ist, einschließt.

9. System nach Anspruch 8, aufweisend eine Mehrzahl von den seperaten Pfaden mit Verzögerungseinrichtungen (**22**).

10. System nach Anspruch 8, wobei die Verzögerungseinrichtung (**22**) eine variable Verzögerungseinrichtung ist, wobei die Verarbeitungsschaltung (**24**, **44**) ausgebildet ist, die Verzögerung der variablen Verzögerungseinrichtung zu verändern, und wobei die Verarbeitungsschaltung (**24**, **44**) ausgebildet ist, die Signalqualität eines zusammengesetzten Kommunikationssignals für verschiedene Verzögerungen zu messen, die der variablen Verzögerungseinrichtung zugeordnet sind, und ausgebildet ist, eine Signalqualität eines zusammengesetzten Kommunikationssignals, das ein Signal der variablen Verzögerungseinrichtung mit einer relativ höchsten Qualität aufweist, wenn der Schalter (**30**) eingeschaltet ist, mit einer Signalqualität für ein Kommunikationssignal, wenn der Schalter (**30**) ausgeschaltet ist, zu vergleichen und zu entscheiden, ob der Schalter (**30**) basierend auf dem Vergleich aus- oder einzuschalten ist.

11. System nach Anspruch 8, wobei die Verarbeitungsschaltung (**24**, **44**) ausgebildet ist, Signalqualitäten für das zusammengesetzte Kommunikationssignal zu bestimmen, wenn der Schalter (**30**) von dem mindestens einen der separaten Pfade eingeschaltet ist, und zu bestimmen, ob eine Signalqualität für jedes aus einer Mehrzahl der zusammengesetzten Kommunikationssignale gegenüber dem Kommunikationssignal, wenn der Schalter (**30**) für den mindestens einen separaten Pfad ausgeschaltet ist, relativ verbessert ist.

12. System nach Anspruch 5, aufweisend einen Speicher, der ausgebildet ist, zusammengesetzte Kommunikationssignale für jeden der variierten Verzögerungswerte zu empfangen und zu speichern.

13. System nach Anspruch 12, wobei der Speicher angepasst ist, jeden der variierten Verzögerungswerte in Verbindung mit korrespondierenden, zusammengesetzten Kommunikationssignalen zu speichern.

14. System nach Anspruch 1, wobei das Antennenanordnungssystem (**12**) aufweist:
eine dem Empfangen von Kommunikationssignalen dienende dritte Antenne (**14n**), die einem dritten Pfad für die Kommunikationssignale zugeordnet ist, und

einen zweiten Schalter (**30n**), der in dem dritten Pfad angeschlossen ist, um den dritten Pfad aus- und einzuschalten,
wobei der Kombinator (**16**) mit dem ersten Pfad, dem zweiten Pfad und dem dritten Pfad gekoppelt ist und dazu dient, kombinierte Signale von dem ersten Pfad und den zweiten und dritten Pfaden zu empfangen und zu kombinieren, wenn der Schalter (**30**) und der zweite Schalter (**30n**) eingeschaltet sind, um ein zusammengesetztes Kommunikationssignal zu erzeugen, und
wobei die Verarbeitungsschaltung (**24**, **44**) dazu dient, entweder ein zusammengesetztes Kommunikationssignal mit Signalen von dem ersten, dem zweiten und dem dritten Pfad zu messen und mit einem zusammengesetzten Kommunikationssignal mit Signalen von dem ersten und dem zweiten Pfad zu vergleichen, falls der Schalter (**30**), der in dem zweiten Pfad angeschlossen ist, bestimmt ist, eingeschaltet zu bleiben, oder dazu dient, ein Kommunikationssignal von dem ersten Pfad zu messen und mit einem zusammengesetzten Kommunikationssignal mit Signalen von dem ersten und dem dritten Pfad zu vergleichen, falls der Schalter (**30**), der in dem zweiten Pfad angeschlossen ist, bestimmt ist, ausgeschaltet zu sein, um zu bestimmen, ob der zweite Schalter (**30n**) basierend auf dem durchgeführten Vergleich ausgeschaltet werden soll oder eingeschaltet bleiben soll.

15. System nach Anspruch 13, wobei die Verarbeitungsschaltung (**24**, **44**) ausgebildet ist, eine Signalqualität der gespeicherten zusammengesetzten Kommunikationssignale zu vergleichen und die variable Verzögerungseinrichtung (**22**) an einen Verzögerungswert anzupassen, der in Verbindung mit dem zusammengesetzten Kommunikationssignal mit einer relativ höchsten Signalqualität gespeichert ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

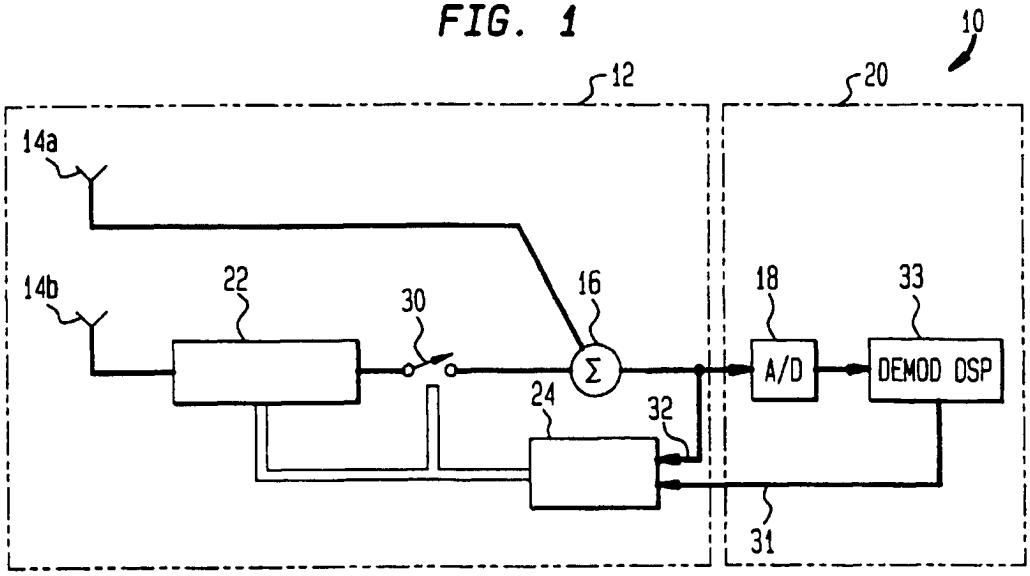

FIG. 2

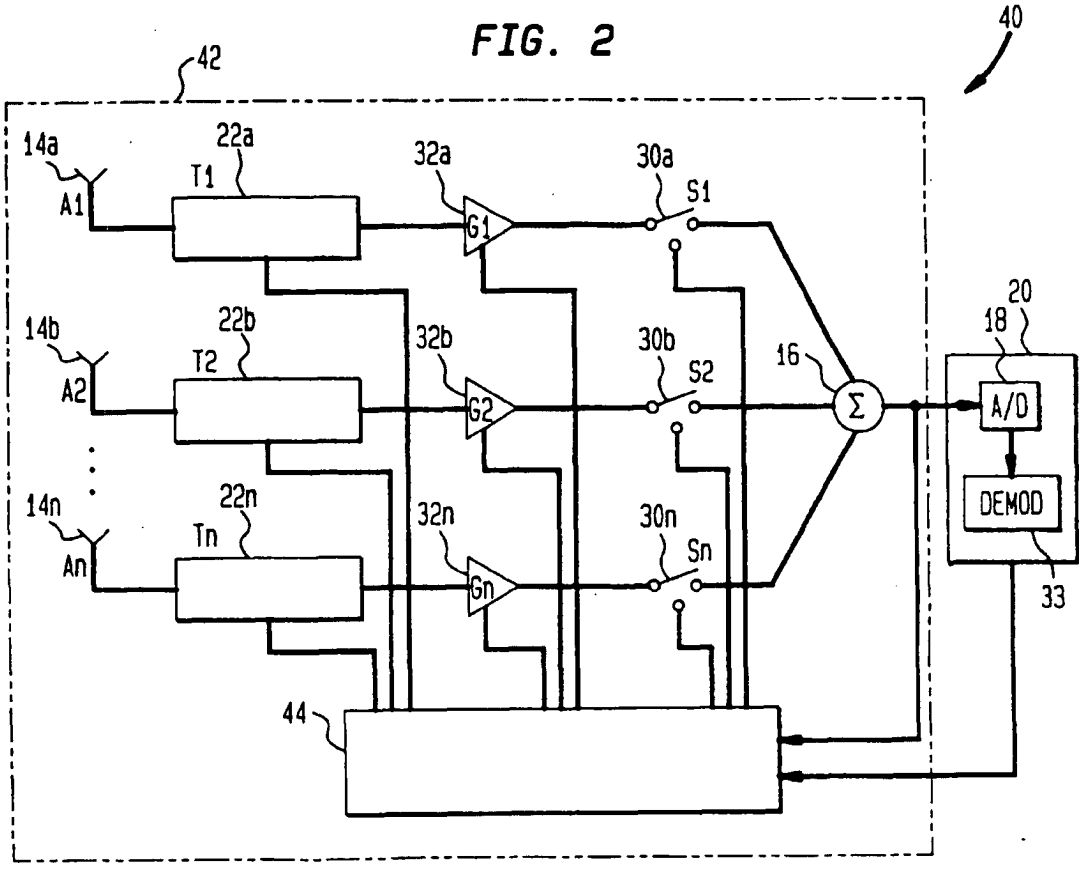

FIG. 3

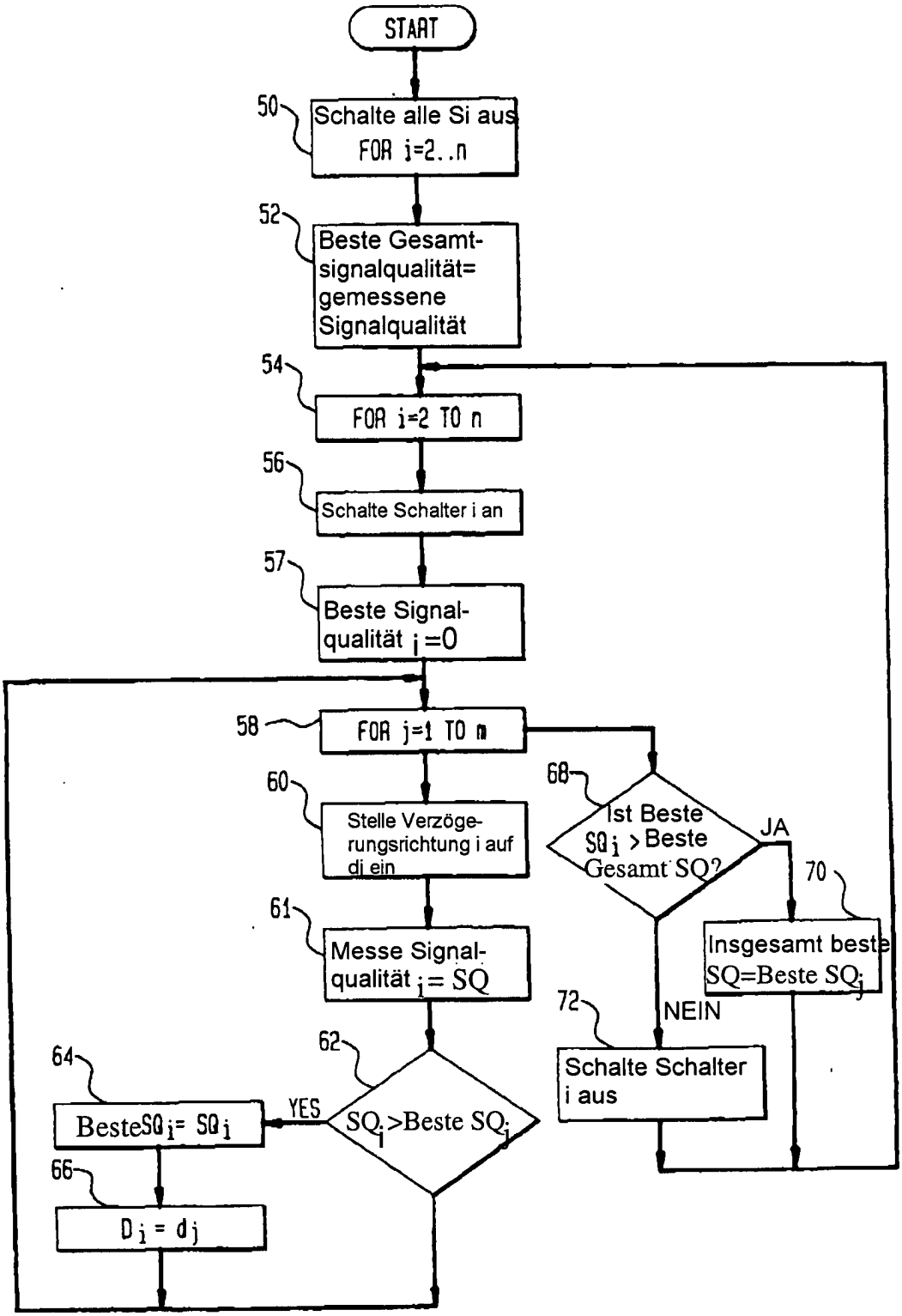
START
50
Schalte alle Si aus
FOR i=2..n
52
Beste Gesamt-signalqualität= gemessene Signalqualität
54
FOR i=2 TO n
56
Schalte Schalter i an
57
Beste Signal-qualität i =0
58
FOR j=1 TO n
60
Stelle Verzöge-rungsrichtung i auf dj ein
61
Messe Signal-qualität i = SQ
62
SQi>Beste SQi
YES
64
BesteSQi= SQi
66
Di = dj
68
Ist Beste SQi > Beste Gesamt SQ?
JA
70
Insgesamt beste SQ=Beste SQj
NEIN
72
Schalte Schalter i aus

FIG. 4

