



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 22 570 T2** 2008.05.21

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 432 157 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 22 570.1**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 028 645.6**

(96) Europäischer Anmeldetag: **20.12.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **23.06.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **19.09.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **21.05.2008**

(51) Int Cl.⁸: **H04H 40/63** (2008.01)

H03D 1/22 (2006.01)

H04B 1/16 (2006.01)

(73) Patentinhaber:

Sony Deutschland GmbH, 10785 Berlin, DE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(74) Vertreter:

**Müller - Hoffmann & Partner Patentanwälte, 81667
München**

(72) Erfinder:

Wildhagen, Jens, 70327 Stuttgart, DE

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Extrahieren einer RDS Signalkomponente und Signalempfänger**

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

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Signalempfänger, der zum Empfangen eines Signals mit einer RDS-Signalkomponente ausgelegt ist, und ein Verfahren zum Trennen einer RDS-Signalkomponente von einem empfangenen Signal.

[0002] Viele FM-Radiostationen übertragen Informationen über die aktuelle Verkehrssituation an ihrer Hörer. Einige Fahrer sind am Hören der aktuellen Verkehrsmeldungen für ihr Gebiet interessiert, aber sie wollen nicht kontinuierlich eine bestimmte Radiostation hören. Für diese Fahrer wurde der Standard ARI (Autofahrer Rundfunk Informationssystem) entwickelt. Durch Modulieren eines Trägers mit niedrigen Frequenzen von z. B. 125 Hz ist es möglich, den FM-Empfängern anzuzeigen, dass eine Verkehrsmeldung gesendet wird. Eine weitere Niederfrequenzkomponente könnte zum Signalisieren des jeweiligen Gebiets, für die die jeweilige Verkehrsmeldung bestimmt ist, verwendet werden.

[0003] Anstelle von ARI, das vor ziemlich langer Zeit definiert wurde, wird der Standard RDS (Radio Data System) immer wichtiger zur Übertragung von zusätzlichen Informationen bezüglich des Programms einer FM-Station. Häufig werden beide Standards gleichzeitig verwendet, wobei sowohl das RDS-Signal als auch das ARI-Signal auf ein gemeinsames Trägersignal moduliert werden. Als Träger wird die dritte Oberwelle des Steuerträgers verwendet, wobei das RDS-Signal auf die phasengleiche Komponente dieses Signals mit 57 kHz moduliert wird und wobei die ARI-Informationen auf die Quadraturkomponente des Trägers moduliert werden. Ein FM-Empfänger muss in der Lage sein, das Trägersignal zu demodulieren, um die zugrundeliegenden RDS-Daten zu erhalten. Das Dokument EP0471412A2 des Standes der Technik offenbart einen solchen FM-Empfänger.

[0004] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen Signalempfänger und ein Verfahren zum Trennen einer RDS-Signalkomponente von einem empfangenen Signal zu schaffen, wobei die Qualität des decodierten RDS-Signals verbessert wird.

[0005] Die Aufgabe der Erfindung wird durch einen Signalempfänger gemäß Anspruch 1 und durch ein Verfahren zum Trennen einer RDS-Signalkomponente von einem empfangenen Signal nach Anspruch 13 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen davon sind jeweils in den abhängigen Unteransprüchen definiert. Ein Computerprogrammprodukt gemäß der Erfindung ist in Anspruch 23 definiert.

[0006] Gemäß der Erfindung wird ein Signalempfänger geschaffen, der zum Empfangen eines Signals mit einer RDS-Signalkomponente ausgelegt ist. Der Signalempfänger umfasst eine Abwärtsumset-

zungseinheit zum Umsetzen des empfangenen Signals in ein Grundbandsignal. Ferner umfasst der Signalempfänger einen ersten Signalpfad und einen zweiten Signalpfad für das Grundbandsignal. Der erste Signalpfad umfasst eine erste Hochpassfiltereinheit, die das Grundbandsignal filtert und ein hochpassgefiltertes Signal erzeugt, und eine Frequenzsynchronisationseinheit, die aus dem hochpassgefilterten Signal ein Frequenzsynchronisations-Trägersignal ableitet. Im zweiten Signalpfad wird die Frequenz des Grundbandsignals gemäß dem Frequenzsynchronisations-Trägersignal modifiziert, um ein synchronisiertes Grundbandsignal zu erhalten.

[0007] Nachdem das empfangene Signal auf das Grundband umgesetzt wurde, wird das Grundbandsignal in einen ersten Signalpfad und einen zweiten Signalpfad aufgeteilt. Der erste Signalpfad ist für das Liefern eines Frequenzsynchronisations-Trägersignals verantwortlich, das zum Durchführen einer Frequenzsynchronisation des Grundbandsignals erforderlich ist. Zum Erzeugen des Frequenzsynchronisations-Trägersignals müssen die Niederfrequenzkomponenten des Grundbandsignals und insbesondere des ARI-Signals unterdrückt werden. Diese Aufgabe wird durch die erste Hochpassfiltereinheit erfüllt. Das hochpassgefilterte Signal wird zu einer Frequenzsynchronisationseinheit geliefert und ausgehend vom hochpassgefilterten Signal kann das Frequenzsynchronisations-Trägersignal bestimmt werden.

[0008] Die Frequenzsynchronisation selbst wird innerhalb des zweiten Signalpfades durchgeführt. Das Grundbandsignal des zweiten Signalpfades wird gemäß dem Frequenzsynchronisations-Trägersignal synchronisiert, das vom ersten Signalpfad geliefert wird, und ein synchronisiertes Grundbandsignal wird erhalten. Das Grundbandsignal des zweiten Signalpfades wird einer Filterungsoperation unterzogen, die nur wenig des Niederfrequenzteils des Spektrums des Grundbandsignals unterdrückt – d. h. die Hochpassfilter-Kappungsfrequenz ist niedriger – und daher wird innerhalb des synchronisierten Grundbandsignals fast der volle Bereich von Spektralkomponenten bewahrt. Der Niederfrequenzteil des Spektrums des RDS-Signals geht nicht verloren.

[0009] Das Bewahren der meisten Niederfrequenzkomponenten des Grundbandsignals impliziert, dass das synchronisierte Grundbandsignal immer noch Teile des ARI-Signals umfasst. Dies ist jedoch kein Problem, da das RDS-Signal auf die phasengleiche Komponente moduliert wurde, wobei das ARI-Signal auf die Quadraturkomponente moduliert wurde. Sobald die Frequenzsynchronisation des Grundbandsignals durchgeführt wurde, ist es möglich, die phasengleiche Komponente von der Quadraturkomponente des synchronisierten Grundbandsignals zu trennen. Durch Bestimmen des Realteils des synchronisierten Grundbandsignals wird die phasengleiche Kompo-

nente erhalten und durch Bestimmen des Imaginärteils des synchronisierten Grundbandsignals wird die Quadraturkomponente erhalten. Die phasengleiche Komponente enthält keine ARI-Signalkomponenten. Daher ermöglicht die Erfindung, das RDS-Signal ohne irgendwelche Verzerrungen zu erhalten, wobei der volle Bereich von Spektralkomponenten des RDS-Signals bewahrt wird. Dies führt zu einer höheren Signalqualität des decodierten RDS-Signals. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die gesamte Signalleistung des synchronisierten Grundbandsignals erhöht wird, da die Niederfrequenzkomponenten des Grundbandsignals nicht verloren gehen. Gleichzeitig unterdrückt das erste Hochpassfilter das ARI-Signal vollständig, so dass die Frequenzsynchronisationsschleife durch die ARI-Signale nicht beeinflusst wird.

[0010] Vorzugsweise ist die Kappungsfrequenz des ersten Hochpassfilters zum Unterdrücken von Niederfrequenzkomponenten einer ARI-Signalkomponente des Grundbandsignals ausgelegt. Aus dem hochpassgefilterten Signal wird das Frequenzsynchronisations-Trägersignal abgeleitet. Falls das Eingangssignal der Frequenzsynchronisationseinheit starke Beiträge von Niederfrequenz-ARI-Komponenten umfasst, kann das Frequenzsynchronisations-Trägersignal nicht korrekt bestimmt werden. Aus diesem Grund ist es vorteilhaft, die Frequenzsynchronisationseinheit mit einem Eingangssignal zu versehen, in dem die Niederfrequenzkomponenten unterdrückt wurden. Dies kann durch Entwerfen des ersten Hochpassfilters des ersten Signalpfades in einer Weise, dass die Kappungsfrequenz des Hochpassfilters größer ist als die Frequenz des ARI-Signals, erreicht werden.

[0011] Vorzugsweise wird das empfangene Signal mit einer internen Trägerfrequenz in der Abwärtssetzungseinheit multipliziert. Das empfangene Signal ist um seine Trägerfrequenz zentriert. Um die weitere Signalverarbeitung in einer digitalen Implementierung zu vereinfachen, ist es vorteilhaft, das empfangene Signal in ein Grundbandsignal umzuwandeln. Dies kann durch Erzeugen der bekannten Trägerfrequenz (57 kHz) seitens des Empfängers durchgeführt werden. Dann wird das empfangene Signal mit dieser internen Trägerfrequenz multipliziert.

[0012] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst der Signalempfänger ein angepasstes Filter zum Unterdrücken von außerhalb des Bandes befindlichen Frequenzkomponenten des Grundbandsignals. Das angepasste Filter könnte z. B. ein Tiefpassfilter sein, wobei die Kappungsfrequenz des Filters gemäß dem Frequenzbereich des Grundbandsignals bestimmt wird. Durch Unterdrücken von außerhalb des Bandes befindlichen Frequenzkomponenten wird der Rauschabstand des Grundbandsignals verbessert.

[0013] Vorzugsweise wird die Frequenzsynchronisationseinheit als Frequenzsynchronisationsschleife und vorzugsweise als COSTAS-Schleife implementiert. In einer Frequenzsynchronisationsschleife wird eine Frequenzsynchronisation zwischen dem Träger des empfangenen Signals und dem internen Träger erreicht. Sobald der Träger des empfangenen Signals und der interne Träger synchronisiert sind, kann das empfangene Signal demoduliert werden und die phasengleiche Komponente und die Quadraturkomponente des empfangenen Signals können unterschieden werden.

[0014] Vorzugsweise umfasst der zweite Signalpfad eine Mischungseinheit zum Multiplizieren des Grundbandsignals mit dem Frequenzsynchronisations-Trägersignal, um das synchronisierte Grundbandsignal zu erhalten. Ausgehend vom hochpassgefilterten Signal des ersten Signalpfades erzeugt die Frequenzsynchronisationseinheit das Frequenzsynchronisations-Trägersignal. Wenn das Grundbandsignal des zweiten Signalpfades mit dem Frequenzsynchronisations-Trägersignal multipliziert wird, werden die Frequenz und die Phase des Grundbandsignals in einer Weise verschoben, dass die Differenz zwischen der Trägerfrequenz des empfangenen Signals und der internen Trägerfrequenz exakt kompensiert wird. Ein synchronisiertes Grundbandsignal wird erhalten, das als Ausgangspunkt zum Bestimmen der phasengleichen Komponente und der Quadraturkomponente dient.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst der zweite Signalpfad eine zweite Hochpassfiltereinheit, wobei die Kappungsfrequenz der zweiten Hochpassfiltereinheit zum Unterdrücken einer Gleichspannungskomponente des Grundbandsignals ausgelegt ist. Um die Niederfrequenzkomponenten des RDS-Signals zu bewahren, ist die Kappungsfrequenz des zweiten Hochpassfilters viel kleiner als die Kappungsfrequenz des ersten Hochpassfilters. Die Aufgabe des zweiten Hochpassfilters besteht darin, die Gleichspannungskomponente zu entfernen, die durch die Trägerfrequenz des empfangenen Signals verursacht wird.

[0016] Gemäß einer alternativen Ausführungsform der Erfindung umfasst der zweite Signalpfad eine Verzögerungseinheit zum Verzögern des Grundbandsignals, bevor die Frequenzsynchronisation durchgeführt wird. Das Grundbandsignal des ersten Signalpfades wird durch das erste Hochpassfilter verzögert. Um diese Verzögerung zu kompensieren, wird das Grundbandsignal des zweiten Signalpfades um dasselbe Ausmaß verzögert.

[0017] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst der Signalempfänger eine Extraktionseinheit und insbesondere eine Realteil-Extraktionseinheit, die die phasengleiche Si-

gnalkomponente vom synchronisierten Grundbandsignal trennt. Sobald die Frequenzsynchronisation durchgeführt wurde, kann die phasengleiche Signalkomponente durch Bestimmen des Realteils des komplexen Grundbandsignals erhalten werden. Da die ARI-Informationen auf die Quadraturkomponente moduliert wurden, enthält die phasengleiche Komponente kein ARI-Signal mehr. Durch Extrahieren des Realteils des synchronisierten Grundbandsignals ist es folglich möglich, die Niederfrequenz-ARI-Komponente vollständig zu beseitigen, ohne irgendwelche Hochpassfilterungsoperationen im zweiten Signalpfad durchzuführen.

[0018] Vorzugsweise umfasst der Signalempfänger eine Zeitsynchronisationseinheit zum Abtasten einer Signalkomponente des synchronisierten Grundbandsignals und zum Liefern einer digitalisierten Signalkomponente. Ferner ist die Zeitsynchronisationseinheit vorzugsweise als Zeitsynchronisationsschleife implementiert, die den Takt der Abtastimpulse dementsprechend optimiert. Die Zeitsynchronisationseinheit ist für die Digitalisierung des synchronisierten Grundbandsignals verantwortlich. Der Takt der Abtastimpulse ist für das Erhalten der korrekten Folge von Digitalelementen wesentlich. Eine Zeitsynchronisationsschleife überwacht ständig, ob die Abtastimpulse zu früh oder zu spät vorkommen, und korrigiert den Takt der Abtastimpulse dementsprechend.

[0019] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst der Signalempfänger einen Datendecodierer zum Decodieren einer digitalisierten Signalkomponente, um ein RDS-Signal zu erhalten.

[0020] Die Erfindung kann auch durch die folgenden Bemerkungen beschrieben werden:
Die Erfindung betrifft eine Frequenzsynchronisation eines RDS-Decodierers für FM-Rundfunk.

[0021] Das RDS-Signal ist ein zweiphasiges codiertes Signal. Im FM-Rundfunk wird das RDS-Signal auf die 3. Oberwelle des Steuerträgers moduliert. Die 3. Oberwelle des Steuerträgers enthält die ARI-Informationen und die RDS-Informationen. Ein Signal wird auf die phasengleiche Komponente moduliert und die andere Komponente wird auf die Quadraturkomponente des Trägers mit 57 kHz moduliert. In einem FM-Empfänger muss der Empfänger mit dem RDS-Signal synchronisieren. Die Frequenzsynchronisation wird gewöhnlich unter Verwendung einer COSTAS-Schleife durchgeführt und die Zeitsynchronisation wird unter Verwendung einer Zeitsynchronisationsschleife durchgeführt.

[0022] Das RDS-Signal wird in ein komplexes Grundbandsignal abwärts umgesetzt. Das komplexe Grundbandsignal wird mit einem angepassten Filter gefiltert, um außerhalb des Bandes befindliche Ver-

zerrungen zu beseitigen. Das Signal wird dann mit einem Hochpassfilter gefiltert, um die ARI-Informationen vom komplexen RDS-Grundbandsignal zu entfernen. Das hochpassgefilterte RDS-Signal wird dann in eine COSTAS-Schleife für die Frequenzsynchronisation eingegeben. Das reale frequenzsynchronisierte Signal wird dann in die Zeitsynchronisationsschleife eingegeben. Die Zeitsynchronisationsschleife gibt die Daten aus, die im Datendecodierer decodiert werden.

[0023] Für die Frequenzsynchronisation mit dem RDS-Signal muss das ARI-Signal unter Verwendung des Hochpassfilters unterdrückt werden. Es ist offensichtlich, dass eine Verringerung der Signalenergie durch Entfernen der ARI-Träger das RDS-Signal stört. In Abhängigkeit vom Hochpassfilter wird das RDS-Signal durch Entfernen von Spektralkomponenten vom RDS-Signal gestört.

[0024] Verzerrungen im RDS-Signal führen zu einer Verringerung der Empfindlichkeit des RDS-Decodierers. Die Erfindung vermeidet die Verzerrung des RDS-Signals und verringert daher die Bitfehlerrate des RDS-Decodierers.

[0025] Das RDS-Signal und das ARI-Signal werden in Quadratur moduliert. Die Frequenzsynchronisationsschleife erfordert ein Eingangssignal mit einem entfernten ARI-Träger. Daher wird das Eingangssignal in die COSTAS-Schleife mit einem Hochpassfilter gemäß der Lösung des Standes der Technik gefiltert. Die COSTAS-Schleife synchronisiert mit dem hochpassgefilterten RDS-Signal und gibt den Träger für die Frequenzsynchronisation aus. Das Grundband-RDS-Signal wird in einem zweiten Pfad mit einem 2. Hochpassfilter gefiltert, das eine andere Kennlinie als das 1. Hochpassfilter aufweist. Das 2. Hochpassfilter entfernt hauptsächlich die Gleichspannungskomponente des RDS-Grundbandsignals. Da das ARI-Signal und das RDS-Signal in Quadratur moduliert werden, gibt die Frequenzsynchronisation des 2. Pfades das RDS-Signal ohne ARI-Informationen aus.

[0026] Das Hochpassfilter 2 weist eine andere Kennlinie als das Hochpassfilter 1 auf. Das Hochpassfilter 2 entfernt hauptsächlich die Gleichspannungskomponente vom RDS-Signal, so dass die Signalleistung des RDS-Signals nicht verringert wird. Folglich wird die Empfindlichkeit des RDS-Decodierers im Vergleich zur Lösung des Standes der Technik verbessert.

[0027] In einer alternativen digitalen Lösung können die Rechenleistungsanforderungen durch Austauschen des Hochpassfilters 2 gegen ein Verzögerungselement und durch Durchführen der Hochpassfilterung 2 nach der Realteilextraktion verringert werden.

[0028] Die Erfindung steigert die Empfindlichkeit des RDS-Decodierers.

[0029] Im Folgenden wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die begleitenden Fig. auf der Basis der bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung genauer beschrieben.

[0030] [Fig. 1](#) zeigt einen FM-Empfänger gemäß dem Stand der Technik, der zum Empfangen eines RDS-Signals ausgelegt ist.

[0031] [Fig. 2](#) zeigt das Leistungsspektrum eines komplexen Grundbandsignals mit sowohl einem RDS-Spektrum als auch ARI-Signalkomponenten.

[0032] [Fig. 3](#) zeigt eine erste Ausführungsform der Erfindung.

[0033] [Fig. 4](#) zeigt eine zweite Ausführungsform der Erfindung.

[0034] [Fig. 5A](#) stellt ein decodiertes RDS-Signal dar, das von einem hochpassgefilterten Grundbandsignal abgeleitet wird, wobei die Niederfrequenzkomponenten des Grundbandsignals unterdrückt wurden.

[0035] [Fig. 5B](#) zeigt ein decodiertes RDS-Signal, wie mit einem in [Fig. 3](#) oder [Fig. 4](#) gezeigten FM-Empfänger erhalten.

[0036] In [Fig. 1](#) ist eine Lösung des Standes der Technik für einen Empfänger eines RDS-Signals gezeigt. Ein Multiplexsignal **1** wird empfangen, wobei die RDS-Daten auf die phasengleiche Komponente des Trägersignals moduliert werden. Innerhalb desselben Trägersignals wird das ARI-Signal übertragen. Die ARI-Informationen werden auf die Quadraturkomponente des Trägersignals moduliert. Gewöhnlich umfasst das ARI-Signal zwei Niederfrequenzkomponenten um 23,75 Hz bis 53,9773 Hz und bei 125 Hz. Wenn eine Radiomeldung hinsichtlich der Verkehrssituation übertragen wird, wird die Komponente mit 125 Hz aktiviert. Die Komponente um 23,75 Hz bis 53,9773 Hz wird zum Übertragen von regionalen Informationen über das Gebiet, für die die Radiomeldung relevant ist, verwendet.

[0037] In einem ersten Schritt wird das Multiplexsignal **1** auf das Grundband abwärts umgesetzt. Für diesen Zweck wird das Multiplexsignal **1** im Mischer **2** mit einer internen Trägerfrequenz **3** multipliziert. Beim FM-Rundfunk wird die dritte Oberwelle des Steuerträgers, die einer Frequenz von 57 kHz entspricht, als Trägerfrequenz verwendet. Infolge der Abwärtssetzung wird ein komplexes Grundbandsignal **4** erhalten. Das komplexe Grundbandsignal **4** wird mit einem angepassten Filter **5** gefiltert, um außerhalb des Bandes befindliche Verzerrungen zu be-

seitigen. Dadurch wird die Signalqualität verbessert. Das gefilterte Grundbandsignal **6** wird dann zu einem Hochpassfilter **7** weitergeleitet und dort werden die Niederfrequenzkomponenten der ARI-Informationen entfernt. Für diesen Zweck wird die Kappungsfrequenz des Hochpassfilters **7** auf eine Frequenz über den Frequenzen der ARI-Signalkomponenten, beispielsweise auf einen Wert oberhalb 125 Hz, gesetzt. Das hochpassgefilterte Signal **8** wird dann zu einer Frequenzsynchronisationsschleife **9** geliefert, die vorzugsweise als COSTAS-Schleife ausgeführt ist. In der Frequenzsynchronisationsschleife **9** wird jeglicher Versatz zwischen der Trägerfrequenz des empfangenen Multiplexsignals **1** und der internen Trägerfrequenz **3** kompensiert, indem das Grundbandsignal gemäß dem Frequenzversatz verschoben wird. Am Ausgang der Frequenzsynchronisationsschleife **9** wird ein frequenzsynchronisiertes Signal **10** erhalten. Dieses Signal, das ein komplexes Grundbandsignal ist, wird zur Zeitsynchronisationseinheit **11** weitergeleitet und dort wird das Signal in ein digitales Signal umgewandelt. Das hinsichtlich der Frequenz synchronisierte Signal **10** wird in regelmäßigen Zeitintervallen abgetastet. Die Zeitsynchronisationseinheit **11** umfasst eine Zeitsynchronisationsschleife zum kontinuierlichen Überwachen, ob die Abtastimpulse zu früh oder zu spät sind, und zum Einstellen des Takts der Abtastimpulse. Am Ausgang der Zeitsynchronisationseinheit **11** wird ein digitalisiertes Signal **12** erhalten und das Signal wird zum Datendecodierer **13** geliefert. Dort wird das digitalisierte Signal **12** decodiert und das RDS-Signal, das auf den Träger mit 57 kHz moduliert wurde, wird zurückgewonnen.

[0038] In [Fig. 2](#) ist die Leistungsspektralampplitude des komplexen Grundbandsignals als Funktion der Frequenz dargestellt. Das Spektrum umfasst eine erste ARI-Signalkomponente **14**, beispielsweise bei 34 Hz, und eine zweite ARI-Signalspitze **15**, beispielsweise bei 125 Hz. Neben diesen ARI-Signalspitzen umfasst das Spektrum Spektralkomponenten **16** des RDS-Signals, die sich von 0 kHz bis ungefähr 2,2 kHz erstrecken. Die Kappungsfrequenz **17** des Hochpassfilters **7** ist auch in [Fig. 2](#) gezeigt. Das Hochpassfilter **7** unterdrückt die ARI-Signalkomponenten **14**, **15**, da diese Niederfrequenzkomponenten die Frequenzsynchronisation stören würden. Daher wird nur der Teil des Spektrums oberhalb der Kappungsfrequenz zur Frequenzsynchronisationseinheit **9** geliefert.

[0039] In der Lösung des Standes der Technik, die in [Fig. 1](#) gezeigt ist, unterdrückt das Hochpassfilter **7** nicht nur die ARI-Signalkomponenten, sondern auch die Niederfrequenzkomponenten des RDS-Spektrums. Aufgrund der fehlenden Niederfrequenzkomponenten des RDS-Spektrums wird ein verzerrtes RDS-Signal erhalten. Daneben führt die Unterdrückung der niedrigen Frequenzen des Grundbandsignals zu einer Verringerung der gesamten Signalleis-

tung.

[0040] In [Fig. 3](#) ist ein Empfänger für ein RDS-Signal gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung gezeigt. Ein Multiplexsignal **18** mit einer Trägerfrequenz von 57 kHz wird empfangen, wobei das RDS-Signal auf die phasengleiche Komponente des Trägers moduliert wurde und wobei das ARI-Signal auf die Quadraturkomponente des Trägers moduliert wurde. Der Mischer **19** multipliziert das Multiplexsignal **18** mit einer internen Trägerfrequenz **20** und setzt das Multiplexsignal **18** auf das Grundband abwärts um. Ein abwärts umgesetztes Grundbandsignal **21** wird erhalten. Das angepasste Filter **22** filtert das Grundbandsignal **21**, wobei alle Frequenzkomponenten außerhalb des gewünschten Frequenzbereichs des Grundbandsignals entfernt werden. Das Grundbandsignal am Ausgang des angepassten Filters **22** wird in ein erstes Grundbandsignal **23** für einen ersten Signalpfad **24** und in ein zweites Grundbandsignal **25** für einen zweiten Signalpfad **26** aufgeteilt. Der erste Signalpfad **24** umfasst ein erstes Hochpassfilter **27**. Die Kappungsfrequenz des Hochpassfilters **27** ist derart definiert, dass die Niederfrequenzkomponenten des ARI-Signals und insbesondere die ARI-Signalkomponenten **14** und **15**, die in [Fig. 2](#) gezeigt sind, unterdrückt werden. Das hochpassgefilterte Signal **28** wird zu einer Frequenzsynchronisationsschleife **29** weitergeleitet, die vorzugsweise als COSTAS-Schleife ausgeführt ist. Die Frequenzsynchronisationsschleife **29** erzeugt einen Frequenzsynchronisationsträger **30**, wobei die Frequenz des Frequenzsynchronisationsträgers **30** der Frequenzdifferenz zwischen der Trägerfrequenz des empfangenen Signals und der internen Trägerfrequenz **20** entspricht. Daher ist der Frequenzsynchronisationsträger **30** zum Kompensieren dieses Frequenzversatzes und zum Synchronisieren des Grundbandsignals geeignet.

[0041] Der zweite Signalpfad **26** umfasst ein zweites Hochpassfilter **31**, wobei die Kappungsfrequenz des zweiten Hochpassfilters **31** signifikant niedriger ist als die Kappungsfrequenz des ersten Hochpassfilters **27**. Der Hauptzweck des zweiten Hochpassfilters **31** besteht darin, irgendeine Gleichspannungskomponente des zweiten Grundbandsignals **25** zu unterdrücken. Aufgrund der niedrigen Kappungsfrequenz beeinflusst das zweite Hochpassfilter **31** die Niederfrequenzkomponenten des ARI-Signals oder die Niederfrequenzkomponenten des RDS-Spektrums nicht signifikant. Das modifizierte Grundbandsignal **32**, das am Ausgang des zweiten Hochpassfilters **31** erhalten wird, wird als erster Eingang zum Mischer **33** geliefert. Der Frequenzsynchronisationsträger **30**, der durch die Frequenzsynchronisationsschleife **29** erzeugt wird, wird als zweiter Eingang zum Mischer **33** geliefert. Der Mischer **33** verschiebt die Frequenz des modifizierten Grundbandsignals **32** gemäß diesem Frequenzsynchronisationsträger **30** und erzeugt

ein synchronisiertes Grundbandsignal **34**.

[0042] In der Realteil-Extraktionseinheit **35** wird der Realteil des komplexen synchronisierten Grundbandsignals **34** bestimmt und folglich wird die phasengleiche Komponente **36** erhalten. Wenn angenommen wird, dass das RDS-Signal auf die phasengleiche Komponente moduliert wurde und dass das ARI-Signal auf die Quadraturkomponente moduliert wurde, wird es klar, dass die Einrichtung von [Fig. 3](#) ermöglicht, das RDS-Signal vom ARI-Signal zu trennen. Die phasengleiche Komponente **36** enthält keine ARI-Signalkomponenten mehr und insbesondere zeigen sich die ARI-Signalkomponenten **14**, **15**, die in [Fig. 2](#) dargestellt sind, nicht mehr in der phasengleichen Komponente **36**. Die phasengleiche Komponente **36** umfasst nur das in [Fig. 2](#) gezeigte RDS-Spektrum **16**. Aufgrund der niedrigen Kappungsfrequenz des zweiten Hochpassfilters **31** umfasst die phasengleiche Komponente **36** auch die Niederfrequenzkomponenten des RDS-Spektrums **16**. Es muss darauf hingewiesen werden, dass das beschriebene Verfahren zum Unterdrücken von ARI-Signalkomponenten durch Trennen der phasengleichen Komponente von der Quadraturkomponente, wobei die phasengleiche Komponente das RDS-Signal enthält und wobei die Quadraturkomponente das ARI-Signal enthält, nur anwendbar ist, sobald die Frequenzsynchronisation durchgeführt wurde.

[0043] Die phasengleiche Komponente **36** wird zur Zeitsynchronisationseinheit **37** weitergeleitet und dort wird die phasengleiche Komponente **36** digitalisiert. Die Zeitsynchronisationseinheit **37** umfasst eine Zeitsynchronisationsschleife zum Optimieren der Zeitpunkte, zu denen die phasengleiche Komponente **36** abgetastet wird. Das digitale phasengleiche Signal **38**, das am Ausgang der Zeitsynchronisationseinheit **37** erhalten wird, wird von einem Datendecodierer **39** decodiert. Aus dem digitalen phasengleichen Signal **38** wird das zugrundeliegende RDS-Signal abgeleitet.

[0044] Obwohl es vorteilhaft ist, die Gleichspannungskomponente des zweiten Grundbandsignals durch Aufnehmen eines zweiten Hochpassfilters **31** im zweiten Signalpfad **26** zu entfernen, ist das zweite Hochpassfilter **31** nicht notwendigerweise erforderlich. In [Fig. 4](#) ist eine zweite Ausführungsform der Erfindung gezeigt, wobei Merkmale, die im Wesentlichen oder funktional gleich oder ähnlich zu den in [Fig. 3](#) gezeigten Merkmalen sind, mit denselben Bezugszeichen bezeichnet werden. In der zweiten Ausführungsform der Erfindung umfasst der zweite Signalpfad ein Verzögerungselement **40**, das die Verzögerung kompensiert, die durch das erste Hochpassfilter **27** verursacht wird. Das verzögerte Signal **41**, das am Ausgang des Verzögerungselements **40** erhalten wird, wird als erster Eingang zum Mischer **33** weitergeleitet. Der Frequenzsynchronisationsträger

30 wird als zweiter Eingang zum Mischer **33** geliefert. Am Ausgang des Mixers **33** wird das synchronisierte Grundbandsignal **34** erhalten und in der Realteil-Extraktionseinheit **35** wird die phasengleiche Komponente **36** des Signals bestimmt. Die phasengleiche Komponente **36** wird zu einem Hochpassfilter **42** geliefert, das jegliche Gleichspannungskomponente des phasengleichen Signals **36** beseitigt. Durch Durchführen der Hochpassfilterung nach der Realteilextraktion können die Rechenleistungsanforderungen verringert werden, da nur der Realteil des komplexen Signals der Filterung unterzogen wird. Das hochpassgefilterte Signal **43** wird zur Zeitsynchronisationseinheit **37** geliefert und dort wird das hochpassgefilterte Signal **37** digitalisiert. Das digitale phasengleiche Signal **38** wird vom Datendecodierer **39** decodiert und das RDS-Signal wird erhalten.

[0045] In [Fig. 5A](#) ist ein RDS-Signal, das mit der in [Fig. 1](#) gezeigten Einrichtung erhalten wird, gezeigt. Die vom Hochpassfilter **7** durchgeführte Hochpassfilterungsoperation verursacht Verzerrungen des RDS-Signals. Daneben senkt die Unterdrückung der Niederfrequenzkomponenten des RDS-Spektrums die Gesamtleistung des Grundbandsignals.

[0046] [Fig. 5B](#) zeigt ein decodiertes RDS-Signal, wie mit der ersten oder der zweiten Ausführungsform der Erfindung erhalten. Gemäß der Erfindung ist es möglich, die ARI-Signalspitzen ohne Unterdrücken des Niederfrequenzteils des RDS-Spektrums zu entfernen, und daher ist das in [Fig. 5B](#) gezeigte decodierte RDS-Signal weniger verzerrt als das in [Fig. 5A](#) gezeigte RDS-Signal. Die Kappungsfrequenz des Hochpassfilters **31** oder **42** ist viel niedriger als die Kappungsfrequenz des Hochpassfilters **7** und aus diesem Grund ist die Signalenergie des Grundbandsignals höher als in der Lösung des Standes der Technik. Diese zwei Effekte führen zu einer Erhöhung der Empfindlichkeit des RDS-Decodierers und daher ist die Signalqualität des RDS-Signals – das das Signal **21** von [Fig. 1](#) ist, d. h. ein komplexes Signal mit RDS und ARI – das in [Fig. 5B](#) gezeigt ist, verbessert.

[0047] Im Allgemeinen besteht eine phasengleiche Komponente aus einem Träger mit 57 kHz und dem ARI-Signal. Die Quadraturkomponente besteht nur aus dem RDS-Signal. Daher unterdrückt das Hochpassfilter des zweiten Pfades die restlichen (Nebensprech-)Komponenten von der phasengleichen Komponente. Sie existieren aufgrund einer nicht-optimalen Optimierung der COSTAS-Schleife.

Bezugszeichenliste

1	Multiplexsignal
2	Mischer
3	interner Träger, interne Trägerfrequenz
4	komplexes Grundbandsignal
5	Filter, angepasstes Filter

6	gefiltertes Grundbandsignal
7	Hochpassfilter
8	hochpassgefiltertes Signal
9	Frequenzsynchronisationsschleife
10	frequenzsynchronisiertes Signal
11	Synchronisationseinheit
12	digitalisiertes Signal
13	Datendecodierer
14	erste ARI-Signalkomponente
15	zweite ARI-Signalkomponente
16	Spektralkomponente(n) des RDS-Signals
17	Kappungsfrequenz
18	empfangenes Signal, Multiplexsignal
19	Mischer, Abwärtsumsetzungseinheit
20	interner Träger, interne Trägerfrequenz
21	Grundbandsignal, komplexes Grundbandsignal
22	Filter, angepasstes Filter
23	erstes Grundbandsignal
24	erster Signalpfad
25	zweites Grundbandsignal
26	zweiter Signalpfad
27	Hochpassfilter, Hochpassfiltereinheit
28	hochpassgefiltertes Signal
29	Frequenzsynchronisationsschleife
30	Trägersignal, frequenzsynchronisierter Träger
31	zweites Hochpassfilter
32	modifiziertes Grundbandsignal
33	Mischer
34	synchronisiertes Grundbandsignal
35	Realteil-Extraktionseinheit
36	phasengleiche Komponente
37	Zeitsynchronisationseinheit
38	digitales phasengleiches Signal
39	Datendecodierer
40	Verzögerungselement
41	verzögertes Signal
42	Hochpassfilter
43	hochpassgefiltertes Signal

Patentansprüche

1. Signalempfänger, der ein Signal empfangen kann, das eine RDS-Signalkomponente enthält, mit
 – einer Abwärtsumsetzungseinheit (**19**), um ein empfangenes Signal (**18**) in ein Grundbandsignal (**21**) umzusetzen;
 – einem ersten Signalpfad (**24**) für das Grundbandsignal, wobei der erste Signalpfad (**24**) eine erste Hochpassfiltereinheit (**27**), die das Grundbandsignal filtert und ein hochpassgefiltertes Signal (**28**) erzeugt, und eine Frequenzsynchronisationseinheit (**29**), die aus dem hochpassgefilterten Signal (**28**) ein Frequenzsynchronisations-Trägersignal (**30**) ableitet, enthält;
dadurch gekennzeichnet, dass der Signalempfänger versehen ist mit
 – einem zweiten Signalpfad (**26**) für das Grundbandsignal, wobei in dem zweiten Signalpfad (**26**) die Frequenz des Grundbandsignals in Übereinstimmung

mit dem Frequenzsynchronisations-Trägersignal (30) modifiziert wird, um ein synchronisiertes Grundbandsignal (34) zu erhalten.

2. Signalempfänger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kappungsfrequenz des ersten Hochpassfilters derart ist, dass Niederfrequenzkomponenten einer ARI-Signalkomponente des Grundbandsignals entfernt werden.

3. Signalempfänger nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das empfangene Signal mit einer internen Trägerfrequenz in der Abwärtsumsetzungseinheit multipliziert wird.

4. Signalempfänger nach einen der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch ein angepasstes Filter, das die außerhalb des Bandes befindlichen Frequenzkomponenten des Grundbandsignals entfernt.

5. Signalempfänger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenzsynchronisationseinheit als Frequenzsynchronisationsschleife und vorzugsweise als COS-TAS-Schleife implementiert ist.

6. Signalempfänger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Signalpfad eine Mischungseinheit umfasst, um das Grundbandsignal mit dem Frequenzsynchronisations-Trägersignal zu multiplizieren, um das synchronisierte Grundbandsignal zu erhalten.

7. Signalempfänger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Signalpfad eine zweite Hochpassfiltereinheit enthält, wobei die Kappungsfrequenz der zweiten Hochpassfiltereinheit derart ist, dass wenigstens eine Gleichspannungskomponente des Grundbandsignals entfernt wird.

8. Signalempfänger nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Signalpfad eine Verzögerungseinheit enthält, um das Grundbandsignal zu verzögern, bevor die Frequenzsynchronisation ausgeführt wird.

9. Signalempfänger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Extraktionseinheit, die die phasengleiche Signalkomponente von dem synchronisierten Grundbandsignal trennt.

10. Signalempfänger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Zeitsynchronisationseinheit, die eine Signalkomponente des synchronisierten Grundbandsignals abtastet und eine digitalisierte Signalkomponente bereitstellt.

11. Signalempfänger nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitsynchronisationseinheit als eine Zeitsynchronisationsschleife, die den Takt der Abtastimpulse optimiert, implementiert ist.

12. Signalempfänger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Datendecodierer, der eine digitalisierte Signalkomponente decodiert, um ein RDS-Signal zu erhalten.

13. Verfahren zum Trennen einer RDS-Signalkomponente von einem eine RDS-Signalkomponente enthaltenden empfangenen Signal (18), gekennzeichnet durch die folgenden Schritte: Umsetzen des empfangenen Signals (18) in ein Grundbandsignal (21);

– Aufteilen des Grundbandsignals (21) in ein erstes Grundbandsignal (23) für einen ersten Signalpfad (24) und ein zweites Grundbandsignal (25) für einen zweiten Signalpfad (26);

– Ausführen einer ersten Hochpassfilterungsoperation des ersten Grundbandsignals (23), um ein hochpassgefiltertes Signal (28) zu erzeugen, wodurch die Niederfrequenzkomponenten des ersten Grundbandsignals (23) entfernt werden;

– Ableiten eines Frequenzsynchronisations-Trägersignals (30) aus dem hochpassgefilterten Signal (28);

– Modifizieren der Frequenz des zweiten Grundbandsignals in Übereinstimmung mit dem Frequenzsynchronisations-Trägersignal (30), um ein synchronisiertes Grundbandsignal (34) zu erhalten.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Kappungsfrequenz der ersten Hochpassfilterungsoperation derart ist, dass niederfrequente Komponenten einer ARI-Signalkomponente des ersten Grundbandsignals entfernt werden.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder Anspruch 14, gekennzeichnet durch einen Schritt des Multiplizierens des empfangenen Signals mit einer internen Trägerfrequenz, um das Grundbandsignal zu erzeugen.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, gekennzeichnet durch einen Schritt des Unterdrückens der außerhalb des Bandes vorhandenen Frequenzkomponenten des Grundbandsignals.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, gekennzeichnet durch einen Schritt des Multiplizierens des zweiten Grundbandsignals mit dem Frequenzsynchronisations-Trägersignal, um das synchronisierte Grundbandsignal zu erhalten.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 17, gekennzeichnet durch einen Schritt des Ausführens einer zweiten Hochpassfilterungsoperation des zweiten Grundbandsignals, um wenigstens eine Gleichspannungskomponente des zweiten Grund-

bandsignals zu unterdrücken.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 17, gekennzeichnet durch einen Schritt des Verzögerens des zweiten Grundbandsignals des zweiten Signalpfades, bevor die Frequenzsynchronisation ausgeführt wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 19, gekennzeichnet durch einen Schritt des Trennens der phasengleichen Signalkomponente von dem synchronisierten Grundbandsignal durch Extrahieren des Realteils oder des Imaginärteils des synchronisierten Grundbandsignals.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 20, gekennzeichnet durch die Schritte des Abtastens einer Signalkomponente des synchronisierten Grundbandsignals und des Bereitstellens einer digitalisierten Signalkomponente.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 21, gekennzeichnet durch einen Schritt des Decodierens einer digitalisierten Signalkomponente, um ein RDS-Signal zu erhalten.

23. Computerprogrammprodukt, das Computerprogrammmittel enthält, die so beschaffen sind, dass sie die Verfahrensschritte nach einem der Ansprüche 13 bis 22 ausführen, wenn das Computerprogrammprodukt auf einem Computer oder einem digitalen Signalprozessor ausgeführt wird.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1 Stand der Technik

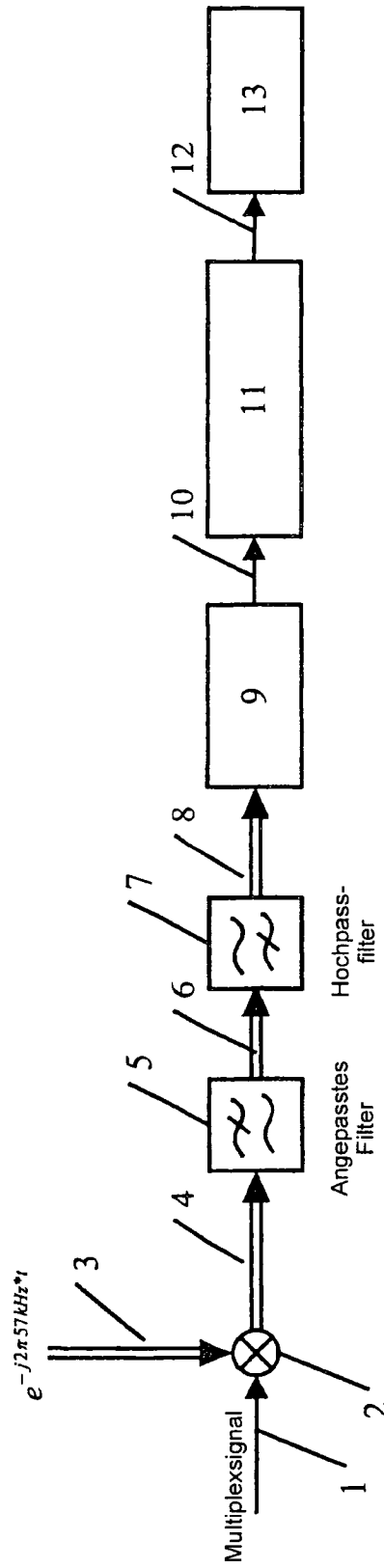


Fig. 2

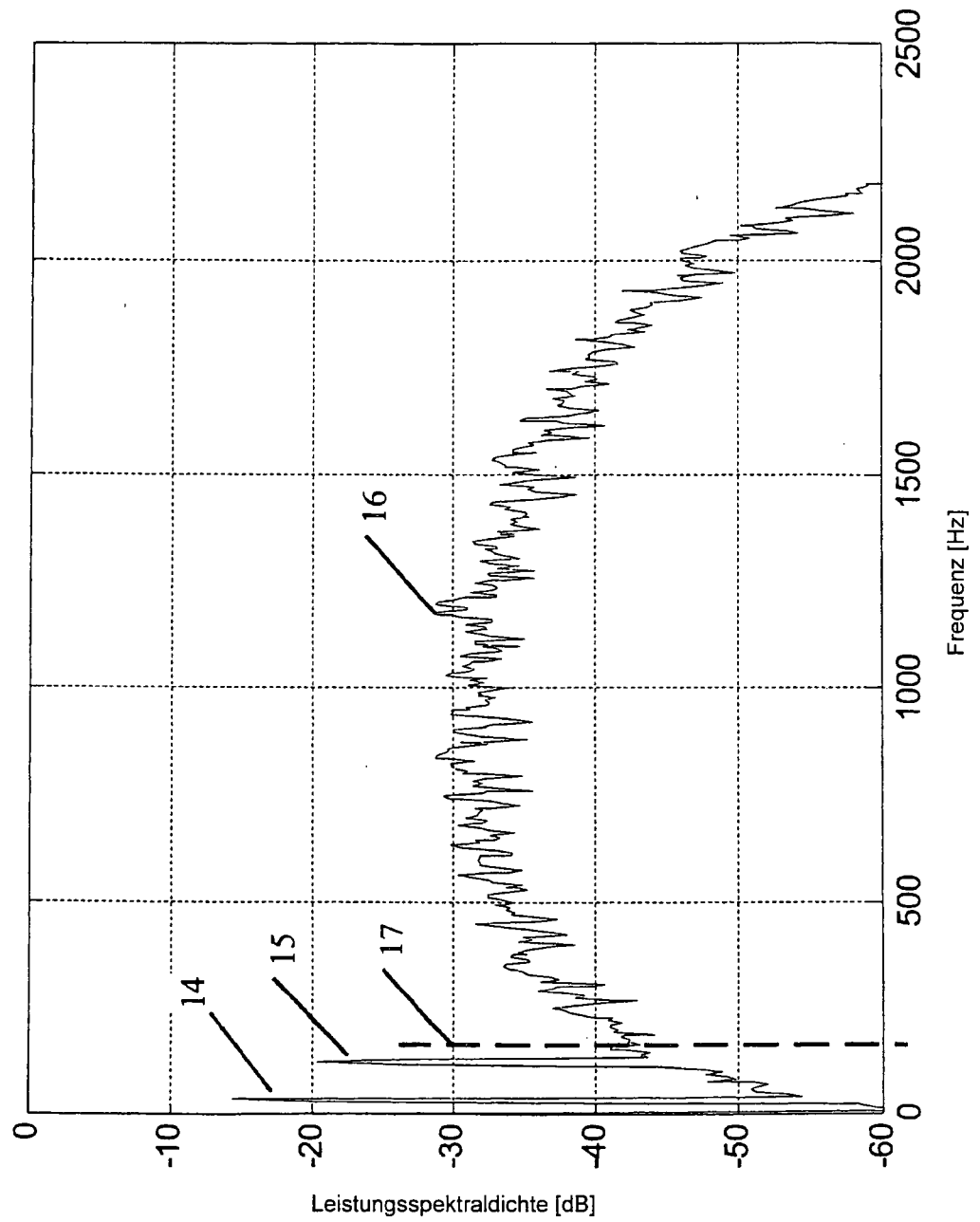


Fig. 3

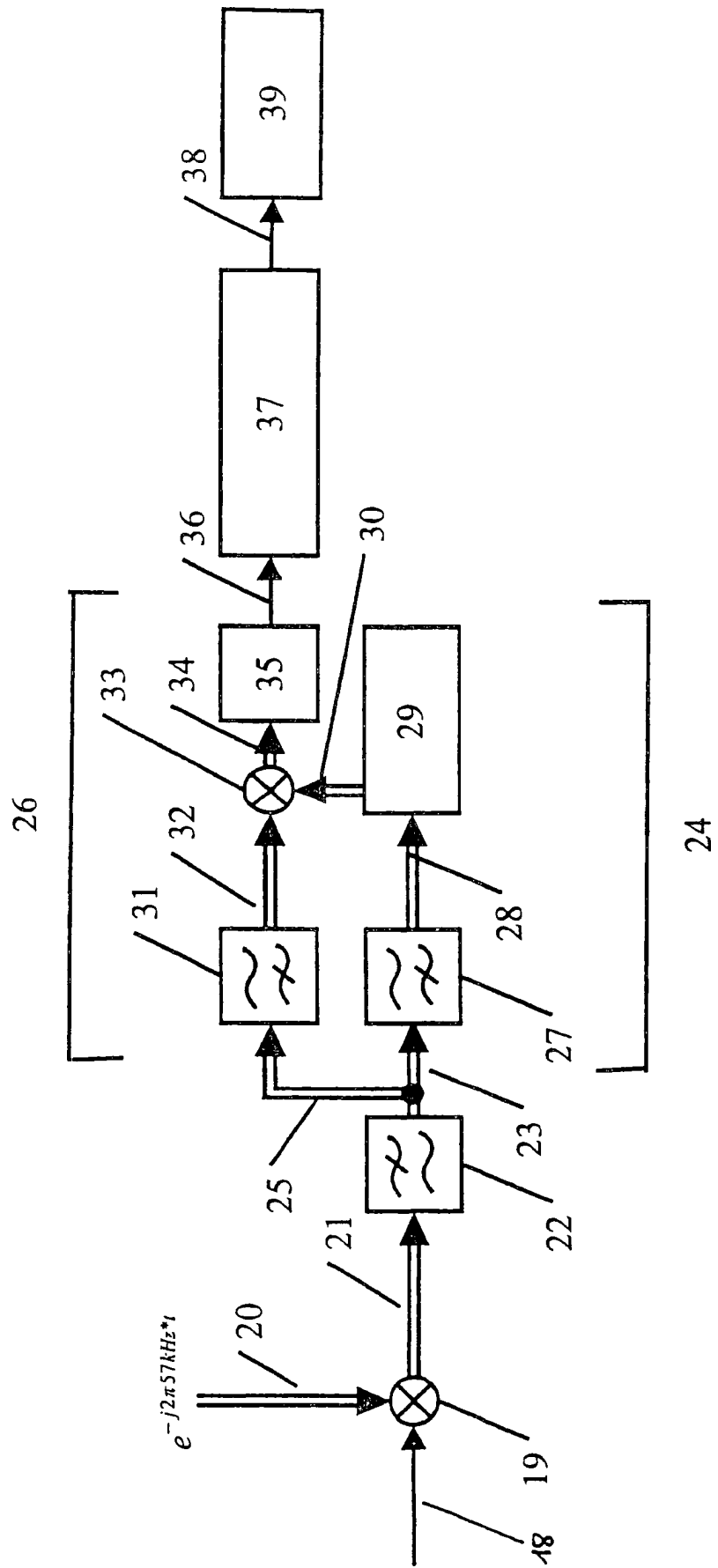


Fig. 4

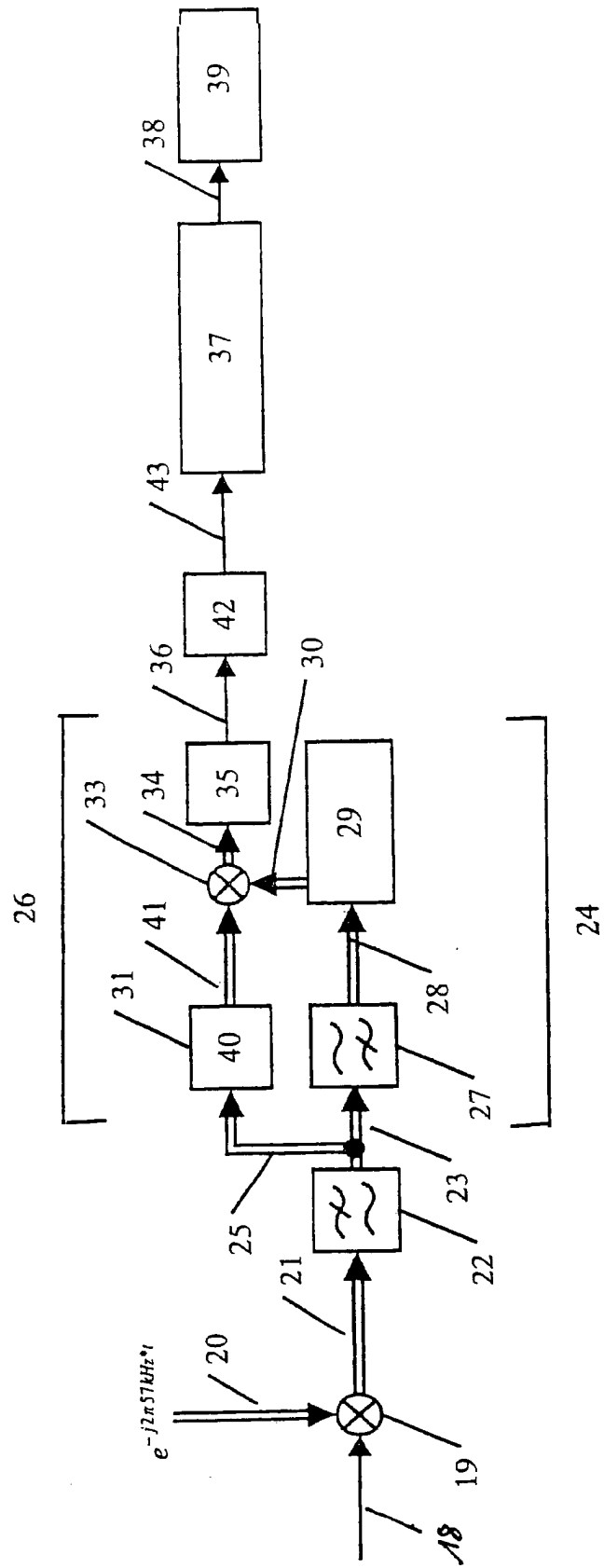


Fig. 5A

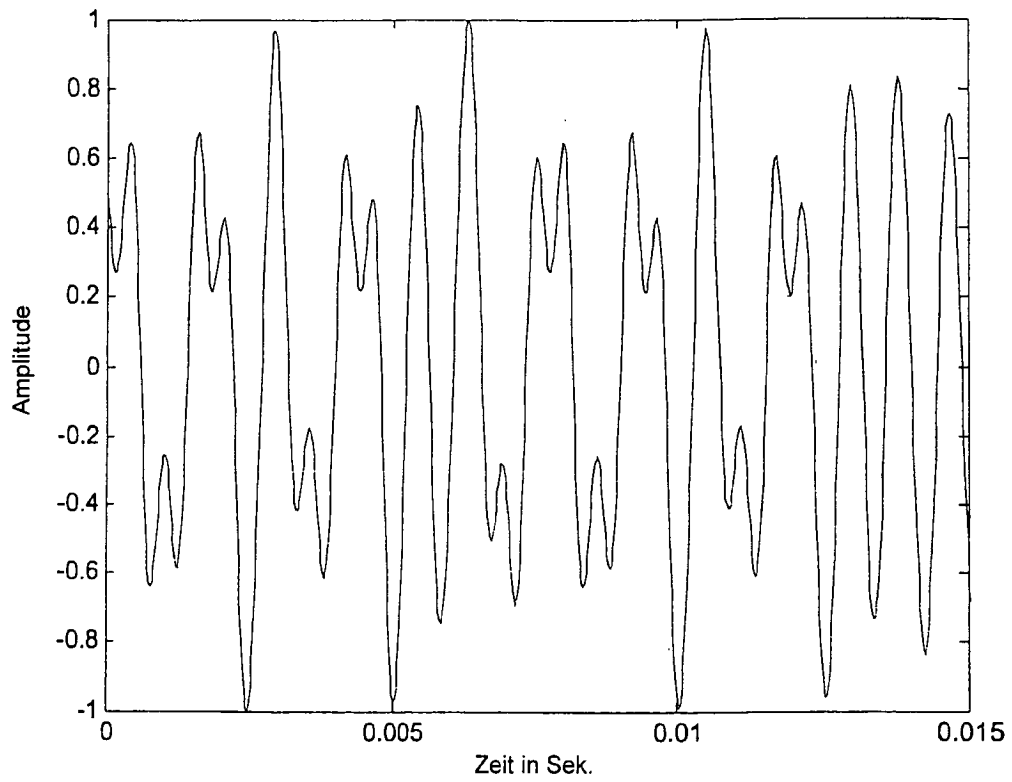


Fig. 5B

