



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 601 01 029 T2 2004.08.12

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 180 851 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 601 01 029.9

(96) Europäisches Aktenzeichen: 01 306 712.9

(96) Europäischer Anmeldetag: 06.08.2001

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 20.02.2002

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 22.10.2003

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 12.08.2004

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: H04B 1/10

H04B 1/12, H04L 27/26

(30) Unionspriorität:  
**0020071** 16.08.2000 GB

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, FR, GB**

(73) Patentinhaber:  
**Zarlink Semiconductor Ltd., Swindon, Wiltshire, GB**

(72) Erfinder:  
**Cowley, Nicholas Paul, Wroughton, Wiltshire SN4 ORT, GB; Payne, Alison, London SW9 9JY, GB; Dawkins, Mark, London SW11 5JB, GB**

(74) Vertreter:  
**derzeit kein Vertreter bestellt**

(54) Bezeichnung: **COFDM tüner für Rauschimpulsverringerung**

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 eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

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

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Tuner. Ein derartiger Tuner kann zum Beispiel zum Empfangen von Fernsehsignalen verwendet werden und kann einen Teil einer Gerätezusatzbox (Set Top Box), eines Fernsehempfängers oder eines Videokassettenrecorders sein.

[0002] Der DVB-T (digitale Videoaussendung-Terrestisch; Digital Video Broadcasting-Terrestrial)-Standard für DTT (Digitales Terrestrisches Fernsehen; Digital Terrestrial Television) verwendet eine codierte orthogonale Frequenzteilungs-Multiplexierung (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing, COFDM) als das Modulationsverfahren für die Übertragung des digitalen Bitstroms. Eine Implementierung der Modulatoren und Demodulatoren in diesem System wird unter Verwendung des Algorithmus mit einer inversen schnellen Fourier-Transformation (Inverse Fast Fourier Transform, IFFT), um das Zeitdomänensignal aus der komplexen Frequenzdomänen-Darstellung an dem Sender zu erzeugen, und der schnellen Fourier-Transformation (Fast Fourier Transform, FFT), um die komplexe Konstellation der Datenpunkte an dem Empfänger wiederherzustellen, erreicht. Diese Operationen beziehen sich auf getrennte COFDM "Symbole" einer Zeitlänge, die gleich zu dem Kehrwert des einzelnen Trägerabstands ist. Deshalb entspricht jedes Symbol einer Konstellation von Punkten in der komplexen Ebene, d. h. jeder Träger weist eine feste Amplitude und Phase für die Dauer eines Symbols auf.

[0003] Ein Impulsrauschen kann über Schalttransistoren von sich in der Nähe befindlichen Geräten, beispielsweise Kühlchränken oder elektrischen Werkzeugen auftreten. Ein wichtiger Vermarktungsaspekt von DTT ist die einfache Installation, was dem Kunden erlaubt, das System alleine aufzubauen. Dies macht es unglücklicherweise wahrscheinlich, dass in vielen Fällen eine Installation erreicht wird, die weit weg von einer Idealen ist, wodurch die Wahrscheinlichkeit eines schlechten Störungsschutzes erhöht wird.

[0004] Wenn ein Impulsrauschen überlagert auf das empfangene Funkfrequenz-(RF)-Signal an der Antenne auftritt, wird dieses an dem Eingang zu der FFT als die Impulsantwort der dazwischenliegenden Tuner/Empfänger-Komponenten erscheinen. Die Impulsenegie innerhalb eines Bands wird typischerweise eine Breitband-Einhüllende des sinc-Typs sein und wird das empfangene Datenspektrum überfluten, wodurch viele Fehler in einem übertragenen COFDM-Symbol verursacht werden. Sobald das Spektrum nach der FFT zerstört ist, ist eine Korrektur nicht möglich und es liegt an der Art des COFDM-Modulationsverfahrens, dass es gegenüber Impulsrauschen empfindlich ist. Jedoch tendiert eine Digitalisierung des COFDM-Signals an der Zwischenfrequenz (IF) durch einen Analog/Digital-Wandler (ADC) ein Impulsrauschen in herkömmlichen Tuner-Konstruktionen zu unterdrücken. Dies wird unerwünschte Kanäle in der analogen Domäne vor dem ADC unterdrücken. Somit wird der gesamte dynamische Bereich des ADC mit dem unerwünschten Kanalsignal gefüllt werden. Ein Impulsrauschen mit hohem Pegel wird an dem ADC abgeschnitten (geclipt), wobei angenommen wird, dass die Empfänger-ADC-Schleife den Impulspegel nicht "einfängt" und die Verstärkung einstellt. Dies ist unwahrscheinlich, da der Impuls per Definition ein kurzer Puls, in der Größenordnung einer Länge von Nanosekunden, sein wird.

[0005] Es besteht ein Wunsch, eine Verarbeitung in der digitalen Domäne zu erhöhen, so dass die engen Spezifikationen auf den ADC verschoben werden. In derartigen Systemen ist es wahrscheinlich, dass irgendeine unerwünschte Energie eines angrenzenden Kanals durch den ADC zusammen mit den gewünschten Kanal digitalisiert werden wird. Wenn in diesem Fall der angrenzende bzw. benachbarte Kanal auf einem höheren Pegel ist (zum Beispiel in dem Vereinigten Königreich, wo er +35 dB relativ zu dem gewünschten DVB-T-Kanal sein kann), wird nur ein Teil des ADC-Dynamikbereichs durch das gewünschte Signal belegt werden, was einen Impuls mit einem viel höheren Pegel durch die FFT erlaubt. Dies wird sich wiederum auf eine Störung mit einem viel höheren Pegel über das gewünschte Spektrum von COFDM-Trägern übersetzen, was extrem hoher Fehlerraten für das Symbol, in dem der Impuls aufgetreten ist, verursacht.

[0006] **Fig. 1** der beiliegenden Zeichnungen zeigt typische Bedingungen für ein Direkttunersystem, das ein gewünschtes Signal bei 35 dB unterhalb eines benachbarten Kanals (einem PAL analogen TV-Kanal) empfängt. Diese Zeichnung zeigt die drei Komponenten des Signals des ADC-Eingangs, nämlich das PAL-Signal des benachbarten Kanals, das gewünschte COFDM-Signal (dargestellt in "weiß" überlagert auf dem PAL-Signal) und den Rauschimpuls. Wenn ein Impuls bei einer Amplitude + 50 dB relativ zu der PAL-Spitzenamplitude auftritt und dann auf diese gleiche Amplitude abgeschnitten wird, wird die empfange komplexe Konstellation nach der FFT eine Bitfehlerrate (BER) vor irgendeiner Viterbi-Decodierung in der Größenordnung von 40% (für eine quasi fehlerfreie Übertragung sollte dieser Wert weniger als 1% sein) aufzeigen. Eine derartige Erhöhung der BER wird mit einer Empfängerverriegelung Probleme nicht verursachen, solange wie der Impuls auftritt. Jedoch ist es möglich, dass eine sichtbare Verzerrung für das Bild auftritt, und zwar in Abhängigkeit von dem Programm, welches gerade betrachtet wird, und dem MPEG-2-Decoderschip. Wenn ein Impulsrauschen aufeinanderfolgende Symbole zerstört, wird das Problem noch gravierender werden.

[0007] Die EP 0 597 525 offenbart eine Rauschunterdrückungsanordnung für Empfänger mit einer Frequenzmodulation (FM). Eine Rauscherfassungsanordnung gibt Signale oberhalb eines Schwellwerts, wobei angenommen wird, dass die Signale rausch-

behaftet sind, an eine Halteschaltung, die den unmittelbar vorausgehenden Signalpegel hält, um eine grobe Interpolation auszuführen, um das Rauschen zu ersetzen.

[0008] In ähnlicher Weise offenbart die US 5,261,004 eine Rauschunterdrückungsanordnung, bei der der Signalpegel gehalten wird, wenn ein Rauschen erfasst wird. Um ein Rauschen zu erfassen werden verschiedene Signale mit gefilterten Beispielen des Signals verglichen.

[0009] Die EP 0 651 521 offenbart eine Rauscherfassungsanordnung zur Verwendung in der Radiotelefonie. Das Rauschen wird mit Hilfe einer Filterung mit zwei unterschiedlichen Zeitkonstanten erfasst.

[0010] Die EP 0 930 719 offenbart ein Autoradio zum Empfangen von FM-Signalen und mit einer Anordnung zum Erfassen und Unterdrücken von Rauschimpulsen. Diese Anordnung erzeugt einen Schwellwert durch Herausfiltern des gewünschten Signals in einem Hochpassfilter, das einer FM-Demodulation folgt, und durch Mitteln des verbleibenden Rauschens. Das nicht gefilterte Signal wird mit dem Schwellwert verglichen und unterdrückt, wenn dessen Amplitude den Schwellwert übersteigt.

[0011] Die US 4 736 163 offenbart eine andere Anordnung zum Erfassen und Unterdrücken von Rauschimpulsen. Ein laufender Mittelwert des Ausgangs eines Signalspitzendetektors wird gebildet und ein Schwellwert wird davon abgeleitet. Der Ausgang des Spitzendetektors wird damit verglichen, um Rauschpulse zu erfassen.

[0012] Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung ist ein Tuner vorgesehen, umfassend einen Eingangsabschnitt zum Umwandeln eines Funkfrequenzsignals in ein abgetastetes Zwischensignal, das ein gewünschtes Signal und Rauschen umfasst, einen Schwellengenerator zum Erzeugen einer Schwelle, einen Vergleicher zum Vergleichen der Amplitude jedes Abtastwerts des Zwischensignals mit der Schwelle, und einen Korrigierer, der auf den Vergleicher anspricht, um jeden der Abtastwerte, dessen Amplitude größer als die Schwelle ist, auf Null zu setzen, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwellengenerator angeordnet ist, um die Schwelle als eine erste Funktion eines Durchschnitts der Amplituden einer Vielzahl der Abtastwerte des Zwischensignals zu erzeugen, und angeordnet ist, um aus dem Durchschnitt jeden Abtastwert auszuschließen, dessen Amplitude die Schwelle übersteigt.

[0013] Der Korrigierer kann angeordnet sein, um  $n$ -aufeinanderfolgende Abtastwerte nach jedem Abtastwert, dessen Amplitude größer also die Schwelle ist, auf Null zu setzen, wobei  $n$  eine positive ganze Zahl ist.  $n$  kann eine Funktion der Impulsantwort des Eingangsabschnitts sein.

[0014] Der Korrigierer kann angeordnet sein, um  $m$ -aufeinanderfolgende Abtastwerte vor jedem Abtastwert, dessen Amplitude größer als der Schwellwert ist, auf Null zu setzen, wobei  $m$  eine positive ganze Zahl ist.  $m$  kann eine Funktion der Im-

pulsantwort des Eingabeabschnitts sein.

[0015] Der Durchschnitt kann ein sich bewegender Durchschnitt sein.

[0016] Die Schwelle kann größer als das Produkt des Durchschnittswerts und des Spitze-zu-Durchschnitts-Verhältnisses des Zwischensignals sein.

[0017] Die Schwelle kann größer als dreimal der Durchschnitt sein. Die Schwelle kann im wesentlichen gleich zu 5,3 mal der Durchschnitt sein.

[0018] Die Abtastwerte können eine Abtastrate von 9,143 MHZ aufweisen.  $n$  kann größer als 1 und kleiner als 5 sein. Der sich bewegende Durchschnitt kann über einem Fenster von im wesentlichen 1000 aufeinanderfolgenden Abtastwerten sein.

[0019] Der Eingabeabschnitt kann einen Null-Zwischenfrequenzwandler umfassen.

[0020] Der Eingabeabschnitt kann die Abtastwerte an Gleichphasen- und Quadratur-Ausgänge liefern.

[0021] Der Eingabeabschnitt kann einen Analog/Digital-Wandler zum Bilden der Abtastwerte als digitale Abtastwerte umfassen.

[0022] Der Tuner kann zum Empfangen von COFDM-Signalen bereitgestellt werden.

[0023] Der Tuner kann einen Schnelle-Fourier-Transformierer zum Verarbeiten von Abtastwerten von dem Korrigierer umfassen.

[0024] Der Tuner kann zum Empfangen von Fernsehsignalen bereitgestellt werden.

[0025] Gemäß weiterer Aspekte der Erfindung ist eine Set-Top-Box (Gerätezusatzzbox), ein Fernsehempfänger und ein Fernsehsignalrecorder vorgesehen, die jeweils einen Tuner in Übereinstimmung mit dem ersten Aspekt der Erfindung umfassen.

[0026] Es ist somit möglich, einen Tuner bereitzustellen, dessen Betriebsverhalten unter Impulsrauschenbedingungen stark verbessert ist. Für den Fall von digitalen Fernsehsignalen kann das Bitfehlerraten-Betriebsverhalten stark verbessert werden, so dass eine Bildstörung verringert wird. Diese Techniken sind besonders nützlich für Modulationsverfahren, die einen Algorithmus mit einer Schnellen-Fourier-Transformation in dem Tuner verwenden, zum Beispiel um den komplexen Wert jedes Trägers in einem COFDM-Verfahren zu extrahieren.

[0027] Die Erfindung wird weiter beispielhaft unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben. In den Zeichnungen zeigen:

[0028] **Fig. 1** ein Wellenformdiagramm, das ein durch Impulse zerstörtes digitales Fernsehignal und ein PAL-analoges Signal eines benachbarten Kanals mit hohem Pegel darstellt;

[0029] **Fig. 2** ein Blockschaltbild und ein Funktionsdiagramm, das einen Tuner darstellt, der eine Ausführungsform der Erfindung bildet; und

[0030] **Fig. 3** diagrammartig den Effekt einer Impulsrauschenstörung und der Verbesserung im Betriebsverhalten, die mit dem Tuner der **Fig. 2** erzielt werden kann.

[0031] Der COFDM-Fernsehtuner, der in **Fig. 2** gezeigt ist, ist mit einem Antenneneingang 1 verbunden

und umfasst einen Eingangsverstärker **2** mit einer automatischen Verstärkungssteuerung (Automatic Gain Control, AGC), dessen Ausgang mit Mischern **3** und **4** verbunden ist. Die Mischer **3** und **4** bilden einen Teil eines Null-Zwischenfrequenz-(ZIF)-Frequenzwandlers zum Umwandeln der Eingangssignale direkt in Basisbandsignale.

[0032] Ein lokaler Oszillator **5** liefert Signale eines lokalen Oszillators an die Mischer **3** und **4**, die zueinander in einer Phasenquadratur sind, so dass der Mischer **3** ein Gleichphasensignal **1** erzeugt und der Mischer **4** ein Quadraturphasensignal **Q** erzeugt. Die Ausgänge der Mischer **3** und **4** werden über Pufferverstärker **6** bzw. **7** am Tiefpassfilter **8** bzw. **9** geführt, die eine Energie außerhalb der Null-Zwischenfrequenzbandbreite dämpfen oder beseitigen. Die Ausgänge der Filter **8** und **9** werden über weitere Pufferverstärker **10** bzw. **11** an einen Analog/Digital-Wandler (ADC) **12** geliefert.

[0033] Die Teile **2** bis **11** des Tuners stellen einen analogen Abschnitt dar, dessen Quadratursignal ausgangssignale von dem ADC **12** in die digitale Domäne umgewandelt werden. Die übrigen Teile des Tuners arbeiten in der digitalen Domäne und werden als Funktionsblöcke in **Fig. 2** dargestellt, obwohl sie normalerweise von einer speziell vorgesehenen digitalen Hardware oder möglicherweise von einem programmierbaren Datenprozessor unter einer Softwaresteuerung umgesetzt werden würden.

[0034] Die Ausgänge des ADC **12** werden über digitale Tiefpassfilter **13** und **14** an eine Schaltung **15** für eine automatische Frequenzsteuerung (Automatic Frequency Control, AFC) geführt, die die Signale exakt um 0 Hz herum zentriert.

[0035] Die digitalisierten Abtastwerte der I- und Q-Signale, die von dem ADC **12** gebildet werden, von den Filtern **13** und **14** gefiltert werden, und von der Schaltung **15** auf 0 Hz zentriert werden, werden an die Eingänge eines Schwellengenerators **16**, eines Vergleichers **17** und eines Korrigierers **18** geführt. In einem typischen Beispiel des in **Fig. 2** gezeigten Tuners tastet die ADC **12** die ankommenden Signale bei einer Abtastrate von 9,143 MHz ab. Der Schwellengenerator **16** bildet einen sich bewegenden Durchschnitt einer Anzahl von aufeinanderfolgenden Abtastwerten von jedem der I- und Q-Signale. In dem spezifischen Beispiel, welches voransteht erwähnt wurde, deckt das sich bewegende Fenster **1000** aufeinanderfolgende Abtastwerte ab.

[0036] Um eine Schwelle zu erzeugen, die Impulsrauschsignale unterscheiden kann, verwendet der Schwellengenerator **16** ein bekanntes Spitze-zu-Mittel-Verhältnis von COFDM-Signalen, welches ungefähr 9,5 Dezibel (dB) (ein Verhältnis von ungefähr 3 : 1) ist. Um eine falsche Triggerung zu vermeiden, stellt der Schwellengenerator **16** die Schwelle höher als dies ein, zum Beispiel um 3 dB oder sogar soviel wie 5 dB, so dass die Schwelle, die an den Vergleicher **17** von dem Generator **16** geliefert wird, zum Beispiel im wesentlichen gleich zu 5,3 mal dem sich

bewegenden Fensterdurchschnitt der Amplituden der Abtastwerte ist.

[0037] Der Vergleicher **17** vergleicht jeden der I- und Q-Abtastwerte mit der Schwelle und signalisiert dem Korrigierer **18** immer dann, wenn die Amplitude eines Abtastwerts den gegenwärtigen Wert der Schwelle übersteigt. Im Ansprechen auf eine derartige Signaliierung stellt der Korrigierer **18** den Wert des Abtastwerts auf Null ein. Der Korrigierer **18** stellt auch die Werte von ein oder mehreren Abtastwerten, deren Werte unterhalb des gegenwärtigen Wertes der Schwelle sind und die unmittelbar bevor und/oder nach dem Abtastwert oder den Abtastwerten, der/die Werte aufweistlaufen, die die Schwelle übersteigen, auf 0 ein. Insbesondere wird der Rauschimpuls von dem Impulsgenerator des Abschnitts des Tuners, der stromabwärts von dem Korrigierer **18** angeordnet ist, verteilt und die Anzahl von aufeinanderfolgenden Abtastwerten, die auf Null gesetzt oder unterdrückt werden, wird in Übereinstimmung mit der Impulsantwort bestimmt, um so viel Impulsrauschenenergie wie möglich aus dem Signal zu entfernen, das an jeden der Ausgänge des Korrigierer **18** geliefert wird. Für das spezifische Beispiel, welches voransteht erwähnt wurde, wurde festgestellt, dass die Anzahl von aufeinanderfolgenden Abtastwerten, die auf 0 gesetzt oder unterdrückt werden könnten, typischerweise 0 oder 1 Abtastwert vor und von 3 bis 5 Abtastwerten nach dem Abtastwert oder aufeinanderfolgenden Abtastwerten, deren Werte die Schwelle übersteigen, ist. Jedoch kann die Impulsantwort des stromabwärtsliegenden Abschnitts für irgendeine bestimmte Anordnung berechnet, gemessen oder simuliert werden und dies kann verwendet werden, um die Anzahl von aufeinanderfolgenden Abtastwerten einzurichten, die unvermeidbar durch ein Impulsrauschen zerstört werden und die deshalb unterdrückt werden sollten.

[0038] Wenn der Tunereingabeabschnitt eine übermäßig lange Impulsantwort aufweist, zum Beispiel entsprechend zu **10** oder mehr Abtastwerten, ist es möglich, dass die Effekte eines derartigen Impulsrauschens nicht zufriedenstellend korrigiert werden können, weil eine Unterdrückung (Ausblendung) von 10 oder einer größeren Anzahl von aufeinanderfolgenden Abtastwerten eine nicht akzeptabel große Anzahl von Fehlern einführen kann. In einem derartigen Fall sollte die Impulsantwort des Tuners, insbesondere der analogen Tiefpassfilter **8** und **9** und der digitalen Tiefpassfilter **13** und **14**, verbessert werden, um ein zufriedenstellendes Betriebsverhalten zu erzielen.

[0039] Der Korrigierer **18** liefert ein Signal an den Schwellengenerator **16**, welches anzeigt, welche Abtastwerte ausgeblendet worden sind. Der Schwellengenerator **16** verhindert dann, dass derartige Abtastwerte in dem Prozess zum Erzeugen des Durchschnitts verwendet werden, auf den die Schwelle gestützt ist.

[0040] Die I- und Q-Ausgänge des Korrigierer **18**

werden an die Eingänge einer Schnellen-Fourier-Transformation **19** geliefert, die das zeitdomänen-digitalisierten abgetastete Signal in die komplexe Frequenzdomäne umwandelt. Der Ausgang der Transformation **19** wird zurück an einen Block **20** für eine weitere Verarbeitung geführt, beispielsweise eine Demodulation und Decodierung, um Bildsignale, die für eine Anzeige von einem Fernsehempfänger oder für eine Aufzeichnung von einem Videokassettenrecorder geeignet sind, zu liefern.

[0041] **Fig. 3** zeigt die Zeitdomänen-Eingangssignale zu der Transformation **19** und die sich ergebende Frequenzdomänen-Konstellation an dem Ausgang der Transformation **19** für ein "reines" Signal ohne eine Störung, für ein nicht korrigiertes Signal, welches eine Impulsstörung erleidet, und für ein korrigiertes Signal in Übereinstimmung mit der Rauschkorrektur oder Verringerung, die voranstehend beschrieben und in **Fig. 2** dargestellt wurde. Die entsprechenden Bitfehlerraten sind ebenfalls angegeben. Es wird angenommen, dass das reine Signal ein Signal-zu-Rausch-Verhältnis (SNR) von 35 dB aufweist. Ein derartiges Signal erzeugt eine 0 BER.

[0042] Das gestörte Signal wird von einem Impuls mit einer Amplitude von 50 dB und einer Dauer von 5 Nanosekunden gestört. Die sich ergebende Konstellation an dem Ausgang der Transformation **19** wird sehr gravierend gestört und führt zu einer BER von 45%.

[0043] Die Impulskorrekturtechnik, die voranstehend beschrieben wurde, stellt eine Konstellation an dem Ausgang der Transformation **19** bereit, die sehr viel enger der tatsächlichen Konstellation des einen Signal ähnelt. In diesem Fall ist die BER 2,5%, was eine wesentliche Verbesserung darstellt und erlaubt, dass akzeptable Fernsehbilder mit relativ unscheinbaren Störungsartefakten angezeigt werden, obwohl sie nicht einem quasi fehlerfreien Empfang entsprechen.

[0044] Die Verwendung dieser Technik ist sehr vorteilhaft, wenn mehr als ein COFDM-Symbol betroffen ist. Ohne eine Korrektur ist es wahrscheinlich, dass das auf dem Fernsehbildschirm angezeigte Bild schnell unmöglich zu betrachten wird oder vollständig verloren geht. Obwohl ein quasi fehlerfreier Empfang nicht möglich sein kann, sollte mit einer Korrektur keine Unterbrechung in der Betrachtung vorhanden sein. Anstelle davon kann eine gewisse merkbare, aber hinsichtlich des Bildes tolerierbare Störung, vorhanden sein.

[0045] Obwohl diese Technik mit Einzelheiten in Bezug auf ein COFDM-Modulationsverfahren für digitale Fernsehsignale im Hinblick auf eine Null-Zwischenfrequenz-Umwandlungstechnik beschrieben worden ist, kann sie auf andere Typen von System angewendet werden, bei denen eine Impulsrauschenstörung problematisch ist. Die Technik ist besonders nützlich für Tuner, bei denen große Mengen von Signalverarbeitungen in der digitalen Domäne ausgeführt werden und bei denen eine relativ geringe Fre-

quenzdomänenfilterung vor der Analog/Digital-Umwandlung vorhanden ist. Insbesondere ermöglicht diese Technik, dass Tuner mit einem adäquaten Betriebsverhalten versehen werden und reduziert somit die Anforderungen für eine Filterung in der analogen Domäne. Dies wiederum erleichtert die Konstruktion von analogen Filtern "auf-dem-Chip ("on-chip")". Die Technik ist besonders nützlich für jedes Demodulationsverfahren, das die FFT verwendet, und mögliche andere Anwendungen umfassen die digitale Audio-aussendung (Digital Audio Broadcasting, DAC) und jedes System, das eine Form von COFDM-Modulation verwendet.

## Patentansprüche

1. Tuner, umfassend: einen Eingangsabschnitt (**2-15**) zum Umwandeln eines Funkfrequenzsignals in ein abgetastetes Zwischensignal, einen Schwellengenerator (**16**) zum Erzeugen einer Schwelle als eine erste Funktion eines Durchschnitts der Amplituden einer Vielzahl der Abtastwerte in dem Zwischensignal, einen Vergleicher (**17**) zum Vergleichen der Amplitude jedes Abtastwerts des Zwischensignals mit der Schwelle, und einen Korrigierer (**18**), der auf den Vergleicher (**17**) anspricht, um jeden der Abtastwerte, dessen Amplitude größer als die Schwelle ist, auf Null zu setzen, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwellengenerator (**16**) angeordnet ist, um aus dem Durchschnitt jeden Abtastwert auszuschließen, dessen Amplitude die Schwelle übersteigt und, dass das Zwischensignal ein gewünschtes Signal und Rauschen umfasst.
2. Tuner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Korrigierer (**18**) angeordnet ist, um  $n$  aufeinanderfolgende Abtastwerte nach jedem Abtastwert, dessen Amplitude größer als der Schwellwert ist, auf Null zu setzen, wobei  $n$  eine positive ganze Zahl ist.
3. Tuner nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Korrigierer (**18**) angeordnet ist, um  $m$  aufeinanderfolgende Abtastwerte vor jedem Abtastwert, dessen Amplitude größer als die Schwelle ist, auf Null zu setzen, wobei  $m$  eine positive ganze Zahl ist.
4. Tuner nach irgendeinem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchschnitt ein sich bewegender Durchschnitt ist.
5. Tuner nach irgendeinem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwelle größer als das Produkt der Schwelle und des Spitzen-zu-Durchschnitts-Verhältnisses des Zwischensignals ist.
6. Tuner nach irgendeinem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die

Schwelle größer als drei mal der Durchschnitt ist.

7. Tuner nach irgendeinem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingabeabschnitt (**2–15**) einen Null-Zwischenfrequenzwandler (**3–15**) umfasst.

8. Tuner nach irgendeinem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingangsabschnitt (**2–15**) die Abtastwerte an Gleichphasen- und Quadratur-Ausgänge liefert.

9. Tuner nach irgendeinem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingangsabschnitt (**2–15**) einen Analog/Digital-Wandler (**12**) zum Bilden der Abtastwerte als digitale Abtastwerte umfasst.

10. Tuner nach irgendeinem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen COF-DM-Demodulator (**20**).

11. Tuner nach irgendeinem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Schnelle-Fourier-Transformierer (**19**) zum Verarbeiten von Abtastwerten von dem Korrigierer (**18**).

12. Set-Top-Box, gekennzeichnet durch einen Tuner (**2–20**) nach irgendeinem der vorangehenden Ansprüche.

13. Fernsehempfänger, gekennzeichnet durch einen Tuner (**2–20**), wie in irgendeinem der Ansprüche 1 bis 11 beansprucht.

14. Fernsehsignalrecorder, gekennzeichnet durch einen Tuner (**2–20**), wie in irgendeinem der Ansprüche 1 bis 11 beansprucht.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen





