

## Filtervorrichtung für ein Mehrfachfilter

### Classifications

● H03H17/06 Non-recursive filters

### Landscapes

Physics & Mathematics



Engineering & Computer Science



Show more ▾

DE4224842A1

Germany

Find Prior Art Similar

Other languages: [English](#)

Inventor: [Peer Dipl Ing Dahl](#)

Current Assignee: [Alcatel Lucent Deutschland AG](#)

#### Worldwide applications

1992 · [DE](#)

#### Application DE19924224842 events

1992-07-28 · Application filed by Alcatel SEL AG

1992-07-28 · Priority to DE19924224842

1994-02-03 · Publication of DE4224842A1

Status · [Withdrawn](#)

Info: [Patent citations \(7\)](#), [Cited by \(3\)](#), [Legal events](#), [Similar documents](#), [Priority and Related Applications](#)

External links: [Espacenet](#), [Global Dossier](#), [DPMA](#), [Discuss](#)

## Description

Die Erfindung betrifft eine Filtervorrichtung mit einem transversalen Digitalfilter, dessen Filterkoeffizienten einstellbar sind. Transversale Digitalfilter werden auch als FIR-Filter (engl. Finite Impulse Response = zeitlich begrenzte Impulsantwort) bezeichnet. In der Literatur z. B. in W. Hess, "Digitale Filter", Teubner Verlag Stuttgart 1989, wird diese Filterstruktur ausführlich beschrieben.

Im folgenden wird dieses Digitalfilter als Filter bezeichnet.

In der Literatur steht meist der Entwurf von Einzelfiltern im Vordergrund. Einzelfilter bedeutet hierbei, daß nur eine einzige Filterfunktion realisiert ist, beispielsweise eine Tiefpaß-Funktion. Eine Filterfunktion wird durch Filtereigenschaften beschrieben. Dies geschieht z. B. durch eine Angabe einer Grenzfrequenz, einer Kerbfrequenz und/oder einer Mittenfrequenz und einer Bandbreite eines Filters. Sie legen das Übertragungsverhalten eines Filters in Abhängigkeit der Frequenz fest.

Für den praktischen Einsatz ist es wünschenswert, ein Filter zu haben, das gleichzeitig mehrere Einzelfilterfunktionen hat, beispielsweise ein Filter, das gleichzeitig die Funktion eines Tiefpasses, eines Kerbfilters und einer Bandsperre hat. Ein solches Filter wird im folgenden als Mehrfachfilter bezeichnet.

In der Systemtheorie wird das Übertragungsverhalten eines Systems durch die Übertragungsfunktion  $H(e^{j\omega T})$  beschrieben. Über die Fouriertransformation ist die Übertragungsfunktion mit der Impulsantwort  $h(k)$  verbunden, die definiert ist als die Menge der Koeffizienten, nachdem die unendliche Reihe der Impulsantwort durch eine mathematischen Methode auf eine endliche Reihe begrenzt wurde. Eine solche Methode wird als Fensterung bezeichnet.

Um ein Mehrfachfilter zu realisieren, gibt es folgende bekannte Möglichkeiten:

- direkte Berechnung der Impulsantwort  $h(k)$  aus der Übertragungsfunktion  $H(e^{j\omega T})$  und entsprechende Einstellung des FIR-Filters,
- Reihenschaltung mehrerer transversaler Einzelfilter,
- Parallelschaltung mehrerer transversaler Einzelfilter.

Die direkte Berechnung der Impulsantwort  $h(k)$  aus der Übertragungsfunktion  $H(e^{j\omega T})$  ist unflexibel, da die darin enthaltenen Einzelfilter alle mit der gleichen Koeffizientenanzahl realisiert werden müssen. Es ist somit nicht möglich, beispielsweise einen enthaltenen Bandpaß mit mehr und einen enthaltenen Tiefpaß mit weniger Koeffizienten zu realisieren. Desweiteren muß bei einer Änderung eines Filterparameters die gesamte Berechnung erneut durchgeführt werden.

Bei der Reihenschaltung ergibt sich die Impulsantwort des Gesamtsystems aus der Faltung (Symbol:  $*$ ) der Impulsantworten der Einzelfilter: z. B.  $h(k) = h_1(k) * h_2(k)$ .

Hierbei ist in der Praxis die maximale Anzahl der Filterkoeffizienten von  $h(k)$  festgelegt, die auch nicht beliebig erweitert werden kann. Bei der Reihenschaltung teilt sich die maximale Anzahl der Filterkoeffizienten auf die Einzelfilter auf. Dies hat zur Folge, daß sich die Filtergüte der Einzelfilter verschlechtert, da für jedes Einzelfilter weniger Koeffizienten zur Verfügung stehen.

Nachteilig an der Parallelschaltung ist beispielsweise, daß die Vielfältigkeit für Mehrfachfilter beschränkt ist. Bei der Auswahl der Einzelfiltertypen ist beispielsweise darauf zu achten, daß frequenzmäßig überlappende Pässe und Sperrn nicht gleichzeitig vorkommen, da dadurch die Wirkung der Sperrn aufgehoben wird.

Aufgabe der Erfindung ist, eine Realisierungsmöglichkeit für ein Mehrfachfilter anzugeben, bei der die oben aufgeführten Nachteile umgangen werden.

Die Aufgabe wird wie in Anspruch 1 angegeben gelöst. Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Vorteilhaft an der Erfindung ist, daß sieben Filterfunktionen, reell oder komplex, einzeln oder in beliebiger Kombination realisiert werden können, wobei für jedes Einzelfilter die maximale Koeffizientenanzahl verfügbar ist. D.h. die Koeffizientenanzahl der Impulsantwort  $h(k)$  wird durch das Einzelfilter bestimmt, das die größte Anzahl von Koeffizienten aufweist. Das Filterergebnis wird also durch zusätzliche Einzelfilter nicht verschlechtert, wie es bei der Reihenschaltung der Fall wäre.

Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** ein Blockdiagramm der Filtervorrichtung,

**Fig. 2** ein Ausführungsbeispiel ihres Steuerrechners,

**Fig. 3** eine Betrags- und Phasendarstellung der Filterfunktion eines komplexen Tiefpasses mit Kerbfilter.

Mit Hilfe des in **Fig. 1** skizzierten Blockdiagramms soll die Wirkungsweise der Filtervorrichtung erklärt werden.

Die Filtervorrichtung **1** besteht aus einem bekannten FIR-Filter **3** und einem Steuerrechner **2**. Ein Eingang **7** für eine Eingangsfolge  $x(k)$  und ein Ausgang **6** für eine Ausgangsfolge  $y(k)$  ist mit dem FIR-Filter verbunden.

Die Eingangsfolge  $x(k)$  ist eine Folge von Zahlen, z. B. von Abtastwerten eines Analogsignals, die z. B. in dualcodierter Form vorliegen. Die Ausgangsfolge  $y(k)$  ist eine Folge von Zahlen, ebenfalls in dualcodierter Form, die in Abhängigkeit der FIR-Filterfunktion aus der Eingangsfolge  $x(k)$  hervorgeht.

Der Steuerrechner **2** hat Eingänge **4** und **5** für die Eingabe der Filtereigenschaften der Mehrfachfilterfunktion und der Koeffizientenanzahl.

Der Anwender wählt eine Filterfunktion aus und legt die Anzahl der Filterkoeffizienten fest und gibt diese ein. Der Steuerrechner **2** berechnet aus diesen Eingabewerten die Koeffizienten der zu realisierenden Mehrfachfilterfunktion und übergibt diese dem FIR-Filter **3**.

Im folgenden wird unter Addition auch die Addition von Summanden mit negativen Vorzeichen verstanden. Die Addition kann auch mehrfach ausgeführt werden.

Der Steuerrechner berechnet die Koeffizienten der gewünschten Mehrfachfilterfunktion der Filtervorrichtung durch Addieren der Koeffizienten der Elementarfilter, aus denen die Mehrfachfilterfunktion gewonnen werden kann.

Die Berechnung der Koeffizienten von Elementarfiltern und die anschließende Addition zur Berechnung der Koeffizienten der Mehrfachfilterfunktion ist das Prinzip der erfindungsgemäßen Filtervorrichtung.

Mit dieser Filtervorrichtung sind folgende sieben Filterfunktionen, reell und komplex, einzeln und in beliebiger Kombination realisierbar:

- Tiefpaß
- Hochpaß
- Bandpaß
- ein oder zwei Kerbfilter
- ein oder zwei Bandsperren.

Kerbfilter werden in der englischsprachigen Literatur als Notch-Filter bezeichnet.

Der in **Fig. 1** gezeigte Steuerrechner **2** ist in **Fig. 2** vereinfacht dargestellt und soll im folgenden erklärt werden.

Der Steuerrechner enthält eine Erkennungs- und Steuervorrichtung **203** mit einem Dateneingang **209** und Steuerausgängen **210** und **211**. Außerdem enthält er einen Rechner **202** mit einem Dateneingang **201** und einem Datenausgang **208**. Desweiteren enthält er eine Addiervorrichtung **204** mit einem Dateneingang **212** und einem Datenausgang **205**.

Eine Analysevorrichtung **215** mit einem Eingang **216** ist über ihren Ausgang **214** mit dem Rechner **202** und über den Ausgang **218** mit der Erkennungs- und Steuervorrichtung **203** verbunden.

Die Analysevorrichtung **215** analysiert die eingegebenen Filtereigenschaften und zerlegt die gewünschte Filterfunktion in Elementarfilterfunktionen, beispielsweise in Tiefpaß-Elementarfilter. Mit Elementarfilter werden im folgenden interne Filterfunktionen bezeichnet, also solche, die für den Anwender nicht erkennbar sind. Diese Elementarfilter sind nicht mit den Einzelfiltern zu verwechseln, mit denen nach dem Stand der Technik ein Mehrfachfilter realisiert werden würde. Die Wirkungen der Elementarfilter sind im allgemeinen nicht diejenigen, die der Anwender haben will. Die Information, welche Elementarfilterfunktionen benötigt und berechnet werden müssen, wird der Erkennungs- und Steuervorrichtung und dem Rechner **202** übergeben.

Der Rechner **202** berechnet aufgrund dieser Information die Elementarfilterfunktionen, d. h. die Filterkoeffizienten von Tiefpaß-Elementarfiltern und/oder Hochpaß-Elementarfiltern. Dies ist in **Fig. 2** durch Rechereinheiten für ein Hochpaß-Elementarfilter (HP) **206** und ein Tiefpaß-Elementarfilter (TP) **207** angedeutet.

Die Erkennungs- und Steuervorrichtung **203** schaltet über den Steuerausgang **210** aufgrund der von der Analysevorrichtung **215** kommenden Information die notwendigen Elementarfilterfunktionen auf den Eingang **212** der Addiervorrichtung **204** durch. Diese führt entsprechend einer Steuerinformation von der Erkennungs- und Steuervorrichtung **203** die Addition durch.

Über den Ausgang **205** der Addiervorrichtung **204** können die Filterkoeffizienten dem FIR-Filter übergeben werden.

Die mit **Fig. 2** beschriebene Funktion läßt sich auch mit einem Rechner, indem ein Programm abläuft, realisieren.

Bevor die erfindungsgemäße Filtervorrichtung anhand von Beispielen genauer erklärt wird, wird auf die Berechnung der Filterkoeffizienten von komplexen transversalen Digitalfiltern eingegangen.

Bei reellen Filtern ist die Übertragungsfunktion symmetrisch, d. h. sie ist für positive Frequenzen gleich der für negative Frequenzen, die Symmetrie besteht bezüglich der Frequenz Null. Für die praktische Anwendung ist es wünschenswert, eine unsymmetrische Übertragungsfunktion zu haben, d. h. die Übertragungsfunktion für positive Frequenzen ist ungleich der für negative Frequenzen. Die Aufteilung in positive und negative Frequenzen wird im folgenden als oberes und unteres Seitenband, OSB und USB, bezeichnet.

Die unsymmetrische Übertragungsfunktion ergibt sich aus der unterschiedlichen Bewertung des oberen und unteren Seitenbandes. Die erfindungsgemäße Filtereinrichtung ermöglicht diese unterschiedliche Bewertung der Seitenbänder.

Der Steuerrechner **2** der Filtervorrichtung **1** berechnet z. B. aufgrund der eingegebenen Filtereigenschaften die komplexe Impulsantwort eines Tiefpaß- und/oder Hochpaß-Elementarfilters für das obere Seitenband, d. h.  $h_{1,OSB}$  und  $h_{2,OSB}$ . Der Teil der Übertragungsfunktion, der das untere Seitenband beschreibt, wird komplett in das obere Seitenband verschoben und es wird eine komplexe Impulsantwort im oberen Seitenband berechnet. Die Übertragungsfunktion, die sich aus dieser berechneten komplexen Impulsantwort ergibt, wird anschließend wieder

in das untere Seitenband verschoben. Damit steht die komplexe Impulsantwort für das untere Seitenband  $h_{1,USB}$  und  $h_{2,USB}$  zur Verfügung. Die komplexen Impulsantworten für das obere und untere Seitenband, die die Filterfunktion beschreiben, werden dann addiert. Die berechnete komplexe Impulsantwort  $h(k)$  setzt sich allgemein aus dem Realteil  $h_1(k)$  und dem Imaginärteil  $h_2(k)$  zusammen.

Das erwähnte Verschieben einer Übertragungsfunktion für das obere Seitenband in das untere Seitenband ist folgendermaßen zu verstehen:

So, wie ein Frequenzband durch eine Mischoperation (Multiplikation) verschoben werden kann, ist es möglich, die Übertragungsfunktion eines komplexen Filters in der Frequenzebene zu verschieben. Dies gelingt durch eine komplexe Multiplikation mit der Frequenz  $\omega = 2\pi f$ . Die komplexe Impulsantwort ergibt sich damit allgemein zu

$$h_{1\omega}(k) = h_1(k)\cos(\omega kT) + h_2(k)\sin(\omega kT)$$

$$h_{2\omega}(k) = h_2(k)\cos(\omega kT) + h_1(k)\sin(\omega kT).$$

Um das obere Seitenband eines komplexen Filters komplett in das untere Seitenband zu verschieben, ist die Modulation mit der halben Abtastfrequenz  $f_A$  durchzuführen.

Die Zusammenfassung der Impulsantworten der beiden Seitenbänder ergibt die Impulsantworten  $h_{1,OSB,USB}$  und  $h_{2,OSB,USB}$ :

$$h_{1,OSB,USB}(k) = h_{1,USB}(k) + h_{1,OSB}(k)$$

$$h_{2,OSB,USB}(k) = h_{2,USB}(k) + h_{2,OSB}(k).$$

Die beschriebene Vorgehensweise wird nun z. B. anhand eines komplexen Tiefpasses mit einer Grenzfrequenz  $f_G < 0$  beschrieben. Die Berechnung erfolgt wie erwähnt getrennt für das obere und untere Seitenband des komplexen Tiefpasses.

Die Berechnung des Tiefpasses mit der Grenzfrequenz  $f_G$  im oberen Seitenband führt zu den Impulsantworten  $h_{1,TP,OSB}(k)$  und  $h_{2,TP,OSB}(k)$ . Die Berechnung einer Impulsantwort  $h(k)$  von Elementarfiltern ist bekannt und wird daher nicht näher erläutert. Das Filter, das durch diese komplexe Impulsantwort beschrieben wird, sperrt das untere Seitenband. Um ein Filter zu erhalten, das das gesamte untere Seitenband durchläßt, ist der Teil der Übertragungsfunktion, der das untere Seitenband beschreibt, in das obere Seitenband zu verschieben: Im oberen Seitenband ist somit ein Tiefpaß mit der Grenzfrequenz  $f_G = 1/2 f_A$  zu berechnen. Die komplexe Impulsantwort dieses Tiefpasses ist mit der halben Abtastfrequenz  $f_A$  komplex zu modulieren; somit ist die komplexe Impulsantwort mit  $h_{1,TP,USB}$  und  $h_{2,TP,USB}$  für das untere Seitenband berechnet. Durch die Addition der Impulsantworten für oberes und unteres Seitenband erhält man die Impulsantworten, die den komplexen Tiefpaß beschreiben:

$$h_{1,TP}(k) = h_{1,TP,USB}(k) + h_{1,TP,OSB}(k)$$

$$h_{2,TP}(k) = h_{2,TP,USB}(k) + h_{2,TP,OSB}(k).$$

Als ein weiteres Ausführungsbeispiel sei ein komplexer Tiefpaß mit Kerbfilter angegeben. Der Betrags- und Phasenverlauf dieser Filterfunktion ist in **Fig. 3** gezeigt.

Um ein reelles Filter zu erhalten, genügt es, nur  $h_1(k)$  zu berechnen. Im folgenden wird deshalb allgemein die Berechnung eines komplexen Filters gezeigt.

Der Anwender wählt die Filterfunktion eines Tiefpasses mit einem Kerbfilter aus und gibt die Koeffizientenanzahl, die Kerbfrequenz  $f_K$  und die Grenzfrequenz des Tiefpasses  $f_{G,TP}$  ein. Die Analysevorrichtung zerlegt die ausgewählte Mehrfachfilterfunktion in zwei Tiefpaß-Elementarfilter; d. h. der Rechner berechnet die komplexen Impulsantworten und damit die Koeffizienten von zwei Tiefpaß-Elementarfiltern TP1 und TP2. Diese ergeben sich zu:

$$h_{1,TP1/2}(k) = h_{1,TP1/2,USB}(k) + h_{1,TP1/2,OSB}(k)$$

$$h_{2,TP1/2}(k) = h_{2,TP1/2,USB}(k) + h_{2,TP1/2,OSB}(k).$$

Die eingegebene Kerbfrequenz  $f_K$  bestimmt die Grenzfrequenz  $f_{G,TP1}$  des ersten Tiefpaß-Elementarfilters, somit ist  $f_{G,TP1} = f_K$ .

Die Grenzfrequenz  $f_{G,TP2}$  des zweiten Tiefpaß-Elementarfilters ist die Grenzfrequenz des gewünschten Tiefpasses.

Die komplexe Impulsantwort der Filterfunktion, Tiefpaß mit Kerbfilter, ergibt sich

über

$$h_{1,TPKF,OSB}(k) = h_{1,TP2,OSB}(k) - 2h_{1,TP1,OSB}(k)$$

$$h_{1,TPKF,USB}(k) = h_{1,TP2,USB}(k) - 2h_{1,TP1,USB}(k)$$

$$h_{2,TPKF,OSB}(k) = h_{2,TP2,OSB}(k) - 2h_{2,TP1,OSB}(k)$$

$$h_{2,TPKF,USB}(k) = h_{2,TP2,USB}(k) - 2h_{2,TP1,USB}(k)$$

zu

$$h_{1,TPKF}(k) = h_{1,TPKF,OSB}(k) + h_{1,TPKF,USB}(k)$$

$$h_{2,TPKF}(k) = h_{2,TPKF,OSB}(k) + h_{2,TPKF,USB}(k).$$

Will man einen komplexen Tiefpaß mit einem Kerbfilter und einen Hochpaß mit einem Kerbfilter anwenden, erhält man unter Beachtung von Randbedingungen, z. B. der Phase,

über:

$$h_{1,TPKF,HPKF,OSB}(k) = h_{1,TPKF,OSB}(k) + h_{1,HPKF,OSB}(k)$$

$$h_{1,TPKF,HPKF,USB}(k) = h_{1,TPKF,USB}(k) + h_{1,HPKF,USB}(k)$$

$$h_{2,TPKF,HPKF,OSB}(k) = h_{2,TPKF,OSB}(k) + h_{2,HPKF,OSB}(k)$$

$$h_{2,TPKF,HPKF,USB}(k) = h_{2,TPKF,USB}(k) + h_{2,HPKF,USB}(k)$$

die komplexe Impulsantwort zu:

$$h_{1,TP,KF,HP,KF}(k) = h_{1,TP,KF,HP,KF,OSB}(k) + h_{1,TP,KF,HP,KF,USB}(k)$$

$$h_{2,TP,KF,HP,KF}(k) = h_{2,TP,KF,HP,KF,OSB}(k) + h_{2,TP,KF,HP,KF,USB}(k).$$

Mit dieser Filtervorrichtung für ein Mehrfachfilter lassen sich die bereits erwähnten sieben Filterfunktionen einzeln und in beliebiger Kombination realisieren.

## Claims (5)

1. Filtervorrichtung mit einem transversalen Digitalfilter, dessen Filterkoeffizienten einstellbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie einen Steuerrechner (2) enthält, der aufgrund vorgegebener Filtereigenschaften und einer vorgegebenen Anzahl von Filterkoeffizienten die Filterkoeffizienten berechnet, indem er Impulsantworten von Hochpaß-Elementarfiltern und/oder Tiefpaß-Elementarfiltern berechnet und dann addiert und aus der resultierenden Impulsantwort die Filterkoeffizienten ableitet.

2. Filtervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerrechner (2) die Impulsantworten von Hochpaß-Elementarfiltern und/oder von Tiefpaß-Elementarfiltern für positive Frequenzen berechnet und die Impulsantworten von Hochpaß-Elementarfiltern und/oder von Tiefpaß-Elementarfiltern für negative Frequenzen berechnet und diese Impulsantworten für negative und positive Frequenzen addiert, so daß ein im mathematischen Sinne komplexes transversales Digitalfilter erhalten wird.

3. Filtervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle, daß die gewünschten Filtereigenschaften die eines Tiefpasses mit vorgegebener Grenzfrequenz und eines Kerbfilters mit vorgegebener Kerbfrequenz sind, der Steuerrechner (2) die Impulsantwort eines ersten Tiefpaß-Elementarfilters, dessen Grenzfrequenz durch die eingegebene Kerbfrequenz bestimmt ist und die eines zweiten Tiefpaß-Elementarfilters, dessen Grenzfrequenz die Grenzfrequenz des gewünschten Tiefpasses ist, berechnet und daß er dann von der Impulsantwort des zweiten Tiefpaß-Elementarfilters die zweifache Impulsantwort des ersten Tiefpaß-Elementarfilters subtrahiert und aus der resultierenden Impulsantwort die Filterkoeffizienten ableitet.

4. Filtervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle, daß die gewünschten Filtereigenschaften die eines Hochpasses mit vorgegebener Grenzfrequenz und eines Kerbfilters mit vorgegebener Kerbfrequenz sind, der Steuerrechner (2) die Impulsantwort eines ersten Hochpaß-Elementarfilters, dessen Grenzfrequenz durch die eingegebene Kerbfrequenz bestimmt ist und die eines zweiten Hochpaß-Elementarfilters, dessen Grenzfrequenz die Grenzfrequenz des gewünschten Hochpasses ist, berechnet und daß er dann von der Impulsantwort des zweiten Hochpaß-Elementarfilters die zweifache Impulsantwort des ersten Hochpaß-Elementarfilters subtrahiert und aus der resultierenden Impulsantwort die Filterkoeffizienten ableitet.

5. Filtervorrichtung nach Anspruch 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle, daß die gewünschten Filtereigenschaften die eines Tiefpasses mit Kerbfilter und die eines Hochpasses mit Kerbfilter sind, der Steuerrechner (2) die Impulsantwort eines Tiefpasses mit Kerbfilter und die Impulsantwort eines Hochpasses mit Kerbfilter addiert, und aus der resultierenden Impulsantwort die Filterkoeffizienten ableitet.

#### Patent Citations (7)

Publication number	Priority date	Publication date	Assignee	Title
<a href="#">DE2614761A1</a> *	1975-05-06	1976-11-18	Ibm	Digitalfilter fuer komplexe signale
<a href="#">DE3305650A1</a> *	1983-02-18	1984-08-23	Fa. Carl Zeiss, 7920 Heidenheim	Mikroskoptubus
<a href="#">DE3326254A1</a> *	1983-07-21	1985-01-31	Licentia Patent-Verwaltungs-Gmbh, 6000 Frankfurt	Peilempfaenger mit mehreren peilkanaelen
<a href="#">EP0372350A2</a> *	1988-12-06	1990-06-13	STMicroelectronics S.r.l.	Programmierbares digitales Filter
<a href="#">EP0373410A2</a> *	1988-12-15	1990-06-20	STMicroelectronics S.r.l.	Speicher für digitales programmierbares Filter
<a href="#">SU1598119A1</a> *	1987-07-02	1990-10-07	Предприятие П/Я А-1811	Цифровой трансверсальный фильтр
<a href="#">SU1651354A1</a> *	1988-11-16	1991-05-23	Предприятие П/Я Р-6149	Программируемый трансверсальный фильтр
Family To Family Citations				

\* Cited by examiner, † Cited by third party

#### Cited By (3)

Publication number	Priority date	Publication date	Assignee	Title
<a href="#">DE19649595A1</a> *	1996-11-29	1998-06-04	Deutsche Telekom Ag	Verfahren zur Messung von Mikrofon-Übertragungsfaktoren in Mikrofon-Arrays
<a href="#">US7139341B2</a>	1999-05-10	2006-11-21	Infineon Technologies Ag	Receiver circuit for a communications terminal and method for processing signals in a receiver circuit
<a href="#">EP1983657A4</a> *	2006-02-07	2010-07-07	Pioneer Corp	Adaptives digitalfilter und empfänger
Family To Family Citations				

\* Cited by examiner, † Cited by third party, ‡ Family to family citation

#### Similar Documents

Publication	Publication Date	Title
<a href="#">DE3720382C2</a>	1996-03-28	Bandpass-Filtervorrichtung für abgetastete Signalwerte
<a href="#">DE68905246T2</a>	1993-06-17	Adaptives, digitales filter mit einem nicht rekursiven teil und einem rekursiven teil.
<a href="#">DE3871880T2</a>	1993-01-14	Fsk-diskriminator.
<a href="#">DE3333984C2</a>	1988-10-20	
<a href="#">DE2125230B2</a>	1978-09-28	Verfahren und Schaltungsanordnung zur modifizierenden Verarbeitung digitaler Informationssignalfolgen
<a href="#">DE3621737A1</a>	1988-01-21	Nichtrekursives halb-band-filter
<a href="#">DE4224842A1</a>	1994-02-03	Filtervorrichtung für ein Mehrfachfilter
<a href="#">DE3329057C2</a>	1990-01-04	
<a href="#">DE3922469C2</a>	1991-06-06	
<a href="#">EP0256286B1</a>	1992-12-02	Filteranordnung
<a href="#">EP0276394A2</a>	1988-08-03	Übertragungsanordnung für digitale Signale
<a href="#">DE3523537C2</a>	1993-10-14	Verfahren und Empfangsanordnung zur Unterdrückung von Inbandstörungen
<a href="#">DE10152628A1</a>	2003-05-15	Adaptives Kanalfilter für Mobilfunkempfänger und Verfahren zur adaptiven Kanalfilterung
<a href="#">DE3028705C2</a>	1987-07-30	
<a href="#">DE2824565A1</a>	1978-12-21	Schaltungsanordnung zum erkennen einer frequenz in einem pcm-signal
<a href="#">DE4192840C2</a>	1995-11-09	Verfahren und Anordnung zur Verwendung für die Beseitigung von Echos in einer Teilnehmeranschluss-Schaltung

<a href="#">EP0179984B1</a>	1991-05-08	Digitalfilter mit beliebig einstellbarem Frequenzgang
<a href="#">EP0489281B1</a>	1997-01-22	Anordnung zur Verarbeitung von Signalen im Modulationsweg zu einem Sender
<a href="#">EP0445335A1</a>	1991-09-11	Vorrichtung und Verfahren zur Erhöhung der Taktrate eines FIR-Filters
<a href="#">EP0012393A1</a>	1980-06-25	Taktgesteuerte monolithisch integrierbare Abtastschaltung
<a href="#">DE4134398C2</a>	1996-02-15	Verfahren zum Ändern der Ansprechzeit eines digitalen Filters
<a href="#">DE3627679A1</a>	1988-02-25	Filteranordnung
<a href="#">DE3302550C2</a>	1987-06-19	
<a href="#">DE3404636C2</a>	1987-04-02	Digitales Transversalfilter
<a href="#">DE3303132C2</a>	1987-11-19	

#### Priority And Related Applications

##### Priority Applications (1)

Application	Priority date	Filing date	Title
<a href="#">DE19924224842</a>	1992-07-28	1992-07-28	Filtervorrichtung für ein Mehrfachfilter

##### Applications Claiming Priority (1)

Application	Filing date	Title
<a href="#">DE19924224842</a>	1992-07-28	Filtervorrichtung für ein Mehrfachfilter

Die Erfindung betrifft eine Filtervorrichtung mit einem transversalen Digitalfilter, dessen Filterkoeffizienten einstellbar sind. Transversale Digitalfilter werden auch als FIR-Filter (engl. Finite Impulse Response = zeitlich begrenzte Impulsantwort) bezeichnet. In der Literatur z. B. in W. Hess, "Digitale Filter", Teubner Verlag Stuttgart 1989, wird diese Filterstruktur ausführlich beschrieben.

Im folgenden wird dieses Digitalfilter als Filter bezeichnet.

In der Literatur steht meist der Entwurf von Einzelfiltern im Vordergrund. Einzelfilter bedeutet hierbei, daß nur eine einzige Filterfunktion realisiert ist, beispielsweise eine Tiefpaß-Funktion. Eine Filterfunktion wird durch Filtereigenschaften beschrieben. Dies geschieht z. B. durch eine Angabe einer Grenzfrequenz, einer Kerbfrequenz und/oder einer Mittenfrequenz und einer Bandbreite eines Filters. Sie legen das Übertragungsverhalten eines Filters in Abhängigkeit der Frequenz fest.

Für den praktischen Einsatz ist es wünschenswert, ein Filter zu haben, das gleichzeitig mehrere Einzelfilterfunktionen hat, beispielsweise ein Filter, das gleichzeitig die Funktion eines Tiefpasses, eines Kerbfilters und einer Bandsperrfilter hat. Ein solches Filter wird im folgenden als Mehrfachfilter bezeichnet.

In der Systemtheorie wird das Übertragungsverhalten eines Systems durch die Übertragungsfunktion  $H(e^{j\omega T})$  beschrieben. Über die Fouriertransformation ist die Übertragungsfunktion mit der Impulsantwort  $h(k)$  verbunden, die definiert ist als die Menge der Koeffizienten, nachdem die unendliche Reihe der Impulsantwort durch eine mathematischen Methode auf eine endliche Reihe begrenzt wurde. Eine solche Methode wird als Fensterung bezeichnet.

Um ein Mehrfachfilter zu realisieren, gibt es folgende bekannte Möglichkeiten:

- direkte Berechnung der Impulsantwort  $h(k)$  aus der Übertragungsfunktion  $H(e^{j\omega T})$  und entsprechende Einstellung des FIR-Filters,
- Reihenschaltung mehrerer transversaler Einzelfilter,
- Parallelschaltung mehrerer transversaler Einzelfilter.

Die direkte Berechnung der Impulsantwort  $h(k)$  aus der Übertragungsfunktion  $H(e^{j\omega T})$  ist unflexibel, da die darin enthaltenen Einzelfilter alle mit der gleichen Koeffizientenanzahl realisiert werden müssen. Es ist somit nicht möglich, beispielsweise einen enthaltenen Bandpaß mit mehr und einen enthaltenen Tiefpaß mit weniger Koeffizienten zu realisieren. Desweiteren muß bei einer Änderung eines Filterparameters die gesamte Berechnung erneut durchgeführt werden.

Bei der Reihenschaltung ergibt sich die Impulsantwort des Gesamtsystems aus der Faltung (Symbol: \*) der Impulsantworten der Einzelfilter: z. B.  $h(k) = h_1(k) * h_2(k)$ .

Hierbei ist in der Praxis die maximale Anzahl der Filterkoeffizienten von  $h(k)$  festgelegt, die auch nicht beliebig erweitert werden kann. Bei der Reihenschaltung teilt sich die maximale Anzahl der Filterkoeffizienten auf die Einzelfilter auf. Dies hat zur Folge, daß sich die Filtergüte der Einzelfilter verschlechtert, da für jedes Einzelfilter weniger Koeffizienten zur Verfügung stehen.

Nachteilig an der Parallelschaltung ist beispielsweise, daß die Vielfältigkeit für Mehrfachfilter beschränkt ist. Bei der Auswahl der Einzelfiltertypen ist beispielsweise darauf zu achten, daß frequenzmäßig überlappende Pässe und Sperrfilter nicht gleichzeitig vorkommen, da dadurch die Wirkung der Sperrfilter aufgehoben wird.

Aufgabe der Erfindung ist, eine Realisierungsmöglichkeit für ein Mehrfachfilter anzugeben, bei der die oben aufgeführten Nachteile umgangen werden.

Die Aufgabe wird wie in Anspruch 1 angegeben gelöst. Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

1. Filtervorrichtung mit einem transversalen Digitalfilter, dessen Filterkoeffizienten einstellbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie einen Steuerrechner (2) enthält, der aufgrund vorgegebener Filtereigenschaften und einer vorgegebenen Anzahl von Filterkoeffizienten die Filterkoeffizienten berechnet, indem er Impulsantworten von Hochpaß-Elementarfiltern und/oder Tiefpaß-Elementarfiltern berechnet und dann addiert und aus der resultierenden Impulsantwort die Filterkoeffizienten ableitet.

2. Filtervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerrechner (2) die Impulsantworten von Hochpaß-Elementarfiltern und/oder von Tiefpaß-Elementarfiltern für positive Frequenzen berechnet und die Impulsantworten von Hochpaß-Elementarfiltern und/oder von Tiefpaß-Elementarfiltern für negative Frequenzen berechnet und diese Impulsantworten für negative und positive Frequenzen addiert, so daß ein im mathematischen Sinne komplexes transversales Digitalfilter erhalten wird.

3. Filtervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle, daß die gewünschten Filtereigenschaften die eines Tiefpasses mit vorgegebener Grenzfrequenz und eines Kerbfilters mit vorgegebener Kerbfrequenz sind, der Steuerrechner (2) die Impulsantwort eines ersten Tiefpaß-Elementarfilters, dessen Grenzfrequenz durch die eingegebene Kerbfrequenz bestimmt ist und die eines zweiten Tiefpaß-Elementarfilters, dessen Grenzfrequenz die Grenzfrequenz des gewünschten Tiefpasses ist, berechnet und daß er dann von der Impulsantwort des zweiten Tiefpaß-Elementarfilters die zweifache Impulsantwort des ersten Tiefpaß-Elementarfilters subtrahiert und aus der resultierenden Impulsantwort die Filterkoeffizienten ableitet.

4. Filtervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle, daß die gewünschten Filtereigenschaften die eines Hochpasses mit vorgegebener Grenzfrequenz und eines Kerbfilters mit vorgegebener Kerbfrequenz sind, der Steuerrechner (2) die Impulsantwort eines ersten Hochpaß-Elementarfilters, dessen Grenzfrequenz durch die eingegebene Kerbfrequenz bestimmt ist und die eines zweiten Hochpaß-Elementarfilters, dessen Grenzfrequenz die Grenzfrequenz des gewünschten Hochpasses ist, berechnet und daß er dann von der Impulsantwort des zweiten Hochpaß-Elementarfilters die zweifache Impulsantwort des ersten Hochpaß-Elementarfilters subtrahiert und aus der resultierenden Impulsantwort die Filterkoeffizienten ableitet.

5. Filtervorrichtung nach Anspruch 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle, daß die gewünschten Filtereigenschaften die eines Tiefpasses mit Kerbfilter und die eines Hochpasses mit Kerbfilter sind, der Steuerrechner (2) die Impulsantwort eines Tiefpasses mit Kerbfilter und die Impulsantwort eines Hochpasses mit Kerbfilter addiert und aus der resultierenden Impulsantwort die Filterkoeffizienten ableitet.