



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 43 332 A1** 2005.05.12

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 43 332.5**

(22) Anmeldetag: **12.09.2003**

(43) Offenlegungstag: **12.05.2005**

(51) Int Cl.7: **H04B 1/10**

(71) Anmelder:  
**ATMEL Germany GmbH, 74072 Heilbronn, DE**

(74) Vertreter:  
**Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker, 70188  
Stuttgart**

(72) Erfinder:  
**Rebel, Reimund, Dipl.-Ing.(FH), Chandler, Ariz.,  
US; Siegle, Martin, Dipl.-Ing.(FH), 74078 Heilbronn,  
DE; Friesen, Leo, Dipl.-Ing.(FH), 74172  
Neckarsulm, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu  
ziehende Druckschriften:

**DE 30 16 118 C2**

**DE 29 16 127 C2**

**DE 29 12 689 A1**

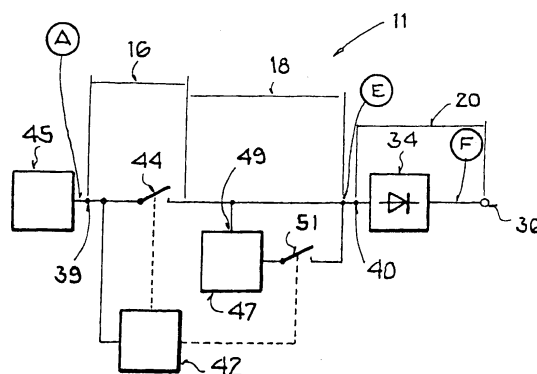
**DE 26 48 901 A1**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Unterdrückung von Störungen in einem Signalverarbeitungssystem und Signalverarbeitungssystem**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Unterdrückung von Störungen in einem Signalverarbeitungssystem (11), das jeweils wenigstens einen Austastabschnitt (16) und einen Glättungsabschnitt (18) aufweist. Der Glättungsabschnitt (18) ist in Laufrichtung der im Signalverarbeitungssystem (10) verarbeiteten Signale vor dem Demodulationsabschnitt angeordnet. Das Verfahren weist die Schritte des Austastens von Störpulsabschnitten in der Signalfolge und des Glättens der nach der Austastung verbleibenden Signalfolge auf und zeichnet sich dadurch aus, dass das Glätten vor dem Demodulationsabschnitt (18) erfolgt.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Unterdrückung von Störimpulsen in einem amplitudenmodulierte Signale verarbeitenden Signalverarbeitungssystem, mit den Schritten: Austasten von Störimpulsen aus einem amplitudenmodulierten Signal, Demodulieren des amplitudenmodulierten Signals nach dem Austasten, und Glätten des nach der Austastung verbleibenden amplitudenmodulierten Signals.

### Stand der Technik

**[0002]** Die Erfindung betrifft ferner ein amplitudenmodulierte Signale verarbeitendes Signalverarbeitungssystem mit jeweils wenigstens einem Hochfrequenzabschnitt, einem Zwischenfrequenzabschnitt, einem Demodulationsabschnitt, einem Austastabschnitt und einem Glättungsabschnitt.

**[0003]** Ein solches Verfahren und ein solches Signalverarbeitungssystem sind aus der DE 39 04 505 C2 bekannt.

**[0004]** Allgemein besteht bei amplitudenmodulierte Signale verarbeitenden Signalverarbeitungsanlagen das Problem, dass an der Antenne eintreffende Störimpulse dem eigentlichen Nutzsignal überlagert werden. Das bedeutet, dass die Signalenergie an der Antenne zunimmt. Ein typisches Beispiel sind Störimpulse, die von einer Zündung eines Verbrennungsmotors erzeugt werden und die sich einem amplitudenmodulierten Radiosignal überlagern. Solche Störimpulse treten regelmäßig und mit einer Wiederholungsfrequenz von ca. 60 Hz bis 600 Hz auf. In diesem Frequenzbereich ist das menschliche Ohr sehr empfindlich. Durchläuft der Störimpuls im Empfänger vorhandene Filterstufen, wird zwar das Spektrum und damit auch die Energie der Störung reduziert. Die Zeitdauer der Impulsantwort eines Filters ist aber nach dem Zeit/Bandbreiten-Gesetz mit der Bandbreite des Filters gekoppelt. Daraus ergibt sich, dass eine anfänglich große Amplitude eines Störimpulses durch eine Filterung nur zu Lasten der Impulsbreite im Zeitbereich verringert werden kann, so dass die Impulsbreite mit abnehmender Amplitude anwächst. Dadurch wird sowohl die Detektion des Störimpulses als auch seine Entfernung vom Nutzsignal erschwert.

**[0005]** Die oben genannte DE 39 04 505 C2 stellt einen Vertreter von Systemen dar, bei denen die Detektion der Störung auf der Breitband-Hochfrequenzseite des Systems erfolgt, weil der Impuls dort eine hohe Amplitude aufweist. Bei den bekannten Systemen wird versucht, die Störung schon vor dem Demodulator auf einer Zwischenfrequenz auszutasten. Dort ist die Bandbreite noch groß, was eine Austastzeit im Bereich weniger Mikrosekunden ermöglicht. Dabei wird hier und im Folgenden unter einem Austasten eine kurzzeitige Unterbrechung oder Abschalt-

ung des Signals verstanden. Physikalisch bedeutet eine solche Austastung, dass der unter Umständen große und jedenfalls undefinierte Störimpuls durch eine kleine, definierte Störung, die Austastlücke, ersetzt wird. Diese Störung durchläuft ein üblicherweise vorhandenes Selektionsfilter, das bei Signalverarbeitungssystemen zur Verarbeitung amplitudenmodulierter Signale beispielsweise eine Bandbreite von ca. 3,4 kHz besitzt.

**[0006]** Nach dem Demodulator ist die Zeitdauer der Störung dann auf einige Hundert Mikrosekunden gewachsen. Hier wird nun das Signal erneut ausgetastet. Die dadurch entstehende Lücke (in der Regel ca. 500 Mikrosekunden) versucht man durch mehr oder weniger komplizierte Interpolationsverfahren wieder aufzufüllen. In den seltensten Fällen gelingt das unhörbar. Bei der DE 39 04 505 C2 ist ein Abtast- und Halte-Schaltkreis im Signalpfad hinter dem Demodulator vorgesehen, der die Spannung im Signalpfad während einer Austastung konstant halten soll, um eine Glättung des unterbrochenen Teils eines Audiosignals zu bewirken. Nach der DE 39 04 505 C2 sollen mit dem dort beschriebenen Verfahren Austastzeiten erzielbar sein, die kürzer als 250 Mikrosekunden sind.

**[0007]** Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der Erfindung in der Angabe eines Verfahrens zur Unterdrückung von Störungen in einem Signalverarbeitungssystem und in der Angabe eines entsprechenden Signalverarbeitungssystems mit weiter verbesserter Qualität der Störungsunterdrückung.

**[0008]** Bei einem Verfahren der eingangs genannten Art wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass der Schritt des Glättens vor dem Schritt des Demodulierens durchlaufen wird.

**[0009]** Ferner wird diese Aufgabe bei einem Signalverarbeitungssystem der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass der Glättungsabschnitt in Laufrichtung der im Signalverarbeitungssystem verarbeiteten Signale vor dem Demodulationsabschnitt angeordnet ist.

**[0010]** Durch diese Merkmale wird die Aufgabe der Erfindung vollkommen gelöst.

**[0011]** Der hier vorgestellte Ansatz unterscheidet sich in seiner elementarsten Form von den bekannten Systemen dadurch, dass die Signalbearbeitung vor der Demodulation erfolgt. Als Folge wird vermieden, dass sich die Impulsbreite der primären Störung und/oder die Impulsbreite einer sekundären Störung, die durch eine vor dem Demodulator erfolgende Austastung erzeugt wird, durch den Demodulationsprozess und das Durchlaufen eines vorgeschalteten Selektionsfilters verbreitert. In der Summe gelingt es dadurch sowohl die Amplitude als auch die Zeitdauer

der hinter dem Demodulator noch vorhandenen Störung signifikant zu verringern. Insbesondere die Verringerung der Zeitdauer hat eine erwünschte Verringerung der Wahrnehmbarkeit der Störung zur Folge.

**[0012]** Es ist bevorzugt, dass das Verfahren folgende weitere Schritte umfasst: Einleiten eines amplitudenmodulierten Signals in einen Hochfrequenzabschnitt, oder Einleiten eines amplitudenmodulierten Signals in einen Hochfrequenzabschnitt und Verlagern der Frequenz des amplitudenmodulierten Signals auf eine Zwischenfrequenz, wobei das Austasten vor oder nach einem gegebenenfalls erfolgenden Verlagern der Frequenz durchgeführt wird.

**[0013]** Durch diese Merkmale erfolgt das Austasten auch bei Systemen mit Hochfrequenzabschnitten sowie bei Systemen mit Hochfrequenzabschnitten und Zwischenfrequenzabschnitten dort, wo Störimpulse noch eine große Amplitude besitzen und noch nicht verbreitert wurden. Als Folge lassen sich die Störimpulse zuverlässig detektieren und die Austastzeiten gering halten.

**[0014]** Ferner ist bevorzugt, dass der Schritt des Glättens einen Schritt des Einfügens eines Ersatzsignals in das nach der Austastung verbleibende amplitudenmodulierte Signal umfasst.

**[0015]** Durch dieses Merkmal wird auch die gegenüber dem undefiniert großen Störimpuls definiert kleine Störung, die durch das Unterbrechen oder Austasten des Störimpulses erzeugt wird, weiter verringert. Als Folge ergibt sich eine erwünschte Glättung des Signals noch vor der Weiterverarbeitung im Demodulator, bzw. im Demodulationsschritt des Verfahrens..

**[0016]** Bevorzugt ist auch, dass der Schritt des Einfügens eines Ersatzsignals einen Schritt der Bildung eines Ersatzsignals umfasst, das die gleiche Amplitude besitzt wie das amplitudenmodulierte Signal unmittelbar vor dem Störimpuls (1. Forderung). Weiter soll das Ersatzsignal eine Frequenz besitzen, die der Frequenz des amplitudenmodulierten Signals nach der Frequenzverlagerung entspricht (2. Forderung) und das Ersatzsignal soll an den Rändern einer Austastlücke die gleiche Phasenlage besitzen wie das nach der Austastung verbleibende amplitudenmodulierte Signal (3. Forderung).

**[0017]** Durch diese Merkmale wird eine weitgehend perfekte Glättung des nach der Austastung verbleibenden Restsignals durch eine weitgehende Anpassung des Ersatzsignals an das Restsignal erzeugt.

**[0018]** Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung sieht vor, dass der Schritt des Austastens nach dem Schritt des Verlagerns der Frequenz auf eine Frequenzbandbreite erfolgt, bei der ein Störimpuls im Zeitbereich eine Impulsbreite von 5 bis 25 Mikrosekunden,

insbesondere von 10 bis 20 Mikrosekunden besitzt.

**[0019]** Es hat sich gezeigt, dass Bandbreiten im Frequenzbereich, die durch solche Bedingungen definiert sind, einen guten Kompromiss zwischen den an sich gegensätzlichen Forderungen nach einer möglichst kurzen Zeitspanne für die Signalbehandlung auf der einen Seite und einer möglichst guten Nachbarkanalunterdrückung auf der anderen Seite darstellen.

**[0020]** Mit Blick auf Ausgestaltungen des Signalverarbeitungssystems ist bevorzugt, dass der Glättungsabschnitt ein Glättungsmittel aufweist, das ein Ersatzsignal bildet, das die gleiche Amplitude besitzt wie das amplitudenmodulierte Signal vor dem Störimpuls, dessen Frequenz der Frequenz des amplitudenmodulierten Signals entspricht, und das an den Rändern einer Austastlücke die gleiche Phasenlage besitzt wie das nach der Austastung verbleibende amplitudenmodulierte Signal.

**[0021]** Auch hier gilt, dass durch diese Merkmale eine weitgehend perfekte Glättung des nach der Austastung verbleibenden Restsignals durch eine weitgehende Anpassung des Ersatzsignals an das Restsignal erzielt wird.

**[0022]** Bevorzugt ist auch, dass das Signalverarbeitungssystem jeweils wenigstens einen Hochfrequenzabschnitt, oder einen Hochfrequenzabschnitt und einen Zwischenfrequenzabschnitt aufweist, die in Laufrichtung der Signale vor dem Austastabschnitt angeordnet sind.

**[0023]** Durch das Anordnen der genannten Abschnitte in Laufrichtung der Signale vor dem Austastabschnitt erfolgt das Austasten dort, wo Störimpulse noch eine große Amplitude besitzen und noch nicht verbreitert wurden. Als Folge lassen sich die Störimpulse zuverlässig detektieren und die Austastzeiten gering halten.

**[0024]** Bevorzugt ist auch, dass der Glättungsabschnitt einen Schwingkreis mit einer Bandbreite aufweist, die kleiner ist als eine Frequenzkanal-Bandbreite der Signalfolge.

**[0025]** Auch hier gilt, dass diese Dimensionierung einen guten Kompromiss zwischen Forderungen nach einer Minimierung der Austastzeit und einer möglichst guten Nachbarkanalunterdrückung darstellt. Mit dem Schwingkreis, der bei ungestörtem Signalverlauf durch das Nutzsignal angeregt wird, lässt sich im Übrigen eine gute Anpassung des Signals im Austastbereich an den Signalverlauf vor und hinter dem Austastbereich erzielen.

**[0026]** Ferner ist bevorzugt, dass der Austastabschnitt einen Entkoppler aufweist, der von einem Stö-

rimpulsdetektor gesteuert wird und der einen Eingang des Schwingkreises beim Auftreten eines Störimpulses vom Signalverarbeitungssystem entkoppelt.

**[0027]** Dadurch, dass der Eingang des Schwingkreises (vor dem Eintreffen des Störimpulses) vom Signalverarbeitungssystem entkoppelt wird, schwingt er mit einem Schwingungsverhalten nach, das durch das vor dem Entkoppeln übertragene Nutzsignal geprägt ist. Dadurch stellt der Schwingkreis ein sehr gut zum vorhergehenden Nutzsignalverlauf passendes Ersatzsignal für die nachfolgende Demodulation bereit.

**[0028]** Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich durch eine elektronische Schaltung aus (analog oder digital), die den Schwingkreis beim Entkoppeln vom Signalverarbeitungssystem entdämpft.

**[0029]** Durch dieses Merkmal kann der Schwingkreis im ungestörten Betrieb gedämpft werden, so dass er das Nutzsignal nicht oder nur in einem Ausmaß beeinflusst, das vernachlässigbar ist. Gleichzeitig verhindert die schaltbare Entdämpfung eine zu starke Dämpfung des Schwingkreises nach dem Entkoppeln des Eingangs des Schwingkreises von dem Signalpfad, die das Ersatzsignal unerwünscht beeinflussen würde. Dadurch wird eine gute Glättung des während der Austastung an nachfolgende Stufen weitergegebenen Signals erzielt.

**[0030]** Bevorzugt ist ferner, dass der Schwingkreis eine Parallelschaltung wenigstens einer Induktivität und einer Kapazität aufweist.

**[0031]** Es hat sich gezeigt, dass sich die geforderten Eigenschaften mit einem solchen Parallelschwingkreis besonders gut und ohne großen Schaltungsaufwand erfüllen lassen.

**[0032]** Bevorzugt ist auch, dass die elektronische Schaltung, die den Schwingkreis beim Entkoppeln vom Signalverarbeitungssystem entdämpft, so dimensioniert ist, dass sie die Verluste am Schwingkreis kompensiert.

**[0033]** Vorteile dieser Ausgestaltung liegen darin, dass, bei einer Entkopplung des Schwingkreises von seinem Erreger und gleichzeitiger Kompensation der Verluste, der Kreis mit seiner Eigenfrequenz (vergleiche 1. Forderung) und einer Amplitude entsprechend der gespeicherten Energie (vergleiche 2. Forderung) antworten wird. Die Amplitude bleibt konstant da jegliche Verluste kompensiert werden. Die 3. Forderung (Phasensynchronität) wird dadurch erfüllt, dass am Kreis keine Phasensprünge auftreten können.

**[0034]** Ferner ist bevorzugt, dass die elektronische Schaltung einen negativen Widerstand aufweist.

**[0035]** Durch diese Ausgestaltung wird eine schaltungstechnisch besonders einfach zu erzielende schaltbare Entdämpfung erzielt.

**[0036]** Weitere Vorteile ergeben sich aus der Beschreibung und den beigefügten Figuren.

**[0037]** Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

#### Zeichnungen

**[0038]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Dabei verweisen gleiche Bezugszeichen jeweils auf gleiche Elemente. Es zeigen:

**[0039]** Fig. 1 schematisch ein Signalverarbeitungssystem mit einer Störungsunterdrückung nach dem Stand der Technik;

**[0040]** Fig. 2 schematisch ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Signalverarbeitungssystems;

**[0041]** Fig. 3 qualitative Signalverläufe an verschiedenen Punkten des Signalverarbeitungssystems nach der Fig. 1 und eines erfindungsgemäßen Signalverarbeitungssystems, und

**[0042]** Fig. 4 einen Teilabschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Signalverarbeitungssystems.

**[0043]** Fig. 1 zeigt die Gesamtheit eines bekannten Signalverarbeitungssystems **10** mit einem Hochfrequenzabschnitt **12**, einem Zwischenfrequenzabschnitt **14**, einem Austastabschnitt **16**, einem Glättungsabschnitt **18** und einem Demodulationsabschnitt **20**. So wie das Signalverarbeitungssystem in der Fig. 1 dargestellt ist, ist es aus der eingangs genannten DE 39 04 505 C2 bekannt. Der Hochfrequenzabschnitt **12** weist eine Antenne **22** auf, über die amplitudenmodulierte Hochfrequenzsignale oder Radiofrequenzsignale in das Signalverarbeitungssystem **10** eingespeist werden. Die eingespeisten Signale werden durch einen rauscharmen Verstärker **24** verstärkt, bevor sie in einem Mischer **26** durch Mischen mit einem Signal eines Überlagerungssoszillators **28** auf eine Zwischenfrequenz heruntergemischt oder verlagert werden. Der mit dem Ausgang des Mixers **26** beginnende Zwischenfrequenzabschnitt **14** weist einen Zwischenfrequenzfilter **30** auf, der beispielsweise als Bandpassfilter mit einer Bandbreite von 200 kHz realisiert sein kann. Ferner weist der

Zwischenfrequenzabschnitt **14** ein Kanalfilter **32** auf, das beispielsweise eine Bandbreite von 3,4 kHz haben kann und das zur Selektion der verschiedenen Übertragungskanäle dient. Das Ausgangssignal des Kanalfilters **32** wird in einem Demodulator **34** demoduliert und das demodulierte Signal wird an einen Anschlusspunkt **36** übergeben, der über weitere Verstärkerstufen beispielsweise mit einem Lautsprecher gekoppelt werden kann.

[0044] Zum Unterdrücken von Störungen weist das Signalverarbeitungssystem **10** nach der **Fig. 1** einen Austastabschnitt **16** und einen Glättungsabschnitt **18** auf. Der Austastabschnitt **16** ist bei dem bekannten System nach der **Fig. 1** im Zwischenfrequenzabschnitt **14** zwischen einem ersten Knoten **38** und einem zweiten Knoten **40** im Signalverarbeitungspfad angeordnet. Der Glättungsabschnitt **18** ist dagegen bei dem bekannten Signalverarbeitungssystem **10** nach der **Fig. 1** hinter dem Demodulationsabschnitt **20** angeordnet. Der Austastabschnitt **16** weist einen Störungsdetektor **42** und einen Entkoppler **44** auf, mit dem der Teil des Signalverarbeitungssystems **10**, der hinter dem Knoten **40** liegt, vom davor liegenden Teil des Signalverarbeitungssystems **10** entkoppelt werden kann, wenn Störungen in Form von Impulsen auftreten.

[0045] Zur Detektion der Störungen überwacht der Störungsdetektor **42** das Signal. In der Darstellung der **Fig. 1** bekommt der Störungsdetektor das Signal auf der Zwischenfrequenzebene zugeführt. Beim Auftreten eines für Störimpulse charakteristischen Verlaufes des Signals spricht der Störungsdetektor **42** an und betätigt den Entkoppler **44**, der die Weiterleitung des gestörten Signals vom Knoten **38** an den Knoten **40** unterbricht. Um die Auswirkung der Unterbrechung auf das letztlich an den Anschlusspunkt **36** übergebene Signal zu minimieren, sieht der bekannte Gegenstand der **Fig. 1** eine Abtast-Halteschaltung **46** vor, die vom Störungsdetektor **42** gesteuert wird und hinter dem Demodulator **34** angeordnet ist. Die Auswirkung der Austastung im Austastabschnitt **16** und der Abtast-Halteschaltung **46** im Glättungsabschnitt **18** wird weiter unten unter Bezug auf die **Fig. 3** dargestellt.

[0046] Zunächst wird jedoch unter Bezug auf die **Fig. 2** ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Signalverarbeitungssystems **11** erläutert. Eine Signalquelle **45** speist ein gestörtes Signal in einen hinter einem Knoten **39** liegenden Teil des Signalverarbeitungssystems **11** ein. Dabei handelt es sich um ein beliebiges amplitudenmoduliertes Signal auf der Zwischenfrequenzebene oder der Hochfrequenzebene. Die Signalquelle **45** repräsentiert damit zum Beispiel einen beliebigen Punkt zwischen der Antenne **22** und dem Störungsdetektor **42** aus der **Fig. 1**. Das Signal wird im Detektor **42** auf impulsförmige Störungen überprüft. Beim Auftreten von Stö-

rimpulsen betätigt der Detektor **42** den Entkoppler **44** und trennt damit die gestörte Signalquelle **45** vom eigentlichen Signalverarbeitungssystem ab. Zeitgleich wird ein Schalter **51** geschlossen, über den ein Glättungsmittel **47** ein geglättetes Signal vor dem Demodulator **34** in das Signalverarbeitungssystem **11** einspeist. Der Demodulator **34** kann beispielsweise schaltungstechnisch als Spitzenwertgleichrichter realisiert sein. Das Glättungsmittel **47** ist bevorzugt als elektronische Schaltung mit Speichermitteln realisiert, die bei geschlossenem Entkoppler **44** mit dem Signal der Signalquelle **45** versorgt wird und daher beim Öffnen des Entkopplers **44** einen vorhergehenden ungestörten Signalzustand speichern kann. In dem vom Block **45** ausgegebenen geglätteten Signal wird damit die Vorgeschichte des Signals aus der Signalquelle **45** vor dem Auftreten der Störung berücksichtigt.

[0047] Ein wesentlicher Element der Erfindung in ihrer elementarsten Form besteht darin, dass die Glättung des Signals beim Auftreten einer Störung vor dem Demodulator **34** erfolgt oder durchgeführt wird. Der Gegenstand der **Fig. 2** offenbart damit ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Signalbearbeitungssystems **11**, wenn die einzelnen Elemente als strukturelle Merkmale einer Schaltung betrachtet werden.

[0048] Gleichzeitig offenbart die **Fig. 2** aber auch ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens, da die einzelnen Verfahrensschritte einzelnen Blöcken oder Abschnitten des Gegenstandes der **Fig. 2** zugeordnet werden können. Die einzelnen Blöcke der **Fig. 2** sind daher auch als Funktionsblöcke zu verstehen, die einzelne Verfahrensschritte repräsentieren. Auch bei dieser Lesart ist es wesentlich, dass der Schritt des Glättens, der durch die Funktion des Blockes **45** repräsentiert wird, vor dem Demodulieren erfolgt, das in dem Block **34** durchgeführt wird.

[0049] Die Reihenfolge der Blöcke in der **Fig. 2** wird daher auch als Abbild einer zeitlichen Reihenfolge der Signalverarbeitung in einem erfindungsgemäßen Verfahren betrachtet, in dem die einzelnen Blöcke Verfahrensschritte repräsentieren. Die einzelnen Blöcke können insbesondere auch als zeitlich hintereinander erfolgende digitale Signalbearbeitungsschritte in einer digitalen Signalverarbeitung realisiert werden. Block **45** ist, unabhängig von einer analogschaltungstechnischen oder digitalen Realisierung, bevorzugt so ausgestaltet, dass sein Ausgangssignal die oben genannten drei Forderungen erfüllt.

[0050] In der **Fig. 3** sind Verläufe der Leistung dargestellt, wie sie an vier verschiedenen Punkten A, B, C und D in dem bekannten Signalverarbeitungssystem **10** nach der **Fig. 1** abnehmbar sind. Zusätzlich offenbart die **Fig. 3** noch Verläufe von Signalen, wie

sie an Punkten E und F von Ausführungsbeispielen der Erfindung in Form von Signalverarbeitungssystemen **11** nach den **Fig. 2** und **4** auftreten. Die Punkte A, B, C und D sind in der **Fig. 1** mit entsprechenden Großbuchstaben eingezeichnet. Entsprechend sind in den **Fig. 2** und **4** zumindest die Punkte E und F durch Großbuchstaben gekennzeichnet.

**[0051]** Die Kurve **48** in der **Fig. 3A** zeigt den Verlauf der Leistung in dem Zwischenfrequenzabschnitt **14** hinter dem Mischer **26** beim Auftreten eines Störimpulses **50**. Wie aus der **Fig. 3A** ersichtlich ist, besitzt der Störimpuls **50** anfänglich noch eine vergleichsweise kleine zeitliche Breite, die zum Beispiel bei durch Zündimpulsen eines Verbrennungsmotors ausgelösten Störungen im Regelfall kleiner als  $20 \mu\text{s}$  ist.

**[0052]** **Fig. 3B** zeigt mit der Kurve **52** das Signal der Kurve **48** aus **Fig. 3A** nach dem Durchlaufen des Zwischenfrequenzfilters **30**. Wegen der endlichen Bandbreite des Zwischenfrequenzfilters **30** von beispielsweise  $200 \text{ kHz}$  und dem Zeit/Bandbreiten-Gesetz, nach dem die Zeitdauer  $t$  eines Signals und der von ihm beanspruchte Frequenzbedarf reziprok zueinander sind, verbreitert sich der ursprünglich schmale Störimpuls **50** aus der **Fig. 3A** zu einer deutlich länger andauernden Störung **54** in der **Fig. 3B**.

**[0053]** **Fig. 3C** zeigt mit der Kurve **56** den Signalabschnitt der Kurven **48** und **52** aus den **Fig. 3A** und **3B** nach der Übertragung zum Punkt C in der **Fig. 1**, der hinter dem Entkoppler **44** liegt. Die Ziffer **58** bezeichnet die durch das Öffnen des Entkopplers **44** entstandene Austastlücke im übertragenen Signal. Diese Austastlücke stellt selbst eine zeitlich noch vergleichsweise schmale Störung des Signals dar, die sich aufgrund des Zeit/Bandbreiten-Gesetzes in Verbindung mit der schmalen Bandbreite des nachfolgenden Kanalfilters **32** (beispielsweise  $3,4 \text{ kHz}$ ) stark verbreitert und verschleift.

**[0054]** Das Ergebnis dieses Prozesses ist in der **Fig. 3D** dargestellt, in der die Kurve **60** den Verlauf des Signalabschnittes aus den **Fig. 3A, B** und **C** nach der Weiterleitung an den Punkt D in der **Fig. 1** angibt. Punkt D ist hinter der Abtast-Halteschaltung **46** in der **Fig. 1** angeordnet. Dabei gibt der Kurvenverlauf **62** den Signalverlauf ohne Gegenmaßnahmen an, wie er sich durch das Verschleifen der Austastlücke **58** beim Passieren des Kanalfilters **32**, der eine schmale Bandbreite besitzt, und beim Passieren des Demodulators **34** einstellt. Im Vergleich dazu stellt der Kurvenabschnitt **64** den Verlauf eines ungestörten Signals dar, wie es ohne das Auftreten eines Störimpulses **50** und damit ohne Auftreten einer Austastlücke **58** auftreten würde.

**[0055]** Der schraffierte Bereich zwischen beiden Kurven verdeutlicht das Ausmaß der Signalverfälschung, wie es durch Austasten des Störimpulses **50**

in das Nutzsignal eingeprägt wird. Die Gerade **65** in der **Fig. 3D** entspricht dem eingefrorenen Endwert der Kurve **60** zum Zeitpunkt des Öffnens des Entkopplers **44** in der **Fig. 1**. Dieser konstante Verlauf ergibt sich bei dem Signalverarbeitungssystem **10** nach der **Fig. 1** dadurch, dass der Störungsdetektor **42** parallel zum Öffnen des Entkopplers **44** auch die Abtast-Halteschaltung **46** auslöst, die dann den Wert des Nutzsignals vor dem Eintreffen der Störung für eine zu erwartende Dauer der Störung einfriert. Eine solche zu erwartende Zeitdauer der Störung ist in der **Fig. 3D** mit dem Pfeil **66** bezeichnet. Wie aus der **Fig. 3D** ersichtlich ist, ist die Zeitspanne **66** so lang, dass sich das Signal **60** beim Ende der Zeitspanne **66** wieder vergleichsweise stark geändert haben kann, so dass eine Unstetigkeit im Signalverlauf am Übergabepunkt **36** auftritt.

**[0056]** In der **Fig. 4** sind Elemente eines bevorzugten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Signalverarbeitungssystems **11** dargestellt, mit denen eine wesentliche Verbesserung, das heißt eine Verringerung des Ausmaßes der Signalstörung und der Dauer der Signalstörung erzielt werden kann. Dabei unterscheidet sich der Ansatz nach dem Ausführungsbeispiel der

**[0057]** **Fig. 4** von dem bekannten Signalverarbeitungssystem **10** nach der **Fig. 1** dadurch, dass die Signalbearbeitung bereits vor der Demodulation erfolgt. Dabei wird unter dem Begriff der Signalbearbeitung ein Ersetzen des ausgetasteten Signals verstanden. Die Signalbearbeitung basiert beim Gegenstand der **Fig. 4** auf der Wechselwirkung eines Schwingkreises **68** mit dem übrigen Signalverarbeitungssystem **11**. Der Schwingkreis **68** ist bevorzugt zwischen dem Knoten **39** und dem Knoten **40** und hinter dem Entkoppler **44** angeordnet. Das Austasten und Glätten von Störungen erfolgt dementsprechend dort, wo Störimpulse noch eine große Amplitude besitzen und noch nicht verbreitert sind.

**[0058]** Der Schwingkreis **68** kann beispielsweise eine Parallelschaltung aus einer Kapazität **70**, einer Induktivität **72** und einem Dämpfungswiderstand **74** aufweisen. Über eine elektronische Schaltung **76** kann der Schwingkreis **68** beim Entkoppeln von der Anregung durch das Signal hinter dem Zwischenfrequenzfilter **44** entdämpft werden. Dazu weist die elektronische Schaltung **76** vorzugsweise einen negativen Widerstand **78** auf. Dabei wird unter einem negativen Widerstand jede Art von Schaltung verstanden, die bei fallender Spannung einen steigenden Strom produziert.

**[0059]** Der negative Widerstand **78**, der den Schwingkreis **68** entdämpft, wird vorzugsweise dann über einen Schalter **80** mit dem Schwingkreis gekoppelt, wenn der Störungsdetektor **42** den Schwingkreis **68** mit den nachgelagerten Komponenten **32**,

**34** und **36** von dem Signal des Zwischenfrequenzfilters **30** entkoppelt. Daher wird der Schalter **80** vorzugsweise ebenfalls vom Störungsdetektor **42** gesteuert und zwar synchron mit der Steuerung des Entkopplers **44**. Dabei wird der Schalter **80** immer dann geöffnet, wenn der Entkoppler **44** geschlossen wird und immer dann geschlossen, wenn der Entkoppler **44** geöffnet wird.

**[0060]** Der Schwingkreis **68** sollte eine geeignete Bandbreite besitzen. Ist seine Bandbreite zu schmal, würden Störimpulswirkungen unnötig verlängert, wie es in ähnlicher Form im Zusammenhang mit den **Fig. 2C** und **2D** und dem Signalverarbeitungssystem **10** nach der **Fig. 1** erläutert worden ist. Besitzt der Schwingkreis **68** dagegen eine zu große Bandbreite, könnte eine zu starke Beeinflussung durch Nachbar Kanäle auftreten, so dass die oben genannte erste Forderung nicht erfüllt ist, nach der die Schwingung des Schwingkreises **68** die gleiche Amplitude haben soll wie das Zwischenfrequenzsignal unmittelbar vor dem Eintreffen eines Störimpulses **50**.

**[0061]** Beim Auftreten eines Störimpulses im Zwischenfrequenzabschnitt **14** spricht der Störungsdetektor **42** nach der **Fig. 4** an und entkoppelt den Schwingkreis **68** vom Signal, das eingangsseitig am Knoten **38** anliegt. Als Eingangssignal am Knoten **39** kommt jedes amplitudenmodulierte Signal in Frage. Daher kann an den Knoten **39** sowohl ein Hochfrequenzabschnitt **12** plus Mischer **26** und Zwischenfrequenzfilter **30** aus der **Fig. 1**, als auch eine Signalquelle **45** aus der **Fig. 2** vorgeschaltet sein. Im folgenden wird davon ausgegangen, dass dem Knoten **39** die Struktur aus den Elementen **22**, **24**, **26**, **28** und **30** aus der **Fig.** vorgeschaltet ist.

**[0062]** Beim Ansprechen des Störungsdetektors **42** und beim Öffnen des Entkopplers **44** wird gleichzeitig ein Schalter **80** und damit eine Verbindung des Schwingkreises **68** mit einer Schaltung **76** mit negativem Widerstand **78** geschlossen. Dadurch wird der Schwingkreis **68**, der in diesem Fall nicht mehr durch das Signal aus dem Zwischenfrequenzabschnitt angeregt wird, entdämpft. Dabei bleiben die nachfolgenden Stufen, also insbesondere der Kanalfilter **32** und der Demodulator **34** mit dem Schwingkreis **68** gekoppelt. Die Entdämpfung durch die elektronische Schaltung **76** erfolgt bevorzugt gerade so, dass die Dämpfungsverluste im Schwingkreis **68**, die durch den Schwingkreiswiderstand **74** hervorgerufen werden, kompensiert werden. In diesem Fall sieht weder das nachfolgende Kanalfilter **32** noch der Demodulator **34** eine Unterbrechung des Signals.

**[0063]** Diese erwünschte Wirkung beruht darauf, dass die eigentliche Nutzinformation in einem Signalverarbeitungssystem zur Übertragung amplitudenmodulierter Signale in der Amplitude des Signals liegt. Die im Schwingkreis **68** gespeicherte Energie

ist daher zum Quadrat der Signalspannung am Schwingkreis proportional. Wird der Schwingkreis von seinem Erreger (Signalquelle **47** oder Ausgang des Zwischenfrequenzfilters **30**) abgekoppelt und werden gleichzeitig die Verluste durch Zuschalten des negativen Widerstandes **78** kompensiert, wird der Schwingkreis **68** mit seiner Eigenfrequenz und einer Amplitude antworten, die der gespeicherten Energie entspricht. Durch das Antworten mit seiner Eigenfrequenz ist die oben genannte zweite Forderung erfüllt. Durch das Kompensieren der Verluste bleibt die Amplitude konstant, so dass auch die oben genannte erste Forderung erfüllt wird. Die dritte Forderung wird schließlich dadurch erfüllt, dass am Schwingkreis **68** keine Phasensprünge auftreten können.

**[0064]** In der **Fig. 3E** ist das resultierende Signal hinter dem Schwingkreis **68** dargestellt. Dabei entspricht die gezeichnete Kurve **82** der Übertragung des Signals **48** aus der **Fig. 2A** über eine Signalverarbeitungssystem **10**, das hinter dem Knoten **38** so beschaffen ist, wie es in der **Fig. 2** oder der **Fig. 4** dargestellt ist. Der mit der Ziffer **83** bezeichnete Zeitabschnitt verdeutlicht die Austastlücke, in der der Entkoppler **44** in den **Fig. 2** und **4** geöffnet und der Schalter **51** in der **Fig. 2** oder der Schalter **80** in der **Fig. 4** geschlossen ist. Der Kurvenabschnitt **84** zeigt den Verlauf des Signals **82**, wie er theoretisch ohne Auftreten eines Störimpulses **50** zu erwarten wäre. Der Kurvenabschnitt **86** zeigt dagegen den Verlauf des tatsächlichen Signals an der Stelle E in den **Fig. 2** oder **4**, wie er bei einer Signalarbeitung vor dem Demodulator **34** erzielt wird.

**[0065]** Die **Fig. 3E** verdeutlicht damit auch in graphischer Form, wie der Block **45** nach der **Fig. 2** oder der Schwingkreis **68** nach der **Fig. 4** in der Austastlücke, also während des Zeitfensters **83**, ein Ersatzsignal **86** bereitstellt, das nur kurzzeitig und nur wenig vom theoretischen Verlauf ohne Störung abweicht. Dadurch, dass die Abweichung des Ersatzsignals **86** vom theoretischen Verlauf **84** ohne Störung bereits so gering ist, tritt auch im nachfolgenden Kanalfilter **32** und im Demodulator **34** keine größere Verzerrung des Signals auf. Dies ist aus der **Fig. 3F** ersichtlich, die mit der Kurve **88** den Verlauf des Signals aus den vorherigen **Fig. 3A**, **3B** und **3E** nun im Punkt F hinter dem Demodulator **34** zeigt. Die Zeitdauer der Störung, die in der **Fig. 3F** durch den Pfeil **94** repräsentiert wird, ist wesentlich kleiner als die Zeitdauer **66** der Störung, wie sie aus dem bekannten Gegenstand nach der **Fig. 1** resultiert. Die verringerte Zeitdauer bildet den Hauptvorteil der Erfindung, weil die Verringerung der Zeitdauer die Wahrnehmbarkeit der Störung wesentlich beeinflusst. Analog ist auch das Ausmaß der Störung, wie es durch die schraffierten Bereiche in **Fig. 3F** und **3D** repräsentiert wird, beim Verlauf nach der **Fig. 3F** wesentlich kleiner als beim Verlauf nach der **Fig. 3D**.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Unterdrückung von Störimpulsen (50) in einem amplitudenmodulierte Signale verarbeitenden Signalverarbeitungssystem (11), mit den Schritten: Austasten (16) von Störimpulsen (50) aus einem amplitudenmodulierten Signal (48), Demodulieren (20, 34) des amplitudenmodulierten Signals nach dem Austasten (16), und Glätten (18, 45; 68) des nach dem Austasten (16) verbleibenden amplitudenmodulierten Signals (56), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Glätten (18, 48; 68) vor dem Demodulieren (20, 34) erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende weitere Schritte: Einleiten eines amplitudenmodulierten Signals (48) in einen Hochfrequenzabschnitt (12).

3. Verfahren nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch einen Schritt (26, 28) des Verlagerns der Frequenz des amplitudenmodulierten Signals (48) auf eine Zwischenfrequenz.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Austasten (16) vor oder nach dem Verlagern (26, 28) der Frequenz erfolgt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Glättens (18, 45; 68) einen Schritt des Einfügen eines Ersatzsignals (86) in das nach dem Austasten (16) verbleibende amplitudenmodulierte Signal (56) umfasst.

6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Einfügens eines Ersatzsignals (86) einen Schritt der Bildung eines Ersatzsignals (86) umfasst, das die gleiche Amplitude besitzt wie das amplitudenmodulierte Signal (48) vor dem Störimpuls (50), und/oder dessen Frequenz der Frequenz des amplitudenmodulierten Signals (48) entspricht, und/oder dass an den Rändern einer Austastlücke (83) die gleiche Phasenlage besitzt wie das nach der Austastung verbleibende amplitudenmodulierte Signal (56).

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Austastens (16) nach einem Schritt (26, 28) des Verlagerns der Frequenz auf eine Frequenzbandbreite erfolgt, bei der ein Störimpuls im Zeitbereich eine Impulsbreite von 5 bis 25 Mikrosekunden, insbesondere von 10 bis 20 Mikrosekunden besitzt.

8. Amplitudenmodulierte Signale verarbeitendes Signalverarbeitungssystem (11) mit einem Demodulationsabschnitt (20), einem Austastabschnitt (16) und einem Glättungsabschnitt (18), dadurch gekennzeichnet, dass der Glättungsabschnitt (18) in Lauf-

richtung der im Signalverarbeitungssystem (10) verarbeiteten Signale vor dem Demodulationsabschnitt (18) angeordnet ist.

9. Signalverarbeitungssystem (11) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Glättungsabschnitt (18) ein Glättungsmittel (47; 68) aufweist, das ein Ersatzsignal (86) bildet, das die gleiche Amplitude besitzt wie das amplitudenmodulierte Signal (48) vor dem Störimpuls (50), wobei die Frequenz des Ersatzsignals der Frequenz des amplitudenmodulierten Signals (48) entspricht, und/oder wobei das Ersatzsignal an den Rändern einer Austastlücke (83) die gleiche Phasenlage besitzt wie das nach der Austastung verbleibende amplitudenmodulierte Signal (56).

10. Signalverarbeitungssystem (11) nach Anspruch 8 oder 9, gekennzeichnet durch jeweils wenigstens einen Hochfrequenzabschnitt (12), oder einen Hochfrequenzabschnitt (12) und einen Zwischenfrequenzabschnitt (14), die in Laufrichtung der Signale vor dem Austastabschnitt (16) angeordnet sind.

11. Signalverarbeitungssystem (11) nach wenigstens einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Glättungsabschnitt (18) einen Schwingkreis (68) aufweist.

12. Signalverarbeitungssystem (11) nach Ansprüche 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwingkreis (68) eine Bandbreite aufweist, die kleiner ist als eine Frequenzkanal-Bandbreite der Signalfolge (48).

13. Signalverarbeitungssystem (11) nach wenigstens einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Austastabschnitt (16) einen Entkoppler (44) aufweist, der von einem Störimpulsdetektor (42) gesteuert wird und der einen Eingang des Schwingkreises (68) beim Auftreten eines Störimpulses (50) vom eingangsseitigen Signalverarbeitungssystem (10) entkoppelt.

14. Signalverarbeitungssystem (11) nach Anspruch 13, gekennzeichnet durch eine elektronische Schaltung (76), die den Schwingkreis (68) beim Entkoppeln vom Signalverarbeitungssystem (10) entdämpft.

15. Signalverarbeitungssystem (11) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwingkreis (68) eine Parallelschaltung wenigstens einer Induktivität (72) und einer Kapazität (70) aufweist.

16. Signalverarbeitungssystem (11) nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet dass die elektronische Schaltung (76), die den Schwingkreis



(68) beim eingangsseitigen Entkoppeln vom Signalverarbeitungssystem (10) entdämpft, so dimensioniert ist, dass sie Dämpfungsverluste am Schwingkreis (68) kompensiert.

17. Signalverarbeitungssystem (11) nach wenigstens einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die elektronische Schaltung (76) einen negativen Widerstand (78) besitzt.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

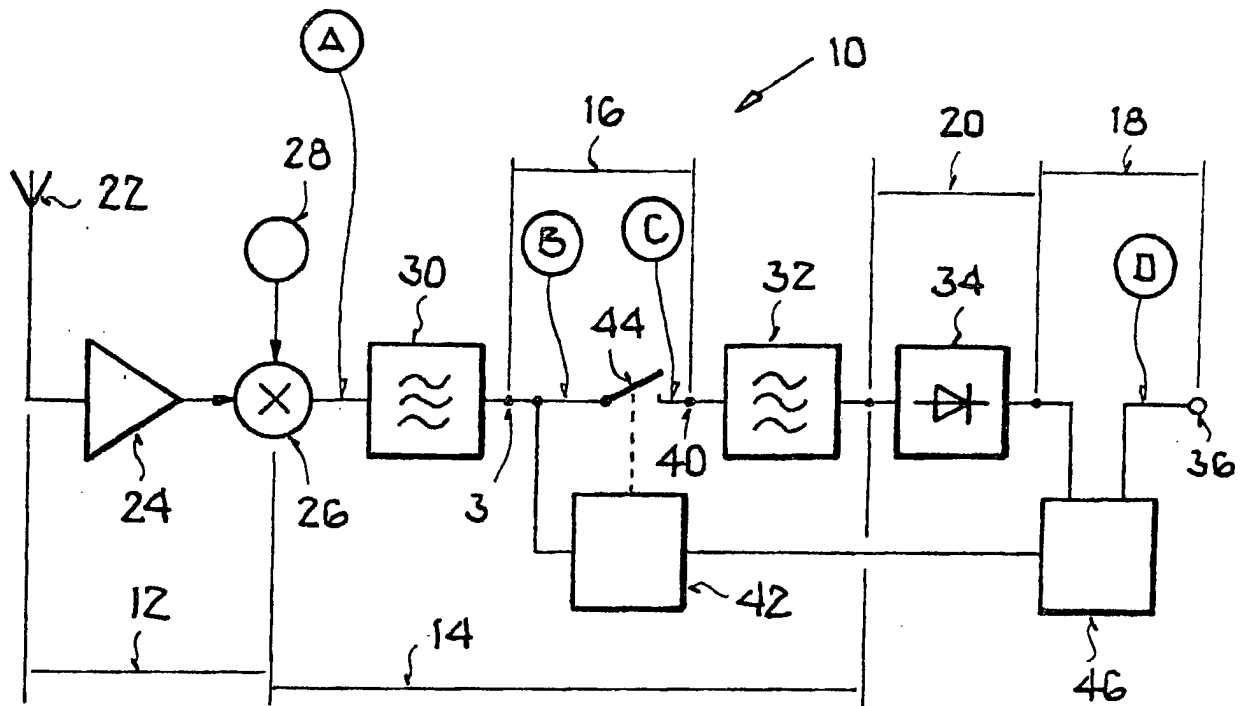


FIG. 1

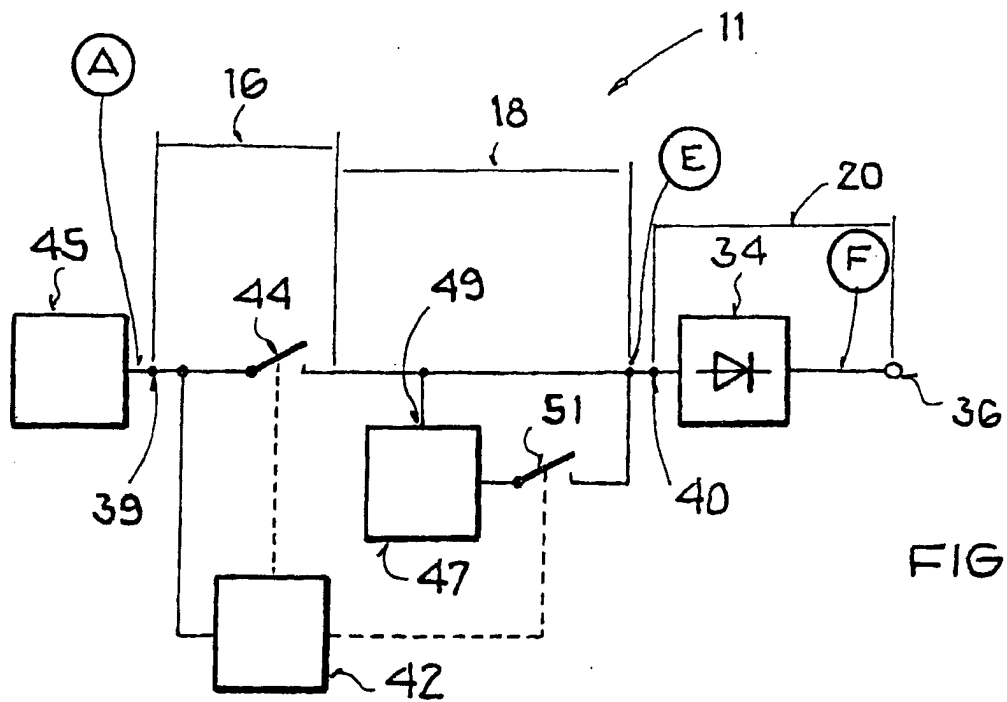
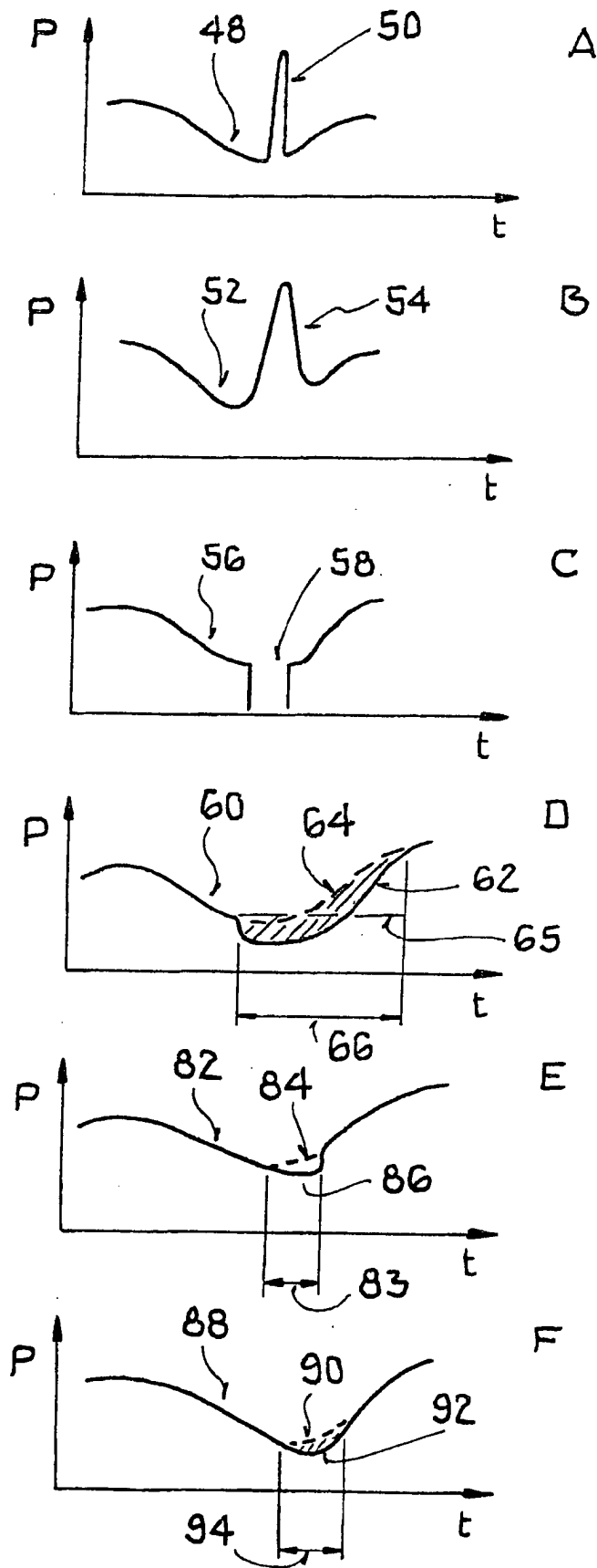


FIG. 2

FIG. 3



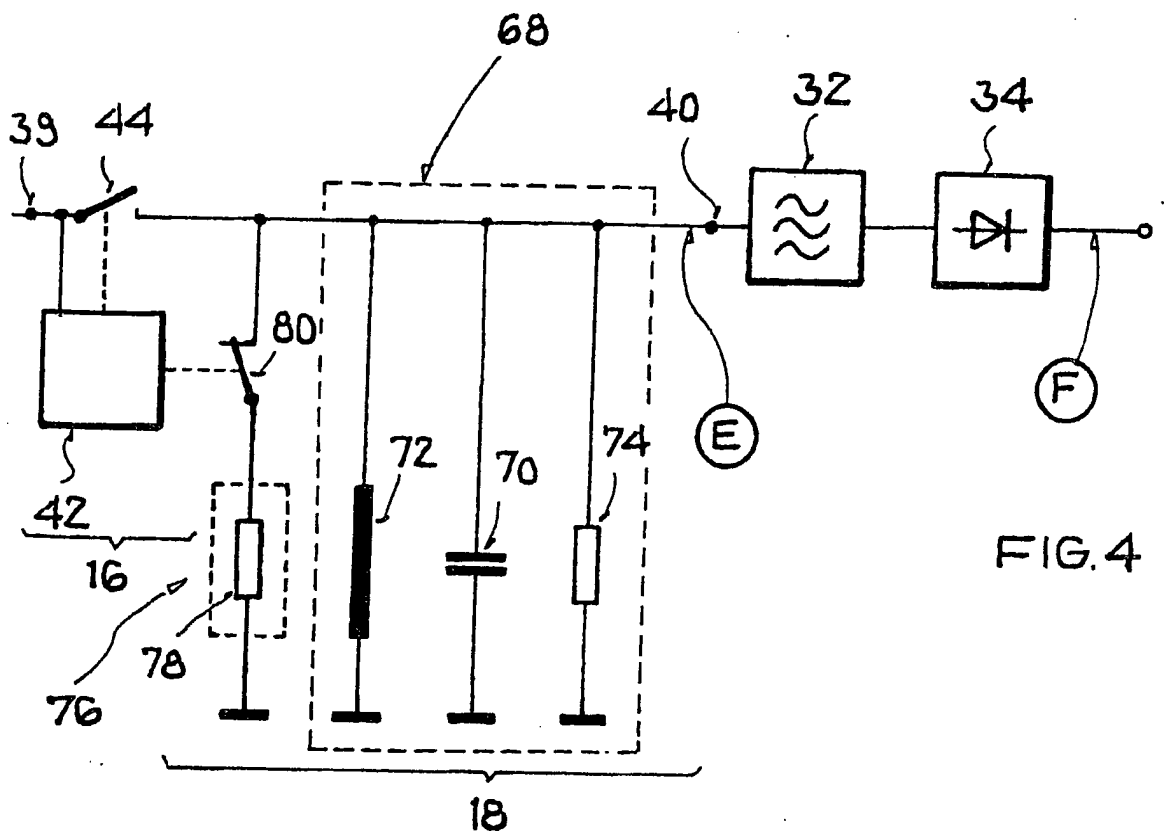


FIG.4