



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 006 015 A1** 2005.08.25

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 006 015.0**

(22) Anmeldetag: **06.02.2004**

(43) Offenlegungstag: **25.08.2005**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **G01S 7/527**  
**G01S 15/93**

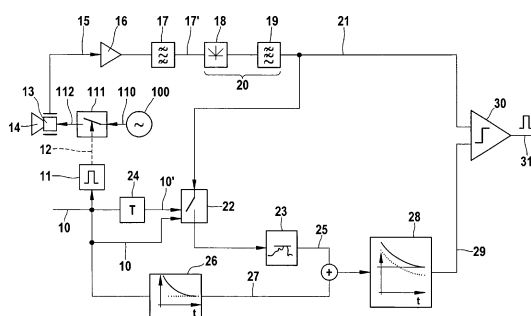
(71) Anmelder:  
**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:  
**Reiche, Martin, 74321 Bietigheim-Bissingen, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Anpassung eines Schwellwertes einer Detektionseinrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zur Anpassung eines Schwellwertes (29) einer Detektionseinrichtung mit den folgenden Schritten bereit: Senden eines Signalbursts (12) mit einem vorbestimmten Pulswiederholintervall (10), einer definierten Burstlänge und einer definierten Signalfrequenz; Empfangen und Aufbereiten eines Empfangssignals (15), insbesondere durch Verstärkung, Filterung und Demodulation zur Gewinnung einer Einhüllenden; Ermitteln einer Empfangssignalmagnitude als Störpegelprobe (25) nach einer ersten vorbestimmten Zeitdauer ( $\Delta t_1$ ) ab einem Signalburst (12) innerhalb einer vorbestimmten zweiten Zeitdauer ( $\Delta t_2$ ) aus dem Empfangssignal (15), vorzugsweise am Ende des Pulswiederholintervalls; und Anpassen des Schwellwertes (29) der Detektionseinrichtung in Abhängigkeit von der Störpegelprobe (25). Die vorliegende Erfindung stellt ebenfalls eine Vorrichtung zur Anpassung eines Schwellwertes (29) einer Detektionseinrichtung bereit.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Anpassung eines Schwellwertes einer Detektionseinrichtung und insbesondere ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Anpassung eines Schwellwerts, basierend auf einem Ultraschall-System zur Fahrzeugumfelddetektion.

**[0002]** Detektions-Einrichtungen sind gerade im Fahrzeugbau einer steigenden Nachfrage ausgesetzt. Zur Fahrzeugumfelddetektion werden dabei vorzugsweise Ultraschall-Systeme eingesetzt.

**Stand der Technik**

**[0003]** Aus der DE 19645339 ist ein Ultraschall-Parkhilfe-System und ein Verfahren zur von den Fahrzeugdaten abhängigen Abstandsmessung aus einem Fahrzeug bekannt. Dieses System gibt ein Warnsignal ab, wenn ein innerhalb eines Zeitfensters, welches einen Messbereich festlegt, liegendes Echo-Signal einen bestimmten Schwellwert überschreitet. Gemäß der Deutschen Offenlegungsschrift wird eine statische Schwellwertkennlinie mit einer vorbestimmten Anzahl von Stützstellen typischerweise mit Beginn des Einparkvorgangs aus einem Steuergerät über eine Sender-/Empfänger-Leitung zu einem Sensor übertragen. Eine statische Schwelle kann nach zwei Gesichtspunkten ausgelegt werden: Zum einen optimiert auf einen minimalen Fehlalarm durch Rausch- und Störquellen, welches mit einem hohen Schwellenpegel einhergeht, wobei eine geringe Sensitivität bzw. Reichweite des Detektions-Systems in Abhängigkeit von der reflektierenden Größe des zu detektierenden Objektes folgt. Zum anderen besteht die Möglichkeit, eine hohe Sensitivität des Systems dadurch bereitzustellen, dass die Schwelle nahe der Rausch-/Clutter-Grenze gelegt wird, wobei durch eine temporär hinzutretende Störquelle bzw. temporäre Störeinflüsse ein Systemausstieg auf Grund von "Geister"-Hindernissen resultiert.

**[0004]** Mit Clutter bzw. Boden-Clutter werden Reflexionen eines Ultraschall-Signales, beispielsweise verursacht durch Splitt oder Kies, bezeichnet. Die Auslegung einer statischen Schwellwert-Kennlinie ist folglich ein Kompromiss zwischen den Aspekten der möglichst guten Sensitivität und der noch akzeptierbaren Fehlalarmrate unter „worst case“ Umgebungsbedingung. Rauschen wird durch die elektronische Empfangs-Verstärkung des Wandlersignals verursacht und bestimmt die „best case“ Empfindlichkeitsgrenze bzw. die niedrigst mögliche Schwelle.

**[0005]** Der Einsatz einer adaptiven Schwelle auf Basis einer binären, das heißt, digitalen Auswertung auf Steuergeräteebene ist aus zwei Gründen ebenfalls nicht möglich: Zum einen sind die Spurauswertungen im Steuergerät und eine auftretende Totzeit bei der

Übertragung nicht kompatibel mit den Latenzzeit-Anforderungen erweiterter Detektionssystemfunktionen, wie beispielsweise dem autonomen Anfahren oder einer Detektion im Bereich des "toten" Winkels. Andererseits weist die übertragene zeitanaloge wertbinäre Information vom Sensor, das heißt, von der Send-/Empfänger-Einheit zum Steuergerät lediglich einen radialen Hindernis- bzw. Clutter-Abstand, jedoch keine Quantisierung der Magnitude bzw. des Betrags des Clutter- bzw. Rausch-Niveaus auf. Damit ist keine geeignete adaptive Schwellen-Anpassung im Steuergerät möglich, da kein Unterscheidungskriterium zwischen einem Zielobjekt und Clutter, d. h. Stör-Reflexionen, gegeben ist.

**Aufgabenstellung**

**[0006]** Die erweiterten Detektionssystemfunktionen sollen jedoch auch in einem dynamischen Umfeld einsetzbar sein, in welchem sich das akustische Störniveau schnell ändern kann, beispielsweise durch vorbeifahrende Störer wie Zweitakt-Motorräder, Windgeräusche und/oder sogenannte Mikrophonics, welche von der Motorlast bzw. Motordrehzahl oder anderen Fahrzeugvibrationen abhängen.

**VORTEILE DER ERFINDUNG**

**[0007]** Das erfindungsgemäße Verfahren zur Anpassung eines Schwellwertes einer Detektionseinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie die erfindungsgemäße Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 6 weist gegenüber dem bekannten Lösungsansatz den Vorteil auf, dass eine adaptive Schwellenregelung bereitgestellt wird, wobei die Detektionsschwelle abhängig von äußeren Begebenheiten vom System variiert wird. Eine Unterscheidung zwischen einem Hindernis und Störsignalen wird ermöglicht, sodass sowohl ein minimaler Fehlalarm verursacht durch Störquellen als auch eine hohe Sensitivität des Systems gewährleistet werden kann.

**[0008]** Die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Idee besteht im Wesentlichen darin, eine Störpegelmessung in einem Zeitintervall durchzuführen, in welchem kein reflektiertes Messsignal erwartet wird. Somit wird eine adaptive Schwellenregelung ermöglicht, deren Detektionsschwelle bzw. Stellgröße in einem Zeitbereich, vorzugsweise am Ende eines Messzyklus, erfasst wird, in welchem kein reflektiertes Nutzsignal mit einem entsprechend hohen Signalpegel vorkommt. Dabei nutzt man die Eigenschaft aus, dass die meisten Fremdstörer (Windgeräusche, vorbeifahrende Fahrzeuge, Microphonics) zeitlich über den gesamten Messzyklus mit konstantem Pegel auftreten, während Nutzsignale von Zielobjekten zum Ende eines Messzyklus aufgrund der mit der Laufzeit verbundenen Objektentfernung und der damit verbundene quadratisch zunehmenden Entfernungsdämpfung verschwindend klein werden.

**[0009]** Weiterhin haben Nutzsignale von reflektierenden Objekten auf einem demodulierten Empfangssignal die Eigenschaft eines Peaks, dessen charakteristische Breite von der Breite des Sendebursts abhängt. Demgegenüber ist der Verlauf des Störpegels nahezu konstant. Somit sind über ihre Zeitkonstante Nutzziel und konstante Störer unterscheidbar.

**[0010]** Mit anderen Worten wird ein Verfahren zur Anpassung eines Schwellwertes einer Detektionseinrichtung mit den folgenden Schritten bereitgestellt: Senden eines Signalebursts mit einem vorbestimmtem Pulswiederholintervall, einer definierten Burstlänge und einer definierten Signalfrequenz; Empfangen und Aufbereiten eines Empfangssignals, insbesondere durch Verstärkung, Filterung und Demodulation zur Gewinnung der Einhüllenden; Ermitteln einer Empfangssignalmagnitude als Störpegelprobe nach einer ersten vorbestimmten Zeitdauer ab einem Signaleburst innerhalb einer vorbestimmten zweiten Zeitdauer aus dem Empfangssignal, vorzugsweise am Ende des Pulswiederholintervalls; und Anpassen eines Schwellwertes der Detektionseinrichtung in Abhängigkeit von der Störpegelprobe.

**[0011]** In den Unteransprüchen finden sich vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen des in Anspruch 1 angegebenen Verfahrens und der in Anspruch 6 angegebenen Vorrichtung zur Anpassung eines Schwellwertes einer Detektionseinrichtung.

**[0012]** Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung wird die Störpegelprobe aus der Einhüllenden des zeitlich gefensternten Empfangssignals am Ende des Pulswiederholintervalls mittels eines Spitzenwertgleichrichters ermittelt, wobei der Spitzenwertgleichrichter vorzugsweise eine Haltezeitkonstante aufweist, welche größer als das Pulswiederholintervall PRI ist. Durch den Einsatz eines Spitzenwertgleichrichters wird vorteilhaft auf einfache Weise das Maximum der Einhüllenden des zeitlich gefensternten Empfangssignals ermittelt und für eine vorbestimmte Zeit gespeichert, wobei bei einer entsprechend gewählten Haltezeitkonstante der maximale Empfangssignalpegel der erfindungsgemäß ermittelten Rausch- bzw. Störpegelprobe über den Mess-Zyklus für eine vorbestimmte Zeit weitgehend konstant beibehalten wird. Diese Haltezeitkonstante des Spitzenwertgleichrichters bestimmt die Reaktionsfähigkeit der Adaption auf sich zeitlich ändernde Umgebungsbedingungen.

**[0013]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird der Spitzenwertgleichrichter so ausgelegt, dass seine Ladezeitkonstante die Burstlänge überschreitet, vorzugsweise seine Haltezeitkonstante länger als die Pulswiederholrate ist, und insbesondere die zeitliche Störpegelproben-Erfassungsdauer länger als die Ladezeitkonstante ist. Somit kann die

Rauschprobenermittlung dem Verlauf eines Nutzsignals, d.h. einem Empfangspeak verursacht durch eine Objektreflexion nicht oder nur eingeschränkt folgen. Die Ladezeitkonstante ist jedoch klein gegenüber dem zeitlichen Verlauf der Dynamik des Störpegels (z.B. in Abhängigkeit von vorbeifahrenden Störquellen) und kann diesem innerhalb des gewählten Zeit-Fensters der Rauschprobe problemlos folgen. Somit ergibt sich, dass die Länge des Zeitfensters der Rauschprobe größer sein muss als die Ladezeitkonstante, damit sich innerhalb dieses Intervalls der Spitzenwertgleichrichter auf das Maximum der Magnitude der Einhüllenden des Empfangssignals aufladen kann.

**[0014]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung legt eine Timer-Einrichtung die erste vorbestimmte Zeitdauer, vorzugsweise 35ms bis 55ms, fest, welche mit dem vorbestimmten Puls-Takt, vorzugsweise mit einer Taktfrequenz von 15 Hz bis 30 Hz, getriggert wird. Dies birgt den Vorteil, dass durch den Timer-Baustein, welcher vorzugsweise durch eine Sende-Anforderung getriggert wird, nach einer vorbestimmten Zeit nach dem Sende-Trigger, d. h. nach dem Aussenden eines Signal-Pulses, den Eingang einer Detektionseinrichtung, vorzugsweise des Spitzenwertgleichrichters, zur Erfassung des Empfangssignalmaximums freigibt und diesen wieder durch einen darauffolgenden Sende-Trigger verriegelt. Der Timerbaustein kann vorzugsweise einfach und kostengünstig durch ein Monoflop realisiert werden.

**[0015]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird auf die ermittelte Rauschprobe ein vorbestimmter Schwellwert addiert, wobei der vorbestimmte Schwellwert vorzugsweise einen Zeitverlauf eines VZ1-Gliedes und/oder programmierter Stützstellen im Sinne einer statischen Kennlinie aufweist. Somit wird auf vorteilhafte Weise ein dynamischer Ausgangsschwellwert bereitgestellt, welcher sowohl eine statische als auch eine von der Empfangssignalmagnitude abhängige dynamische Komponente enthält. Der statische Anteil dient dazu, die Überhöhung des Störniveaus durch Bodenclutter abzufangen, welcher orts- und damit zeitfest je nach Sensoreinbauhöhe und Anstellwinkel in einem typischen Bereich von 1 bis 2m Abstand bzw. in einem Zeitfenster von ca. 6 bis 12ms auftritt.

**[0016]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird das Empfangssignal nach einer Verstärkung mit einem Bandpass-Filter, vorzugsweise mit einer Mittenfrequenz auf der Resonanz – bzw. Sendefrequenz eines Transducers- und einer Durchlass-Bandbreite proportional dem Kehrwert der Burstlänge  $\Delta t$  gefiltert und insbesondere mittels einem Zweizeige-Gleichrichter und einem Tiefpass-Filter die Einhüllende demoduliert, bevor daraus die Rauschprobe ermittelt wird. Die aus dynamischem

und statischen Anteil ermittelte Schwelle wird ebenfalls vorzugsweise auf diese Einhüllende angewendet. Dies birgt den Vorteil einer einfach realisierbaren und effektiv arbeitenden Signalaufbereitung in der Detektionseinrichtung. Die Notwendigkeit einer spiegelbildlichen Schwelle zur Anwendung auf das bipolare Empfangssignal mit Träger wird dadurch umgangen.

**[0017]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird im Sinne eines Optimalempfängers die Signalaufbereitung eine I/Q-Demodulation, eine Kreuzkorrelation eines I- und Q-Kanals mit idealer zeit- und insbesondere auch dopplerverschobener Replica des Sendesignals, und eine Bildung des Betrags aus der Summe der Quadrate der Kreuzkorrelationen des I- und Q-Kanals sowie eine Normierung des Betrags mit der Autokorrelation der Replica ausgeführt. Dieser normierte Betrag als Ausgangssignal des Optimalempfängers entspricht dem Ausgang des Tiefpasses nach dem Zweigegeleicher in der obigen einfachen Realisierung.

**[0018]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist die Sende-/Empfangs-Einrichtung einen Transducer zum Aussenden von Signalpulsen mit einer Signalfrequenz zwischen 40 KHz und 100 KHz, vorzugsweise mit einer Pulslänge von 150µs bis 500µs, und insbesondere einer Pulswiederholrate von 10 Hz bis 30 Hz, und zum Empfangen eines analogen akustischen Empfangssignals auf. Auf diese Weise wird ein insbesondere für den Kraftfahrzeuggebrauch einsetzbares Ultraschall-basiertes System mit adaptiver Schwellenanpassung vorteilhaft bereitgestellt.

**[0019]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist eine Additions-Einrichtung zum Addieren der Empfangssignalmagnitude als Störpegelprobe mit einem vorbestimmten Schwellwert, welcher vorzugsweise einen vorbestimmten Zeitverlauf, insbesondere mit der Pulswiederholrate beaufschlagt, aufweist, zu einem resultierenden dynamischen Schwellwert vorgesehen.

**[0020]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist ein Komparator zum Erzeugen eines wertbinären Detektions-Signals durch einen Vergleich des demodulierten Empfangssignals mit dem dynamischen Schwellwert vorgesehen. Dies birgt den Vorteil einer kostengünstig realisierbaren Detektionseinrichtung mit dynamischem Detektionsschwellwert, wobei ein binärer Wert (Hindernis vorhanden bzw. Hindernis nicht vorhanden) zeitanalog ausgegeben wird.

## Ausführungsbeispiel

### ZEICHNUNGEN

**[0021]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

**[0022]** Es zeigen:

**[0023]** [Fig. 1](#) Ein schematisches Blockschaltbild einer Detektionsvorrichtung mit adaptivem Detektions-Schwellwert zur Erläuterung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

**[0024]** [Fig. 2a-c](#) jeweils ein schematisches Signal-Diagramm über der Zeit  $t$  nach verschiedenen Signal-Bearbeitungsschritten.

### BESCHREIBUNG DES AUSFÜHRUNGSBEISPIELS

**[0025]** In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Bestandteile.

**[0026]** In [Fig. 1](#) ist schematisch ein Block-Diagramm dargestellt, in welchem ein Pulswiederhol-Takt **10** (puls repetition intervall PRI) einer Signal-Modifikationseinrichtung **11** zugeführt wird. Die Signal-Modifikationseinrichtung **11** modifiziert die Signalform und insbesondere die Signaldauer, vorzugsweise zu einem Rechteckpuls mit einer Breite  $\Delta t$  zwischen 100µs und 1ms, insbesondere 300µs. Die Signal-Modifikationseinrichtung **11**, insbesondere ein Pulsformer, bestimmt  $\Delta t$  und kann anstatt eines Rechteckpulses gemäß eines alternativen Ausführungsbeispiels eine andere Pulsform z.B. eine Gaussfunktion  $Q(t) = \exp(-\pi(t/\Delta t)^2)$  als Einhüllende realisieren.

**[0027]** Die Signal-Modifikationseinrichtung **11** steuert das Trägersignal **110** eines Sendegenerators **100** über eine Schalteinrichtung **111** oder gemäß dem alternativen Ausführungsbeispiel über einen AM-Modulator **111'** durch. Der Sendegenerator **100** wird bei einer vorbestimmten Frequenz, vorzugsweise im Bereich zwischen 40 KHz und 100 KHz, insbesondere etwa 50 KHz, betrieben. Die von der Signal-Modifikationseinrichtung **11** angesteuerte Schalteinrichtung **111** bzw. der AM-Modulator **111'** steuert über einen zu sendenden Signalpuls **112** eine Sende-/Empfangseinrichtung **13**, vorzugsweise einen akustischen Transducer, im Sendebetrieb an. Der Puls-Takt **10** weist eine Puls-Wiederholrate bzw. ein pulse repetition interval (PRI) zwischen 35ms und 60ms, vorzugsweise etwa 50ms, auf. Die Sende- bzw. Empfangseinrichtung **13** gibt angesteuert durch den Signal-Puls **112** ein Sende-Signal **14** mit der vorbestimmten Frequenz aus, welches gemäß dem alternativen Ausführungsbeispiel eine entsprechende

Einhüllende aufweist.

**[0028]** Gleichzeitig empfängt die Sende-/Empfangs-Einrichtung **13** ein Empfangssignal **15**, welches vorzugsweise einer Verstärker-Einrichtung **16** zugeführt wird. Auf die Verstärkung des analogen Empfangssignals **15** in der Verstärkereinrichtung **16** folgt eine Filterung mit einer Filtereinrichtung **17**, vorzugsweise ein Bandpass-Filter, welches insbesondere eine Mittenfrequenz aufweist, die der Signalfrequenz des Sendepulses **14** entspricht und insbesondere eine Durchlass-Bandbreite proportional dem Kehrwert der Burstlänge  $1/\Delta t$  aufweist. Das entsprechend gefilterte Empfangssignal **17'** wird daraufhin einem Zweizeige-Gleichrichter **18** mit integriertem Tiefpass **19** zugeführt. Das gefilterte Empfangssignal **17'** wird in dieser nonkohärenten Demodulationseinrichtung **20**, bestehend aus dem Zweizeige-Gleichrichter **18** und dem Tiefpass-Filter **19** vorzugsweise Amplitudendemoduliert. Somit wird aus dem gefilterten Empfangssignal **17'** ein demoduliertes Empfangssignal **21**, welches der Einhüllenden des gefilterten Empfangssignals **17'**, d.h. des Trägersignals, entspricht. Im Zweizeige-Gleichrichter **18** wird ein Signal mit lediglich positiven Halbwellen gewonnen, wobei die Tiefpass-Filterung im Tiefpass-Filter **19** hochfrequente Spektren ausfiltert.

**[0029]** Das demodulierte Eingangs-Signal **21** wird daraufhin über eine Schalteinrichtung **22**, vorzugsweise einem Feldeffekt-Transistor, zu einer Amplituden-Detektionseinrichtung **23**, vorzugsweise einem Spitzenwertgleichrichter geführt. Die Schalt-Einrichtung **22** wird vom Puls-Takt **10** angesteuert, welcher jedoch über eine Timer-Einrichtung **24**, insbesondere ein Totzeitglied, um eine vorbestimmte Zeitdauer, zum Beispiel etwa 45ms verzögert. Die Schalteinrichtung schaltet das demodulierte Empfangssignal **21** daraufhin entsprechend dem verzögerten Puls-Takt **10'** durch zur Amplituden-Detektionseinrichtung **23**, bis der nächste nicht verzögerte Pulstakt **10** als Reset die Schalt-Einrichtung **22** wieder öffnet. Somit wird eine Empfangssignalmagnitude **25** durch die Amplituden- Detektionseinrichtung **23**, vorzugsweise durch den Spitzenwertgleichrichter, nach einer ersten vorbestimmten Zeitspanne ab einem Puls-Takt während einem zweiten vorbestimmten Zeitintervall, vorzugsweise bis zum darauffolgenden Puls-Takt, identifiziert.

**[0030]** Im Sinne eines Optimalempfängers kann die Signalaufbereitung aber auch aufwendiger erfolgen.

**[0031]** Dabei sind folgende Verarbeitungsschritte denkbar, die sowohl in Hardware als auch in Software bei entsprechend ausreichender Abtastung des Empfangssignals **15** realisiert werden können:

- a) I/Q-Demodulation
- b) Kreuz-Korrelation des I- und Q-Kanals mit idealer zeit- und gegebenenfalls auch dopplerver-

schobener Replica des Sendesignals

- c) Bildung des Betrags aus der Summe der Quadrate der Kreuzkorrelationen des I- und Q-Kanals
- d) Normierung des Betrags mit der Autokorrelation der Replica

**[0032]** Dieser normierte Betrag als Ausgangssignal des Optimalempfängers entspricht dem Ausgangssignal **21** des Tiefpasses nach dem Zweizeigeleicher **18** in der obigen einfachen Realisierung.

**[0033]** Legt man eine Ultraschall-Umfelddetektionseinrichtung zu Grunde, so resultiert aus einer Verzögerung durch die Timer-Einrichtung **24** von beispielsweise etwa 45ms, bei einer Schallgeschwindigkeit in Luft von etwa 330m/s, das die Amplituden-Detektionseinrichtung **23** den maximalen Signalpegel einer Signalprobe im Abstandsbereich von etwa 7,7 bis 8,5 m detektiert. Geht man davon aus, dass dieser Amplitudenwert, welcher in diesem vorbestimmten Zeitfenster auftritt, von einer Störquelle herrührt und nicht von einem an einem Hindernis reflektierten Sendepuls erzeugt wurde, so lässt sich aus dieser Empfangssignalmagnitude als Störpegelprobe **25** eine adaptive Detektionsschwelle ableiten.

**[0034]** Die Schallfeldintensität eines reflektierten Sendepulses ist in der Regel nicht ausreichend, um ein eindeutig detektierbares Empfangssignal für typische Hindernisse bzw. Ziele mit Abständen  $>7$  m zu erzeugen. Gegebenenfalls kann auch die Wiederholrate des Puls-Taktes **10** beispielsweise von 20 Hz auf 16 Hz abgesenkt werden und die Zeitverzögerung durch die Timer-Einrichtung **24** entsprechend von 45ms auf beispielsweise 55 ms vergrößert werden, wodurch die Rauschprobe weiter verzögert wird und einen entsprechend weiter entfernten Abstandsbereich bedeuten würde. Weiterhin gewährleistet die Wahl der Ladezeitkonstanten, dass Nutz-Signale von Objektreflexionen nur unwesentlich zum Aufladen des Spitzenwerts auch Störniveau beitragen.

**[0035]** Die Amplituden-Detektionseinrichtung **23**, vorzugsweise der Spitzenwertgleichrichter, weist eine Zeitkonstante auf, welche insbesondere 240ms beträgt und somit die Pulswiederholrate **10**, d.h. den Puls-Takt, nahezu um das Fünffache übersteigt und folglich die Empfangssignalmagnitude als Störpegelprobe **25**, d.h. den maximalen Rauschprobenpegel, über den Messzyklus nach dem Öffnen der Schalteinrichtung **22** weitgehend konstant aufrechterhält. Diese Zeitkonstante der Amplituden-Detektionseinrichtung **23** bestimmt die Reaktionsfähigkeit der Adaption z.B. auf dynamisch sich ändernde Umgebungsgeräusche. Der Spitzenwertgleichrichter **23** wird insbesondere so ausgelegt, dass seine Ladezeitkonstante  $t_{\text{charge}}$  die Burstlänge  $\Delta t$  überschreitet, vorzugsweise seine Haltezeitkonstante  $t_{\text{hold}}$  länger als die Pulswiederholrate PRI ist, und insbesondere die zeitliche Störpegelproben-Erfassungsdauer  $T_{\text{probe}}$

länger als die Ladezeitkonstante  $t_{\text{charge}}$  ist. Somit kann die Rauschprobenermittlung dem Verlauf eines Nutzsignals, d.h. einem Empfangsspeak verursacht durch eine Objektreflexion nicht oder nur eingeschränkt folgen. Die Ladezeitkonstante  $t_{\text{charge}}$  ist jedoch klein gegenüber dem zeitlichen Verlauf der Dynamik des Störpegels (z.B. in Abhängigkeit von vorbeifahrenden Störquellen) und kann diesem innerhalb des gewählten Zeit-Fensters  $T_{\text{probe}}$  der Rauschprobe problemlos folgen. Somit ergibt sich, dass die Länge des Zeitfensters  $T_{\text{probe}}$  der Rauschprobe größer sein muss als die Ladezeitkonstante  $t_{\text{charge}}$ , damit sich innerhalb dieses Intervalls der Spitzenwertgleichrichter **23** auf das Maximum der Magnitude der Einhüllenden des Empfangssignals aufladen kann ( $t_{\text{hold}} > \text{PRI}$ ,  $t_{\text{charge}} > \Delta t$ ,  $T_{\text{probe}} > t_{\text{charge}}$ ). Als Auslegungsbeispiel dient:  $\text{PRI} = 50\text{ms}$ ,  $\Delta t = 300\mu\text{s}$ ,  $t_{\text{charge}} = 5\text{ms}$ ,  $t_{\text{hold}} = 300\text{ms}$ ,  $T_{\text{probe}} = 8\text{ms}$  (zwischen 42..50ms jeweils nach Senden eines Bursts).

**[0036]** Der Puls-Takt **10** geht außerdem einer statischen Schwellwerterzeugungseinrichtung **26** zu und triggert diese. Die statische Schwellwerterzeugungseinrichtung **26** weist vorzugsweise in einer einfachen Realisierung den Zeitverlauf eines VZ1-Gliedes auf, welches bei jedem Trigger bzw. Puls-Takt aktiviert wird. Außerdem besteht beispielsweise die Möglichkeit, über programmierte Stützstellen einen vorbestimmten Zeitverlauf der statischen Schwelle als Alternative zum VZ1-Glied-Zeitverlauf vorzugeben. Über eine Additionseinrichtung **+** wird die Rauschprobe **25** mit einem statischen Schwellwert **27** addiert. Daraus resultiert ein um die Empfangssignalmagnitude als Störpegelprobe **25** angehobener statischer Schwellwert **27**, welches im Block **28** gemäß [Fig. 1](#) veranschaulicht ist.

**[0037]** In einem Komparator **30** als Vergleichseinrichtung wird daraufhin das demodulierte Empfangssignal **21** und ein aus der Addition der statischen Schwelle **27** mit der Störpegelprobe **25** entstehender adaptiver Schwellwert **29** verglichen. Aus dem Vergleichen der Vergleichseinrichtung **30** resultiert ein binäres, d.h. digitales Detektionssignal **31**, welches einen High-Pegel aufweist, wenn das demodulierte Empfangssignal **21** einen Pegel aufweist, welcher über dem adaptiven Schwellwert **29** liegt. Die dynamische Schwelle **29**, welche den Offset der Empfangssignalmagnitude als Störpegelprobe **25** abhängig von der über die Schalteinrichtung **22** zugeführten Rauschprobe bestimmt, ermöglicht somit eine Anpassung der Empfindlichkeit der Detektionseinrichtung, abhängig von auftretenden Störquellen bzw. Störgrößen. Vorzugsweise wird die Empfangssignalmagnitude als Störpegelprobe **25** beispielsweise um einen Pegel von 10 dB durch eine Multiplikation mit einem festen Wert angehoben. Dies entspricht einer Fehlalarmrate von etwa  $4.5\text{E-}5$  im Fall von weißem Rauschen.

**[0038]** In [Fig. 2a](#) ist exemplarisch ein von der Send-/Empfangs-Einrichtung **13** empfangenes Empfangssignal **15** über der Zeit  $t$  dargestellt. Ein durch den Sendeburst bzw. den Signalpuls **12** erzeugtes Amplitudenmaximum im Bereich der Ordinate klingt exponentiell ab, woraufhin gemäß [Fig. 2a](#) ein Amplitudenanstieg im mittleren Bereich zwischen den zwei Signalpulsen **32** erfolgt, welcher von einem reflektierten Signalpuls **33** herrührt. Entsprechend dem Puls-Takt **10** wiederholt sich das Bild. Die Zeitdauer  $\Delta t_1$  zwischen dem Auftreten des gesendeten Signalpulses **32** und dem empfangenen Signalpuls **33** als Zeitdauer ergibt multipliziert mit der Schallgeschwindigkeit in Luft den Abstand zu einem Hindernis.

**[0039]** In [Fig. 2b](#) ist das demodulierte Empfangssignal **21** gemäß [Fig. 1](#) dargestellt. Daraus wird im Vergleich zu [Fig. 2a](#) ersichtlich, dass in der Signalaufbereitungseinrichtung **16**, **17**, **18** und **19** gemäß [Fig. 1](#) das Empfangssignal **15** gefiltert und lediglich mit positiven Signalwerten versehen ist. In der Zeitperiode  $\Delta t_2$  ist die Schalteinrichtung **22** gemäß [Fig. 1](#) durchgeschaltet, und die Amplitudendetektionseinrichtung **23** erfasst eine Störpegelprobe **25**. [Fig. 2c](#) stellt schematisch eine entsprechende dynamische Schwelle **29** gemäß [Fig. 1](#) dar.

**[0040]** Obwohl die vorliegende Erfindung vorstehend an Hand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels beschrieben wurden, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Weise modifizierbar. So sind neben Ultraschall-Detektionseinrichtungen auch andere Detektionseinrichtungen, beispielsweise im Radar-Spektrum gemäß der vorliegenden Erfindung mit einem dynamischen Schwellwert ausstattbar. Die angegebenen Zeitdauern bzw.

**[0041]** Frequenzwerte sind folglich lediglich beispielhaft zu betrachten und können z.B. auch im ns-Bereich bzw. GHz-Bereich liegen. Obwohl mit Bezug auf eine Fahrzeugumfeld-Detektion insbesondere ein Personenkraftwagen beschrieben, ist die vorliegende Erfindung auf beliebige Detektionseinrichtungen anwendbar.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Anpassung eines Schwellwertes (**29**) einer Detektionseinrichtung mit den folgenden Schritten bereitgestellt:  
Senden eines Signalburs (12) mit einem vorbestimmtem Pulswiederholintervall (**10**), einer definierten Burstlänge und einer definierten Signalfrequenz;  
Empfangen und Aufbereiten eines Empfangssignals (**15**), insbesondere durch Verstärkung, Filterung und Demodulation zur Gewinnung einer Einhüllenden;  
Ermitteln einer Empfangssignalmagnitude als Störpegelprobe (**25**) nach einer ersten vorbestimmten Zeitdauer ( $\Delta t_1$ ) ab einem Signalburs (12) innerhalb einer vorbestimmten zweiten Zeitdauer ( $\Delta t_2$ ) aus

dem Empfangssignal(15), vorzugsweise am Ende des Pulswiederholintervalls (10); und Anpassen des Schwellwertes (29) der Detektionseinrichtung in Abhängigkeit von der Störpegelprobe (25).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangssignalmagnitude als Störpegelprobe (25) aus der Einhüllenden des zeitlich gefensterten Empfangssignals (15) am Ende des Pulswiederholintervalls (10) mittels eines Spitzenwertgleichrichters (23) ermittelt, wobei der Spitzenwertgleichrichter (23) vorzugsweise eine Haltezeitkonstante aufweist, welche größer als das Pulswiederholintervall (10) ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Spitzenwertgleichrichters (23) so ausgelegt wird, dass seine Ladezeitkonstante die Burstlänge überschreitet, vorzugsweise seine Haltezeitkonstante länger als die Pulswiederholrate ist, und insbesondere die zeitliche Störpegelproben-Erfassungsdauer länger als die Ladezeitkonstante ist.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Timer-Einrichtung (24) die erste vorbestimmte Zeitdauer ( $\Delta t_1$ ), vorzugsweise 35 ms bis 55 ms, festlegt, welche mit der vorbestimmten Pulswiederholintervall (10), vorzugsweise mit einer Taktfrequenz von 15 Hz bis 30 Hz, getriggert wird.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf die Empfangssignalmagnitude als ermittelte Rauschprobe (25) ein vorbestimmter Schwellwert (27) addiert wird, wobei der vorbestimmte Schwellwert (27) vorzugsweise einen Zeitverlauf eines VZ1-Gliedes und/oder programmierter Stützstellen im Sinne einer statischen Kennlinie aufweist.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Sinne eines Optimalempfängers die Signalaufbereitung eine I/Q-Demodulation, eine Kreuzkorrelation eines I- und Q-Kanals mit idealer zeit- und insbesondere auch dopplerverschobener Replica des Sendesignals (14), und eine Bildung des Betrags aus der Summe der Quadrate der Kreuzkorrelationen des I- und Q-Kanals sowie eine Normierung des Betrags mit der Autokorrelation der Replica ausgeführt.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Empfangssignal (15) nach einer Verstärkung mit einem Bandpass-Filter (17), vorzugsweise mit einer Mittenfrequenz auf der Resonanz- bzw. Sendefrequenz des Transducers- und einer Durchlass-Bandbreite proportional dem Kehrwert der Burstlänge ( $\Delta t$ ) gefiltert

und insbesondere mittels einem Zweiwege-Gleichrichter (18) und einem Tiefpass-Filter (19) die Einhüllende demoduliert, bevor daraus die Störpegelprobe (25) ermittelt wird.

8. Vorrichtung zur Anpassung eines Schwellwertes einer Detektionseinrichtung, vorzugsweise in einem Ultraschallsystem zur Fahrzeugumfelddetektion, mit:  
einer Sende-/Empfangseinrichtung (13) zum Senden eines Sendebursts (14) mit einer vorbestimmten Pulswiederholrate (10) und einer vorbestimmten Signalfrequenz und zum Empfangen eines Empfangssignals (15);  
einer Signalaufbereitungseinrichtung (16, 17, 18, 19) zum Aufbereiten des Empfangssignals (15);  
einer Detektionseinrichtung (22, 23, 24) zum Ermitteln einer Empfangssignalmagnitude als Störpegelprobe (25) nach einer ersten vorbestimmten Zeitdauer ( $\Delta t_1$ ) ab einem Signaleburst (12) innerhalb einer vorbestimmten zweiten Zeitdauer ( $\Delta t_2$ ) aus dem Empfangssignal (15); und  
eine Steuereinrichtung (26, +) zum Anpassen des Schwellwertes (29) der Detektionseinrichtung in Abhängigkeit von der detektierten Empfangssignalmagnitude als Störpegelprobe (25).

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Sende-/Empfangseinrichtung (13) einen Transducer zum Aussenden von akustischen Sendebursts (14) mit einer Signalfrequenz zwischen 40 KHz und 100 KHz, vorzugsweise mit einer Pulslänge von 150  $\mu$ s bis 500  $\mu$ s und insbesondere einer Pulswiederholrate von 10 Hz bis 30 Hz, und zum Empfangen eines analogen akustischen Empfangssignals (15) aufweist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektionseinrichtung (22, 23, 24) einen Spitzenwertgleichrichter (23) zum Ermitteln der Empfangssignalmagnitude als Störpegelprobe (25) aus dem Empfangssignal (15) in Abhängigkeit von der Freigabe durch eine Timer-Einrichtung (24) aufweist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 8, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalaufbereitungseinrichtung (16, 17, 18, 19) eine Verstärkereinrichtung (16), eine Bandpass-Filtereinrichtung (17) und/oder eine Demodulationseinrichtung (20), vorzugsweise mit einem Zweiwege-Gleichrichter (18) und einem Tiefpass (19), zum Erzeugen eines demodulierten Empfangssignals (21) aufweist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine Additionseinrichtung (+) zum Addieren der Empfangssignalmagnitude als Störpegelprobe (25) mit einem vorbestimmten Schwellwert (27), welcher vorzugsweise einen vorbestimmten Zeitverlauf, insbesondere mit dem Pulstakt

(10) beaufschlagt, aufweist, zu einem resultierenden dynamische Schwellwert (29) vorgesehen ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein Komparator (30) zum Erzeugen eines digitalen Detektionssignals (31) durch einen Vergleich des demodulierten Empfangssignals (21) mit dem dynamischen Schwellwert (29) vorgesehen ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

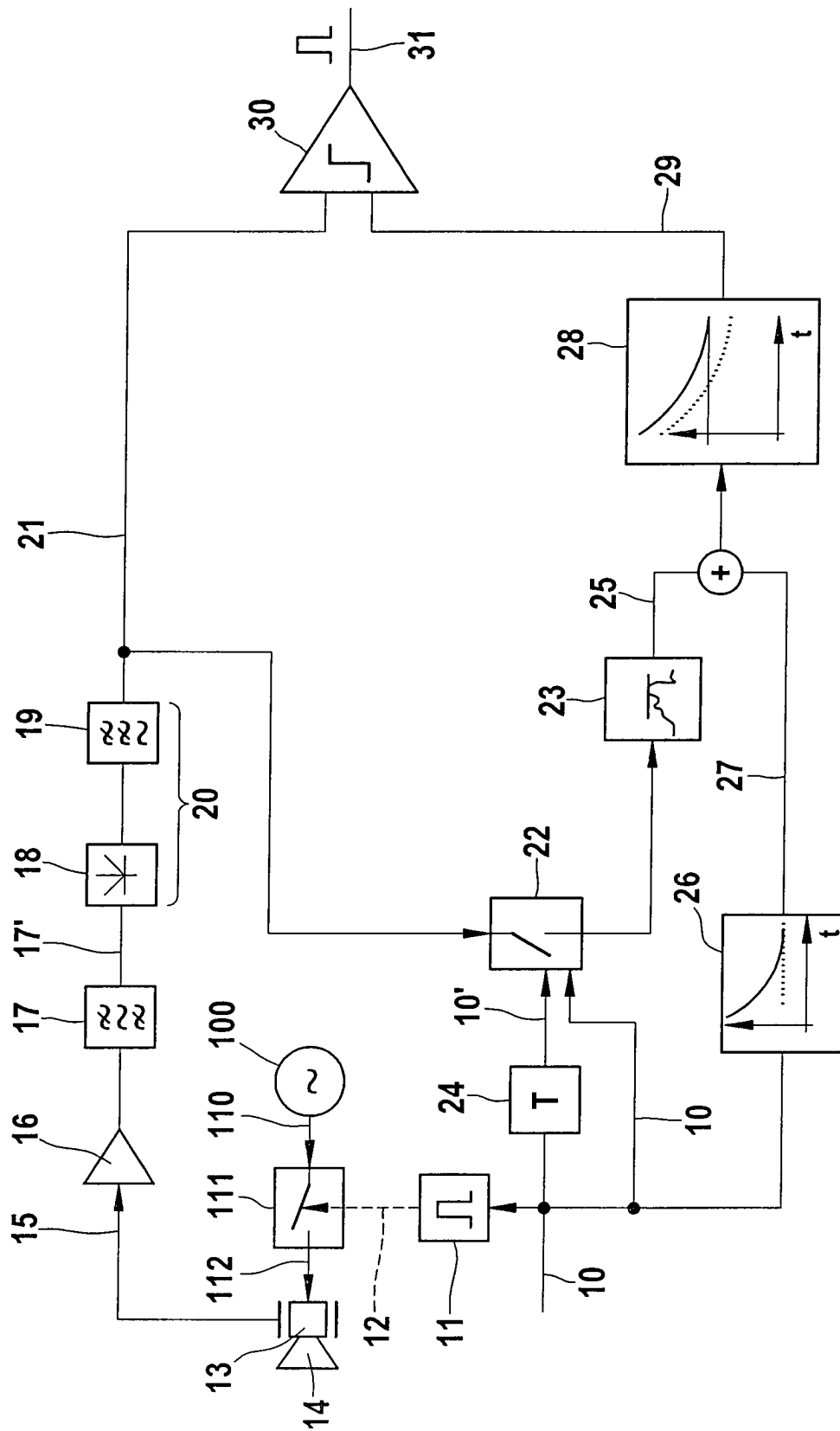


Fig. 1

Fig. 2A

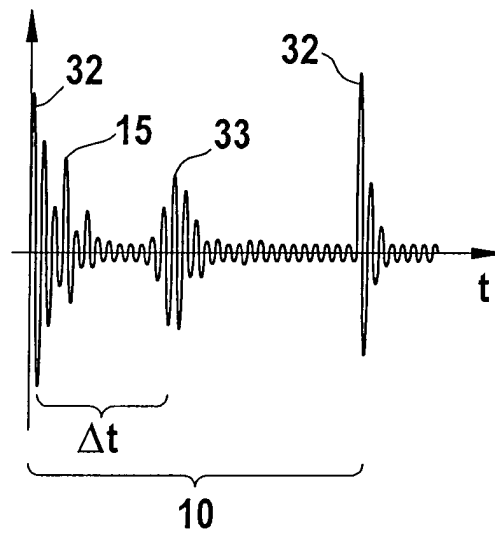


Fig. 2B

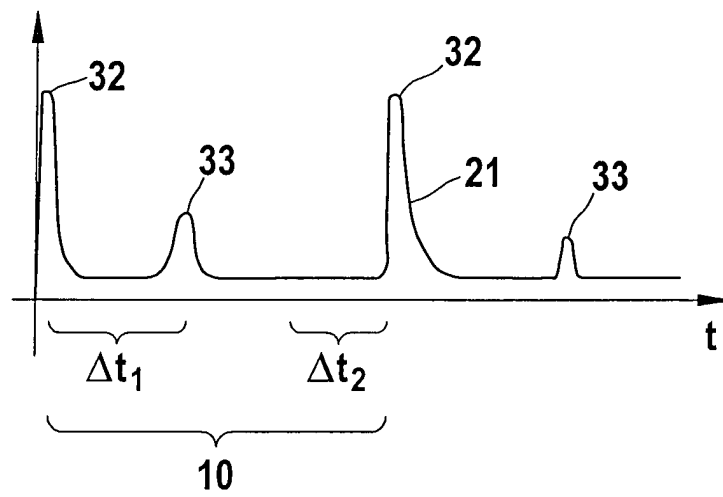


Fig. 2C

