

(10) **DE 10 2010 031 635 A1** 2012.01.26

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 031 635.0**

(22) Anmeldetag: **21.07.2010**

(43) Offenlegungstag: **26.01.2012**

(51) Int Cl.: **H04W 64/00 (2009.01)**
G01S 5/02 (2010.01)

(71) Anmelder:

Universität Rostock, 18055, Rostock, DE

(74) Vertreter:

**Anwaltskanzlei Gulde Hengelhaupt Ziebig &
Schneider, 10179, Berlin, DE**

(72) Erfinder:

**Salomon, Ralf, Professor, 18119, Rostock, DE;
Lüder, Marian, Dipl.-Ing., 18106, Rostock, DE;
Heinrich, Enrico, 18106, Rostock, DE; Joost, Ralf,
Dipl.-Ing., 18225, Kühlungsborn, DE**

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

DE 10 2007 044243 A1
DE 25 42 451 A1
US 48 75 201 A

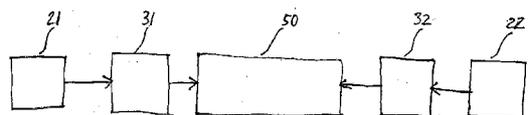
**JOOST, R.: BOUNCE: On-Chip Signalleitungen
als Basis digitaler Zeitmessung, Dissertation zur
Erlangung des akad. Grades Dr.-Ing. der Fakultät
für Informatik und Elektrotechnik der Universität
Rostock, verteidigt am: 12.04.2010**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Lokalisierungssystem mit digitaler Auswertung**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Vorrichtung zum Lokalisieren eines Senders vorgestellt. Die Vorrichtung weist einen ersten Empfänger, einen von dem ersten Empfänger beabstandet angeordneten zweiten Empfänger und wenigstens einer Phasenverschiebungsmesseinheit auf. Die Phasenverschiebungsmesseinheit besitzt einen sich entlang einer ersten Richtung erstreckenden ersten Signalleiter und einen sich entlang einer der ersten Richtung entgegengesetzten zweiten Richtung erstreckenden zweiten Signalleiter, eine Mehrzahl von Signalvergleichern und eine Mehrzahl von Addierern. Der erste Signalleiter ist mit dem ersten Empfänger und der zweite Signalleiter mit dem zweiten Empfänger verbunden, wobei die Signalvergleicher entlang des ersten und des zweiten Signalleiters angeordnet sind, jeweils einen mit dem ersten beziehungsweise dem zweiten Signalleiter verbundenen ersten beziehungsweise zweiten Eingang aufweisen und ausgangsseitig mit jeweils einem zugeordneten der Mehrzahl der Addierer verbunden sind.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Lokalisieren eines Senders beziehungsweise eines mit einem Sender ausgestatteten Objektes.

Stand der Technik

[0002] Für die Lokalisierung eines Objektes kann eine Kombination aus einem an dem Objekt angeordneten Sender und einem oder mehreren Empfängern eingesetzt werden. Aus physikalischen Parametern des Sendesignals des Senders wie Signalstärke und Time-of-Arrival kann dann empfängerseitig die relative Position des Objektes bestimmt werden.

[0003] Ein im Stand der Technik bekanntes System verwendet beispielsweise einen Sender und mehrere Empfänger, die sowohl den Zeitpunkt des Eintreffens eines Signals, wie auch die Signalstärke der elektromagnetischen Signale verwendet. Dieses System ist in gewissen Grenzen funktionsfähig, hat aber mit verschiedenen Problemen zu kämpfen. Dazu gehört insbesondere die Tatsache, dass die Signalstärke in realen Umgebungen nicht umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstandes zwischen Sender und Empfänger ist, wie idealerweise vorauszusetzen wäre.

[0004] Eine Time-of-Arrival-Messung, bei der der zeitliche Versatz zwischen den Ankunftszeiten eines vom Sender ausgesandten Impulses bei den verschiedenen Empfängern bestimmt und für die Lokalisierung des Senders ausgewertet wird, ist aufgrund der sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreitenden Signale nur mit hohem Aufwand zu realisieren, wobei die mögliche Auflösung gering ist.

[0005] Die Erfindung macht es sich daher zur Aufgabe, einen neuen Ansatz zur Lokalisierung eines Senders beziehungsweise eines mit einem Sender ausgestatteten Objektes einzuführen, welcher mit geringem Aufwand verwirklicht werden kann und eine hohe Genauigkeit der Lokalisierung bietet.

Zusammenfassung der Erfindung

[0006] Die Erfindung führt daher eine Vorrichtung zum Lokalisieren eines Senders ein, welche die obengenannten Probleme des Standes der Technik lösen kann. Die Vorrichtung weist einen ersten Empfänger, einen von dem ersten Empfänger beabstandeten angeordneten zweiten Empfänger und wenigstens eine Phasenverschiebungsmesseinheit auf. Die Phasenverschiebungsmesseinheit besitzt einen mit dem ersten Empfänger verbundenen ersten Signalleiter und einen mit dem zweiten Empfänger verbundenen zweiten Signalleiter, eine Mehrzahl von

Signalvergleichern und eine Mehrzahl von Addierern. Die Signalvergleicher weisen jeweils einen mit dem ersten beziehungsweise dem zweiten Signalleiter verbundenen ersten beziehungsweise zweiten Eingang auf. Ausgangsseitig sind die Signalvergleicher mit jeweils einem zugeordneten der Addierer verbunden.

[0007] Die Erfindung erlaubt eine genaue Lokalisierung des Senders mit einfachen Mitteln. Dabei sieht sie ähnlich wie andere Systeme einen Sender sowie zwei Empfänger vor. Der Sender sendet dabei ein periodisches, vorzugsweise sinusförmiges Signal möglichst konstanter Frequenz aus. Das Signal wird von den beiden Empfängern empfangen und an entgegengesetzten Enden in den ersten beziehungsweise zweiten Signalleiter eingespeist. Das Signal breitet sich in den Signalleitern mit endlicher Geschwindigkeit aus. Da der Abstand des Senders zum ersten und zweiten Empfänger und somit die jeweilige Signallaufzeit mit der relativen Position des Senders zu den Empfängern variiert, werden identische Teile des Signals an einer von den Signallaufzeiten abhängigen Position auf den Signalleitern aufeinander treffen. Prinzipiell erlaubt bereits ein einzelner Signalvergleicher, der jeweils einen mit dem ersten beziehungsweise dem zweiten Empfänger verbundenen Eingang aufweist, eine Überlappung zwischen den von den Empfängern empfangenen Kopien des Sendesignals zu bestimmen. Diese Überlappung beziehungsweise die Phasenverschiebung zwischen den Signalkopien kann über die Signallaufzeit des Sendesignals in eine entsprechende räumliche Distanz übersetzt werden, die eine Differenz zwischen den Wegstrecken vom Sender zu den jeweiligen Empfängern angibt. Hierbei stellt sich doch das Problem, dass die Genauigkeit der Messung der Überlappung der beiden Signalkopien die Genauigkeit der Lokalisierung bestimmt. Da die Überlappung prinzipbedingt äußerst kurzen Zeiten entspricht, ist eine hohe Auflösung bei der Messung der Überlappung nur sehr schwierig möglich. Hinzukommt, dass ein einzelner Signalvergleicher gewöhnlich nicht das Vorzeichen der Phasenverschiebung bestimmen kann und dass das Tastverhältnis der Signalkopien in der praktischen Anwendung nicht ideal ist, so dass es zu Uneindeutigkeiten kommt. Auch sind die Flanken der Signale nicht ideal und können durch Störeinflüsse verzerrt sein. Ist die Phasenverschiebung zwischen den Signalen nur gering, kann es aufgrund der endlichen Anstiegszeiten dazu kommen, dass die Signalvergleicher die Überlappung nicht mehr korrekt anzeigen können. Die Erfindung löst diese Problematik, indem sie eine Mehrzahl von Signalvergleichern vorsieht, die entlang der beiden Signalleiter angeordnet sind. Aufgrund der unterschiedlichen Positionierung der Signalvergleicher ergeben sich unterschiedliche Abstände zu den ersten und zweiten Empfängern, welche entsprechend unterschiedliche Signallaufzeiten für jedes der beiden Signale zur Folge haben. Die

von einem Signalvergleichler „gesehene“ Phasendifferenz hängt nun außer von den Abständen der Empfänger zum Sender von der Position des Signalvergleichlers ab. Dadurch werden die Signale gleichzeitig an unterschiedlichen Punkten ausgewertet.

[0008] Die Position desjenigen Signalvergleichlers, bei dem die Signale gleichzeitig oder mit dem geringsten Phasenunterschied eintreffen, kann dann beispielsweise Aufschluss über den Distanzunterschied des ersten Empfängers und des zweiten Empfängers von dem zu lokalisierenden Sender geben. Die Messung wird jedoch durch den Einsatz vieler Signalvergleichler genauer, weil die von den Signalvergleichern festgestellten Phasenunterschiede über der Position der Signalvergleichler aufgetragen prinzipiell einen Dreiecksverlauf ergeben. Aufgrund der praktischen Grenzen der Umsetzung werden sich jedoch gewöhnlich abweichende Verläufe ergeben, die dann durch unterschiedliche Auswertungsverfahren, die sich auf die Ergebnisse der Mehrzahl von Signalvergleichern stützen, immer noch hinreichend genau auswerten lassen.

[0009] Die unterschiedlichen Laufzeiten von einem Empfänger zu einem bestimmten Signalvergleichler können im Rahmen einer Kalibrierung für einen bekannten Fall bestimmt werden, so dass auch durch Asymmetrien im Aufbau der Phasenverschiebungsmesseinheit bedingte Abweichungen bei den Signallaufzeiten eliminiert werden können.

[0010] Um die Phasenverschiebung für einen jeweiligen Signalvergleichler zu quantifizieren, sieht die Erfindung für jeden Signalvergleichler einen Addierer vor. Der Addierer ist eingangsseitig mit dem zugehörigen Signalvergleichler verbunden und inkrementiert einen Zählerwert, wenn im Abtastmoment der Signalvergleichler eine Überlappung der beiden an seinen Eingängen anliegenden Signale anzeigt. Hierzu gleichwertig ist auch ein Inkrementieren für den Fall, dass entweder keines der Signale einen aktiven Pegel besitzt oder aber genau eines der beiden Signale. Auch ist es selbstredend gleichwertig möglich, den Zählerwert vorzeichenbehaftet zu bilden und zusätzlich für einen entgegengesetzten Fall den Zählerwert zu dekrementieren.

[0011] Der Sender des zu lokalisierenden Objektes sendet daher erfindungsgemäß kontinuierlich oder wenigstens über längere Zeiträume ein Signal. Das Signal wird fortlaufend empfangen und in die ersten und zweiten Signalleiter eingespeist. Die Addierer werden mit einem Takt getaktet und bestimmen so über eine Vielzahl von Messzyklen einen genauen Ergebniswert für die Phasendetektion des jeweiligen Signalvergleichlers. Wird ein Takt genommen, der in einem festen Verhältnis zur Frequenz des Signal des Senders steht, werden die Zählerstände nach einer Anzahl X von Messzyklen idealerweise entweder Null

oder X betragen und sich in einen Bereich von entweder Null oder X und flankierende Bereiche mit dem jeweils entgegengesetzten Zählerwert gliedern. Die Bestimmung der Phasendifferenz kann dann erfolgen, indem der Mittelpunkt eines oder mehrerer Bereiche bestimmt wird.

[0012] Bevorzugt wird jedoch ein Takt verwendet, der sich von der Grundfrequenz des Signals in einem nur geringen Maß unterscheidet, so dass sich der durch den Takt vorgegebene Abtastzeitpunkt für aufeinanderfolgende Abtastungen über die Periodendauer des Signals verschiebt. Dadurch ergibt sich – ansonsten gleichbleibende Bedingungen vorausgesetzt – über eine Mehrzahl von Abtastungen letztlich dieselbe Information, die eine sehr schnelle Mehrfachabtastung einer einzigen Periode des Sendersignals erbringen würde. Auf diese Weise wird es möglich, eine quantitative Aussage über das Maß der Überlappung der beiden Signale zu treffen. Werden die Zählerstände über den Ort der Signalvergleichler aufgetragen, ergeben sich idealerweise wieder dreiecksförmige Verläufe, die die tatsächliche Phasenverschiebung nachbilden. Für die Bestimmung des Laufzeitunterschiedes des Sendesignals auf dem Weg zu den beiden Empfängern kann nun beispielsweise ein Maximum des (in der Realität nur näherungsweise) dreieckförmigen Verlaufs, ein Mittelpunkt oder ein Flächenschwerpunkt herangezogen werden. Auch ist es möglich, Ausgleichskurven heranzuziehen, um eine Fehlerkompensation zu erreichen.

[0013] Bevorzugt wird jeweils zwischen den ersten Empfänger und den ersten Signalleiter beziehungsweise zwischen den zweiten Empfänger und den zweiten Signalleiter ein erster beziehungsweise zweiter Verstärker geschaltet. Der erste und der zweite Verstärker sind dabei ausgebildet, ein Signal des ersten beziehungsweise zweiten Empfängers zu verstärken und amplitudenzubegrenzen.

[0014] Durch die Verstärkung und Amplitudenbegrenzung wird aus einem sinusförmigen oder näherungsweise sinusförmigen Signal des Senders ein Rechtecksignal erzeugt, das jedoch die volle Phaseninformation des unverstärkten Signals in den Nulldurchgängen aufweist. Ein Rechtecksignal erlaubt einen besonders einfachen Aufbau der Signalvergleichler und eliminiert Störeinflüsse, welche die Amplitude des von den ersten und zweiten Empfängern empfangenen Signales beeinträchtigen und sich negativ auf die Genauigkeit der Phasendetektion auswirken könnten. Senderseitig wird vorzugsweise ein sinusförmiges Signal verwendet, weil ein solches die geringste Bandbreite voraussetzt und auch durch Bandpassfilterung weitgehend von Störeinflüssen befreit werden kann.

[0015] Die Signalvergleicher können als Exklusiv- oder- oder Äquivalenzgatter ausgeführt sein. Eine solche Ausführung erlaubt einen besonders einfachen Aufbau der Vorrichtung mit digitalen Schaltungskomponenten. Diese bevorzugten Signalvergleicher funktionieren besonders gut im Zusammenspiel mit den oben erwähnten ersten und zweiten Verstärkern.

[0016] Jeder Addierer kann einen Akkumulator enthalten und ausgebildet sein, in Abhängigkeit von einem Ausgangssignal des mit dem jeweiligen Addierer verbundenen Signalvergleichers einen in dem Akkumulator gespeicherten Zählerwert zu inkrementieren. Erreicht das Signal im ersten Signalleiter zuerst einen gegebenen Signalvergleicher, wird dieser ein entsprechendes Ausgangssignal erzeugen, woraufhin der Addierer bei Eintreffen des Taktes den im Akkumulator gespeicherten Zählerwert inkrementiert. Je nach Implementierung kann der Addierer im entgegengesetzten Fall (das Signal des zweiten Signalleiters erreicht den Signalvergleicher vor demjenigen des ersten Signalleiters) ausgebildet sein, den Zählerwert unverändert zu lassen oder aber zu dekrementieren.

[0017] Die Vorrichtung kann eine mit den Addierern verbundene Auswerteeinheit besitzen, welche ausgebildet ist, die Zählerwerte aus den Addierern auszulesen und eine Phasenverschiebung zwischen einem von dem ersten Signalleiter geleiteten ersten Signal und einem vom dem zweiten Signalleiter geleiteten zweiten Signal zu bestimmen. Die Auswerteeinheit kann alle Zählerwerte der Addierer zur Auswertung heranziehen und Fehlerkorrekturverfahren anwenden, wodurch die Genauigkeit der Messung erhöht wird.

[0018] Die Auswerteeinheit kann außerdem ausgebildet sein, einen maximalen und einen minimalen Zählerwert der Zählerwerte der Addierer zu bestimmen. Die maximalen und minimalen Zählerwerte können im Rahmen der Auswertung der Messung durch die Auswerteeinheit vorteilhaft für die Bestimmung der Phasendifferenz zwischen den Signalen auf den ersten und zweiten Signalleitern herangezogen werden.

[0019] Die Auswerteeinheit kann alternativ oder zusätzlich ausgebildet sein, eine Ausgleichskurve durch die Zählerwerte der Addierer zu legen und die Phasenverschiebung anhand der Ausgleichskurve zu bestimmen. Durch die Ausgleichskurve werden Fehler der Phasendetektion der einzelnen Signalvergleicher und der den Signalvergleichern nachgeschalteten Addierer gemittelt. Die Genauigkeit der Messung steigt dabei mit der Anzahl der Signalvergleicher und Addierer. Selbst bei stark durch äußere Störeinflüsse oder aufgrund von Fabrikationstoleranzen oder inneren Störeinflüssen wie Rauschen, Schwankungen

der Versorgungsspannungen oder begrenzten Flankensteilheiten beeinträchtigten Signalen kann auf diese Weise noch mit einiger Genauigkeit derjenige Signalvergleicher bestimmt werden, bei dem die Phasendifferenz zwischen den beiden Signalen Null beziehungsweise maximal wird, woraus auf die Differenz der relativen Distanzen von ersten und zweitem Empfänger zum Sender geschlossen werden kann.

[0020] Die Vorrichtung kann mit einer Mehrzahl von Phasenverschiebungsmesseinheiten ausgestattet sein. Zwischen den ersten beziehungsweise zweiten Empfänger und den ersten beziehungsweise zweiten Signalleiter jeder einzelnen Phasenverschiebungsmesseinheit sind dabei ein erstes beziehungsweise zweites Bandpassfilter geschaltet. Die jeweiligen ersten und zweiten Bandpassfilter weisen eine der jeweiligen Phasenverschiebungsmesseinheit zugeordnete Mittenfrequenz auf, welche sich von den Mittenfrequenzen der ersten und zweiten Bandpassfilter der jeweils anderen Phasenverschiebungsmesseinheiten unterscheidet.

[0021] Wird nur mit einem vom Sender ausgesandten Signal einer Grundfrequenz gearbeitet, entsteht das Problem, dass sich der Sender an einem von einer Mehrzahl von Orten, für die die Differenz der Abstände zu den ersten und zweiten Empfängern gleich dem Messergebnis ist, befinden kann. Denn auch wenn die Phasendifferenz zwischen den Signalen auf dem ersten und zweiten Signalleiter bestimmt wird, kann die Differenz der Entfernungen des Senders vom ersten und zweiten Empfänger auch ein Vielfaches der Wellenlänge der Grundfrequenz des Sendersignals plus die bestimmte Phasendifferenz multipliziert mit der Wellenlänge sein. Daher ist eine eindeutige Lokalisierung des Senders nur dann möglich, wenn sein Abstand von den Empfängern bekanntermaßen unterhalb einer Wellenlänge des Sendersignals ist. Kann diese Bedingung nicht erfüllt werden, kann eine Ausführung der Erfindung vorgesehen sein, bei der der Sender eine Mehrzahl von Signalen mit unterschiedlichen Grundfrequenzen aussendet. Es werden dann in der Vorrichtung zur Lokalisierung mehrere Phasenverschiebungsmesseinheiten vorgesehen, welche für jede Grundfrequenz eine Filtereinheit und eine entsprechende Messvorrichtung vorsieht. Werden beispielsweise ein Sendersignal mit einer großen Wellenlänge und eines mit einer niedrigen verwendet, kann das Sendersignal mit der großen Wellenlänge zur groben Lokalisierung und das Sendersignal mit der niedrigen Wellenlänge zur Erhöhung der Messgenauigkeit der Lokalisierung benutzt werden.

[0022] Auch ist es möglich, mehrere Sender an verschiedenen Orten zu verwenden, welche auf unterschiedlichen Frequenzen senden, so dass die Ortsbestimmung relativ zu mehreren Bezugspunkten vorgenommen wird. Als gleichwertig anzusehen ist hier-

bei die Verwendung eines Zeitmultiplexverfahrens, bei dem die Sender dieselbe Frequenz benutzen, aber zu keinem Zeitpunkt zwei Sender gleichzeitig senden.

[0023] Die Erfindung erlaubt auch den Einsatz komplexer Signale, die nicht lediglich eine einfache Grundschiwingung wie beispielsweise ein Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von 1:1 aufweisen. So könnten auch binäre Signale mit einem Muster von 010011 oder dergleichen verwendet werden. Vorteilhaft, aber nicht unbedingt notwendig, ist hierbei, wenn die Laufzeitverzögerung, die die beiden Signale auf den Signalleitern maximal erfahren, nicht geringer als die Periodendauer des Signals ist.

Kurzbeschreibung der Abbildungen

[0024] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

[0025] Fig. 1 einige Signalverläufe zur Verdeutlichung der Funktionsweise der Erfindung,

[0026] Fig. 2 ein Blockdiagramm einer ersten Ausführung der Erfindung,

[0027] Fig. 3 ein Blockdiagramm eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Phasenverschiebungsmesseinheit, und

[0028] Fig. 4 ein Blockdiagramm einer zweiten Ausführung der Erfindung.

Detaillierte Beschreibung der Abbildungen

[0029] Fig. 1 zeigt einige Signalverläufe zur Verdeutlichung der Funktionsweise der Erfindung. Die Abbildung verknüpft die Darstellung einer räumlichen Anordnung eines Senders S, welcher in gleichen Abständen zu zwei Empfänger E₁ und E₂ angeordnet ist. Zwischen den beiden Empfängern E₁ und E₂ erstrecken sich zwei Signalleiter, welche mit jeweils einem der Empfänger E₁ oder E₂ verbunden sind. Entlang der Signalleiter sind im gezeigten Beispiel drei Signalvergleicher angeordnet, welche hier als Äquivalenz- oder XNOR-Gatter ausgeführt sind. Unterhalb des Senders S ist eine Periode des Sendesignals aufgetragen, welches sich zu den Empfängern E₁ und E₂ ausbreitet. Oberhalb der Empfänger E₁ und E₂ ist jeweils ein weiteres Diagramm dargestellt, das das Sendesignal an dem jeweiligen Empfänger darstellt. Es hat sich aufgrund der Laufzeit des Signals eine Verzögerung von τ_1 beziehungsweise τ_2 ergeben. Die Empfänger E₁ und E₂ empfangen das Signal und leiten es über den jeweils angeschlossenen Signalleiter an die drei Signalvergleicher, wobei sich aufgrund der unterschiedlichen Wegstrecken über die Signalleiter zusätzliche Laufzeitunterschiede ergeben, die von der Position des jeweiligen Signalvergleichers re-

lativ zu den Empfängern abhängig sind. Unterhalb jedes Signalvergleiches sind jeweils drei Diagramme dargestellt, die die Signalverläufe an den beiden Eingängen der Signalvergleicher und an dessen Ausgang idealisiert darstellen. Für den linken Signalvergleicher ergeben sich im Beispiel die Gesamtverzögerungen τ_C und τ_D an den Eingängen C beziehungsweise D zu einer Differenz, die eine Viertelperiode des Sendesignals beträgt. Dementsprechend ergibt sich am Ausgang Q des Signalvergleichers ein periodisches Signal mit der doppelten Frequenz des Sendesignals und einem Tastverhältnis von 50:50. Ein entsprechendes Bild ergibt sich für den rechten Signalvergleicher, wobei die Verzögerungen sich jedoch umgekehrt verhalten. Aufgrund der Symmetrie des Sendesignals ergibt sich aber wiederum ein Ausgangssignal mit einem Tastverhältnis von 50:50. Beim mittleren Signalvergleicher erfahren beide Signale identische Verzögerungen auf den Signalleitern, weil die Abstände zu den Empfängern E₁ und E₂ gleich sind. Dadurch heben sich die Verzögerungen τ_A und τ_B im Ergebnis weg, so dass sich ein konstantes Ausgangssignal des Signalvergleichers ergibt. Es folgt daraus, dass der Sender jeweils gleich weit von den Empfängern E₁ und E₂ entfernt ist. Wäre der Sender näher am Empfänger E₁ angeordnet, würden die Laufzeitverzögerungen, die das Signal auf dem an den Empfänger E₁ angeschlossenen Signalleiter erst an einem näher am Empfänger E₂ gelegenen Punkt denjenigen des vom Empfänger E₂ empfangenen Signal entsprechen. Dementsprechend würde der rechte Signalvergleicher ein konstantes Ausgangssignal oder wenigstens ein Ausgangssignal mit einem höheren Tastverhältnis zeigen. Es zeigt sich, dass auf diese Weise die Bestimmung der Abstände zwischen den Empfängern E₁ und E₂ und dem Sender S möglich ist.

[0030] Fig. 2 zeigt ein Blockdiagramm einer ersten Ausführung der Erfindung. Ein Sender beziehungsweise ein mit einem Sender ausgestattetes Objekt **10** ist an einem anfangs unbekanntem Ort relativ zur Vorrichtung der Erfindung angeordnet. Das Ausführungsbeispiel umfasst einen ersten Empfänger **21** und einen zweiten Empfänger **22**, die zueinander beabstandet angeordnet und ausgebildet sind, ein vom Sender **10** ausgestrahltes Signal zu empfangen. Die ersten und zweiten Empfänger **21**, **22** sind ausgangsseitig mit optionalen ersten und zweiten Verstärkern **31** beziehungsweise **32** verbunden, welche ein von den Empfängern **21**, **22** empfangenes Signal des Senders **10**, welches vorzugsweise sinusförmig ist, verstärken und amplitudenbegrenzen, um so ein Rechtecksignal zu formen. Die Nulldurchgänge des so erzeugten Rechtecksignals stimmen idealerweise mit jenen der von den Empfängern **21**, **22** empfangenen Signalen überein, so dass die Phaseninformation der empfangenen Signale erhalten bleibt. Die binäre Signalform der Rechtecksignale vereinfacht gegenüber einem Sinus oder einem sonstigen Signal

die Auswertung mit digitalen Funktionsblöcken. Die Erfindung ist jedoch nicht auf eine Auswertung der empfangenen Signale durch die beschriebene Umwandlung in ein Rechtecksignal beschränkt. Alternativ können auch analoge Schaltungskomponenten zur Auswertung herangezogen werden, welche ihrerseits ausgangsseitig beispielsweise binäre Signale erzeugen können.

[0031] Die Verstärker **31**, **32** sind ausgangsseitig mit je einem Eingang einer Phasenverschiebungsmesseinheit **50** verbunden. Die Phasenverschiebungsmesseinheit **50** ist ausgebildet, eine Phasenverschiebung zwischen den von den Empfängern **21** und **22** empfangenen Signalen zu bestimmen. Diese Phasenverschiebung ist proportional zu der Differenz der Wegstrecke zwischen dem Sender **10** und dem ersten Empfänger **21** einerseits und der Wegstrecke zwischen dem Sender **10** und dem zweiten Empfänger **22** andererseits. Da der Abstand zwischen dem ersten und dem zweiten Empfänger **21**, **22** bekannt und unveränderlich ist, kann durch Triangulation die Position des Senders bestimmt werden.

[0032] Es sind auch dreidimensionale Ausführungen der Erfindung vorstellbar, bei der mehr als zwei Empfänger verwendet werden, beispielsweise drei in einer Ebene angeordnete Empfänger oder vier oder mehr Empfänger, welche nicht auf einer Ebene angeordnet sind. Es ist auch möglich, die Messgenauigkeit durch redundante (zusätzliche) Empfänger und Phasenverschiebungsmesseinheiten zu erhöhen.

[0033] Fig. 3 zeigt ein Blockdiagramm eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Phasenverschiebungsmesseinheit **50**. Eine Mehrzahl von Signalvergleichern **53-1** bis **53-m** sind entlang eines ersten und eines zweiten Signalleiters **51** beziehungsweise **52** angeordnet. Die Signalleiter **51**, **52** sind an gegenüberliegenden Seiten mit dem ersten beziehungsweise zweiten Empfänger (oder zwischen die Empfänger und die Phasenverschiebungsmesseinheit **50** geschaltete optionale Zwischenkomponenten) verbunden. Die Ausbreitungsrichtung der in den Signalleitern **51**, **52** transportierten Signale ist in dem Blockdiagramm durch Pfeile angedeutet. Die Signalvergleicher **53-1** bis **53-m** haben jeweils einen mit dem ersten Signalleiter **51** und einen mit dem zweiten Signalleiter **52** verbundenen Eingang. Sie sind ausgebildet, die an ihren Eingängen anliegenden Signale bezüglich ihrer Phase zu vergleichen. Dies kann beispielsweise in der Art eines bekannten Phasen-Frequenz-Detektors geschehen, welcher abhängig davon, an welchem seiner Eingänge zuerst eine Flanke einer vorgegebenen Polarität erscheint, ein entsprechendes Ausgangssignal ausgibt. Die bevorzugte, weil schaltungstechnisch am einfachsten zu realisierende Ausführungsform der Signalvergleicher **53-1** bis **53-m** ist jedoch die eines Exklusiv-Oder- oder ein Äquivalenz-Gatters.

[0034] Jedem Signalvergleicher **53-1** bis **53-m** ist ein Addierer (oder auch Zähler) **54-1** bis **54-m** nachgeschaltet. Die Addierer **54-1** bis **54-m** zählen die von den Signalvergleichern **53-1** bis **53-m** erzeugten Ausgangssignale, so dass die Zählerstände ein Maß dafür ergeben, wie oft innerhalb des Überwachungszeitraumes eines der Signale vor dem jeweils anderen detektiert wurde. Wird die Abtastfrequenz der Addierer hierbei so gewählt, dass eine Frequenzdifferenz zu der Frequenz des Signales des Senders besteht, verschiebt sich der Abtastzeitpunkt über die Periodendauer des Signales des Senders, so dass auch eine quantitative Aussage über die Phasenverschiebung zwischen den Signalen auf dem ersten und dem zweiten Signalleitern **51**, **52** möglich wird (statistisches Sampling).

[0035] Fig. 4 zeigt ein Blockdiagramm einer zweiten Ausführung der Erfindung. Gleiche Komponenten wie im ersten Ausführungsbeispiel sind durch gleiche Bezugszeichen gekennzeichnet. Eine wiederholende Beschreibung entfällt. Im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel sind hier die Verstärker **31**, **32** entfallen, können aber entsprechend vorgesehen werden. Stattdessen besitzt das zweite Ausführungsbeispiel eine Mehrzahl von Phasenverschiebungsmesseinheiten **50-1** bis **50-n**, welche wie die in Fig. 3 gezeigte Phasenverschiebungsmesseinheit aufgebaut sind, wobei jedoch abhängig von der Signalfrequenz unterschiedliche Anzahlen von Signalvergleichern **53** und Addierern **54** vorgesehen sein können (weniger Signalvergleicher **53** und Addierer **54** bei steigenden Signalfrequenzen). Jede der Phasenverschiebungsmesseinheiten **50-1** und **50-n** ist über ein zugehöriges Paar von Bandpassfiltern **41-1** und **42-1** bis **41-n** und **42-n** an den ersten beziehungsweise zweiten Empfänger **21**, **22** angeschlossen. Sind auch die optionalen Verstärker **31**, **32** des ersten Ausführungsbeispiels vorgesehen, werden diese jeweils zwischen die Bandpassfilter **41-1** bis **41-n** beziehungsweise **42-1** bis **42-n** und die Phasenverschiebungsmesseinheiten **50-1** bis **50-n** geschaltet. Jedes Paar von Bandpassfiltern **41-1**, **42-1** bis **41-n**, **42-n** besitzt eine zugeordnete Mittenfrequenz f_1 bis f_n , wobei sich die Mittenfrequenzen vorzugsweise voneinander unterscheiden. Der Sender **10** sendet bei dieser Ausführungsform der Erfindung ein Signal, das sich als Überlagerung von Signalen verschiedener Frequenzen (den Mittenfrequenzen der Bandpassfilter entsprechend) darstellt. Aufgrund der unterschiedlichen Wellenlängen der überlagerten Signale kann die Position des Senders **10** auf diese Weise mit erhöhter Genauigkeit und eindeutig bestimmt werden.

Patentansprüche

1. Eine Vorrichtung zum Lokalisieren eines Senders (**10**), die Vorrichtung aufweisend einen ersten Empfänger (**21**), einen von dem ersten Empfänger

(21) beabstandet angeordneten zweiten Empfänger (22) und wenigstens eine Phasenverschiebungsmesseinheit (50), wobei die Phasenverschiebungsmesseinheit (50) einen mit dem ersten Empfänger (21) verbundenen ersten Signalleiter (51), einen mit dem zweiten Empfänger (22) verbundenen zweiten Signalleiter (52), eine Mehrzahl von Signalvergleichern (53) und eine Mehrzahl von Addierern (54) aufweist, wobei die Signalvergleicher (53) jeweils einen mit dem ersten (51) beziehungsweise dem zweiten Signalleiter (52) verbundenen ersten beziehungsweise zweiten Eingang aufweisen und ausgangsseitig mit jeweils einem zugeordneten der Mehrzahl der Addierer (54) verbunden sind.

bungsmesseinheiten (50-1, ..., 50-m), wobei zwischen den ersten beziehungsweise zweiten Empfänger (21, 22) und den ersten beziehungsweise zweiten Signalleitern (51, 52) jeder einzelnen Phasenverschiebungsmesseinheit (50-1, ..., 50-m) ein erstes beziehungsweise zweites Bandpassfilter (41-1, 42-1, ..., 41-n, 42-n) geschaltet sind, wobei die jeweiligen ersten und zweiten Bandpassfilter (41-1, 42-1, ..., 41-n, 42-n) eine der jeweiligen Phasenverschiebungsmesseinheit (50-1, ..., 50-m) zugeordnete Mittenfrequenz (f_1, f_2, \dots, f_n) aufweisen, welche sich von den Mittenfrequenzen (f_1, f_2, \dots, f_n) der ersten und zweiten Bandpassfilter (41-1, 42-1, ..., 41-n, 42-n) der jeweils anderen Phasenverschiebungsmesseinheiten (50-1, ..., 50-m) unterscheidet.

2. Die Vorrichtung von Anspruch 1, bei der jeweils zwischen den ersten Empfänger (21) und den ersten Signalleiter (51) beziehungsweise zwischen den zweiten Empfänger (22) und den zweiten Signalleiter (52) ein erster (31) beziehungsweise zweiter Verstärker (32) geschaltet sind, wobei der erste und der zweite Verstärker (31, 32) ausgebildet sind, ein Signal des ersten beziehungsweise zweiten Empfängers (21, 22) zu verstärken und amplitudenzubegrenzen.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

3. Die Vorrichtung von einem der Ansprüche 1 oder 2, bei der die Signalvergleicher (53) Exklusiv-oder-oder Äquivalenzgatter sind.

4. Die Vorrichtung von einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der jeder Addierer (54) einen Akkumulator enthält und ausgebildet ist, in Abhängigkeit von einem Ausgangssignal des mit dem jeweiligen Addierer (54) verbundenen Signalvergleichers (53) einen in dem Akkumulator gespeicherten Zählerwert zu inkrementieren.

5. Die Vorrichtung von Anspruch 4, mit einer mit den Addierern (54) verbundenen Auswerteeinheit, welche ausgebildet ist, die Zählerwerte aus den Addierern (54) auszulesen und anhand der Zählerwerte eine Phasenverschiebung zwischen einem von dem ersten Signalleiter (51) geleiteten ersten Signal und einem vom dem zweiten Signalleiter (52) geleiteten zweiten Signal zu bestimmen.

6. Die Vorrichtung von Anspruch 5, bei der die Auswerteeinheit außerdem ausgebildet ist, einen maximalen und einen minimalen Zählerwert der Zählerwerte der Addierer (54) zu bestimmen.

7. Die Vorrichtung von einem der Ansprüche 5 oder 6, bei der die Auswerteeinheit außerdem ausgebildet ist, eine Ausgleichskurve durch die Zählerwerte der Addierer (54) zu legen und die Phasenverschiebung anhand der Ausgleichskurve zu bestimmen.

8. Die Vorrichtung von einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer Mehrzahl von Phasenverschie-

Anhängende Zeichnungen

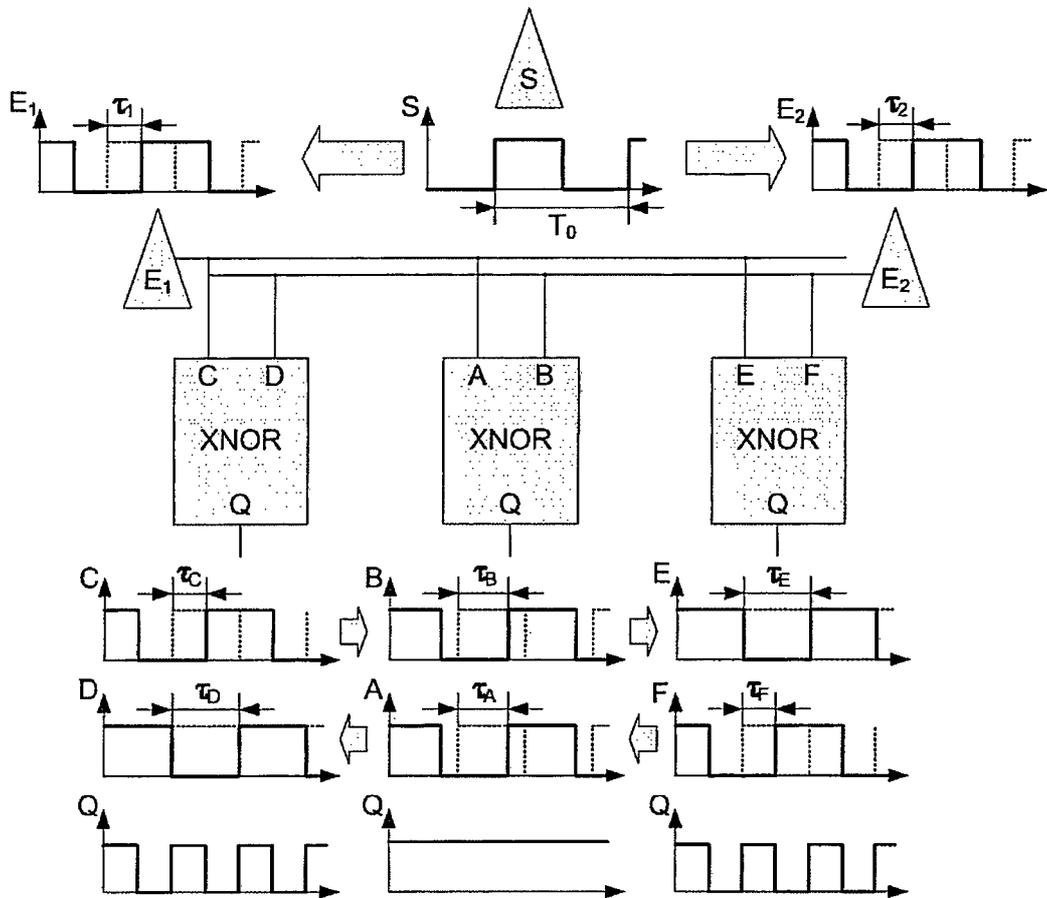


Fig. 1

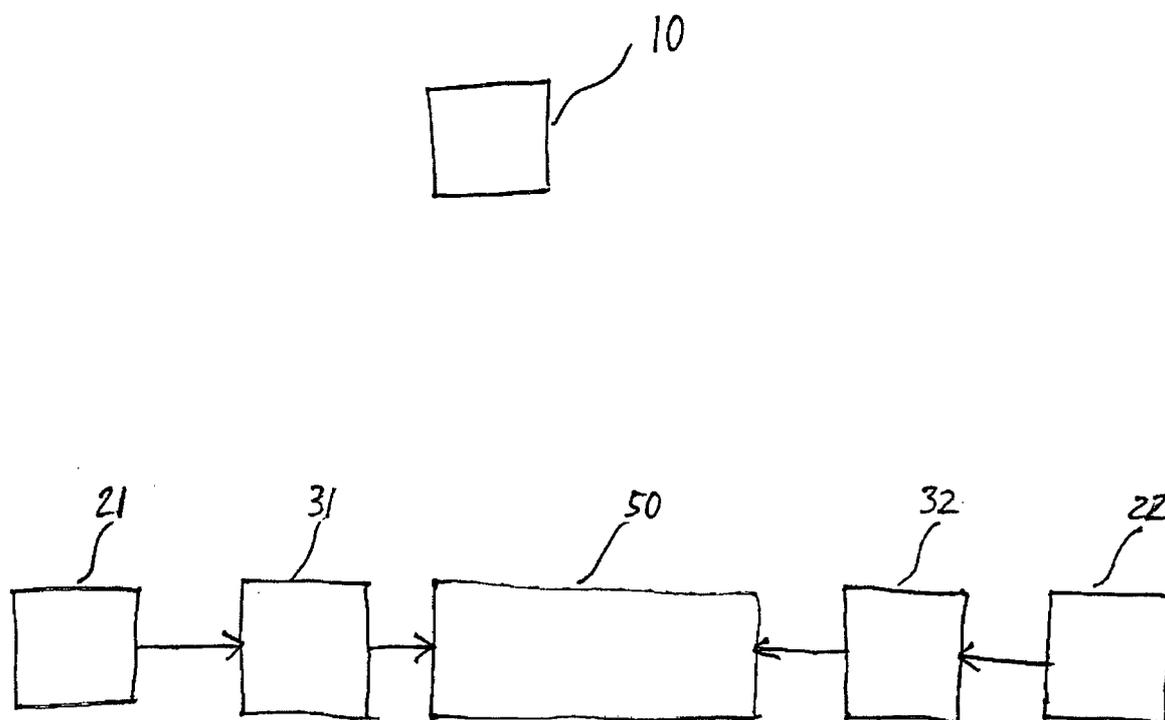
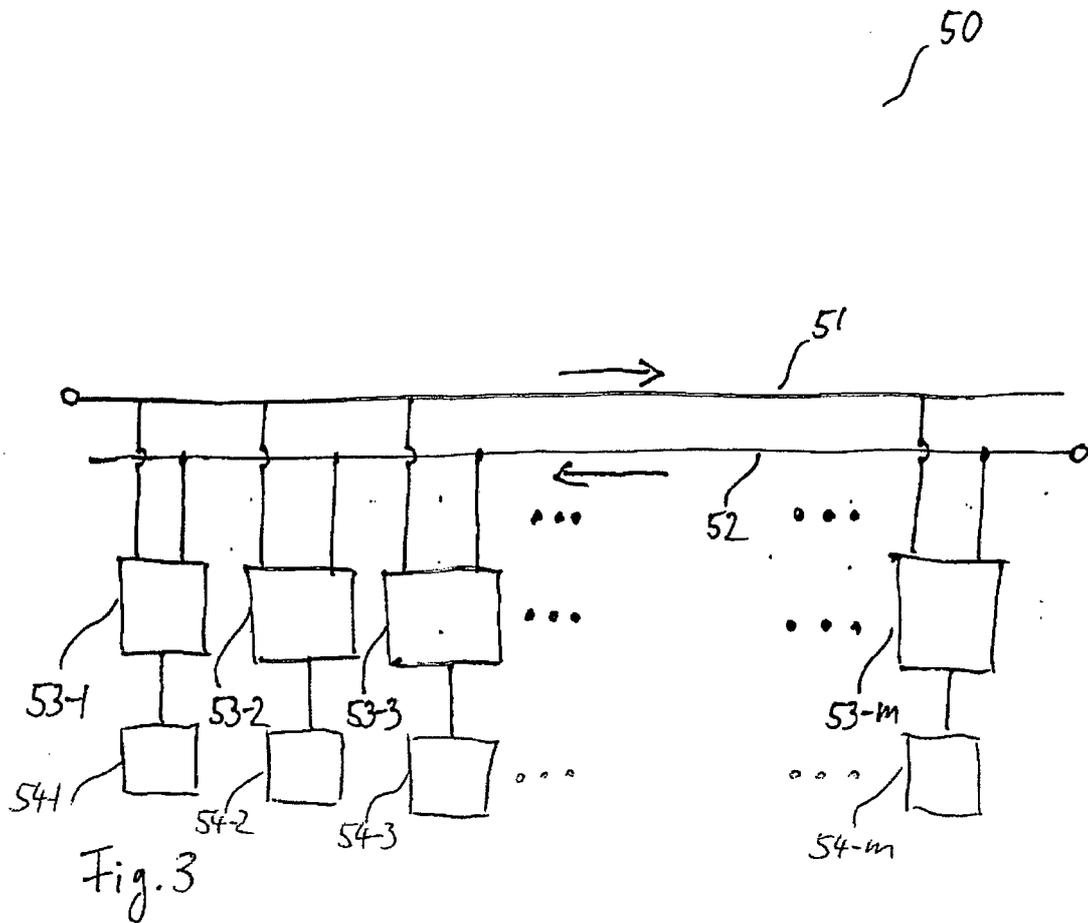


Fig. 2



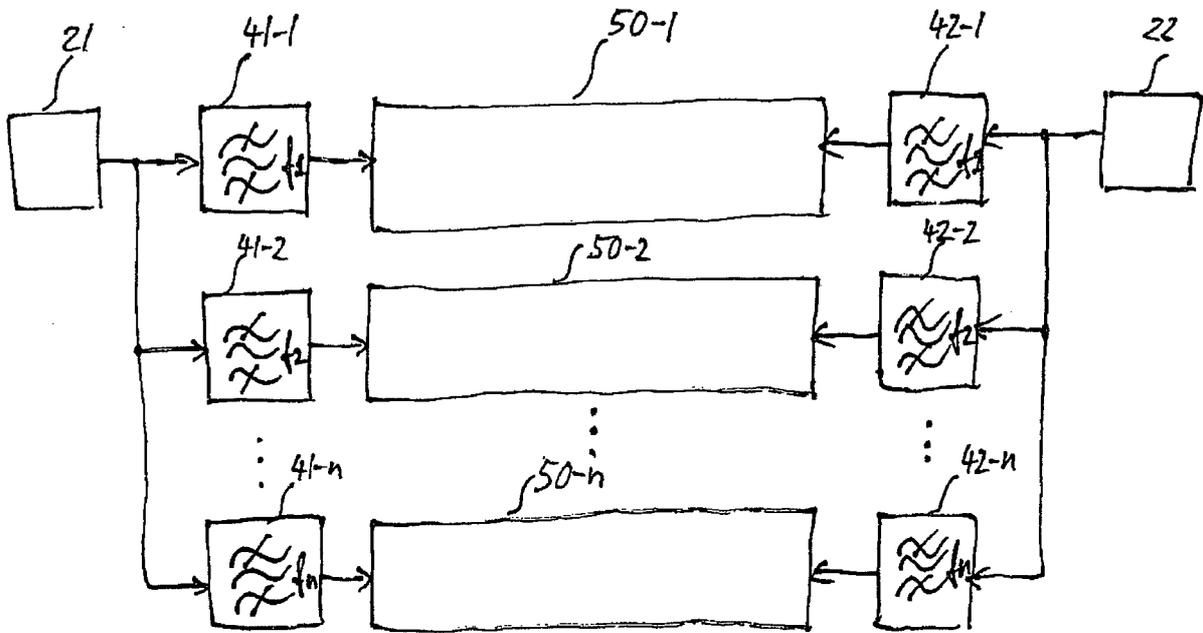
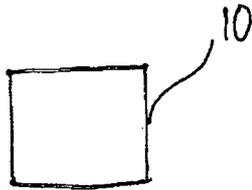


Fig. 4