



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 054 940 A1** 2006.05.18

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 054 940.0**

(22) Anmeldetag: **13.11.2004**

(43) Offenlegungstag: **18.05.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H04R 5/027** (2006.01)  
**G01S 1/02** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Luetkens, Luer, Dr.-Ing. Dipl.-Phys., 72762  
Reutlingen, DE**

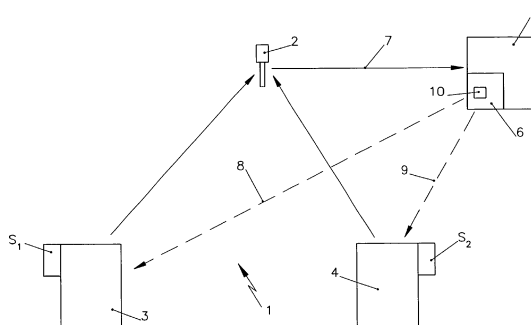
(74) Vertreter:  
**Kohler Schmid Möbus, 72764 Reutlingen**

(72) Erfinder:  
**gleich Anmelder**

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

(54) Bezeichnung: **Funkortungsverfahren und Vorrichtung zur stereophonen oder mehrdimensionalen Übertragung von Signalen von bewegbaren Mikrofonen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zur Aufzeichnung oder Wiedergabe von von einem bewegbaren Mikrofon (2) erfasster akustischer Information, bei dem die Position des die akustische Information erfassenden Mikrofons (2) bestimmt wird, wobei die durch die Positionsbestimmung erhaltene Ortsinformation (Vout) der akustischen Information zugeordnet wird und bei der Wiedergabe der akustischen Information oder bei der Aufzeichnung der akustischen Information zur Erzeugung eines Stereoeffekts berücksichtigt wird.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufzeichnung oder Wiedergabe von von einem bewegbaren Mikrofon erfasster akustischer Information sowie ein System zur Aufzeichnung oder Wiedergabe von von einem bewegbaren Mikrofon, insbesondere Funkmikrofon, erfasster akustischer Information.

**[0002]** Die gesamte Unterhaltungselektronik ist heute auf die Übertragung wenigstens zweier Tonsignale oder -kanäle ausgelegt. Bei Konzerten oder anderen (auch) akustischen Darbietungen werden Mikrofone aufgestellt, deren Signale „räumlich“ eingeordnet werden, sodass bei der Abstrahlung durch Lautsprecher der Ort der Entstehung des Schalls vom Zuhörer wahrgenommen werden kann. Das funktioniert auch bei der Aufnahme für Tonträger oder bei der Rundfunkübertragung. Bei vielen Veranstaltungen benutzen die Künstler heute Funkmikrofone, deren Position nicht geortet wird. Der Zuschauer sieht also eventuell, was passiert, kann aber akustisch die einzelnen Stimmen nicht einzelnen Personen zuordnen. Auch bei einer Rundfunkübertragung ist bei der Verwendung von bewegten Mikrofonen keine Stereoinformation vorhanden. Für eine reine Tonaufzeichnung ist eine solche Darbietung nach dem heutigen Stand der Technik überhaupt nicht zu gebrauchen. Auch die Nachbearbeitung zur künstlichen Herstellung eines wirklichkeitstreuen Raumeindrucks ist nicht möglich.

## Aufgabenstellung

**[0003]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren und ein System bereitzustellen, mit denen auch bei bewegten Mikrofonen ein Stereoeffekt erzeugt werden kann.

**[0004]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch ein System mit den Merkmalen des Anspruchs 14 gelöst.

**[0005]** Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind in den Ansprüchen 2 bis 13 beschrieben. Ausgestaltungen des Systems sind in den Ansprüchen 15 bis 17 beschrieben.

**[0006]** Das vorgeschlagene Verfahren setzt die geringen Laufzeiten der elektromagnetischen Wellen in die größeren der Schallwellen in Luft um.

**[0007]** Es erlaubt auch die Korrektur der Lautstärke des Tons entsprechend der Entfernung des Ortes seiner Entstehung zum Lautsprecher. Diese Entfernung würde der Entfernung zum Mikrofon bei der herkömmlichen Übertragungstechnik entsprechen.

**[0008]** Der Grund, weshalb eine akustische Ortung

der Schallquelle bei der Benutzung einer Funkübertragung nicht möglich ist, besteht im Unterschied der Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen einerseits und der Schallwellen andererseits.

**[0009]** Das Verfahren wird für die Anwendung in einer Dimension, also entlang einer Strecke, beschrieben. Es ist aber genauso geeignet in der Fläche oder im Raum, wenn mehrere Strecken in beliebigem Winkel verwendet werden. Man kann sich vorstellen, dass an den Enden der Strecke Lautsprecher stehen, die mit einem zeitlich korrelierten und lautstärkerichtigen Signal versorgt werden, um den Zuhörer außerhalb der Fläche oder des Raums mit dem gewünschten räumlichen Höreindruck zu versorgen.

**[0010]** Die für die Übertragung der Signale von Funkmikrofonen benutzten Frequenzen liegen oberhalb von 430 MHz, entsprechend Wellenlängen unterhalb von 70 cm. Die Wellenlänge dieser Signale kann also zur Ortsbestimmung über eine Entfernung von z. B. 30 m nicht benutzt werden. Man kann aber solche Signale derart modulieren, dass einerseits der Zeitpunkt innerhalb der benötigten Entfernung (z. B. innerhalb von 30 m, das entspricht einer Laufzeit von 100 ns) eindeutig ist, andererseits aber genau genug für eine Ortsbestimmung. Überträgt man einen Impuls von z. B. 5 ns, entspricht das theoretisch einer örtlichen Ungenauigkeit von 1,5 m, aber durch eine Mittelwertbildung ist die Aussage genauer. Alternativ kann man sich vorstellen, mit einer sinusförmigen Modulation von z. B. 10 MHz zu arbeiten, was einer Wellenlänge von 30 m entspricht. Es genügt die Ausstrahlung jeweils eines Seitenbandes ohne Träger (Einseitenbandmodulation). Dadurch werden nur jeweils die unmoduliert erscheinenden Frequenzen erzeugt. Beispielhaft wird im Folgenden die Sendefunktion in die feststehenden Antennen verlegt, die Auswertung in den bewegten Empfänger. Das Prinzip funktioniert umgekehrt genauso, d. h. bei Aussendung der Signale von der bewegten Station und Auswertung der Empfangssignale der stationären Antennen. Im Falle zahlreicher bewegter Stationen und weniger feststehender Antennen werden in der geschilderten Variante weniger Frequenzen belegt.

**[0011]** An jedem Ende der hier als Beispiel beschriebenen Strecke, die man sich als linke und rechte Begrenzung einer Bühne vorstellen kann, wird je eine Sendeantenne bzw. Sendestation aufgestellt. Jede dieser Antennen strahlt auf verschiedener Frequenz ein Signal ab, das mit einer Zeitinformation, insbesondere einem Modulationssignal, kohärent moduliert ist. Es kann sich bei der Modulation um Impulse mit geeigneten zeitlichen Abständen handeln oder um eine Sinusschwingung geeigneter Frequenz. In einer Ausgestaltung wird von einer Antenne auch eine Referenzfrequenz ausgestrahlt.

**[0012]** Das Prinzip der Erfindung besteht also in einer ersten Variante in der Aussendung zweier Sendesignale verschiedener Sendefrequenz, die beide mit der gleichen Modulationsfrequenz moduliert werden. Die Sendeantennen stehen an den Enden der Strecke, auf der eine Ortung ermöglicht werden soll. Betrachtet man die Modulationsfrequenz, so wird diese Schwingung synchron und vorzugsweise ohne Phasendifferenz von beiden Antennen ausgesendet. Damit der Empfänger die Referenzfrequenz wieder reproduzieren kann, muss man sie – nach entsprechender Multiplikation – getrennt ausstrahlen – oder man gewinnt auch die Modulationsfrequenz aus der gleichen Referenzfrequenz.

**[0013]** Im Empfänger für beide Sendefrequenzen wird aus einer empfangenen Sendefrequenz zunächst die Referenzfrequenz zurück gewonnen. Diese Referenzfrequenz wird dann genauso durch Multiplikation erhöht wie in den Sendern. Nun werden aus beiden Empfangssignalen jeweils die Modulationssignale zurück gewonnen, deren Phasenlage Aufschluss über die relative Entfernung (die Entfernungsdifferenz) zu den beiden Sendeantennen gibt. Die Modulationssignale aus beiden Empfangssignalen (= empfangene Sendesignale) werden deshalb einem Phasendetektor zugeführt. Solche Phasendetektoren sind als integrierte Schaltungen erhältlich. Sie liefern am Ausgang eine vorzeichenbehaftete Gleichspannung, die einen Phasenunterschied innerhalb von  $\pm 2 \pi$  linear abbildet. Mit dieser (Orts-)Information, die direkt dem Entfernungsunterschied zu den beiden Antennen entspricht, wird das Signal des Funkmikrofons, also die akustische Information, ausgestrahlt, insbesondere zusätzlich moduliert. Die erforderliche Bandbreite ist sehr gering, weil nur wenige Übertragungen der Entfernungsinformation pro Sekunde erforderlich sind. Besonders vorteilhaft ist eine digitale Modulation, die nicht nur die Abweichung der Position von der Mitte zwischen den Antennen enthält, sondern auch die Identifikation der empfangenen Signale. Bei nur zwei Antennen ist das unnötig, aber bei mehr als zwei Antennen zweckmäßig.

**[0014]** Für jedes Funkmikrofon gibt es eine Empfangsvorrichtung (häufig mit Empfänger- oder Antennendiversity). Diese Vorrichtung wird erweitert um eine Signalverarbeitung, die für eine entsprechende Anzahl von Kanälen Verzögerung und Lautstärke einstellt. Das empfangene Tonsignal (akustische Information) wird durch übliche Methoden zeitlich verzögert an die Lautsprecher oder die Eingänge der Übertragungs- oder Aufzeichnungsgeräte weitergeleitet. Ebenso wird seine Lautstärke in der richtigen Weise angepasst. Hierfür gelten die bekannten Regeln der Elektroakustik.

**[0015]** Der Zuhörer muss sich außerhalb der durch die beschriebenen Strecken begrenzten Fläche oder

des Raums befinden. Tritt ein Künstler mit einem Funkmikrofon etwa aus der Fläche heraus, um sich ins Publikum zu begeben, entfernt er sich von der Fläche, was zu einer Verzögerung in der Abstrahlung seines Signals führt. Für einen korrekten Eindruck müsste es aber zeitlich vorgezogen werden, da die Lautsprecher vom Zuhörer weiter entfernt sind als der Künstler. Allgemeiner ausgedrückt dürfen sich alle verwendeten Lautsprecher nicht weiter vom Zuschauer entfernt befinden als die Schallquelle.

**[0016]** Bei nur zwei feststehenden Antennen gibt es nur eine eindimensionale Information. Es kann also z. B. nur zwischen rechts und links unterschieden werden. Es wird nur die Laufzeitdifferenz zu den Stationen S1 und S2 ausgenutzt. Durch mehrere Strecken der beschriebenen Art kann eine Fläche oder ein Raum begrenzt werden. Auch wenn Lautsprecher nur an zwei Positionen betrieben werden, kann durch ein zusätzliches Signal einer zusätzlichen Sendeantenne weiter hinten ein flächiger Eindruck erzeugt werden, sodass das übertragene Signal lauter wird, wenn es von weiter vorn kommt. In diesem Fall sind mehr Sendestationen als Lautsprecher vorhanden.

**[0017]** Dazu kann allerdings aus dem genannten Grund nicht weiter hinten ein Lautsprecher aufgestellt werden. Man kann aber auf die tatsächliche Entfernung zu den vorne stehenden Lautsprechern schließen und für diese die Lautstärke und Laufzeit anpassen. Außerdem kann man die Verringerung des Winkels korrigieren, die auf folgende Weise entsteht: Befindet sich die bewegte Station zwischen den Sendestationen S1 und S2 auf einer diese verbindenden Gerade, wirkt sich jede Bewegung entlang der Geraden direkt und in vollem Maße aus. Bilden S1, S2 und die bewegte Station ein Dreieck, wird die gemessene Laufzeitdifferenz umso geringer, je spitzer das Dreieck wird, d.h. je weiter hinten sich die bewegte Station befindet. Die Stereobasis wird scheinbar verkleinert. Durch eine stationäre Station weiter hinten oder deren zwei kann die notwendige Ortsinformation gewonnen werden, die natürliche Stereobasis kann wiederhergestellt werden.

**[0018]** Die dritte Dimension kann besonders bei der direkten Lautsprecherübertragung im geschlossenen Raum gewünscht sein. Durch Lautsprecher, die ihren Schall von erhöhter Position abgeben, wird im Zuschauerraum der Schall anders reflektiert, woraus der Zuhörer auch akustisch wahrnimmt, wenn ein Künstler von einer erhöhten Position aus vorträgt. Obwohl der Mensch mit seinen zwei Ohren nur rechts/links unterscheiden kann, schließt er aus Klangfarbe, Echo und anderen Eigenschaften des Schalls auf den Entstehungsort des Schalls in einem Raum.

**[0019]** Soll die Fläche nicht durch eine Gerade begrenzt werden, benötigt man mehr als eine Strecke.

Die Position des Funkmikrofons wird dann von drei oder mehr Stellen mit drei oder mehr Signalen versorgt. Dazu müssen entsprechend mehr Kanäle vorgesehen werden. Wenn man überall dieselbe Modulationsfrequenz benutzt, was den Aufbau besonders der Empfänger der Funkmikrofone vereinfacht, muss deren Wellenlänge eine eindeutige Ortung innerhalb der ganzen Fläche erlauben. Die größte Entfernung innerhalb der Fläche muss kleiner sein als das Doppelte der Wellenlänge, weil der Phasendetektor nur in diesem Bereich ein eindeutiges Ergebnis liefert.

**[0020]** Auf die Beschreibung der üblichen Komponenten, wie Verstärker, Begrenzer, Stromversorgungen usw. wird nicht eingegangen. Ebenso werden Mittel der Frequenzvervielfachung oder -teilung nicht erläutert, weil es sich um bekannte Technik handelt, z. B. PLL (Phase-Locked-Loop) oder DDS (Direct Digital Synthesis). Die Vorrichtungen zur Entdeckung gestörter Frequenzen aus der Sicht der Position der Sendeantennen oder aus Sicht der bewegten Stationen werden nicht dargestellt, es wird auf bekannte Technik zurückgegriffen. Ebenso werden die Steuereinrichtungen, wie sie zur Änderung der Empfangsfrequenzen bei geänderten Sendefrequenzen notwendig sind, nicht gezeigt.

**[0021]** Alle stationären Sender des vorgeschlagenen Verfahrens strahlen Signale aus, die aus demselben Referenzsignal der Frequenz  $f_{ref}$  abgeleitet sind. Die Phasenbeziehungen der gesendeten Trägersignale sind unwichtig. Wichtig ist die Phasenlage der gesendeten Modulation. Man kann die Gleichzeitigkeit der Ausstrahlung am Ort der Antennen z. B. durch eine fest eingestellte mehrkanalige Sendevorrichtung mit gleichlangen Kabeln zu den Antennen erreichen oder durch Phasenschieber auf der Modulationsebene.

**[0022]** Die Empfangsvorrichtung der bewegten Station weist vorteilhafterweise einen Kanal für die Wiederherstellung der Referenzfrequenz  $f_{ref}$  auf. Es ergeben sich auch keine besonderen Forderungen an die Phasentreue dieses Signals, wohl aber an die exakte Frequenz. Jede kleinste Abweichung dieser Frequenz von derjenigen im Sender muss sicher vermieden werden.

**[0023]** Durch die üblichen Übertragungsfrequenzen bis in den Gigahertzbereich sind Mehrfachüberlagerungsempfänger nötig. Eine bezogen auf die Übertragungsfrequenz äußerst geringe Bandbreite ist zur Selektion der empfangenen Signale erforderlich. Je kleiner diese Bandbreite ist, umso geringer ist die Wahrscheinlichkeit von Störungen, und umso leichter lassen sich freie Frequenzen finden. Niedrige Bandbreiten lassen sich ökonomisch nur bei entsprechend niedrigen Frequenzen realisieren. Die Übertragungsfunktion konventioneller Filter beeinflusst die Phasenlage des übertragenen Signals zunehmend mit

geringer werdender Bandbreite und zunehmender Frequenzabweichung des übertragenen Signals von der Mittenfrequenz des Filters. Digital arbeitende Filter können diesen Nachteil vermeiden. Wenn man eine Modulationsfrequenz von 10 oder 20 MHz verwendet, erfordern beim heutigen Stand der Technik digitale Filter eine Herabsetzung des Signals auf eine geringere Zwischenfrequenz von z. B. 40 kHz. Das Signal wird auf eine geeignete Frequenz herunter- und nach Filterung wieder heraufgemischt. Fehler der dazu benötigten Hilfsfrequenz  $f_h$  heben sich auf diese Weise auf.

**[0024]** Setzt man konventionelle Filter entweder auf der herabgesetzten oder auf der Modulationsfrequenz ein, ist es vorteilhaft, diese Filter durch elektronische Schalter mit einer Frequenz zwischen den Empfangskanälen hin- und herzuschalten, die klein ist gegen verwendete Übertragungsfrequenz, aber so hoch, dass bei der Ortung der bewegten Station keine Sprünge hörbar werden. Das unterschiedliche Phasenverhalten der beiden Filter wird durch Integration des Ausgangssignals des Phasendetektors  $U_{out}$ , welches die Ortsinformation enthält, ausgeglichen.

**[0025]** Das Ausgangssignal  $U_{out}$  wird zur Modulation des Senders des Funkmikrofons verwendet. Verschiedene Techniken hierfür sind bekannt.

**[0026]** Vorteilhaft ist es, die Phasendifferenzen zu mehreren stationären Sendern auszuwerten. Man kann dazu die Multiplikatoren der Referenzfrequenz zur Erzeugung der unterschiedlichen Sendefrequenzen zeitlich ändern. Mit dem Ausgangssignal  $U_{out}$  muss man dann die verwendeten Frequenzen identifizieren. Der Vorteil dieses Verfahrens gegenüber mehreren Empfangskanälen besteht in einem möglicherweise geringeren Schaltungsaufwand und in einer größeren Flexibilität bei der Anpassung an unterschiedliche geometrische Gegebenheiten.

**[0027]** Als Alternative zu verschiedenen Frequenzen können in einer zweiten Variante auch Signale gleicher Frequenz benutzt werden, die sich zeitlich getaktet abwechseln. Diese Signale werden dann durch eine zusätzliche Kennung unterschieden.

**[0028]** Die Antennen strahlen dabei in zeitlicher Taktfolge dieselbe Frequenz aus. In diesem Fall werden in dem Ausgangsverstärker, in dem die endgültige Frequenz verstärkt wird, an geeigneter Stelle elektronische Schalter angeordnet, die der Reihe nach entweder verschiedene Endverstärker mit je einer Antenne oder gleich verschiedene Antennen ansteuern. Es ist vorteilhaft, die Signaltaktung synchron zur Modulationsfrequenz und jeweils für die Dauer eines ganzzahligen Vielfachen der Modulationsfrequenz durchzuführen. Dadurch werden Störeffekte im Phasendetektor des Empfängers vermieden.

**[0029]** Wird nur eine Frequenz verwendet, wird die Referenzfrequenz aus nur einem Signal gebildet. Die betreffende Schaltung wird so ausgelegt, dass sie die Frequenz beibehält, solange kein Eingangssignal vorhanden ist. Zum Vergleich der Phasen des Modulationssignals werden entweder „Phasenspeicher“ vorgesehen, z. B. VCOs (Voltage Controlled Oscillators), die dann den Phasendetektor versorgen. Oder aber man misst die Zeit z. B. vom Moment der Antennenumschaltung bis zum Nulldurchgang der ersten vollständig empfangenen Modulationsschwingung. Diese Alternative hat Vorteile bei einer größeren Anzahl von Signalen. Auch fällt die Anpassung an eine nicht vorbestimmte Anzahl von Signalen leichter. Ein Empfänger muss nicht für eine begrenzte Zahl von Signalen ausgelegt werden. Einrichtungen zur Erkennung des Umschaltzeitpunktes der Antennen sind vorgesehen.

**[0030]** Eine Möglichkeit der Bestimmung des Signalwechsels besteht in einer Pause zwischen jeweils verschiedenen Signalen. Auch hierfür empfiehlt es sich, die Pausen ein ganzzahliges Vielfaches der Modulationsfrequenz lang zu machen.

**[0031]** Für den praktischen Betrieb ist es wünschenswert, mit möglichst wenigen manuellen Bedienungen auszukommen. Besonders bei den bewegten Stationen sollte man sich auf einen Ein-/Auswechsler beschränken. Zur Vermeidung von Störungen von den stationären zu den bewegten Stationen gibt es nicht die Möglichkeit des Empfänger- oder Antennendiversityempfangs. Es gibt die Möglichkeit der Frequenzdiversity, also mehrere Frequenzgruppen gleichzeitig abzustrahlen, wobei der Empfänger die störungsfreiere auswählt, und es besteht die Möglichkeit, die Frequenzen einer Gruppe zu ändern. Das Kriterium zur Bestimmung einer Frequenzgruppe kann gebildet werden, indem der Sender in einer Pause stillgesetzt wird, um mittels einem oder mehrerer Empfänger die Verfügbarkeit aller Frequenzen der Gruppe zu prüfen. Müssen die Frequenzen verlegt werden, wird ein Verfahren benötigt, durch das die Empfänger die neuen Frequenzen erfahren.

**[0032]** Deshalb wird vorgeschlagen, die Sendesignale der stationären Station mit einer zusätzlichen Information zu versehen. Diese Modulation enthält eine Kennzeichnung, die das Signal als zum System gehörend kennzeichnet. Außerdem kann die Kennzeichnung die Nummer enthalten, wenn man sich die Frequenzen nummeriert vorstellt, z. B. die niedrigste Frequenz hat die Nr. 1, die nächst höhere Frequenz die Nr. 2 usw. Außerdem kann die Kennzeichnung die Anzahl der insgesamt benutzten Frequenzen enthalten. Die Empfänger der Funkmikrofone werden mit einer Logik und Vorrichtung ausgestattet, durch die sie Ihre Empfangskanäle (nur) auf die verfügbaren Frequenzen einstellen.

**[0033]** Diese Einstellung kann durch Absuchen des voreingestellten Frequenzbereichs geschehen, der durch eine Verordnung für derartige Zwecke zur Verfügung steht. Die Empfänger suchen dieses Frequenzband ab, indem sie nach Signalen mit der bekannten Kennung suchen. Ebenso kann aber auch die vom Sender abgestrahlte Kennung Angaben über die Frequenzen enthalten, beispielsweise in Form von Kanalnummern. Sobald ein Empfänger dann eine der zugehörigen Frequenzen gefunden hat, kann er seine anderen Kanäle auf die anderen Frequenzen einstellen.

**[0034]** Alternativ zum zur Auswahl störungsfreier Frequenzen vorgeschlagenen Verfahren kann die Bekanntgabe von Störungen auf einer der benutzten Frequenzen auch von jeder beliebigen bewegten Station erfolgen. Das kann entweder in dem zur Ortung verwendeten Frequenzband geschehen, was zusätzlichen Aufwand in den bewegten Stationen bedeutet, oder aber Bestandteil der Zusatzinformation sein, die zusammen mit dem Tonsignal ausgestrahlt wird. Anstelle der Ortsinformation (Ortsdifferenz zwischen zwei stationären Stationen) wird eine Fehlerinformation für dieses Frequenzpaar gesendet. Zur Auswertung wird dann ein Gerät benötigt, das seine Informationen von den verschiedenen Empfängern bekommt. Der Vorteil dieses Vorgehens ist es, dass auch Störungen, die nur am Ort einer bewegten Station auftreten, bemerkt werden.

**[0035]** Eine nicht behebbare Störung soll dazu führen, dass keine Ortsinformation vorhanden ist.

**[0036]** Nicht alle Frequenzpaare werden in der Praxis gleich wichtig sein. Am Wichtigsten werden z. B. die Positionen S1 und S2 sein, wenn es sich um die linke und rechte Begrenzung der Bühne handelt. Es wird also vorgeschlagen, die einzelnen Frequenzen nicht fest mit bestimmten stationären Stationen zu koppeln, sondern jedem gesendeten Signal die Nummer der Station mitzugeben. Damit kann man bei stark gestörtem Umfeld die störungsfreien oder störungsarmen Frequenzen den wichtigsten Stationen zuordnen.

**[0037]** Das vorgeschlagene Verfahren unterscheidet sich in mancher Hinsicht von anderen Anwendungen der Funktechnik. Zunächst fällt die geringe erforderliche Bandbreite der Signale auf. Ohne die vorgeschlagenen Zusatzinformationen ist die Bandbreite jedes Signals nahe bei Null, es handelt sich um ein Dauersignal fester Frequenz. Störungen wirken sich dann nicht aus, wenn sie im Ausgangssignal  $U_{\text{out}}$  keine Änderungen verursachen. Das ist dann der Fall, wenn sie selbst symmetrischer Natur sind und symmetrisch weiterverarbeitet werden. Damit ist Folgendes gemeint: Praktisch alle Amplitudenstörungen sind in ihrer Entstehung symmetrisch in dem Sinne, dass die Flächen der sie charakterisierenden Leis-

tungskurve nach plus wie nach minus gleich sind. Wenn man in der Empfängerschaltung Sättigungseffekte und die Symmetrie zerstörende Gleichrichtung vermeidet, sind Amplitudenstörungen im vorgeschlagenen Verfahren tolerierbar.

**[0038]** Interferenzen von frequenzmodulierten Signalen können ebenfalls das Ergebnis nicht beeinflussen, solange die Nutzsignale noch empfangen werden.

**[0039]** Bei allen potentiellen Störungen auf der Hochfrequenzseite wird vorgeschlagen, bei der Verarbeitung der Ortsinformation, die mit den Tonsignalen übertragen wird, dafür zu sorgen, dass keine unplausiblen Sprungfunktionen auftreten. Man kann die größtmögliche örtliche Änderung pro Zeiteinheit einstellbar machen, nötigenfalls auch verschieden in verschiedenen Richtungen. In jedem Fall soll sichergestellt werden, dass im Falle einer Störung, also dem Übergang vom Zustand „Ort bekannt“ in den Zustand „Ort nicht bekannt“ wie auch in umgekehrter Richtung, beim Verschwinden der Störung dafür gesorgt wird, dass sich die Verarbeitung der Ortsinformation langsam und stetig ändert.

**[0040]** Für den Fall der Alternative mit nur einer Frequenz kann das typische Verhalten von Signalzeiten zu Pausen als Kennzeichnung ausreichen. Die Zufügung einer Kennung für jedes Signal ist dann zwingend.

#### Ausführungsbeispiel

**[0041]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben.

**[0042]** Es zeigen:

**[0043]** [Fig. 1](#) eine schematische Übersicht eines Systems zur Aufzeichnung oder Wiedergabe von von einem bewegbaren Mikrofon erfasster akustischer Information;

**[0044]** [Fig. 2a](#) ein erstes Ausführungsbeispiel einer Sendestation;

**[0045]** [Fig. 2b](#) ein erstes Ausführungsbeispiel einer zugeordneten Empfangsstation;

**[0046]** [Fig. 3a](#) ein zweites Ausführungsbeispiel einer Sendestation;

**[0047]** [Fig. 3b](#) ein alternatives Ausführungsbeispiel einer Empfangsstation;

**[0048]** [Fig. 3c](#) eine Variante des zweiten Ausführungsbeispiels einer Empfangsstation;

**[0049]** [Fig. 4](#) eine Darstellung einer Anordnung zur

Herabsetzung eines Signals auf eine Zwischenfrequenz und dessen Wiederherstellung;

**[0050]** [Fig. 5](#) eine Darstellung einer Schaltung zum Schalten von Filtern zwischen zwei Empfangskanälen.

**[0051]** In [Fig. 1](#) ist ein System **1** zur Wiedergabe von von einem bewegbaren Mikrofon **2**, welches als Funkmikrofon ausgebildet ist, aufgenommenen akustischer Information gezeigt. In unmittelbarer Nähe von zwei Lautsprechern **3, 4**, durch die die akustische Information für Zuschauer übermittelt werden soll, sind Sender **S1, S2** angeordnet. Die Sender **S1, S2** senden Signale, die durch einen Empfänger des Mikrofons **2** empfangen werden. Durch den Vergleich der empfangenen Sendesignale der Sender **S1, S2** kann im Mikrofon **2** eine Ortsinformation ermittelt werden, die die Position des Mikrofons **2** in Bezug zu den Sendern **S1, S2** angibt. Diese Ortsinformation wird der akustischen Information zugeordnet und zusammen mit der akustischen Information an einen Empfänger **5** übermittelt. Im Empfänger **5** ist eine entsprechende Auswerteeinrichtung **6** angeordnet, die die Lautsprecher **3, 4** derart ansteuert, dass bei der Wiedergabe der akustischen Information durch die Lautsprecher **3, 4** ein Stereoeffekt entsteht und der Zuschauer erkennen kann, an welcher Stelle sich das Mikrofon **2** befindet. Die Auswerteeinrichtung **6** umfasst eine Signalverarbeitung **10**, die eine Verzögerung für die Weitergabe des Tonsignals an die Lautsprecher und die Lautstärke anhand der Ortsinformation einstellt. Die Wiedergabe der akustischen Information kann daher verzögert erfolgen, sodass die von einer das Mikrofon **2** benutzenden Person erzeugte akustische Information, die über die Pfeile **7, 8, 9** übermittelt wird, mit dem gleichen Richtungseindruck bei einem Zuschauer ankommt wie die auf direktem Weg übermittelte akustische Information.

**[0052]** In [Fig. 2a](#) ist eine stationäre Sendeeinrichtung **10** dargestellt. Die stationäre Sendeeinrichtung **10** umfasst im Ausführungsbeispiel zwei Sender **S1, S2** mit jeweils einer Antenne **11, 12**. Durch einen Signalgenerator **13** wird eine Referenzfrequenz  $f_{ref}$  erzeugt und an zwei Multiplikatoren **14, 15** weitergeleitet. Dort wird die Referenzfrequenz frei zum einen mit einem Multiplikator  $n1$  und zum anderen mit einem Multiplikator  $n2$  multipliziert. Die Multiplikatoren  $n1, n2$  sind dabei unterschiedlich. Die so erzeugten Trägersignale  $f_{ref} \times n1$  und  $f_{ref} \times n2$  werden in den Modulatoren **16, 17** jeweils mit derselben Zeitinformation moduliert. Im Ausführungsbeispiel erfolgt die Modulation mit einem Modulationssignal, das erzeugt wird, indem die Referenzfrequenz  $f_{ref}$  an der Stelle **18** mit dem Multiplikator  $m$  multipliziert wird. Durch diese Maßnahme werden zwei unterschiedliche modulierte Sendesignale  $f_{ref} \times (n1 + m)$  und  $f_{ref} \times (n2 + m)$  erzeugt, die nach einer Verstärkung in den Verstärkern **19, 20** als Sendesignale über die Antennen **11, 12** ab-

gestrahlt werden. Die Abstrahlung dieser Signale erfolgt vorzugsweise in der Nähe von Lautsprechern, wie in [Fig. 1](#) dargestellt. Bei der vorliegenden Anwendung ist es ausreichend, ein Seitenband ohne Träger auszustrahlen, d.h. eine Einseitenbandmodulation vorzunehmen.

**[0053]** Die von den Antennen **11**, **12** abgestrahlten Sendesignale  $(n1 + m) \times f_{ref}$  und  $(n2 + m) \times f_{ref}$  werden durch einen Empfänger **30**, der in [Fig. 2b](#) dargestellt ist, empfangen. Der Empfänger **30** ist dabei im Ausführungsbeispiel in dem bewegbaren Funkmikrofon **2** angeordnet. Er könnte jedoch auch bei dem Funkmikrofon **2** angeordnet sein. Durch die Antenne **31** werden die beiden Sendesignale  $(n1 + m) \times f_{ref}$  und  $(n2 + m) \times f_{ref}$  empfangen, was durch die Blöcke **32**, **33** veranschaulicht wird. Im Kanal A erfolgt eine Division durch  $(n1 + m)$ , was an der Stelle **34** dargestellt ist. Durch diese Maßnahme wird die Referenzfrequenz  $f_{ref}$  zurück gewonnen, wie im Block **35** ersichtlich ist. Diese Referenzfrequenz wird in den Blöcken **36**, **37** jeweils mit den Multiplikatoren  $n1$ ,  $n2$  multipliziert. Einem ersten Mischer **38** wird das Trägersignal bzw. die Trägerfrequenz  $f_{ref} \times n1$  zugeführt und zum anderen über den Kanal B die Frequenz  $(n1 + m) \times f_{ref}$ . Aus diesen beiden Signalen wird im Mischer **38** das Signal  $m \times f_{ref}$  ermittelt und einem Phasendetektor **39** zugeführt. Entsprechend wird dem Mischer **40** das Trägersignal bzw. die Trägerfrequenz  $f_{ref} \times n2$  und über den Kanal C das Signal  $(n2 + m) \times f_{ref}$  zugeführt und ebenfalls ein Signal  $m \times f_{ref}$  ermittelt, welches dem Phasendetektor **39** zugeführt wird. Die beiden Signale  $m \times f_{ref}$  werden miteinander verglichen und die Phasendifferenz zwischen den beiden ermittelt. Die Phasendifferenz wird einer Spannung zugeordnet, die über den Ausgang **41** des Phasendetektors **39** ausgegeben wird. Das am Ausgang **41** anliegende Signal stellt eine Ortsinformation dar, die die Position des Empfängers **30** und damit des Mikrofons **2** in Bezug zu den Sendern S1, S2 darstellt. Dieses Signal wird als Zusatzinformation mit der akustischen Information, insbesondere einem Tonsignal des Mikrofons **2**, zusammengeführt und an einen Empfänger **5** übertragen. So wird eine Ortsinformation einem Tonsignal zugeordnet und kann bei der Wiedergabe des Tonsignals bzw. bei der Aufzeichnung des Tonsignals berücksichtigt werden, um einen Stereoeffekt zu erzeugen.

**[0054]** In [Fig. 3a](#) ist eine alternative Sendeeinrichtung dargestellt. Durch einen Signalgenerator **51** wird eine Referenzfrequenz frei erzeugt. Diese wird an der Stelle **52** mit einem Multiplikator  $n$  zur Erzeugung des Trägersignals  $f_{ref} \times n$  multipliziert. Zur Erzeugung eines Modulationssignals wird die Referenzfrequenz  $f_{ref}$  an der Stelle **53** mit dem Multiplikator  $m$  multipliziert. Dieses so generierte Modulationssignal wird gegebenenfalls an der Stelle **54** mit einer durch die Einrichtung **55** vorgegebenen Kennung moduliert. Im Modulator **56** wird das Sendesignal erzeugt, indem das Si-

gnal  $f_{ref} \times n$  mit dem Signal  $f_{ref} \times m$  moduliert wird, so dass das Sendesignal  $f_{ref} \times (n + m)$  entsteht. Nach einer Verstärkung im Verstärker **57** wird das Signal durch einen der Sender S1, S2 ... Sw abgestrahlt. Die Auswahl, über welchen Sender S1, S2 ... Sw bzw. welche Antenne das Signal abgestrahlt wird, erfolgt durch eine Antennenumschaltung **58**, die über eine Logik **59** zur Bedienung der Antennenumschaltung angesteuert wird. Durch die Logik **59** wird außerdem die Zusatzkennung generiert, die durch den Block **55** dem Modulator **54** zugeführt wird. Dadurch, dass das Sendesignal mit dieser zusätzlichen Kennung versehen wird, ist es im Empfänger möglich, zu erkennen, von welcher Sendestation S1, S2 ... Sn das Signal ausgesendet wurde. Die Zusatzkennung kann dabei aus dem Modulationssignal abgeleitet werden. Die Logik **59** steuert außerdem den Verstärker **57** an, um eine Pause zwischen zwei abgesendeten Signalen einzustellen. Dies bedeutet, dass zwischen dem Absenden zweier Signale über die Sendeeinrichtungen S1, S2 ... Sn eine vorgebbare Pause liegt. Dies bedeutet, dass die Sendeeinrichtung **50** dieselbe Frequenz sequentiell über verschiedene Antennen abstrahlt.

**[0055]** In [Fig. 3b](#) ist eine erste Ausgestaltung einer Empfangseinrichtung **60** zum Empfang von durch eine Sendeeinrichtung gemäß der [Fig. 3a](#) erzeugten Sendesignalen dargestellt. Über eine Antenne **61** wird das Sendesignal  $(n + m) \times f_{ref}$  empfangen, was im Block **62** dargestellt ist. Im Block **63** wird dieses Signal durch  $(n + m)$  dividiert, sodass das Signal  $f_{ref}$  im Block **64** zurück gewonnen werden kann. Im Demodulator **65** wird das Modulationssignal  $m \times f_{ref}$  wiedergewonnen und einer Einrichtung **66** zugeführt, die anhand der Demodulation der Kennung des Modulationssignals einen Signalwechsel erkennt und dementsprechend ein Signal am Ausgang **67** erzeugt, was durch den Großbuchstaben X dargestellt ist. In der Einrichtung **66** wird daher erkannt, von welcher Antenne das Sendesignal abgestrahlt wurde. Anhand dieser Information kann auch im Block **68** eine Auswahl des Signals erfolgen und die korrekte Referenzfrequenz erzeugt werden. Das Signal X wird auch an der Stelle **69** verwendet, um unterschiedliche Phasenspeicher **70** anzusteuern. Dies bedeutet, dass für jedes erkannte Sendesignal die Phase in einem Phasenspeicher **70** gespeichert wird. Die Inhalte der Phasenspeicher **70** werden an einen Phasendetektor **71** übergeben, der einen Vergleich der Phasen durchführt und damit die Phasenlage bestimmt. Das Ausgangssignal des Phasendetektors **71** enthält daher eine Ortsinformation, die angibt, an welcher Stelle sich der Empfänger in Bezug auf die Sendeeinrichtungen befindet.

**[0056]** In [Fig. 3c](#) ist eine alternative Empfangseinrichtung **80** dargestellt. Im Unterschied zur [Fig. 3b](#) werden nicht unterschiedliche Phasenspeicher angesteuert, sondern wird für jedes empfangene Sendesi-



gnal eine Zeitmessung der Phasenlage an der Stelle **81** durchgeführt. Diese Zeitmessung wird in einem Speicher **82** abgelegt. Durch die Zeitmessung kann die Phasenlage bestimmt und ein entsprechendes Ausgangssignal erzeugt werden, das die Ortsinformation enthält.

**[0057]** In [Fig. 4](#) ist eine Möglichkeit dargestellt, eine Herabsetzung des empfangenen Signals zu erzeugen. Dazu wird das empfangene Signal im Modulator **91** auf eine geringere Zwischenfrequenz heruntergesetzt, was mit der Hilfsfrequenz  $f_h$ , die im Generator **92** erzeugt wird, geschieht. Nach einer Filterung im Filter **93** wird das gefilterte Signal im Modulator **94** wieder anhand der Hilfsfrequenz  $f_h$  hochgesetzt.

**[0058]** Die in [Fig. 5](#) dargestellte Anordnung eignet sich insbesondere zum Einsatz mit einer Empfangseinrichtung gemäß der [Fig. 2b](#). Die über die Kanäle B, C zugeführten Sendesignale werden Filtern **95**, **96** zugeführt, wobei durch elektronische Schalter mit einer gewissen Frequenz zwischen den Empfangskanälen B und C hin- und hergeschaltet wird. Die Frequenz zum Schalten der Schalter ist klein gegenüber der verwendeten Übertragungsfrequenz, aber so hoch, dass bei der Ortung der bewegten Station keine Sprünge hörbar werden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Aufzeichnung oder Wiedergabe von von einem bewegbaren Mikrofon (**2**) erfasster akustischer Information, bei dem die Position des die akustische Information erfassenden Mikrofons (**2**) bestimmt wird, wobei die durch die Positionsbestimmung erhaltene Ortsinformation der akustischen Information zugeordnet wird und bei der Wiedergabe der akustischen Information oder bei der Aufzeichnung der akustischen Information zur Erzeugung eines Stereoeffekts berücksichtigt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Position des Mikrofons (**2**) mittels Funkortung ermittelt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Position relativ zu zumindest zwei ortsfesten Punkten bestimmt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Funkortung erfolgt, indem zumindest zwei Trägersignale ( $f_{\text{ref}} \times n1$ ); ( $f_{\text{ref}} \times n2$ ) erzeugt und mit einem Modulationssignal ( $f_{\text{ref}} \times m$ ) moduliert werden und aus den modulierten Sendesignalen ( $f_{\text{ref}} \times n1 + m$ ); ( $f_{\text{ref}} \times n2 + m$ ) jeweils das Modulationssignal ( $f_{\text{ref}} \times m$ ) ermittelt wird und die Phasenlagen der so ermittelten Modulationssignale ( $f_{\text{ref}} \times m$ ) bestimmt werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Phasenlage die Ortsinformation zugeordnet wird und die Ortsinformation mit einem Signal des Mikrofons (**2**) ausgestrahlt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägersignale ( $f_{\text{ref}} \times n1$ ;  $f_{\text{ref}} \times n2$ ) ausgehend von einem Referenzsignal ( $f_{\text{ref}}$ ) erzeugt werden, wobei die Referenzfrequenz ( $f_{\text{ref}}$ ) des Referenzsignals ( $f_{\text{ref}}$ ) einem Empfänger (**30**, **60**, **80**) übermittelt und/oder in diesem reproduziert wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auch das Modulationssignal ( $f_{\text{ref}} \times m$ ) ausgehend von dem Referenzsignal ( $f_{\text{ref}}$ ) erzeugt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sendesignale  $f_{\text{ref}} \times (m + n1)$ ;  $f_{\text{ref}} \times (m + n2)$  in mehreren Frequenzgruppen gleichzeitig abgestrahlt werden und der Empfänger (**30**, **60**, **80**) die störungsfreiere auswählt.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Störungen von einer bewegten Station bekannt gegeben werden.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer insbesondere nicht behebbaren Störung anstelle der Ortsinformation eine Fehlerinformation übermittelt wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zusammen mit den Sendesignalen ( $f_{\text{ref}} \times (m + n1)$ ; ( $f_{\text{ref}} \times (m + ns)$ ) eine Kennung, insbesondere eine Nummer, der Sendestation (S1, S2) gesendet wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für die Verarbeitung der mit der akustischen Information übertragenen Ortsinformation die größtmögliche Änderung der Ortsinformation pro Zeiteinheit eingestellt wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Sendesignale ( $f_{\text{ref}} \times (n1 + m)$ ) zumindest zwei Signale gleicher Frequenz, die zeitlich getaktet sind, verwendet werden, wobei die Phasenlage der empfangenen Modulationssignale ( $f_{\text{ref}} \times m$ ) bestimmt wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Signaltaktung der Sendesignale erfolgt, indem eine Pau-



se zwischen zwei Sendesignalen ( $f_{\text{ref}} \times (n + m)$ ) eingefügt wird, deren Dauer ein ganzzahliges Vielfaches einer Modulationsfrequenz ( $f_{\text{ref}} \times m$ ) beträgt und die mit der Modulationsfrequenz ( $f_{\text{ref}} \times m$ ) synchronisiert wird.

sondere der Ortsinformation, aufweist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die empfangenen Sendesignale im Empfänger durch Filter gefiltert werden wobei die Filter mit einer vorgebbaren Frequenz zwischen den Empfangskanälen hin- und hergeschaltet werden.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mit jedem gesendeten Sendesignal ( $f_{\text{ref}} \times (n1 + m)$ ;  $f_{\text{ref}} \times (n2 + m)$ ) eine Kennung des Senders, insbesondere die Nummer des Senders, ausgestrahlt wird.

17. System zur Aufzeichnung oder Wiedergabe von von einem bewegbaren Mikrofon (**2**), insbesondere Funkmikrofon, erfasster akustischer Information, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem Ortungssystem zur Bestimmung einer Ortsinformation bezüglich der Position des bewegbaren Mikrofons (**2**) und einer Empfangseinrichtung für die akustische Information sowie einer Auswerteeinrichtung zur Steuerung der Aufzeichnung oder Ausgabe der akustischen Information über Lautsprecher (**3, 4**) in Abhängigkeit von der der akustischen Information zugeordneten Ortsinformation.

18. System nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Ortungssystem zumindest zwei ortsfeste Stationen (S1, S2, Sw) umfasst, die jeweils ein Sendesignal ( $f_{\text{ref}} \times (n1 + m)$ ;  $f_{\text{ref}} \times (n2 + m)$ ;  $f_{\text{ref}} \times (n + m)$ ) an einen im oder am Mikrofon (**2**) angeordneten Empfänger (**30, 60, 80**) senden oder ein Sendesignal ( $f_{\text{ref}} \times n1$ ;  $f_{\text{ref}} \times n2$ ;  $f_{\text{ref}} \times n$ ) von einem im oder am Mikrofon (**2**) angeordneten Sender empfangen, wobei zumindest eine Phasenlagenbestimmungseinrichtung (**39, 70, 81**) zur Bestimmung der Ortsinformation vorgesehen ist.

19. System nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangseinrichtung (**5**) für die akustische Information eine Signalverarbeitung (**10**) aufweist, die eine Verzögerung für die Weitergabe an Lautsprecher (**3, 4**) oder Eingänge von Übertragungs- oder Aufzeichnungsgeräte und die Lautstärke der akustischen Information anhand der Ortsinformation einstellt.

20. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Mikrofon (**2**) eine Modulationseinrichtung zur Modulation der akustischen Information, insbesondere eines Tonsignal, mit einer Zusatzinformation, insbe-

Anhängende Zeichnungen

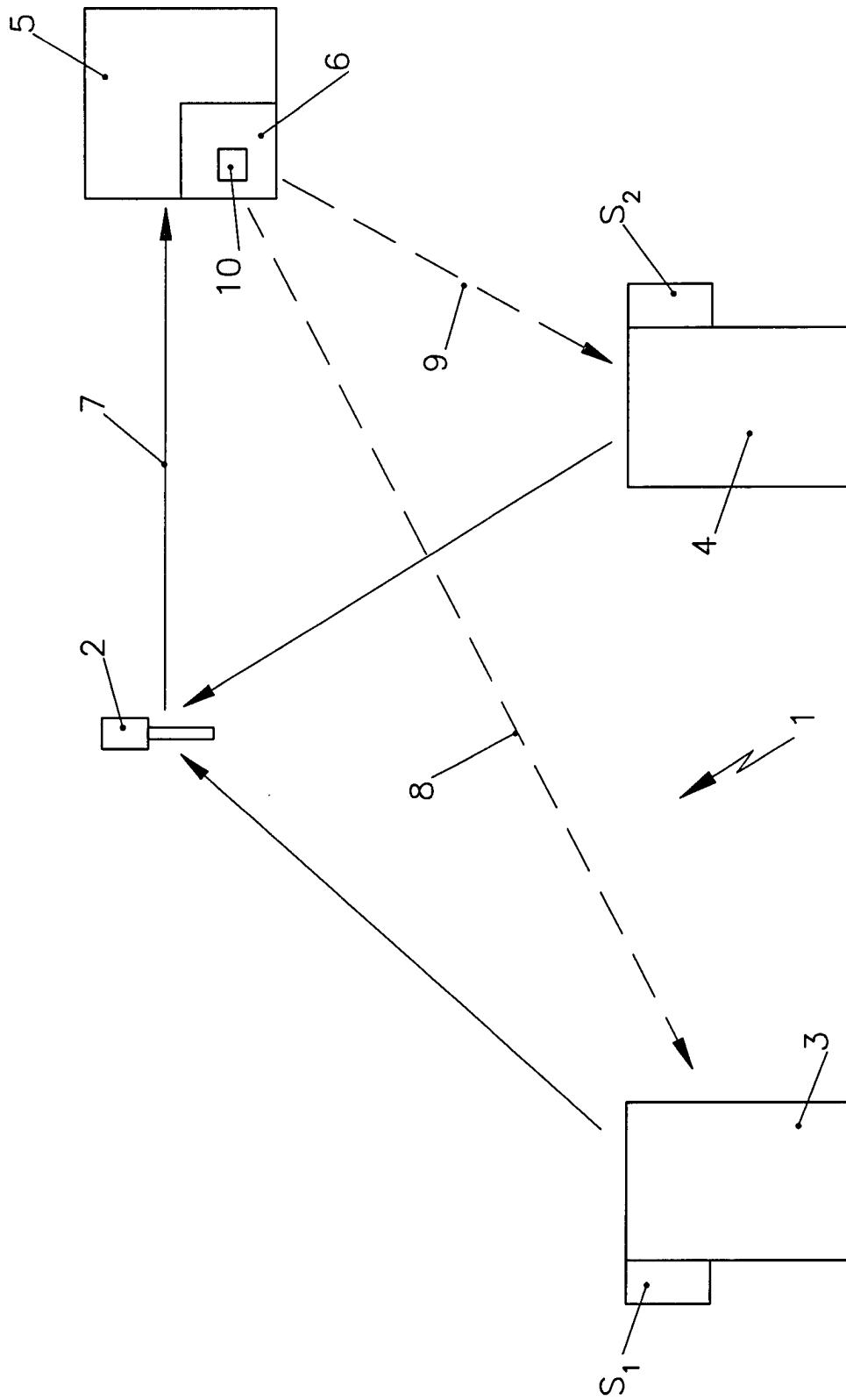


Fig. 1

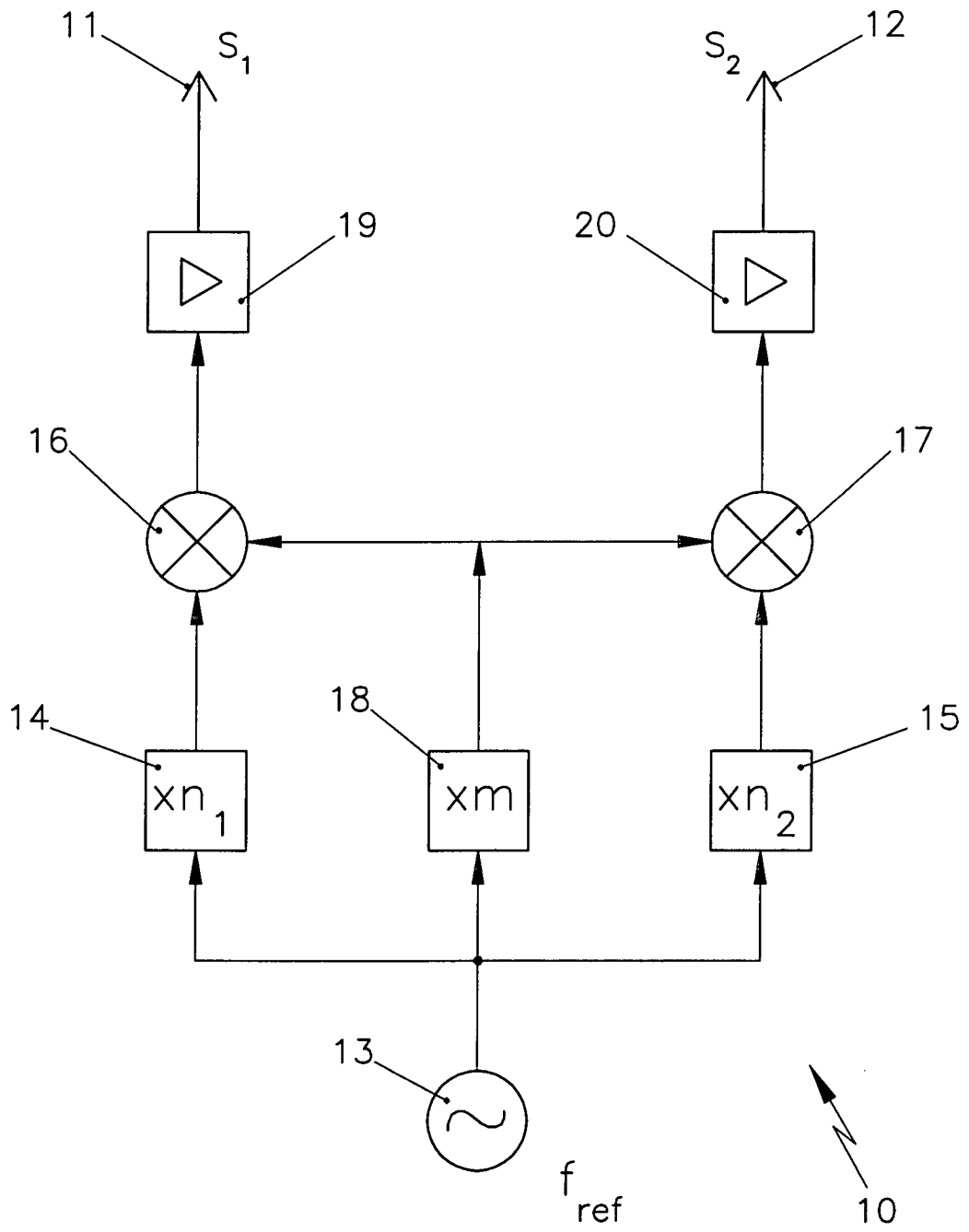


Fig. 2a

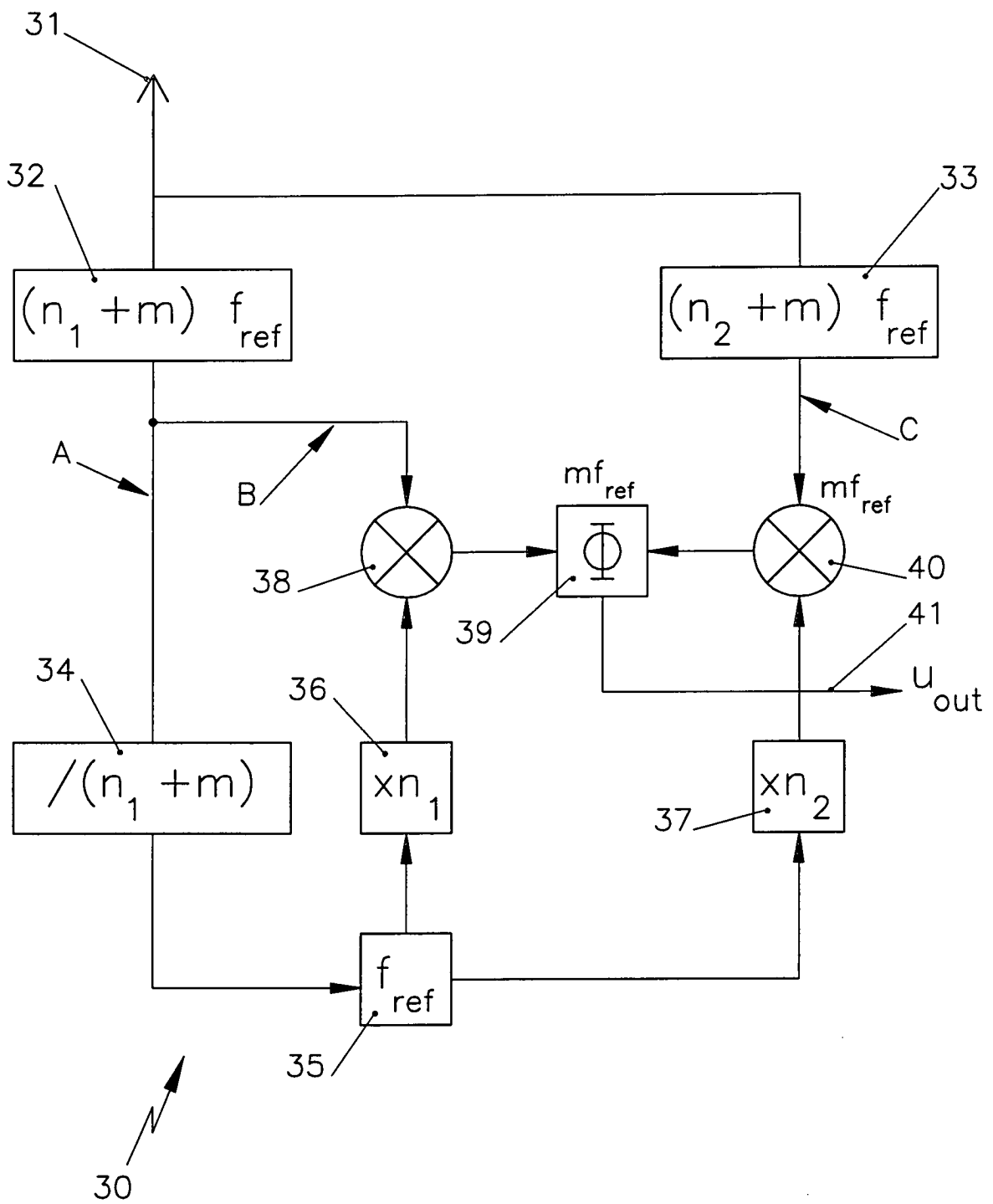


Fig. 2b

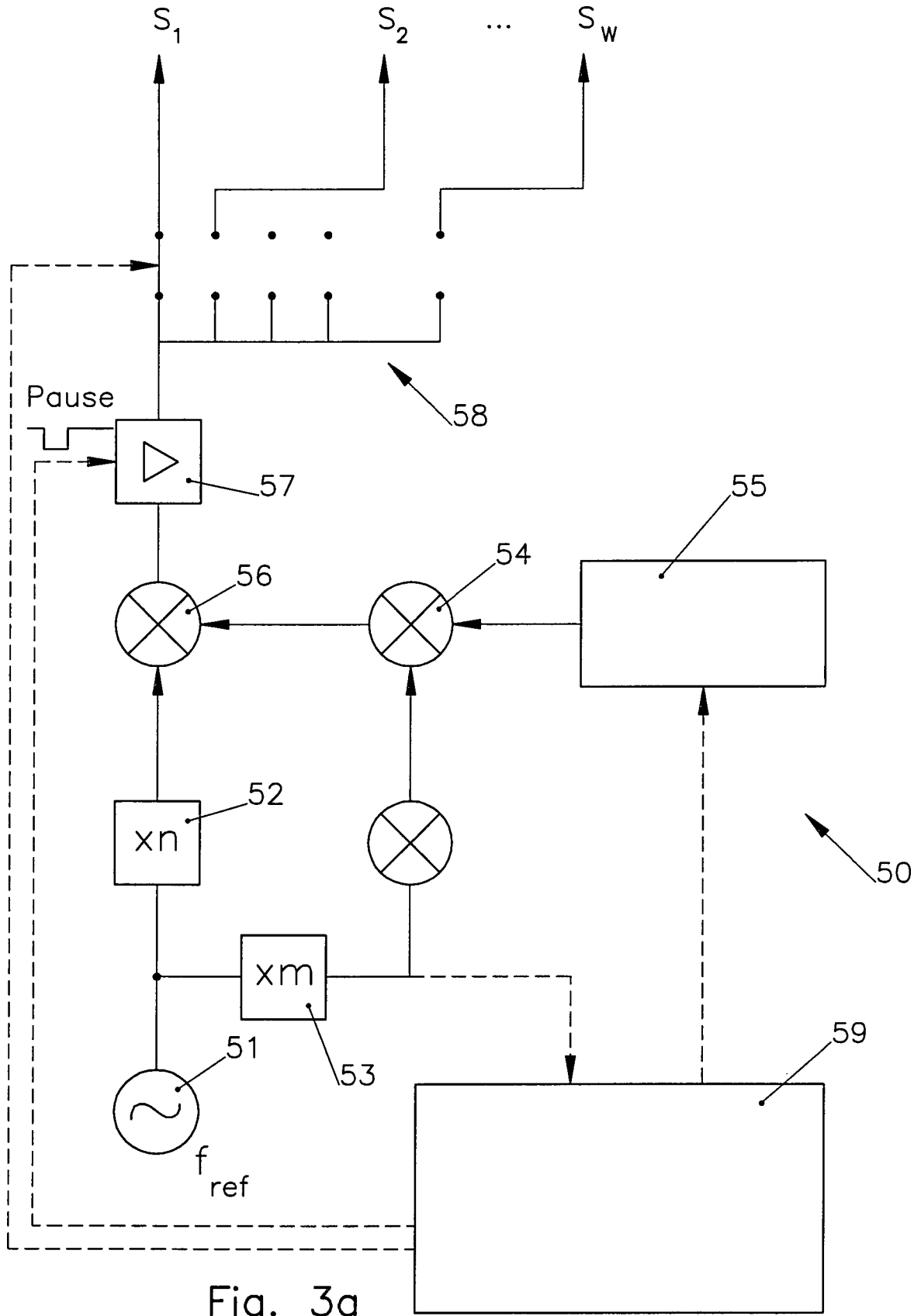


Fig. 3a

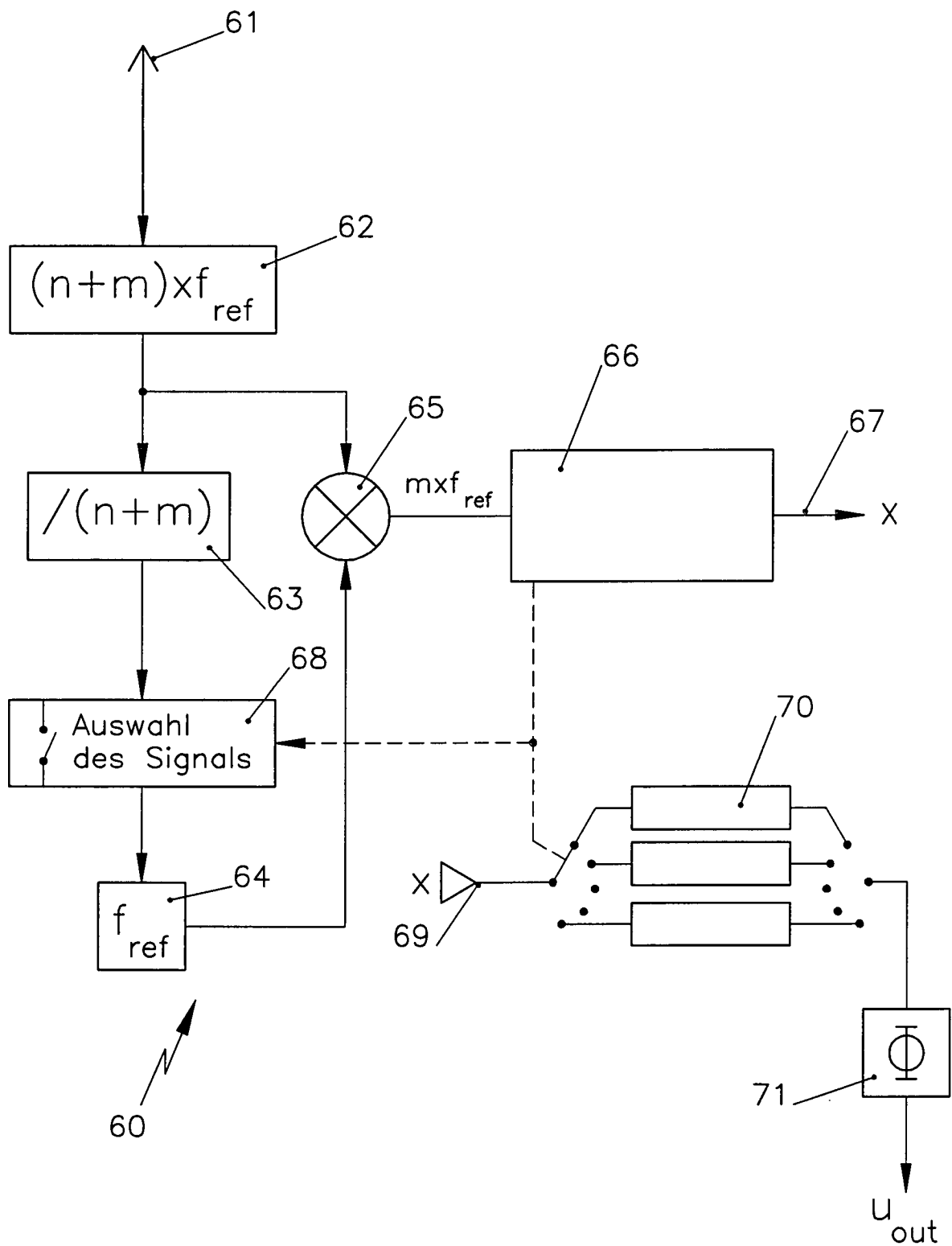


Fig. 3b

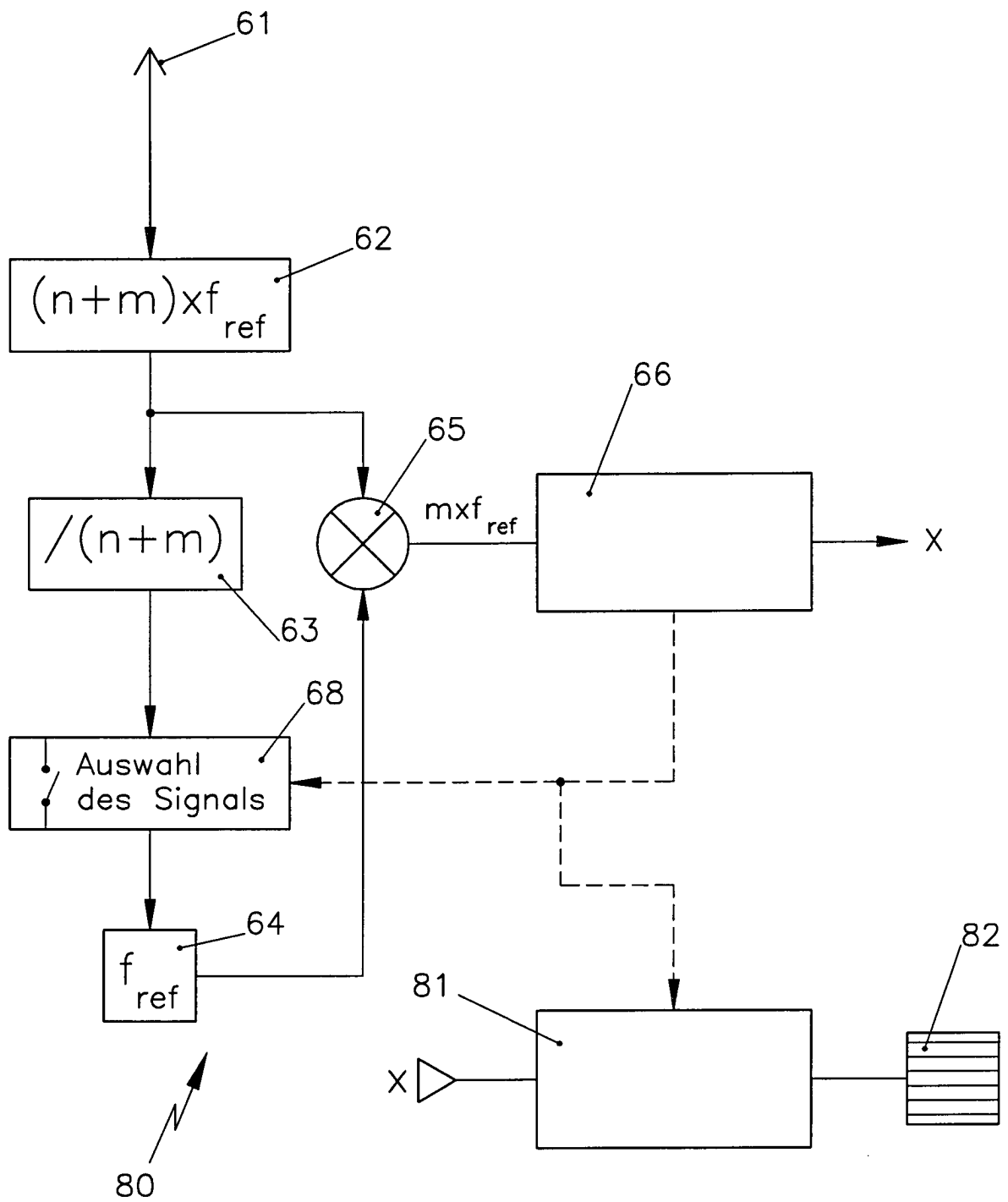


Fig. 3c



