



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENT SCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 4382/80

㉔ Anmeldungsdatum: 06.06.1980

㉔ Priorität(en): 08.06.1979 GB 7919963

㉔ Patent erteilt: 31.07.1985

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 31.07.1985

㉔ Inhaber:
Plessey Overseas Limited, Ilford/Essex (GB)

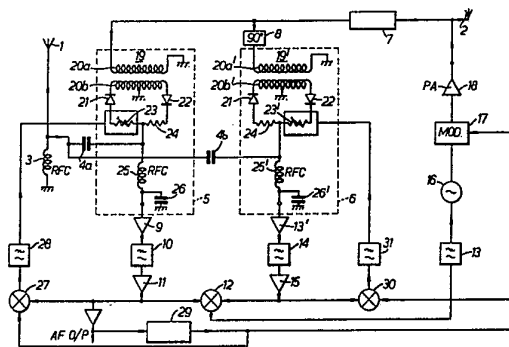
㉔ Erfinder:
Richardson, Christopher Keith,
Wellow/Romsey/Hants (GB)

㉔ Vertreter:
Patentanwälte Dr.-Ing. Hans A. Troesch und
Dipl.-Ing. Jacques J. Troesch, Zürich

⑤④ **Amplitudenmodulierter Sender/Empfänger mit einer Empfangs- und einer Sendeantenne sowie Verwendung des Sender/Empfängers.**

⑤⑦ Ein amplitudenmodulierter Duplex-Sender/Empfänger mit einer Empfangs- (1) und einer Sendeantenne (2) weist ein Paar abgleichbarer Mischer (5, 6) auf, jeder davon mit beiden Antennen (1, 2) verbunden. Eine 90°-phasendrehende Einheit (8) ist dabei zwischen einer der Antennen (2) und dem einen Mischer (6) vorgesehen. Die Ausgangssignale der Mischer werden einer Multiplikationseinheit (12) zugeführt, deren Ausgang auf eine Oszillator/Modulatoreinheit (16, 17) geführt ist, wodurch der Oszillator mit der Frequenz des empfangenen Trägers phasenverriegelt wird. Ein erster Phasendetektor (30) ist eingangsseitig, über ein Verzögerungsglied (29) mit dem Ausgang des direkt mit der Sendeantenne (2) verbundenen einen Mischers (5) verbunden sowie direkt mit dem Ausgang des anderen Mischers (6). Sein Ausgangssignal wirkt auf den Abgleich Eingang des anderen Mischers (6). Ein zweiter Phasendetektor (27) ist einerseits unverzögert, andererseits über Verzögerungsglied (29) verzögert, mit dem Ausgang des einen Mischers (5) verbunden. Sein Ausgangssignal wirkt auf den Abgleichsteuereingang dieses Mischers (5) zurück. Durch die Abgleichsteuerung an den beiden Mixern (5, 6) wird erreicht, dass jegliche Modulation, welche von der Sendeantenne (2) auf die Empfangsantenne (1) rückgeführt würde, verschwindet. Der Ausgang des Verzögerungsgliedes (29) wird auf den Modulationseingang der Oszillator/Modulatoreinheit (16,

17) geführt, um das gesendete Signal gleich wie das empfangene zu modulieren.



PATENTANSPRÜCHE

1. Amplitudenmodulierter Sender-Empfänger mit einer Empfangs- und einer Sendeantenne, dadurch gekennzeichnet, dass vorgesehen sind:

- ein Paar abgleichbarer Mischer (5, 6), jeder davon mit beiden Antennen (1, 2) verbunden,
- eine wenigstens nahezu 90°-phasendrehende Einheit (8) zwischen einer der Antennen (2) und einem ersten der Mischer (6) angeordnet,
- eine Multiplikationseinheit (12), mit den Mischeraustritten verbunden,
- eine Oszillator-Modulator-Einheit (16, 17), welche die Sendeantenne (2) speist und die mit der Frequenz des empfangenen Trägers mittels eines vom Ausgang der Multiplikationseinheit (12) zugeführten Signals phasenverriegelt ist,
- ein erster Phasendetektor (30), eingangsseitig einerseits mit dem Ausgang des ersten Mixers (6), andererseits über ein Verzögerungsglied (29) mit dem Ausgang des zweiten Mixers (5) verbunden, der ausgangsseitig ein Regelsignal auf einen Abgleichsteuereingang (23') des ersten Mixers (6) rückführt,
- ein zweiter Phasendetektor (27) eingangsseitig einerseits mit dem Ausgang des zweiten Mixers (5), andererseits über das Verzögerungsglied (29), ebenfalls mit letztgenanntem Mischeraustritt (5) verbunden, der ausgangsseitig ein Regelsignal auf einen Abgleichsteuereingang (23) des zweiten Mixers (5) rückführt, wobei vom Ausgang des zweiten Mixers (5) ein Sender-Empfänger-Ausgangssignal (AF O/P) abgeleitet wird.

2. Sender-Empfänger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass er als Umsetzer ein wiederzusendendes Signal mit der Empfangsantenne empfängt und auf gleicher Trägerfrequenz mit der Sendeantenne weitersendet, und dass vom Ausgang des zweiten Mixers (5) ein Modulationssignal für die Oszillator-Modulator-Einheit (16, 17) auf letztere rückgeführt ist.

3. Sender-Empfänger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen jedem der Mischer (5, 6) und der Multiplikationseinheit (12), weiter zwischen den Phasendetektoren (30 und 27) und den Abgleichsteuereingängen (23', 23) der Mischer (5, 6) sowie zwischen der Multiplikationseinheit (12) und der Oszillator-Modulator-Einheit (16, 17) je ein Tiefpassfilter (10, 14, 28, 31, 13) zwischengeschaltet ist.

4. Sender-Empfänger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Sendeantenne (2) und den Mixern (5, 6) ein weiteres Verzögerungsglied (27) vorgesehen ist, um Verzögerungen von Signalen zwischen der Sende- (2) und der Empfangsantenne (1) zu kompensieren.

5. Sender-Empfänger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischer (5, 6) als Halbringmischer je ein Diodenpaar (21, 22, 21', 22') und einen Transformator (19, 19') umfassen, wobei die Sendeantenne (2) mit der Primärwicklung (20a, 20a') des Transformators (19, 19') verbunden ist und die Dioden in Serie mit zwei Abgleich-Widerstandselementen (23, 24, 23', 24') über die Sekundärwicklung (20b, 20b') des Transformators geschaltet sind.

6. Sender-Empfänger nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens das eine der beiden Abgleich-Widerstandselemente (23, 23') ein spannungsgesteuertes Widerstandselement ist, dessen Steuereingang je mit dem entsprechenden Phasendetektorausgang verbunden ist.

7. Sender-Empfänger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Oszillator-Modulator-Einheit (16, 17) und der Sendeantenne (2) ein Leistungsverstärker (18) geschaltet ist.

8. Sender-Empfänger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Oszillator-Modulator-Einheit (16, 17) einen Modulator umfasst, der von einem unabhängigen Trägerfre-

quenzoszillator gespeist ist.

9. Verwendung des Sender-Empfängers nach Anspruch 1 als Duplex-Sender-Empfänger.

Die vorliegende Erfindung betrifft einen amplitudenmodulierten Sender-Empfänger mit einer Empfangs- und einer Sendeantenne sowie eine Verwendung des Sender/Empfängers.

Der Sender-Empfänger zeichnet sich durch den Wortlaut des Anspruchs 1 aus.

Die Erfindung wird anschliessend beispielsweise anhand einer Figur erläutert, welche ein Blockdiagramm des Sender-Empfängers in der Verwendung als AM-Umsetzer darstellt, der ein empfangenes AM-Signal auf derselben Trägerfrequenz weiterleitet.

Der Umsetzer umfasst eine Empfangsantenne 1 und eine Sendeantenne 2. Über die Empfangsantenne 1 im Betrieb empfangene Signale werden verstärkt und mit derselben Frequenz von der Sendeantenne 2 weitergesendet. Die hier beispielsweise beschriebene Anordnung zeigt einen Umsetzer, welcher amplitudenmodulierte Signale empfängt und weiter sendet.

Es muss jedoch betont werden, dass es durchaus möglich ist, die nachfolgend beschriebene Anordnung in einem FM-Umsetzer vorzusehen, beispielsweise durch Kombination des hier beschriebenen Systems mit demjenigen, wie es in der britischen Anmeldung 10 360/76 beschrieben ist.

Die Empfangsantenne 1 ist mit einer Hochfrequenzspule 3 verbunden. Von ihr empfangene Signale werden über Kopplungskapazitäten 4a und 4b symmetrier- oder abgleichbaren Mixern 5 und 6 zugeführt, die in der Figur gestrichelt umrandet sind. Die Mischer 5 und 6 werden weiter durch ein Signal von der Sendeantenne 2 gespeist, und zwar über ein Verzögerungsglied 7. Der abgleichbare Mischer 5 ist direkt vom Ausgang des Verzögerungsgliedes 7 gespeist, während der abgleichbare Mischer 6 über eine wenigstens nahezu 90°-phasendrehende Einheit 8 gespeist wird. Ausgangssignale des abgleichbaren Mixers 5 werden über einen Verstärker 9, ein Tiefpassfilter 10 und einen weiteren Verstärker 11 auf eine Multiplikationseinheit 12 geführt, ebenso Ausgangssignale des abgleichbaren Mixers 6 über einen Verstärker 13 ein Tiefpassfilter 14 und einen weiteren Verstärker 15. Ein Ausgangssignal der Multiplikationseinheit 12 wird über ein weiteres Tiefpassfilter 13', als Phasenverriegelungssignal, einem Steuereingang eines Trägerfrequenz-Oszillators 16 zugeführt. Die Ausgangssignale des Oszillators 16 werden über einen Modulator 17 einen Leistungsverstärker 18 der Sendeantenne 2 zugeführt. Die Rückführschleife mit den beiden abgleichbaren Mixern 5 und 6, der Multiplikationseinheit 12 und dem Trägerfrequenzoszillator 16 sorgt dafür, dass die Trägerfrequenz an der Sendeantenne 2 mit der an der Empfangsantenne 1 empfangenen Trägerfrequenz phasenverriegelt ist. Die abgleichbaren Mischer 5 und 6 sorgen dafür, dass jegliche trägerfrequenten Komponenten, welche von der Sendeantenne 2 zur Empfangsantenne 1 rückgeführt werden, verschwinden. Um jedoch sicherzustellen, dass auch eine rückgeführte Modulation verschwindet, wird der Abgleich der Modulatoren resp. Mischer 5 und 6 geregelt, über zwei noch zu beschreibende Rückführungsschleifen.

Nun soll der abgleichbare Mischer 5 im Detail beschrieben werden. Da beide Mischer 5 und 6 mindestens ähnlich aufgebaut sind, sind für beide dieselben Bezugszeichen verwendet, dasjenige des Mixers 6 jedoch mit einem Apostroph versehen. Der Mischer 5 umfasst einen doppelt gewickelten Transformator 19, dessen Primärwicklung 20 vom Ver-

zögerungsglied 7 gespiesen wird. Die Sekundärwicklung speist ein Paar Dioden 21 und 22, welche in Serie mit einem Paar Widerstandselementen 23 und 24 geschaltet sind. Ein Eingangssignal, von der Empfangsantenne 1 herrührend, wird über die Kopplungskapazität 4a und dem Verbindungspunkt zwischen den Widerstandselementen 23 und 24 zugeführt. Ein Ausgangssignal des Mischers wird über eine Hochfrequenzspule 25, welche mittels eines Kondensators 26 entkoppelt ist, einem Verstärker 9 zugeführt. Das Widerstandselement 23 ist ein spannungsgesteuertes Widerstandselement.

Die Niederausgangsfrequenz des Sender-Empfängers erscheint am Ausgang des Verstärkers 11. Um die Symmetrierung resp. den Abgleich der Mischer 5 und 6 so vorzunehmen, dass jegliche Modulation, welche von der Sendeantenne 2 an die Empfangsantenne 1 rückgeführt wird, verschwindet, ist eine Rückführregelung, einen Phasendetektor 27 umfassend, vorgesehen. Das rückgeführte Regelsignal wird über einen Tiefpassfilter 28 auf den Steuereingang des spannungsgesteuerten Widerstandselementes 23 geführt, um dessen Wert zu steuern. Das Regelsignal wird dadurch bereitgestellt, dass der Phasenkomparator 27 einerseits direkt über den Verstärker 11, andererseits über ein weiteres Verzögerungsglied 29 gespiesen wird. Das Verzögerungsglied 29 ist vorgesehen, um ein Unterscheidungskriterium in der Phase zwischen der Modulation, welche von der Sendeantenne gesendet wird, und der Modulation, welche durch die Empfangsantenne 1 empfangen wird, zu erzeugen. Das Widerstandselement 23 wird somit so eingestellt, dass die Streumodulation zwischen Sendeantenne 2 und Empfangsantenne 1 am Ausgang des Verstärkers 11 minimalisiert wird.

In ähnlicher Weise wird das Widerstandselement 23' durch ein Signal gesteuert, welches von einem zweiten Phasendetektor 30 generiert wird und über ein Tiefpassfilter 31 seinem Steuereingang zugeführt wird. Der Phasendetektor 30 wird einerseits vom Verzögerungsglied 29, andererseits vom Verstärker 15 gespiesen, so dass das spannungsgesteuerte Widerstandselement 23' so eingestellt wird, dass Modulationskomponenten des von Sendeantenne 2 auf Empfangsantenne 1 rückgeführten Signals am Ausgang des Verstärkers 15 zum Verschwinden gebracht werden.

Somit ist ersichtlich, dass das an der Empfangsantenne 1 empfangene Signal mit der Frequenz des Trägeroszillators 16 phasenverriegelt ist und über die Sendeantenne 2 weiter gesendet wird, wobei die weitergesendete Modulation mit der empfangenen Modulation identisch, jedoch wegen des Verzögerungsgliedes 29, diesbezüglich phasenverschoben ist.

Das Verzögerungsglied 7 ist vorgesehen, um kleine Verzögerungen des von Sendeantenne 2 zu Empfangsantenne 1 rückgeführten Signals zu kompensieren.

Es ist ersichtlich, dass, wenn der Oszillator 16 auf die empfangene Trägerfrequenz phasenverriegelt ist, die Seitenbänder, welche am Ausgang des Mischers 5 erscheinen, in Phase sind und das niederfrequente Ausgangssignal am Verstärker 11 erzeugen, während die Seitenbänder im 90°-Phasendrehzweig mit dem Mischer 6 deshalb in Gegenphase sein und sich aufheben müssen, um am Ausgang des Verstärkers 15 zu verschwinden.

Der Phasendetektor 27 sorgt dafür, dass eine unerwünschte Modulation am Ausgang des Verstärkers 11, bedingt durch eine Rückführung von der Sendeantenne 2 zur Empfangsantenne 1 verschwindet, und in ähnlicher Art und Weise sorgt der Phasendetektor 30 dafür, dass diese ungewollte Modulation am Ausgang des Verstärkers 15 verschwindet.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass, falls das Verzögerungsglied 29 weggelassen und der Ausgang des Verstärkers 11 direkt zur Modulation des Oszillators 16 verwendet wurde, die ungewollte, rückgeführte Modulation, welche in

jedem Fall von der Sende- zur Empfangsantenne rückgeführt wird, von der empfangenen Modulation nicht unterscheidbar wäre und somit nicht selektiv zum Verschwinden gebracht werden könnte.

Es versteht sich von selbst, dass verschiedene Änderungen am eben beschriebenen System vorgenommen werden können, ohne von dessen Grundidee abzuweichen. So kann beispielsweise die 90°-phasendrehende Einheit 8 zwischen Sendeantenne 2 und Mischer 5 vorgesehen sein, oder aber zwischen Empfangsantenne 1 und Mischer 5 oder Mischer 6. Diese Einheit 8 kann somit beispielsweise von der in der Figur eingezeichneten Position entfernt und zwischen Kopplungskondensator 4b und Mischer 6 eingeführt werden.

Um eine Umsetzerstation zu schaffen, welche als Alternative für FM-Betrieb geeignet ist, werden die Ausgänge der Filter 10 und 14 einem FM-Modulator zugeführt und die entstehende Niederfrequenz wird dazu verwendet, den Modulator 17 frequenzzumodulieren. Ein solches FM-System ist im Detail in der englischen Anmeldung 10 360/76 beschrieben.

Es ist somit offensichtlich, dass durch geeignete Anpassung des Modulators 17 entsprechend der gewählten Modulationsart das beschriebene System alternativ für AM oder FM verwendbar ist.

Im weiteren ist darauf hinzuweisen, dass zwei der beschriebenen Sender-Empfänger dazu verwendet werden können, eine vollständige Einfrequenz-Duplex-Verbindungsstation zu realisieren. Das beschriebene System kann weiterhin so abgeändert werden, dass unabhängige Signale empfangen und gesendet werden, indem der AF-Eingang vom Modulator 17 gelöst und der Modulator mit einer externen Modulationsquelle verbunden wird.

Die Erfindung betrifft somit einen AM-Duplex-Sender-Empfänger, welcher eine Empfangs- und eine Sendeantenne umfasst, ein Paar abgleichbarer Mixer, wobei jeder von beiden Antennen gespiesen wird, eine wenigstens nahezu um 90°-phasendrehende Einheit, welche in einem Signalpfad zwischen einer besagter Antennen und einem der abgleichbaren Mixer geschaltet ist, eine Multiplikationseinheit, welche von besagten Mixern gespiesen ist sowie eine Oszillator-Modulator-Einheit, welche die Sendeantenne speist und welche mit der Frequenz des empfangenen Trägersignals mit Hilfe eines Phasenverriegelungssignals vom Multiplikationseinheits-Ausgang phasenverriegelt ist. Ein erster Phasendetektor wird von demjenigen der abgleichbaren Mixer gespiesen, welcher mit der 90°-phasendrehenden Einheit verbunden ist und zudem, über eine Verzögerungseinheit vom anderen Mischer und generiert ein Regelsignal, welches auf den ersterwähnten Mischer rückgeführt ist, um dessen Abgleich zu steuern. Ein zweiter Phasendetektor wird vom zweiten der erwähnten Mixer unverzögert und zusätzlich vom nämlichen Mischer über das Verzögerungsglied verzögert gespiesen, um ein zweites Regelsignal zu generieren, welches auf den zweiten Mischer rückgeführt wird, um dessen Abgleich zu steuern. Vom Ausgang dieses letzterwähnten Mischers, der nicht mit der 90°-phasendrehenden Einheit verbunden ist, wird generell ein Ausgangssignal des Sender-Empfängers abgeleitet. In einer weiteren Ausführungsform ist der Sender-Empfänger als AM-Umsetzer ausgebildet, mit einer Empfangsantenne, um weiter zu sendende Signale zu empfangen und einer Sendeantenne, um die empfangenen Signale auf derselben Trägerfrequenz weiter zu senden, wobei auch hier ein Paar abgleichbarer Mixer, beide von beiden erwähnten Antennen gespiesen sowie eine mindestens nahezu um 90°-phasendrehende Einheit zwischen der einen beider Antennen und einem der Mixer vorgesehen ist, weiter eine Multiplikationseinheit, welche von beiden Mixern gespiesen wird und eine Oszillator-Modulator-Einheit, welche die Sendeantenne speist und welche mit der Frequenz des emp-

fangenen Trägersignals mit Hilfe eines Regelsignals vom Multiplikationseinheitsausgang phasenverriegelt ist, wobei weiter ein erster Phasendetektor von dem mit der 90° -phasendrehenden Einheit verbundenen Mischer gespiesen wird sowie, über ein Verzögerungsglied, ebenfalls vom anderen Mischer, um ein Regelsignal zu erzeugen, welches auf den ersterwähnten Mischer rückgeführt ist, um dessen Abgleich zu steuern, und ein zweiter Phasendetektor, vom zweiterwähnten Mischer unverzögert gespiesen wird, und über das erwähnte Verzögerungsglied vom nämlichen Mischer auch verzögert, um ein zweites Regelsignal zu erzeugen, welches auf den letzterwähnten Mischer rückgeführt ist, um dessen Abstimmung zu steuern, wobei vom letzterwähnten Mischer, vorzugsweise über das erwähnte Verzögerungsglied verzögert, ein Signal auf die Oszillator-Modulator-Einheit geführt ist, um letztere zu modulieren.

Vorzugsweise werden beim AM-Duplex-Sender-Empfänger oder beim AM-Umsetzer je ein Tiefpassfilter zwischen die Mischerausgänge und die Multiplikationseinheitseingänge geschaltet und ebenfalls zwischen die Ausgänge der Phasendetektoren und die Abgleich-Steuereingänge der Mischer, im weiteren zwischen dem Ausgang der Multiplikationseinheit und der Oszillator-Modulator-Einheit für das Phasen-Verrie-

gelungssignal geschaltet. Um dabei Verzögerungen von Signalen zwischen der Sendeantenne und der Empfangsantenne zu kompensieren, wird zwischen die Sendeantenne und die Mischer ein weiteres Verzögerungsglied vorgesehen. Vorzugsweise werden dabei die abgleichbaren Mischer mit einem Diodenpaar und einem Transformator, in Form eines Halbringmischers aufgebaut, wobei die Sendeantenne die Primärwicklung des Transformators speist und die Dioden in Serie mit zwei Abgleichwiderstandselementen über die Sekundärwicklung des Transformators geschaltet sind. Um den Abgleich zu steuern, wird dabei mindestens einer der Abgleichwiderstände als spannungsgesteuertes Widerstandselement ausgebildet, dessen Steuereingang das Ausgangssignal des zugeordneten Phasendetektors zugeführt wird. Zwischen die Oszillator-Modulator-Einheit und die Sendeantenne wird weiter vorzugsweise ein Leistungsverstärker zwischengeschaltet. Um auf einer von der Empfangsträgerfrequenz unabhängigen Trägerfrequenz senden zu können, kann die Oszillator-Modulator-Einheit einen Modulator umfassen, welcher von einem Trägerfrequenzoszillator gespiesen wird, dessen Frequenz unabhängig von der Empfangsträgerfrequenz ist.

