



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 02 073 T2 2004.08.26**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 249 076 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 02 073.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP01/11980**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 988 978.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 02/35718**

(86) PCT-Anmeldetag: **16.10.2001**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **02.05.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **16.10.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **18.02.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **26.08.2004**

(51) Int Cl.7: **H04B 1/40**

H04B 1/30, H04B 1/56

(30) Unionspriorität:

0026209 26.10.2000 GB

0106695 19.03.2001 GB

(73) Patentinhaber:

**Koninklijke Philips Electronics N.V., Eindhoven,
NL**

(74) Vertreter:

Volmer, G., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 52066 Aachen

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(72) Erfinder:

**SAYERS, D., Anthony, NL-5656 AA Eindhoven, NL;
MARSHALL, R., Paul, NL-5656 AA Eindhoven, NL**

(54) Bezeichnung: **DIREKTUMSETZ-SENDE-EMPFÄNGER**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Technischer Bereich

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Funk-Sende-Empfänger und eine integrierte Schaltung mit einem Funk-Sende-Empfänger, die je einen niedrige ZF Empfänger und einen Sender haben und spezielle, aber nicht ausschließlich zur Verwendung in dem 2,4 GHz ISM Frequenzband geeignet sind.

Stand der Technik

[0002] Funkvernetzungsstandards wie FHSS 802.11 und SWAP-CA erfordern die Verwendung eines CSMA (Carrier Sense Multiple Access) Protokolls, wobei ein Funkterminal, das senden möchte, vor dem Senden den Funkkanal, in dem es zu senden wünscht, überwachen soll um zu überprüfen, ob er nicht bereits von einem anderen Funkterminal benutzt wird. Wenn der Kanal bereits verwendet wird, wird das Funkterminal auf das senden verzichten. Die Effizienz eines CSMA-Protokolls ist abhängig von der Geschwindigkeit, mit der ein Funkterminal von der Empfangsmode in die Sendemodus umschalten kann. Während das Terminal beim Umschalten ist, kann es nicht empfangen und kann folglich nicht detektieren, ob ein anderes Funkterminal im Senden begriffen ist, was zu einem Zusammenstoß von Sendungen führen kann. Eine kurze Empfangs/Sendeumschaltzeit ist erwünscht zum Minimieren der Zusammenstöße, wodurch die Funkkanalbenutzungseffizienz maximiert wird.

[0003] Funkstandarde, wie FHSS 802.11, erfordern die Verwendung eines Zeitvielfachzugriffprotokolls, wobei ein Funkterminal zwischen Senden und Empfangen wechselt. Auch hier ist wieder eine kurze Schaltzeit zwischen Empfangs- und Sendemoden erwünscht zum Minimieren der Totzeit, wenn das Funkterminal nicht kommunizieren kann.

[0004] Ein Verfahren zum Schalten zwischen den jeweiligen Moden ist die Verwendung einzelner Ortsozillatoren für den Sender und den Empfänger, aber dies ist kostspielig. Ein preisgünstigeres Verfahren zum Schalten zwischen den jeweiligen Moden ist, einen gemeinsamen Oszillator neu abzustimmen, aber dies ist zeitaufwendig.

[0005] Die Verwendung weitgehend integrierter Transceiver-Architekturen ist erwünscht zum Erzielen niedriger Kosten für ein Funkterminal. Eine Empfängerarchitektur, die auf einfache An und Weise integriert werden kann, ist die niedrige ZF-Architektur, wobei ein Polyphasen-ZF-Filter verwendet wird. Eine derartige Architektur ist in der Europäischen Patentanmeldung Nr. 99944448.2 (am Einreichungsdatum der vorliegenden Erfindung noch nicht veröffentlicht) beschrieben worden. Niedrige-ZF-Empfänger, die ein Polyphasen-ZF-Filter verwenden, können beeinflusst werden durch Interferenz von einem Sender, der auf einer nahe liegenden Frequenz arbeitet. Dieses Problem kann noch größer werden in Funkfrequenzbändern, wie dem 2,4 GHz ISM-Band, in dem es einen nicht koordinierten Gebrauch gibt.

[0006] Eine Lösung zur Linderung der Interferenz, die in der Europäischen Patentanmeldung Nr. 99944448.2 beschrieben worden ist, ist Ortsoszillator-Injektionsfrequenzen zu schalten, wodurch die Bildfrequenz des Empfängers verschoben wird. Ein in der Europäischen Patentanmeldung Nr. 99944448.2 beschriebenes Verfahren um dies zu Implementieren ist das injizierte Ortsoszillatorsignal für entweder den I- (phasengleichen) oder den Q-Anteil (Quadratur) des empfangenen Signals zu invertieren.

[0007] Es ist erwünscht, die Kosten eines Transceivers dadurch zu reduzieren, dass Schaltungsanordnungen für den Sender und den Empfänger möglicherweise neu verwendet werden. Eine Transceiver-Architektur, wobei eine Neuverwendung angewandt wird ist in dem US Patent Nr. 5. 392.460 beschrieben worden, wobei ein Bezugsfrequenzgenerator, der dem Sender sowie dem Empfänger gemeinsam ist, benutzt wird, wobei aber für den Sender und den Empfänger einzelne Frequenzsynthesizer verwendet werden. Bei dieser bekannten Architektur wird Modulation durch ein analoges Signal auf den Sendersynthesizer angewandt, und zwar vor der Aufwärtsmischung, und Modulation durch ein digitales Signal wird nach der Aufwärtsmischung angewandt.

[0008] Eine andere Transceiver-Architektur, ebenfalls in dem US Patent Nr. 5.392.460 beschrieben, verwendet den Synthesizer, der das Ortsoszillator-Injektionssignal für den Empfänger erzeugt, derart wieder, dass er auch das Ortsoszillator-Injektionssignal für den Sender erzeugt, kombiniert dies aber mit einem zweiten Sendersynthesizer zum Aufwärtsmischen zu der schlussendlich übertragenen Trägerfrequenz. Auch hier wird Modulation durch ein analoges Signal auf den Sendersynthesizer angewandt, und zwar vor der Aufwärtsmischung, und Modulation durch ein digitales Signal nach der Aufwärtsmischung.

[0009] Sollte eine dieser in dem US Patent Nr. 5. 392.460 beschriebenen Architekturen zum Implementieren der Technik des Ortsoszillatorschaltens, beschrieben in der Europäischen Patentanmeldung Nr. 99944448.2 oder für CSMA, oder für TDMA, verwendet werden, würde dies das Schalten des Empfängersynthesizers mit sich bringen, was zeitaufwendig wäre, was zu einer unerwünschten Periode führen würde, in der Empfang nicht möglich ist.

[0010] In dem Europäischen Patent Nr. 0601336 wird eine Transceiver-Architektur beschrieben, in der ein ge-

meinsamer Ortsoszillator für den Sender und den Empfänger verwendet wird, und der schnell von Empfang auf Senden geschaltet werden kann. Die beschriebene Architektur hat aber die Komplexität der Verwendung von drei Oszillatoren für einen Transceiver, benutzt zwei Frequenzumwandlungsstufen in dem Empfänger und hat keine Möglichkeit des Ortsoszillatorschaltens zum Verschieben der Bildfrequenz des Empfängers.

Beschreibung der vorliegenden Erfindung

[0011] Es ist nun u. a. eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung einen verbesserten Transceiver zu schaffen, der imstande ist, schnelle Schaltzeiten zu verwirklichen und Schaltungselemente zwischen dem Sender und dem Empfänger neu zu verwenden, und der für einen hohen Integrationspegel geeignet ist.

[0012] Nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Halbduplex-Funktransceiver geschaffen, vorgesehen zum Senden und Empfangen auf einer gemeinsamen Frequenz, mit einem Sender und einem niedrigen-ZF-Empfänger, der weiterhin Signalerzeugungsmittel aufweist, wobei diese Signalerzeugungsmittel einen ersten und einen zweiten Frequenzgenerator aufweisen, mit dem Kennzeichen, dass der erste Frequenzgenerator bei Empfang und bei Sendung ein Signal mit einer Nenn-Trägerfrequenz erzeugt, wobei der zweite Frequenzgenerator ein Offsetsignal erzeugt, das bei Empfang eine niedrige Zwischenfrequenz hat und wobei bei Empfang das von dem ersten Frequenzgenerator erzeugte Signal mit dem Offsetsignal vermischt wird zum Erzeugen eines Abwärtsmischsignals.

[0013] Durch Verwendung des ersten Frequenzgenerators zum Erzeugen eines Signals mit der Trägerfrequenz zur Verwendung durch den Sender und den Empfänger zum Senden bzw. Empfangen ohne Umschaltung der Frequenz des ersten Frequenzgenerators, können die Transceiver-Schaltzeiten zwischen den Sendemod und Empfangsmoden kurz gehalten werden, und Schaltungselemente können zwischen dem Sender und dem Empfänger neu verwendet werden. Die Differenz zwischen der Trägerfrequenz und der Frequenz des Abwärtsmischsignals des Empfängers wird von dem zweiten Frequenzgenerator geliefert. Bei einigen Implementierungen kann der erste und der zweite Frequenzgenerator eine gemeinsame Frequenzbezugsquelle benutzen.

[0014] Beim Senden kann Modulation dem ersten oder dem zweiten Frequenzgenerator zugeführt werden.

[0015] Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird beim Senden das Signal mit der Nennträgerfrequenz, das von dem ersten Frequenzgenerator erzeugt worden ist, unmittelbar mit einem Informationssignal moduliert.

[0016] Bei einer weiteren Ausführungsform wird beim Senden das von dem zweiten Frequenzgenerator erzeugte Offsetsignal mit dem Informationssignal moduliert und das von dem ersten Frequenzgenerator erzeugte Signal wird mit dem modulierten Offsetsignal moduliert, wodurch ein moduliertes Trägersignal erzeugt wird, und zwar durch indirekte Modulation des Trägerfrequenzsignals.

[0017] Bei wieder einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei die Modulation dem zweiten Frequenzgenerator zugeführt wird, wird der zweite Frequenzgenerator bei Empfang auf einen Frequenzbezugswert verriegelt, wird ein Steuersignal zu dem verriegelten zweiten Frequenzgenerator bei Empfang abgetastet und das abgetastete Steuersignal wird beim Senden zur Steuerung der Frequenzmodulationsabweichung benutzt.

[0018] Der zweite Frequenzgenerator kann ggf. einen spannungsgesteuerten Oszillator oder einen numerisch gesteuerten Oszillator (NCO) enthalten.

[0019] Bei einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann das Empfänger-Abwärtsmischsignal zwischen Hochinjektion und Tiefinjektion geschaltet werden. Durch diese Mittel kann Interferenz auf den Bildkanal verringert werden.

[0020] Bei wieder einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Transceiver in einer integrierten Schaltung implementiert worden.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0021] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im vorliegenden Fall näher beschrieben. Es zeigen:

[0022] **Fig. 1** ein Blockschaltbild einer ersten Ausführungsform eines Transceivers, hergestellt nach der vorliegenden Erfindung,

[0023] **Fig. 2** ein Blockschaltbild einer komplexen Mischerstruktur, verwendet in dem Transceiver nach **Fig. 1**,

[0024] **Fig. 3** eine Tabelle der Transceivereinstellungen, erforderlich bei Sendemod und Empfangsmoden für den Transceiver aus **Fig. 1**, und

[0025] **Fig. 4** ein Blockschaltbild einer zweiten Ausführungsform eines Transceivers, hergestellt nach der vorliegenden Erfindung,

[0026] **Fig. 5** ein Blockschaltbild einer dritten Ausführungsform eines Transceivers, hergestellt nach der vorliegenden Erfindung.

[0027] In der Zeichnung sind entsprechende Blöcke durch die gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

[0028] Es werden drei Ausführungsbeispiele beschrieben. In **Fig. 1**, in der das erste Ausführungsbeispiel dargestellt ist, gibt es ein Signalerzeugungsmittel **2** mit einem Eingang **3** für ein zu übertragendes Eingangsinformationssignal, mit einem ersten Ausgang **4** und mit einem zweiten Ausgang **5**. Das an diesen Ausgängen gelieferte Signal ist abhängig von der Betriebsart des Transceivers und wird nachstehend näher beschrieben. Der erste Ausgang **4** des Signalerzeugungsmittels **2** ist mit einem Senderleistungsverstärker **7** gekoppelt, dessen Ausgang mit einem Antennenschalter **8** gekoppelt ist. Der Antennenschalter **8** ist ebenfalls mit einem Empfängerverstärker **10** verbunden und die Einstellung des Antennenschalters **8** bestimmt, ob eine Antenne **9** mit dem Ausgang des Senderleistungsverstärkers **7** verbunden ist, wenn der Transceiver in einer Sendemodus arbeitet, oder mit dem Eingang des Empfängerverstärkers **10**, wenn der Transceiver in einer Empfangsmodus arbeitet. Die Wirkung des Antennenschalters **8** wird von den Steuermitteln **100** gesteuert.

[0029] Der Ausgang des Empfängerverstärkers **10** ist mit einem ersten Eingang einer ersten Mischstufe **11** und mit einem ersten Eingang einer zweiten Mischstufe **12** gekoppelt. Ein zweiter Eingang der ersten Mischstufe **11** ist mit dem ersten Ausgang **4** des Signalerzeugungsmittels **2** gekoppelt, und ein zweiter Eingang der zweiten Mischstufe **12** ist mit dem zweiten Ausgang **5** des Signalerzeugungsmittels **2** gekoppelt. Ein Ausgangssignal der ersten Mischstufe **11**, das dem phasengleichen (I) Anteil des empfangenen Signals entspricht, wird einem ersten phasengleichen Eingang eines Polyphasen-ZF-Filters **13** zugeführt. Ein Ausgangssignal der zweiten Mischstufe **12**, das dem Quadraturanteil (Q) des Empfängersignals entspricht, wird einem ersten schaltbaren Inverter **16** zugeführt und ein Ausgangssignal des ersten schaltbaren Inverters **16** wird einem zweiten Quadratursignaleingang des Polyphasen-ZF-Filters **13** zugeführt. Das erste und das zweite phasengleiche bzw. Quadraturausgangssignal des Polyphasenfilters **13** werden über betreffende Verstärker **6** und **17** phasengleichen bzw. Quadratursignaleingängen eines Demodulators **14** zugeführt, der an einem Ausgang **15** ein Basisband-Informationssignal liefert.

[0030] Das Signalerzeugungsmittel **2** umfasst einen ersten Frequenzgenerator **40** und einen zweiten Frequenzgenerator **41**. Die Struktur des Signalerzeugungsmittels **2** wird nachstehend beschrieben, und zwar zusammen mit dessen Verwendung zum Erzeugen mehrerer Signale, die erforderlich sind, damit der Transceiver in einer Sendemodus und in einer Empfangsmodus arbeiten kann.

[0031] Der erste Frequenzgenerator **40** umfasst ein Frequenzbezugselement **25**, wie einen Kristalloszillator, einen Trägerfrequenzsynthesizer **26** und einen ersten 90° Phasenschieber **28**. Ein Ausgangssignal des Frequenzbezugselementes **25** wird einem Eingang des Trägerfrequenzsynthesizers **26** zugeführt, der einen phasengleichen Signalanteil $\cos\omega_c t$ mit einer Funkträger-Nennfrequenz ω_c erzeugt, wobei dieser Signalanteil einem ersten Eingang einer komplexen Mischstufe **1** zugeführt wird. Der phasengleiche Signalanteil $\cos\omega_c t$ wird ebenfalls dem ersten 90° Phasenschieber **28** zugeführt, der einen Quadratursignalanteil $\sin\omega_c t$ mit der Träger-Nennfrequenz ω_c erzeugt, wobei dieser Signalanteil einem zweiten Eingang der komplexen Mischstufe **1** zugeführt wird.

[0032] Auf alternative Art und Weise kann für Applikationen mit einer festen Frequenz der ersten Frequenzgenerator **40** statt der Kombination des Frequenzbezugselementes **25** und des Trägerfrequenzsynthesizers **26** einen festen Trägerfrequenzoszillator enthalten.

[0033] Der zweite Frequenzgenerator **41** umfasst einen spannungsgesteuerten Oszillator (VCO) **27**, der einen phasengleichen Signalanteil $\cos\omega_o t$ mit einer variablen Offsetfrequenz ω_o an einem ersten Ausgang **18** erzeugt, wobei dieser Anteil einem dritten Eingang der komplexen Mischstufe **1** zugeführt wird, und einen Quadratursignalanteil $\sin\omega_o t$ an einem zweiten Ausgang **19**, wobei dieser Anteil einem vierten Eingang der komplexen Mischstufe **1** zugeführt wird. Weiterhin kann durch Steuerung des Spannungseingangs zu dem VCO **27** dieser VCO **27** gestoppt werden zu schwingen und derart umgekehrt werden, dass der Quadratursignalanteil an dem zweiten Ausgang **19** invertiert wird um $-\sin\omega_o t$ zu werden. Ein derartiger VCO ist in der Internationalen Patentanmeldung PCT/EP00/00514 beschrieben worden.

[0034] **Fig. 2** zeigt die Struktur der komplexen Mischstufe **1**, wobei es eine dritte Mischstufe **30**, eine vierte Mischstufe **31**, eine fünfte Mischstufe **32** und eine sechste Mischstufe **33** gibt. Ein erster Eingang der vierten Mischstufe **31** und ein erster Eingang der sechsten Mischstufe sind derart geschaltet, dass sie den phasengleichen Signalanteil $\cos\omega_c t$ mit der Funkträgerfrequenz ω_c akzeptieren, wobei dieser Signalanteil dem ersten Eingang der komplexen Mischstufe **1** zugeführt wird. Ein erster Eingang der dritten Mischstufe **30** und ein erster Eingang der fünften Mischstufe **32** sind gekoppelt zum Akzeptieren des Quadratursignalanteils $\sin\omega_c t$ mit der Funkträgerfrequenz ω_c , wobei dieser Anteil dem zweiten Eingang der komplexen Mischstufe **1** zugeführt wird.

[0035] Ein zweiter Eingang der vierten Mischstufe **31** und ein erster Eingang der fünften Mischstufe **32** sind derart geschaltet, dass sie den phasengleichen Signalanteil $\cos\omega_o t$ mit der Frequenz ω_o akzeptieren, wobei dieser Anteil dem dritten Eingang der komplexen Mischstufe **1** zugeführt wird.

[0036] Der Quadratursignalanteil $\sin\omega_c t$, der an dem zweiten Ausgang **19** von dem VCO **27** dem vierten Eingang der komplexen Mischstufe zugeführt wird, wird einem zweiten schaltbaren Inverter **36** zugeführt, der un-

ter Betrieb der Steuermittel **100** entweder die nicht invertierte oder die invertierte Version des VCO Quadratur-signalanteils liefern kann. Der VCO Quadratur-signalanteilausgang des zweiten schaltbaren Inverters **36** wird einem zweiten Eingang der sechsten Mischstufe **33** und einem nicht schaltbaren Inverter **29** zugeführt. Ein Ausgang des nicht schaltbaren Inverters **29** wird einem zweiten Eingang der dritten Mischstufe **30** zugeführt. [0037] Die nachfolgenden Produkte werden geformt und an Ausgängen der dritten, vierten, fünften und sechsten Mischstufe geliefert, wenn der VCO vorwärts läuft (wobei $\cos\omega_c t$ und $\sin\omega_c t$ an dem ersten und zweiten Ausgang **18** bzw. **19** geliefert werden) und der zweite schaltbare Inverter **36** wird auf nicht invertieren gesetzt:

Ausgang der dritten Mischstufe **30** = $-\sin\omega_c t \times \sin\omega_o t$

Ausgang der vierten Mischstufe **31** = $\cos\omega_c t \times \cos\omega_o t$

Ausgang der fünften Mischstufe **32** = $\sin\omega_c t \times \cos\omega_o t$

Ausgang der sechsten Mischstufe **33** = $\cos\omega_c t \times \sin\omega_o t$

[0038] Ein Ausgang der dritten Mischstufe **30** wird einem ersten Eingang einer ersten Summierstufe **34** zugeführt und ein Ausgang der vierten Mischstufe **31** wird einem zweiten Eingang der ersten Summierstufe **34** zugeführt. Ein Ausgang der ersten Summierstufe **34** liefert den ersten Ausgang **4** der komplexen Mischstufe **1** und ist der phasengleiche Anteil des Trägers plus VCO-Frequenz, d. h.:

$$[\cos\omega_c t \times \cos\omega_o t] - [\sin\omega_c t \times \sin\omega_o t] = \cos(\omega_c + \omega_o)t$$

wenn der VCO **27** vorwärts läuft, wodurch $\sin\omega_o t$ an dem zweiten Ausgang **19** geliefert wird und der zweite schaltbare Inverter **36** wird auf nicht invertieren gesetzt.

[0039] Ein Ausgang der fünften Mischstufe **32** wird einem ersten Eingang einer zweiten Summierstufe **35** zugeführt und ein Ausgang der sechsten Mischstufe **33** wird einem zweiten Eingang der zweiten Summierstufe **35** zugeführt. Ein Ausgang der zweiten Summierstufe **35** liefert den zweiten Ausgang **5** der komplexen Mischstufe **1** und ist der Quadraturanteil des Trägers plus der VCO-Frequenz, d. h.:

$$[\sin\omega_c t \times \cos\omega_o t] + [\cos\omega_c t \times \sin\omega_o t] = \sin(\omega_c + \omega_o)t$$

wenn der VCO **27** vorwärts läuft, wodurch $\sin\omega_o t$ an dem zweiten Ausgang **19** geliefert wird und der zweite schaltbare Inverter **36** auf nicht invertieren gesetzt wird.

[0040] Wenn der zweite schaltbare Inverter **36** auf invertieren gesetzt wird, wobei der VCO vorwärts läuft, liefert der Ausgang der ersten Summierstufe **34** dem ersten Ausgang **4** der komplexen Mischstufe **1** den phasengleichen Anteil des Trägers minus der VCO-Frequenz, d. h.:

$$[\cos\omega_c t \times \cos\omega_o t] + [\sin\omega_c t \times \sin\omega_o t] = \cos(\omega_c - \omega_o)t$$

und der Ausgang der zweiten Summierstufe **35** liefert dem zweiten Ausgang **5** der komplexen Mischstufe **1** den Quadraturanteil des Trägers minus der VCO-Frequenz, d. h.

$$[\sin\omega_c t \times \cos\omega_o t] - [\cos\omega_c t \times \sin\omega_o t] = \sin(\omega_c - \omega_o)t.$$

[0041] Die oben beschriebenen Signalanteile werden verwendet, wenn der Transceiver sich in einer Empfangsmodus befindet, was nachher noch näher beschrieben wird. Wenn der Transceiver sich in einer Sendemodus befindet, wird der zweite schaltbare Inverter **36** auf nicht invertieren gesetzt und der VCO **27** kann ggf. umgekehrt werden, wodurch an dem phasengleichen und Quadratur-, ersten und zweiten Ausgang **18** bzw. **19** $\cos\omega_o t$ bzw. $-\sin\omega_o t$ geliefert wird. In diesem Fall liefert der Ausgang der ersten Summierschaltung **34** an dem ersten Ausgang **4** der komplexen Mischstufe **1** den phsengleichen Anteil des Trägers minus der VCO-Frequenz, d. h.:

$$[\cos\omega_c t \times \cos\omega_o t] + [\sin\omega_c t \times \sin\omega_o t] = \cos(\omega_c - \omega_o)t$$

[0042] Auf diese Weise hat das Umkehren des VCO **27** den Effekt der Umkehrung der Frequenzabweichung in dem Trägersignal. Wenn der Transceiver sich in der Sendemodus befindet, wird das von dem zweiten Ausgang **5** der komplexen Mischstufe **1** gelieferte Signal nicht verwendet.

[0043] Die an dem ersten und an dem zweiten Ausgang **4** und **5** des Signalerzeugungsmittels **2** erzeugte Signal, wie dies für die Sende- und Empfangsmodes erforderlich ist, und die Einstellungen der schaltbaren Inverter **16**, **36** sind in der Tabelle nach **Fig. 3** zusammengefasst.

[0044] In **Fig. 1** ist das Frequenzbezugselement **25** mit einem Teiler **24** gekoppelt, der das Frequenzbezugssignal zu einer niedrigen Zwischenfrequenz herunterteilt. Typischerweise ist die niedrige ZF gleich dem halben Kanalraum, aber andere bequeme Frequenzen können ebenfalls verwendet werden. Ein Ausgang des Teilers

24 ist mit einem ersten Eingang eines Phasendetektors **20** gekoppelt. Das von dem ersten Ausgang **18** des VCO **27** gelieferte phasengleiche Signal wird einem zweiten Eingang des Phasendetektors **20** zugeführt. Ein Ausgang des Phasendetektors **20** ist mit einem ersten Eingang eines Selektorschalters **23** gekoppelt und ein Ausgang des Selektorschalters **23** ist mit einem Spannungsregeleingang des VCOs **27** gekoppelt.

[0045] Ein dem Eingang **3** des Signalerzeugungsmittels **2** zugeführtes Eingangsinformationssignal wird einem Eingangsverstärker **22** zugeführt und ein Ausgangssignal des Eingangsverstärkers **22** wird einem zweiten Eingang des Selektorschalters **23** zugeführt.

[0046] Weiterhin wird das Ausgangssignal des Phasendetektors **20** einer Abtastund-Halteschaltung **21** zugeführt, und ein Ausgangssignal der Abtast-und-Halteschaltung **21** wird dem Eingangsverstärker **22** zugeführt, und zwar zur Steuerung des Pegels des dem Spannungsregeleingang des VCOs **27** zugeführten Eingangssignals.

[0047] Wenn der Transceiver in der Empfangsmode arbeiten soll mit hoher Ortsoszillator-Injektion, werden von den Steuermitteln **100** die nachfolgenden Einstellungen durchgeführt.

- a) Der Selektorschalter **23** wird derart eingestellt, dass er an dem Ausgang das von dem Phasendetektor **20** gelieferte Signal liefert, wodurch eine derartige Steuerschleife gebildet wird, dass der VCO **27** auf dem geteilten Frequenzbezugssignal mit niedriger ZF verriegelt wird.
- b) Der VCO **27** läuft vorwärts und der zweite schaltbare Inverter **36** wird auf nicht invertieren gesetzt, so dass der Generator **2** an den Ausgängen **4** und **5** den phasengleichen bzw. den Quadraturanteil des Trägers plus Offsetfrequenz liefert, die als hohe Abwärtsmischsignale von der ersten und der zweiten Mischstufe **11** bzw. **12** verwendet werden.
- c) Der erste schaltbare Inverter **16** wird auf nicht invertieren gesetzt.

[0048] Wenn in dem Bildkanal ein Störsignal erscheint, wird der Empfänger dadurch auf niedrige Ortsoszillator-Injektion geschaltet, dass der erste und der zweite schaltbare Inverter **16**, **36** auf invertieren gesetzt wird. Dadurch, dass der zweite schaltbare Inverter **36** geschaltet wird stattdessen, dass der VCO **27** umgekehrt wird um $-\sin\omega_0 t$ zu erzeugen, wird eine Unterbrechung der Steuerschleife, was das empfangene Signal beeinträchtigen könnte, vermieden. Abhängig davon, wie da Polyphasenfilter implementiert ist, kann es sein, dass einige Filterkoeffizienten geändert werden müssen, wenn die Ortsoszillator-Injektion geschaltet wird.

[0049] Wenn dagegen in dem Bildkanal Interferenz auftritt, wenn der Empfänger für niedrige Ortsoszillator-Injektion eingestellt ist, kann der Empfänger dadurch auf hohe Ortsoszillator-Injektion geschaltet werden, dass der erste und der zweite schaltbare Inverter **16**, **36** auf nicht invertieren gesetzt wird.

[0050] Wenn der Transceiver in der Sendemod e arbeiten soll, werden die nachfolgenden Einstellungen durch die Steuermittel **100** durchgeführt.

- a) Der Selektorschalter **23** wird eingestellt zum an dem Ausgang Liefern des Eingangsinformationssignals von dem Eingangsverstärker **22**, wodurch es ermöglicht wird, dass der VCO **27** von dem Eingangssignal moduliert wird. Der Pegel des Eingangssignals bestimmt die Frequenz des VCOs **27** und folglich die Frequenzabweichung gegenüber dem übertragenen Trägersignal.
- b) Die Abtast-und-Halteschaltung wird eingestellt zum Festhalten, wodurch es ermöglicht wird, dass die Spannung an der Abtast-und-Halteschaltung **21**, die in der Empfangsmode abgetastet wird, nun als Bezugswert arbeitet zur Steuerung des Eingangsverstärkers **22** und folglich der von dem VCO **27** gelieferten Frequenzabweichung. Auf diese Weise werden Toleranzen in den VCO-Elementen kompensiert.
- c) Der zweite schaltbare Inverter **36** wird auf nicht invertieren gesetzt. Die Frequenz des an dem ersten Ausgang **4** des Signalerzeugungsmittels **2** gelieferten Signals entspricht der Trägerfrequenz plus der durch das Eingangsinformationssignal verursachten Abweichung, wenn der VCO **27** vorwärts läuft, und entspricht der Trägerfrequenz minus der von dem Eingangsinformationssignal verursachten Abweichung, wenn der VCO **27** rückwärts läuft.

[0051] Gewünschtenfalls kann die Polarität der Abweichung dadurch umgekehrt werden, dass der zweite schaltbare Inverter **36** auf Invertieren gesetzt wird.

[0052] Wenn die Fähigkeit, zwischen niedriger und hoher Injektion in dem Empfänger zu schalten, nicht erforderlich ist, kann auf den ersten und den zweiten schaltbaren Inverter **16**, **36** verzichtet werden, die dann durch direkte Verbindungen ersetzt werden. Weiterhin dürfte es dem Fachmann einleuchten, dass so eine feste Injektion durch eine geeignete Wahl der Signalpolarität entweder auf hoch oder auf niedrig gesetzt werden kann.

[0053] In **Fig. 4** gibt es in einem zweiten Ausführungsbeispiel ein Signalerzeugungsmittel **2'** mit dem Eingang **3** für ein Eingangsinformationssignal, das übertragen werden soll, mit dem ersten Ausgang **4** und dem zweiten Ausgang **5**. Abgesehen von den Differenzen in der internen Struktur des Signalerzeugungsmittels **2'** ist die Struktur des Transceivers dieselbe, wie für die erste Ausführungsform oben beschrieben wurde, so dass nur die Differenzen in der Struktur des Signalerzeugungsmittels **2'** näher beschrieben werden.

[0054] Das Verfahren zum Erzeugen phasengleicher und Quadratursignalanteile $\cos\omega_0 t$ und $\sin\omega_0 t$ ist das-

selbe wie bei der ersten Ausführungsform in **Fig. 1** und wie oben beschrieben. Der phasengleiche Signalanteil $\cos\omega_c t$ wird einem ersten Eingang einer siebenten Mischstufe **43** zugeführt und der Quadraturanteil $\sin\omega_c t$ wird einem ersten Eingang einer achten Mischstufe **42** zugeführt.

[0055] Phasengleiche und Quadraturanteile mit der Trägerfrequenz, $\cos\omega_c t$ bzw. $\sin\omega_c t$ werden mit Hilfe der Phasenschieberschaltung **28'** von dem ersten Frequenzgenerator **40** geliefert. Der phasengleiche Anteil $\cos\omega_c t$ wird einem zweiten Eingang der siebenten Mischstufe **43** zugeführt und der Quadraturanteil $\sin\omega_c t$ wird einem zweiten Eingang der achten Mischstufe **42** über einen dritten schaltbaren Inverter **49** zugeführt. Ein Ausgangssignal von der siebenten und der achten Mischstufe **43, 42** wird in einer Summierstufe **45** kombiniert und die resultierende Summe wird an dem ersten Ausgang **4** des Signalerzeugungsmittels **2'** geliefert. Die resultierende Summe wird durch einen zweiten 90° Phasenschieber **48** hindurch geführt und die resultierende phasenverschobene Summe wird an dem zweiten Ausgang **5** des Signalerzeugungsmittels **2'** geliefert.

[0056] Das Koppeln des Signalerzeugungsmittels **2'** des zweiten Ausführungsbeispiels mit Hilfe der Ausgänge **4** und **5** zu dem restlichen Teil des Transceivers ist dasselbe wie das Koppeln des Signalerzeugungsmittels **2** des oben beschriebenen ersten Ausführungsbeispiels aus **Fig. 1**.

[0057] Wenn der Transceiver sendet, bildet die Kombination der siebenten und der achten Mischstufe **43** und **42** und der Summierstufe **45** die durchaus bekannte, direkte Aufwärtsmischtopologie und liefert an dem ersten Ausgang **4** der Signalerzeugungsmittel **2'** ein Trägerfrequenzsignal, moduliert durch das Eingangsinformationssignal.

[0058] Wenn der Transceiver empfängt, und der dritte schaltbare Inverter **49** von den Steuermitteln **100** auf nicht invertieren gesetzt ist, liefert die Kombination der siebenten und der achten Mischstufe **43** und **42** und der Summierstufe **45** an dem ersten Ausgang **4** des Signalerzeugungsmittels **2'** einen gleichphasigen Anteil eines Abwärtsmischsignals, und zwar:

$$[\cos\omega_c t \times \cos\omega_o t] + [\sin\omega_c t \times \sin\omega_o t] = \cos(\omega_c - \omega_o)t$$

und nach der Phasenverschiebung in dem 90° Phasenschieber **48** wird an dem zweiten Ausgang **5** des Signalerzeugungsmittels **2'** ein Quadraturanteil eines Abwärtsmischsignals, $\cos(\omega_c - \omega_o)t$ geliefert.

[0059] Auf diese Weise kann Abwärtsmischung durch niedrige Injektion implementiert werden. Auch wenn niedrige Injektion angewandt wird, wird der erste schaltbare Inverter **16** auf invertieren gesetzt, damit es ermöglicht wird, dass das Polyphasenfilter **13** das erforderliche empfangene Signal selektiert.

[0060] Zum Implementieren der hohen Injektion wird der dritte schaltbare Inverter **49** auf invertieren gesetzt, was dazu führt, dass an dem ersten und zweiten Ausgang **4** bzw. **5** des Signalerzeugungsmittels **2'** $\cos(\omega_c + \omega_o)t$ und $\sin(\omega_c + \omega_o)t$ geliefert wird.

[0061] In **Fig. 5** gibt es in einem dritten Ausführungsbeispiel ein Signalerzeugungsmittel **2''** mit dem Eingang **3** für ein Eingangsinformationssignal, das übertragen werden soll, und mit dem ersten Ausgang **4** und dem zweiten Ausgang **5**. Abgesehen von Differenzen in der internen Struktur des Signalerzeugungsmittels **2''** ist die Struktur des Transceivers dieselbe, wie für die erste Ausführungsform beschrieben wurde, so dass nur die Differenzen in der Struktur des Signalerzeugungsmittels **2''** beschrieben werden. Beim senden wird das Eingangsinformationssignal nicht zugeführt zu Modulieren des zweiten Frequenzgenerators **41**, sondern wird stattdessen zugeführt zum Modulieren des ersten Frequenzgenerators **40**, beispielsweise dadurch, dass das Eingangsinformationssignal in den Trägerfrequenzsynthesizer **26** injiziert wird, wodurch das Trägerfrequenzsignal unmittelbar moduliert wird. Bei dieser Ausführungsform liefert beim Senden der zweite Frequenzgenerator **41** keinen Beitrag zu der Modulation des Trägerfrequenzsignals, wodurch der zweite Frequenzgenerator **41** durch die Steuermittel **100** zum Schwingen gestoppt werden kann oder (nicht dargestellt) wodurch das erste und der zweite Ausgangssignal **4, 5** des Signalerzeugungsmittels **2** unmittelbar mit den gleichphasigen und Quadraturanteilen des modulierten Trägerfrequenzsignals, das von dem ersten Frequenzgenerator **40** geliefert werden kann stattdessen, dass es von der komplexen Mischstufe **1** geliefert wird.

[0062] In den Ausführungsbeispielen kann eventuell der zweite Frequenzgenerator **41** als ein numerisch gesteuerter Oszillator (NCO) implementiert werden, der digitale Versionen der phasengleichen und der Quadraturanteile $\cos\omega_c t$ und $\sin\omega_c t$ erzeugt, die dann durch eine Digital-Analogumwandlung und durch Tiefpassfilterung in die analoge Domäne umgewandelt werden.

[0063] Dem Fachmann dürften alternative Stellen zum Durchführen der Signalumwandlung, erforderlich wenn zwischen niedriger und hoher Injizierung umgeschaltet wird, einfallen.

[0064] Wenn die Fähigkeit zwischen niedriger und hoher Injizierung zu schalten nicht erforderlich ist, kann auf die schaltbaren Inverter **16, 36, 49** verzichtet werden und diese können durch eine direkte Kopplung ersetzt werden. Weiterhin dürfte es dem Fachmann einleuchten, dass eine derartige feste Injizierung durch eine geeignete Wahl der Signalpolarität entweder auf hoch oder auf niedrig gesetzt werden kann.

[0065] Eventuell kann der erste Frequenzgenerator **40** einen Oszillator enthalten, der mit einer Frequenz arbeitet, die höher ist als die Nennträgerfrequenz, beispielsweise mit einer Frequenz $2\omega_c$, und die Phasenschieberschaltung **28'** kann eine Teilerfunktion haben, beispielsweise eine Halbierfunktion. Diese Option ist günstig

für eine digitale Implementierung.

[0066] Eventuell, obschon nicht dargestellt, können Mittel vorgesehen sein zum Sperren von Senderteilen des Transceivers, wenn der Transceiver empfängt, beispielsweise um ein Weglecken aus dem Sender in den Empfänger zu vermeiden.

[0067] Eventuell kann der Senderleistungsverstärker **7** anstelle mit einem einzigen Ausgang des Signalerzeugungsmittels **2** gekoppelt zu sein (Ausgang **4** bei den oben beschriebenen Ausführungsformen) mit der Summe der Quadratursignale versehen sein, die an dem ersten und dem zweiten Ausgang des Signalerzeugungsmittels **2** geliefert werden.

Industrielle Anwendung

Funk-Transceiver

Text in der Zeichnung

Fig. 1

0° oder 180°

Fig. 2

0° oder 180°

Fig. 3

Transceivermode	VCO 27	Zweiter schaltbarer Inverter 36	Ausgang 4	Ausgang 5	Erster schaltbarer Inverter 16
Senden mit positiver Abweichung	Vorwärts	Nicht invertieren	$\cos(\omega_c + \omega_o)t$	Nicht verwendet	Nicht verwendet
Senden mit negativer Abweichung	Umgekehrt	Nicht invertieren	$\cos(\omega_c - \omega_o)t$	Nicht verwendet	Nicht verwendet
Empfangen mit hoher Injektion	Vorwärts	Nicht invertieren	$\cos(\omega_c + \omega_o)t$	$\sin(\omega_c + \omega_o)t$	Nicht invertieren
Empfangen mit niedriger Injektion	Vorwärts	Invertieren	$\cos(\omega_c - \omega_o)t$	$\sin(\omega_c - \omega_o)t$	invertieren

Fig. 4

0° oder 180°

Fig. 5

0° oder 180°

Patentansprüche

1. Halbduplex-Sender-Empfänger zum Senden und Empfangen mit einer gemeinsamen Frequenz, mit einem Sender und einem niedrigen ZF-Empfänger, weiterhin mit Signalerzeugungsmitteln (**2**), wobei diese Signalerzeugungsmittel einen ersten und einen zweiten Frequenzgenerator (**40**, **41**) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Frequenzgenerator (**40**) bei Empfang und bei Sendung ein Signal mit einer Nenn-Trägerfrequenz erzeugt, wobei der zweite Frequenzgenerator (**41**) ein Offsetsignal erzeugt, das bei Empfang eine niedrige Zwischenfrequenz hat und wobei bei Empfang das von dem ersten Frequenzgenerator erzeugte Signal mit dem Offsetsignal vermischt wird zum Erzeugen eines Abwärtsmischsignals.

2. Sender-Empfänger nach Anspruch 1, wobei während der Übertragung das von dem ersten Frequenzgenerator (**40**) erzeugte Signal unmittelbar von einem Informationssignal moduliert wird.

3. Sender-Empfänger nach Anspruch 1, wobei während der Übertragung das Offsetsignal von einem Informationssignal moduliert wird und das von dem ersten Frequenzgenerator (**40**) erzeugte Signal von dem mo-

dulierten Offsetsignal moduliert wird, wodurch ein moduliertes Signal mit der Trägerfrequenz erzeugt wird.

4. Sender-Empfänger nach Anspruch 3, wobei der zweite Frequenzgenerator (**41**) bei Empfang auf einem Frequenzbezugswert (**25**) verriegelt wird, bei Empfang ein Steuersignal zu dem verriegelten zweiten Frequenzgenerator abgetastet (**21**) wird und das abgetastete Steuersignal bei der Übertragung zur Steuerung der Frequenzmodulationsabweichung (**22**) benutzt wird.

5. Sender-Empfänger nach Anspruch 3, wobei der zweite Frequenzgenerator (**14**) einen spannungsgesteuerten Oszillator (**27**) aufweist.

6. Sender-Empfänger nach Anspruch 3, wobei der zweite Frequenzgenerator (**41**) einen numerisch gesteuerten Oszillator aufweist.

7. Sender-Empfänger nach Anspruch 1, wobei der erste Frequenzgenerator (**40**) einen Oszillator aufweist, der mit einer Nenn-Trägerfrequenz arbeitet.

8. Sender-Empfänger nach Anspruch 1, wobei der erste Frequenzgenerator (**40**) einen Oszillator (**25**) aufweist, der mit einer Frequenz arbeitet, die höher ist als die Nenn-Trägerfrequenz, die mit einem Teiler-element (**28**) gekoppelt ist, das phasengleiche und Quadratur-signalanteile mit der Nenn-Trägerfrequenz liefert.

9. Sender-Empfänger nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Abwärtsumwandlungssignal zwischen Hochseiten- und Tiefseiteninjektion umgeschaltet (**16**, **36**) werden kann.

10. Integrierte Schaltung mit dem Funk-Sender-Empfänger nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

11. Integrierte Schaltung mit dem Funk-Sender-Empfänger nach Anspruch 9.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

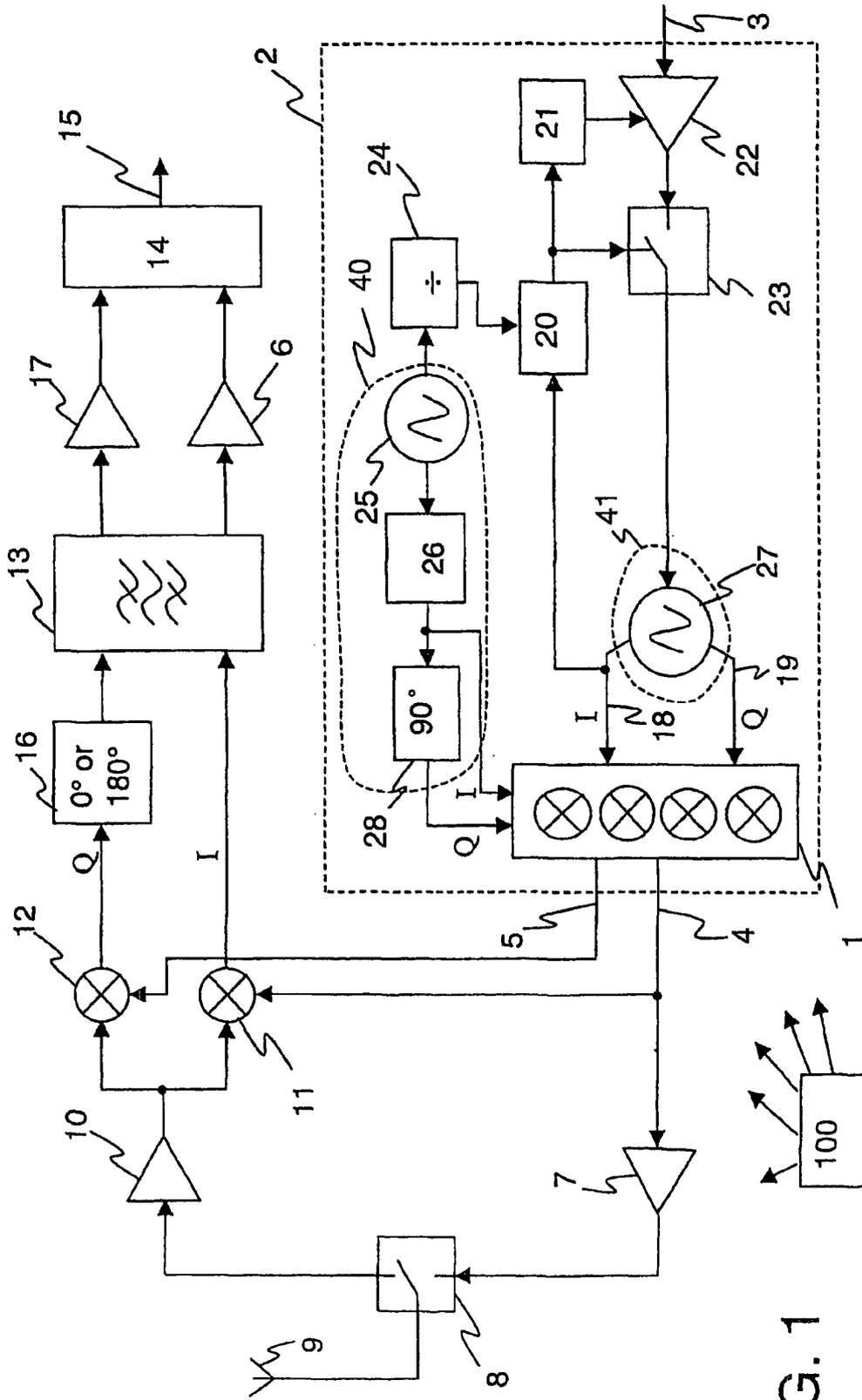


FIG. 1

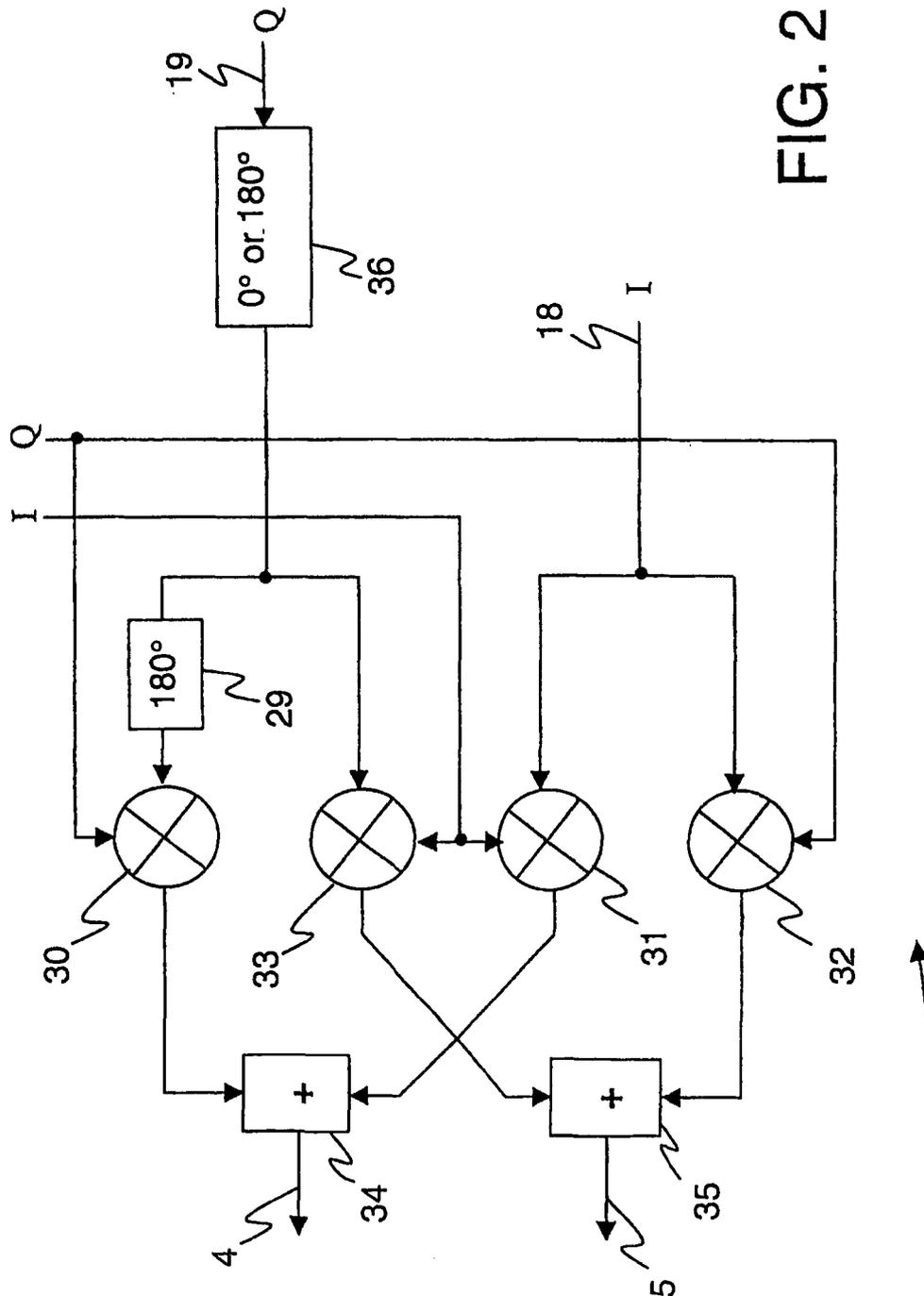


FIG. 2

Transceiver mode	VCO 27	Second switchable inverter 36	Output 4	Output 5	First switchable inverter 16
Transmit with positive deviation	forward	non-invert	$\cos(\omega_c + \omega_o)t$	not used	not used
Transmit with negative deviation	reverse	non-invert	$\cos(\omega_c - \omega_o)t$	not used	not used
Receive with high side LO injection	forward	non-invert	$\cos(\omega_c + \omega_o)t$	$\sin(\omega_c + \omega_o)t$	non-invert
Receive with low side LO injection	forward	invert	$\cos(\omega_c - \omega_o)t$	$\sin(\omega_c - \omega_o)t$	invert

FIG. 3

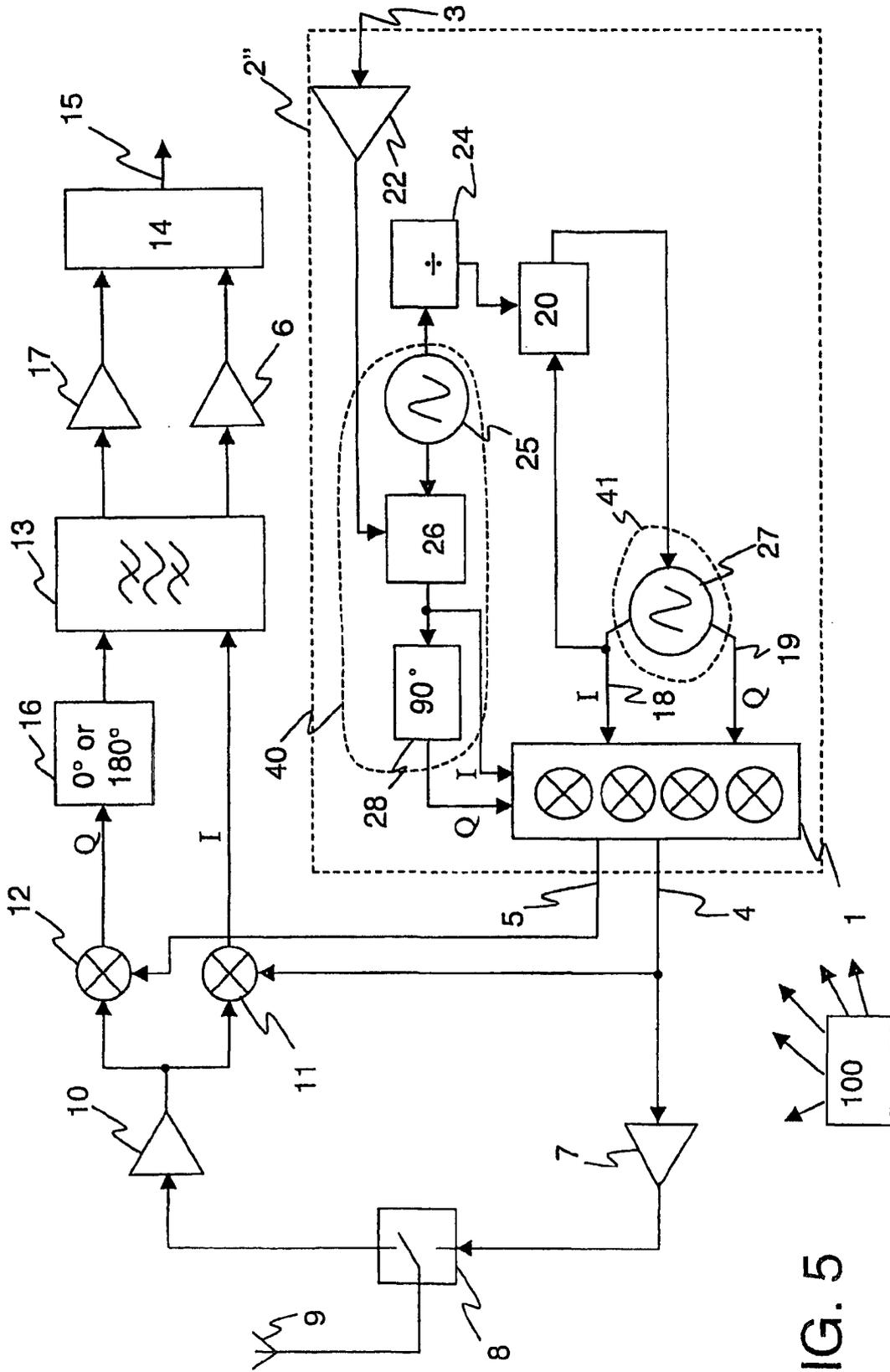


FIG. 5