



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 14 309 T2** 2004.04.01

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 917 285 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 14 309.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 308 484.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **16.10.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **19.05.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **07.05.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **01.04.2004**

(51) Int Cl.⁷: **H03F 3/26**
H03D 7/14

(30) Unionspriorität:

9724136	14.11.1997	GB
9816128	24.07.1998	GB

(73) Patentinhaber:

**Zarlink Semiconductor Ltd., Swindon, Wiltshire,
GB**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Reichel und Reichel, 60322
Frankfurt**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

**Smith, Jeffrey Michael Hond, Swindon, Wiltshire
SN2 3BU, GB; Perry, Colin Leslie, Swindon,
Wiltshire SN5 6AB, GB**

(54) Bezeichnung: **Niederspannungsverstärker**

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

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Niederspannungsverstärker und insbesondere, obwohl nicht ausschließlich auf Niederspannungsverstärker zur Verwendung in Funktelefonen.

[0002] Die Nachfragen nach der Verarbeitungsfähigkeit von großen Signalen in Funktelefonen und insbesondere Zellulartelefonschaltungen wie rauscharme Verstärker und Mischer wachsen an, während die Versorgungsspannungen, mit denen sie betrieben werden sollen, abnehmen. Vor ein paar Jahren waren zum Beispiel Batteriespannungen von 4,8 Volt üblich, während heute Zellulartelefonschaltungen eventuell bei einer Versorgung von 2,7 Volt arbeiten sollen.

[0003] Die niedrigere Versorgungsspannung kann es schwieriger machen, Schaltungen zur Verarbeitung von großen Signalen mit Standardkonfigurationen von integrierten Mischerschaltungen zu entwerfen, wie Gilbert-Zellen, die gewöhnlich eine Anzahl von aktiven Bauelementen erfordern, die zwischen den Versorgungsschienen aufgestapelt werden sollen, so daß sie stromeffizient sind. Diese aktiven Bauelemente können zum Beispiel die Transistoren des Eingangssverstärkers aufweisen, mit dessen Hilfe unausbalancierte oder einseitige, empfangene Hochfrequenzsignale verstärkt und phasengeteilt werden, um die ausbalancierten oder Differenzstromsignale bereitzustellen, die zum Antreiben der Transistoren der Mischerzelle erforderlich sind.

[0004] Die EP-A-0584870 zeigt in ihrer **Fig. 2** einen Transkonduktanzverstärker, der eine Basis- und Emitterschaltung aufweist, die eingerichtet sind, um ein einseitiges Eingangssignal zu empfangen und Differenzstromsignale an ihren Kollektor-Elektroden bereitzustellen. Jedoch ist dieser Verstärker kein Niederspannungsverstärker und die vorliegende Erfindung versucht einen Niederfrequenzverstärker zu schaffen, der verbesserte oder vergleichbare Übertragungsmerkmale hat, jedoch bei niedrigeren Spannungen betreibbar ist als dieser Verstärker aus dem Stand der Technik.

[0005] Die US-A-5365192 beschreibt eine integrierte Hochfrequenzverstärkerschaltung mit einem einseitigen Eingang oder Differenzeingang, die einen ersten Transistor in einer Emitter-Konfiguration aufweist, der mit einem zweiten Transistor in einer Basis-Konfiguration gekoppelt ist.

[0006] Nach einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Niederspannungsverstärker mit Differenzstromausgängen und einem einseitigen Eingang geschaffen, umfassend erste und zweite Transistoren, die zum Empfang von Signalen von besagtem Eingang in Basisschaltungs- bzw. Emitterschaltungs-Konfiguration angeschlossen sind, und Mittel zur Durchlaßvorspannung der Basis-Emitter-Verbindungen besagter Transistoren, wobei die Differenzausgänge von den Kollektor-Elektroden der ersten und zweiten Transistoren abgeleitet werden, dadurch

gekennzeichnet, daß die Vorspannungsmittel derart eingerichtet sind, daß die Emitter-Elektroden der ersten und zweiten Transistoren so betrieben werden können, daß sie im wesentlichen aus einem Potential einer Zentralspeiseleitung des Verstärkers liegen.

[0007] Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist der erste Transistor so verbunden, daß er Signale von dem Eingang in Basis-Konfiguration durch eine Impedanz empfängt, wobei der zweite Transistor so verbunden ist, daß er Signale von dem Eingang in einer Emitter-Konfiguration durch einen Kondensator empfängt.

[0008] Die Kondensatoren wirken als Wechselstromblock, der es deshalb ermöglicht, daß die Basis-Spannung des in der Basis-Konfiguration verbundenen Transistors unabhängig von der Basis-Spannung des in Emitter-Konfiguration verbundenen Transistors ist. Dies ermöglicht eine höhere Spannungshöhe über dem Verstärker und sorgt für eine Linearität und Verstärkung von Basisschaltungs/Emitterschaltungsverstärkern aus dem Stand der Technik.

[0009] Die Mittel zur Durchlaßvorspannung der Basis-Emitter-Verbindung des ersten und der zweiten Transistoren kann einen dritten Transistor umfassen, der in einer Stromspiegelschaltungs-Konfiguration verbunden ist.

[0010] Gemäß einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Niederspannungsverstärker zur selektiven Bereitstellung von Differenzstrom-Ausgangssignalen aus einer oder mehreren von wenigstens zwei verstärkten Stufen als Reaktion auf an einen einseitigen, den Verstärkerstufen gemeinsamen Eingang angelegte Signale geschaffen, dadurch gekennzeichnet, daß jede Verstärkerstufe umfaßt: einen Verstärker nach Anspruch 1, wobei die Emitter-Elektroden von wenigstens zwei der besagten ersten Transistoren über ein gemeinsames erstes induktives Element mit dem Eingang verbunden sind und die Emitter-Elektroden von wenigstens zwei der besagten zweiten Transistoren über ein gemeinsames zweites induktives Element mit einer negativen Speiseleitung verbunden sind, und wobei die Differenzausgänge einer Verstärkerstufe von den Kollektor-Elektroden der ersten und zweiten Transistoren dieser Stufe abgeleitet sind.

[0011] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nun nur beispielhaft mit Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben:

[0012] **Fig. 1** zeigt einen Niederspannungsverstärker gemäß den ersten und zweiten Aspekten der vorliegenden Erfindung; und **Fig. 2** zeigt einen Niederspannungsverstärker gemäß den ersten, zweiten und dritten Aspekten der vorliegenden Erfindung.

[0013] Mit Bezugnahme auf **Fig. 1** bildet ein Niederspannungsverstärker mit ersten, zweiten und dritten Transistoren **1**, **2** und **3** die Eingangsstufe für eine Mischerstufe mit den Transistoren **4**, **5**, **6** und **7**. Ein Hochfrequenzeingangssignal wird zwischen einem Eingangsanschluß **8** und einer gemeinsamen negativen Speiseleitung oder Schiene **9** angelegt. Eine Bat-

terie **10**, die zum Beispiel **2**, **7** Volt bereitstellt, kann zwischen der Leitung **9** und der positiven Speiseleitung **11** verbunden sein.

[0014] Der Eingangsanschluß **8** ist über ein erstes induktives Element mit der Emitter-Elektrode des ersten Transistors **1** und über einen ersten Kondensator **13** mit der Basiselektrode des zweiten Transistors **2** verbunden, Hochfrequenzrückführungen zu der Leitung **9** werden über einen zweiten Kondensator **14** von der Basiselektrode des ersten Transistors **1** und über ein zweites induktives Element **15** von der Emitterelektrode des zweiten Transistors **2** vervollständigt.

[0015] Eine direkte Stromversorgung des ersten und zweiten Transistoren **1** und **2** wird durch die vorliegenden Spannungsmittel geschaffen, die eine Stromspiegelschaltung-Konfiguration aufweisen, die durch eine Stromquelle **16** und einen dritten Transistor **3** mit dem ersten, zweiten und dritten Vorspannungswiderständen **17**, **18** und **19** gebildet werden, welche die Kollektorschaltung des dritten Transistors **3** mit den Basis-Elektroden des ersten bzw. zweiten Transistoren **1** und **2** und dem dritten Transistor **3** verbinden. Die Werte dieser Widerstände können gewählt werden, um die erforderlichen Werte des Stromflusses durch die ersten und zweiten Transistoren **1** und **2** festzusetzen, wodurch deren begrenzte Stromverstärkungen kompensiert werden. Den zweiten Widerstand **18** stellt auch ein Maß für die Hochfrequenzisolation der Vorspannungsanordnung von den Hochfrequenzsignalen bei den Basis-Elektroden des zweiten Transistors **2** bereit, während der erste Kondensator **13** einen Gleichstromblock zur Vorspannung bei der Basis-Elektrode des zweiten Transistors **2** bereitstellt. Ein direkter Stromweg zu der Leitung **9** für den Emitter-Strom des ersten Transistors **1** ist über ein induktives Element oder eine Hochfrequenzdrossel zwischen dem Eingangsanschluß **8** und der Leitung **9** vorgesehen, der Blindwiderstand dieser Drossel **20** wird beim Entwurf des Anpassungsnetzwerks berücksichtigt, welches in der Regel bei dem Eingangsanschluß **8** vorgesehen ist.

[0016] Es wird erfaßt werden, daß für Hochfrequenzsignale der erste Transistor **1** als Basisschaltungs-Konfiguration verbunden ist, während der zweite Transistor **2** als Emitterschaltungs-Konfiguration verbunden ist, so daß als Reaktion auf ein Hochfrequenzsignal bei dem Eingangsanschluß **8** Differenzstromsignale von den Kollektor-Elektroden der ersten und zweiten Transistoren **1** und **2** bereitgestellt werden, um die Mischerschaltung **4**, **5**, **6** bzw. **7** anzutreiben. Diese Differenzstromsignale werden beim Betrieb mit Signalen eines Lokaloszillators gemischt, die an den Anschlüssen **21** und **22** anliegen und Zwischenfrequenzgangssignale von den über Kreuz gekoppelten Kollektorelektroden der Mischertransistoren **4** und **7** liegen an einer Lastschaltung an, die induktive Lastelemente **23** und **24** und eine Filterschaltung umfaßt, die einen Widerstand **25** und einen Kondensator **26** aufweist. Differenzgangssignale bei Zwischenfrequenzen kön-

nen von den ersten und zweiten Ausgangsanschlüssen **27** und **28** genommen werden.

[0017] Die ersten und zweiten induktiven Elemente **12** und **15** stellen ein Maß für die induktive Entartung bereit, obwohl dies für den Betrieb des Verstärkers nicht grundlegend ist. Zum Zweck der Vorspannung können die induktiven Elemente **12**, **15** und **20** sehr nahe als Gleichstromkurzschluß angesehen werden. Die Vorspannungsmittel **3**, **16**, **14**, **15**, **12** ermöglichen es, daß die Emitter-Elektroden die ersten und zweiten Transistoren **1** und **2** nahe bei dem Potential der Leitung **9** sind, wodurch der Anteil der Versorgungsspannung maximiert wird, die für den Rest der Schaltung vorhanden bleibt, das heißt, die Mischstufe und die Lastschaltung, wo die größten Spannungsausschläge erwartet werden sollen.

[0018] Der Verstärker und der Mischer, die oben beschrieben sind, können als integrierter Schaltungschip ausgebildet sein, der durch die gestrichelte Außenlinie **29** angedeutet ist. Die Drossel **20** und die Komponenten **23** bis **26** der Lastschaltung sind außen vorgesehen, wie gezeigt, oder auf dem Chip.

[0019] Obwohl sie nur ein bevorzugtes Merkmal der vorliegenden Erfindung sind, können die induktiven Elemente **12** und **15** viel Platz auf der integrierten Schaltung benötigen, auf welcher sie ausgebildet sind. Die Erfinder haben herausgefunden, daß diese induktiven Elemente **20** auch durch mehr als eine oder mehrere weitere Verstärkerschaltungen verwendet werden können, die auf der gleichen integrierten Schaltung ausgebildet sind. **Fig. 2** zeigt einen Niederspannungsverstärker mit zwei verstärkenden Schaltungen.

[0020] Mit Bezugnahme auf **Fig. 2** weist eine erste Verstärkerschaltung den Verstärker aus **Fig. 1** auf, von welcher Bezugszeichen für ähnliche Elemente wiederverwendet wurden. Die erste Verstärkerstufe ist mit einem Mischerkern verbunden, welcher durch die Transistoren **4** bis **7** wie in **Fig. 1** gebildet wird. Eine zweite Verstärkerstufe wird durch vierte, fünfte und sechste Transistoren **30**, **31** und **32** gebildet, von denen jeder durch dessen entsprechenden der Vorspannungswiderstände **34**, **33** und **35** vorgespannt ist. Die Basis des vierten Transistors **30** ist mit der negativen Speiseleitung **9** durch einen dritten Kondensator **26** verbunden, und die Basis des fünften Transistors **31** ist mit dem Eingangsanschluß **8** durch einen vierten Kondensator **37** verbunden. Der Emitter des vierten Transistors **30** ist mit dem Eingangsanschluß **8** des ersten induktiven Elements **12** verbunden, welchen er dadurch mit dem ersten Transistor **1** teilt. Der fünfte Transistor **31** teilt ähnlich das zweite induktive Element **15** mit dem zweiten Transistor **2**.

[0021] Die Kollektorelektroden der vierten und fünften Transistoren **30** und **31** bilden die entsprechenden der Differenzstromeingänge zu einem zweiten Mischerkern, welcher durch die Transistoren **38**, **39**, **40** und **41** gebildet wird. Der zweite Mischerkern ist eingerichtet, um Signale eines Lokaloszillators an den Eingangsanschlüssen **42** und **43** des Lokaloszi-

allators zu empfangen. Eine Lastschaltung, die durch die induktiven Lastelemente **44** und **45** und eine Filterschaltung gebildet ist, die durch einen Kondensator **46** und einen Widerstand **47** gebildet ist, ist zwischen dem Ausgang des zweiten Mischerkerns und der positiven Versorgungsleitung **11** verbunden, und dritte und vierte Ausgangssignale **48** und **49** sind auf die gleiche Weise vorgesehen wie die Last- und Filterschaltungsanordnung des ersten Mischerkerns, der durch die Komponenten **23** bis **28** gebildet ist.

[0022] Die erste Verstärkerstufe ist zur Verarbeitung von Signalen ausgewählt, die an dem Eingangsanschluß **8** durch das Einschalten der Stromquelle **16** unter Verwendung einer externen Steuerungsschaltung (nicht gezeigt) angelegt sind. Die zweite Verstärkerstufe kann ähnlich zur Verarbeitung der Signale, die an dem Eingangsanschluß **8** anliegen, durch Auswahl von seiner Stromquelle **50** durch die gleiche oder ähnliche externe Steuerungsschaltung (nicht gezeigt) ausgewählt werden. Welche der ersten und zweiten Verstärkerstufe auch immer gewählt wird, ihre Leistung wird durch die Verbindung der ersten und zweiten Transistoren **1** und **2** oder der vierten und fünften Transistoren **30** und **31** nicht beeinträchtigt sein, wie es der Fall aufgrund der hohen Emitterimpedanz dieser Transistoren sein kann.

[0023] Es wird daran gedacht, daß die Niederspannungsverstärkeranordnung aus **Fig. 2** besonders nützlich für Anwendungen sein wird, in welchen die Verwendung eines Lokaloszillators mit variabler Frequenz unpraktisch, teuer oder aus einem anderen Grund unerwünscht ist. Die Anordnung aus **Fig. 2** erlaubt es, zwei unterschiedliche feststehende Lokaloszillatorsignale mit feststehender Frequenz mit einem einzelnen Hochfrequenzeingangssignal zu mischen, indem die Schaltung verwendet wird, die auf einer einzelnen integrierten Schaltung ausgebildet ist. Es ist sogar möglich, sowohl die erste als auch die zweite Verstärkerstufe gleichzeitig auszuwählen, wodurch Ausgangssignale an den Anschlüssen **27** und **28** und den Anschlüssen **48** und **49** gleichzeitig bereitgestellt werden. Solche Ausgangssignale würden selbstverständlich von dem gleichen Eingangssignal abgeleitet werden, würden aber von den Lokaloszillatorsignalen abhängen, die an die entsprechenden Lokaloszillatoreingangsanschlüssen **21**, **22** und **42**, **43** angelegt sind.

[0024] Wenn nur eine der ersten und der zweiten Verstärkerstufe zu irgendeiner Zeit ausgewählt werden soll, könnte eine weitere Wiederverwendung von Komponenten durch Verbindung der Kollektor-Elektroden der Transistoren **4** und **38** und der Verbindung der Kollektor-Elektroden der Transistoren **7** und **41** erreicht werden, eine einzige Lastschaltung und eine einzige Filterschaltung wären dann erforderliche, um die Zwischenfrequenzgangssignale von dem ausgewählten der Mischerkerne bereitzustellen.

[0025] Mit der Anordnung aus **Fig. 2** ist es möglich, einfach die erste Verstärkerstufe mit einer anderen Verstärkung als die zweite Verstärkerstufe zu verse-

hen. Obwohl dies auch durch die Herstellung der vierten und fünften Transistoren **30** und **31** mit anderen Eigenschaften als die ersten und zweiten Transistoren **1** und **2** erreicht werden könnte, könnten das erste und zweite induktive Element **12** und **15** auf die folgende Art verbunden werden, um die gleiche Wirkung zu erzielen. Wenn zum Beispiel der erste und der zweite Transistor **1** und **2** am äußersten Ende eines entsprechenden induktiven Elements **12** und **15** mit fünf Windungen verbunden sind, und der Eingangsanschluß **8** und die negative Speiseleitung **9** entsprechend mit den innersten Ende der induktiven Elemente **12** und **15** verbunden ist, könnte die zweite Verstärkerstufe mit einer höheren Verstärkung versehen sein, indem der vierte und fünfte Transistor **30** und **31** mit der vierten oder der dritten Windung der induktiven Elemente **12** und **15** verbunden werden.

[0026] Ein Fachmann wird es zu schätzen wissen, daß weitere Verstärkerstufen und weitere Mischerkerne und Lastschaltungen, falls notwendig, mit dem Eingangsanschluß **8** auf die gleiche Art wie die zweite Verstärkerstufe verbunden werden können. Jede weitere Verstärkerstufe erfordert ihr eigenes Versorgungsmittel, vorzugsweise eine Stromquelle, die als Stromspiegelschaltungs-Konfiguration wie für die ersten und zweiten Verstärkerstufen, die in **Fig. 2** gezeigt sind, verbunden ist. Diese weiteren Verstärkerstufen könnten die induktiven Elemente **12** und **15** teilen oder könnten getrennte induktive Elemente einbeziehen.

Patentansprüche

1. Niederspannungsverstärker mit Differenzstromausgängen (**27,28**) und einem einseitigen Eingang (**8**), umfassend erste und zweite Transistoren (**1, 2**), die zum Empfang von Signalen von besagtem Eingang in Basisschaltungs- bzw. Emitterschaltungs-Konfiguration angeschlossen sind, und Mittel zur Durchlassvorspannung der Basis-Emitter-Verbindungen besagter Transistoren, wobei die Differenzausgänge von den Kollektor-Elektroden der ersten und zweiten Transistoren abgeleitet werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorspannungsmittel derart eingerichtet sind, daß die Emitter-Elektroden der ersten und zweiten Transistoren so betrieben werden können, daß sie im Wesentlichen auf einem Potential einer Zentralspeiseleitung (**9**) des Verstärkers liegen.

2. Verstärker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Emitter-Elektroden der ersten und zweiten Transistoren (**1, 2**) jeweils mittels induktiver Elemente (**12, 15**) mit der Zentralspeiseleitung (**9**) verbunden sind.

3. Verstärker nach Anspruch 1, wobei der erste Transistor (**1**) in Basisschaltungs-Konfiguration geschaltet ist und Signale von besagtem Eingang über eine Impedanz empfängt, während der zweite Tran-

sistor (2) in Emitterschaltungs-Konfiguration geschaltet ist und Signale von besagtem Eingang über einen Kondensator (13) empfängt.

4. Verstärker nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Impedanz ein induktives Element (12) umfasst.

5. Verstärker nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Emitter-Elektrode des zweiten Transistors (2) über ein induktives Element (15) mit dem Erdpotential verbunden ist.

6. Verstärker nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur Durchlassvorspannung der Basis-Emitter-Verbindungen der ersten und zweiten Transistoren (1, 2) einen dritten Transistor (3) umfassen, der in Stromspiegel-Konfiguration geschaltet ist.

7. Niederspannungsverstärker zur selektiven Bereitstellung von Differenzstrom-Ausgangssignalen aus einer oder mehreren von wenigstens zwei Verstärkerstufen als Reaktion auf an einen einseitigen, den Verstärkerstufen gemeinsamen Eingang (8) angelegte Signale, dadurch gekennzeichnet, daß jede Verstärkerstufe umfasst: einen Verstärker nach Anspruch 1, wobei die Emitter-Elektroden von wenigstens zwei der besagten ersten Transistoren über ein gemeinsames erstes induktives Element (12) mit dem Eingang verbunden sind und die Emitter-Elektroden von wenigstens zwei der besagten zweiten Transistoren über ein gemeinsames zweites induktives Element (15) mit einer negativen Speiseleitung verbunden sind und wobei die Differenzausgänge einer Verstärkerstufe von den Kollektor-Elektroden der ersten und zweiten Transistoren dieser Stufe abgeleitet sind.

8. Verstärker nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einer der besagten zweiten Transistoren (2, 31) so angeschlossen ist, daß er die Signale von dem Eingang (8) her über einen Kondensator (13, 37) empfängt.

9. Verstärker nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Verstärker weiter umfasst: jeder Verstärkerstufe zugeordnete Vorspannungsmittel, die jeweils auswählbar sind, um die Basis-Emitter-Verbindungen der ersten und zweiten Transistoren (1, 30; 2, 31) ihrer zugeordneten Verstärkerstufe in Durchlassrichtung vorzuspannen.

10. Verstärker nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorspannungsmittel jeweils einen dritten Transistor (3) umfassen der in Stromspiegel-Konfiguration geschaltet ist.

11. Mischer-Schaltungsanordnung, gekennzeichnet

zeichnet durch einen Niederspannungsverstärker nach einem der vorangehenden Ansprüche.

12. Funktelefon, gekennzeichnet durch eine Mischer-Schaltungsanordnung nach Anspruch 11.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

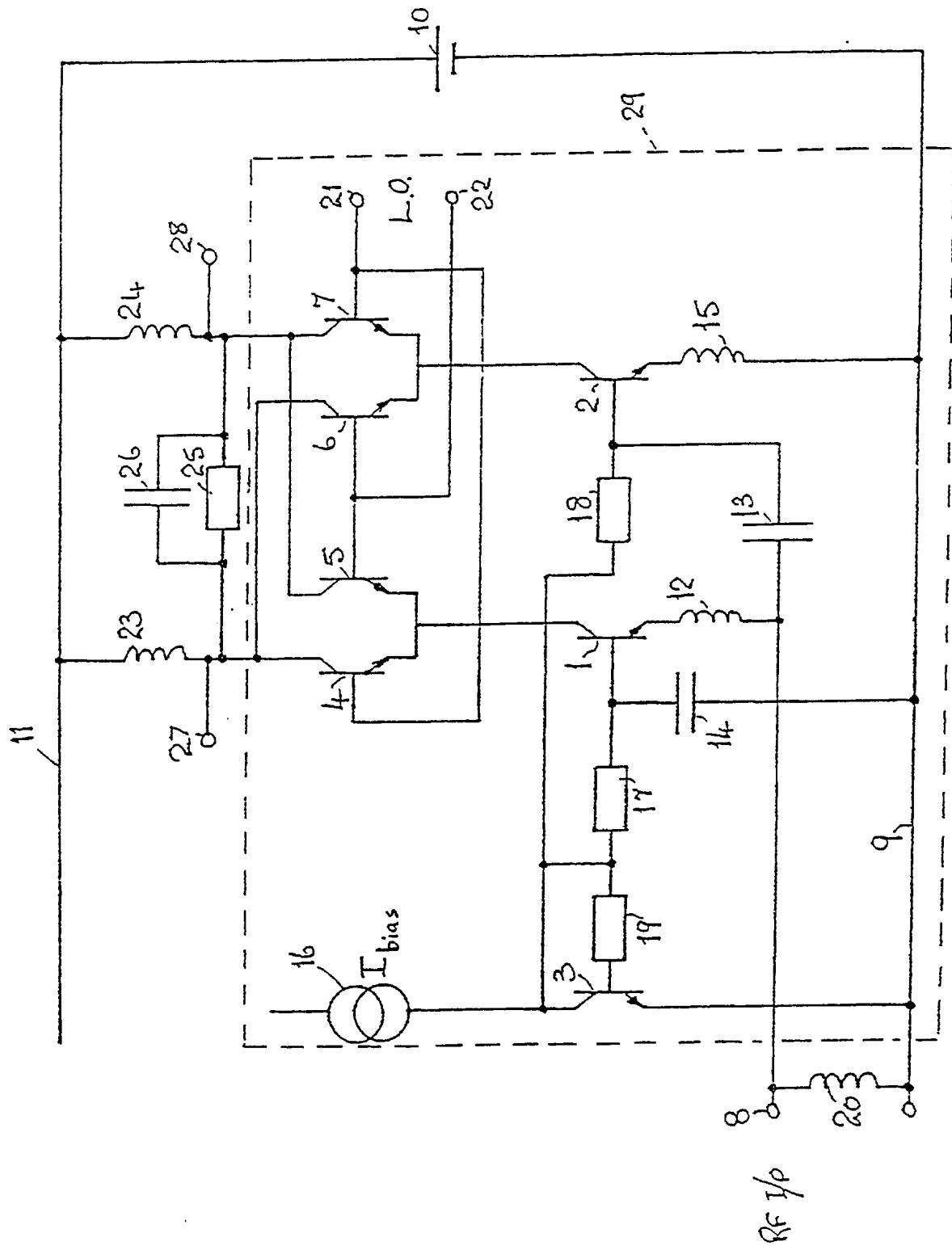


Fig. 1

Fig. 2

