

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. September 2011 (01.09.2011)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/104191 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01R 27/06 (2006.01)

5, 82008 Unterhaching (DE). **ZELLER, Gerhard**
[DE/DE]; Rotkehlchenweg 15, 81827 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/052444

(74) **Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER PATENT-
ANWALTSGESELLSCHAFT MBH**; Ridlerstr. 55,
80339 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Februar 2011 (18.02.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 009 104.9
24. Februar 2010 (24.02.2010) DE

(71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **EPCOS AG** [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53,
81669 München (DE).

(72) **Erfinder; und**

(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **SCHMIDHAMMER,
Edgar** [DE/DE]; Hochgernstr. 28, 83371 Stein an der
Traun (DE). **MEISTER, Veit** [DE/DE]; Karl-Orff-Weg

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DETECTOR CIRCUIT

(54) Bezeichnung : DETEKTORSCHALTUNG

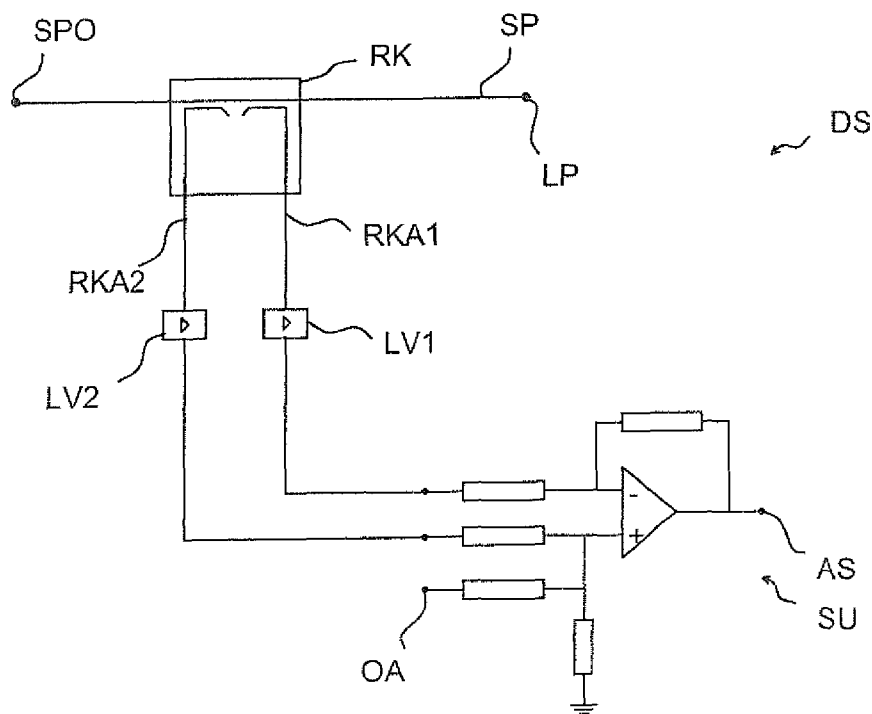


Fig. 2

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/104191 A1



RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(57) Abstract: The invention relates to an improved detector circuit for determining the reflection coefficients of HF signals in a signal path. The detector circuit comprises a bidirectional hybrid coupler, logarithmic amplifiers connected to the hybrid coupler, and a subtractor having an offset connection.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine verbesserte Detektorschaltung zur Bestimmung des Reflektionskoeffizienten von HF-Signalen in einem Signalpfad angegeben. Die Detektorschaltung umfasst einen bidirektionalen Richtkoppler, mit dem Richtkoppler verschaltete logarithmische Verstärker sowie einen Subtrahierer mit einem Offset-Anschluss.

Beschreibung

Detektorschaltung

- 5 Die Erfindung betrifft eine Detektorschaltung zur Bestimmung des Reflektionskoeffizienten, z. B. in einem Signalpfad eines mobilen Kommunikationsgeräts.

Moderne mobile Kommunikationsgeräte umfassen eine Impedanzanpassschaltung zur Impedanzanpassung der Impedanz einer Antenne an die Impedanz eines Signalpfads bzw. an die Impedanz nachfolgender Stufen des mobilen Kommunikationsgeräts. Um die Impedanz effektiv anpassen zu können, ist es notwendig, die tatsächliche Anpassung zu ermitteln. Ein Maß für die tatsächliche Anpassung ist der Reflektionskoeffizient Γ oder das Stehwellenverhältnis (VSWR = voltage standing wave ratio), das vom Reflektionskoeffizienten abhängt. Der Reflektionskoeffizient Γ ist der Quotient aus in Vorwärtsrichtung propagierender Leistung und reflektierter Leistung.

20

Eine bekannte Detektorschaltung der Firma Maxim, die Schaltung MAX 2016, umfasst einen Zirkulator, über den ein reflektiertes Signal aus dem Signalpfad ausgekoppelt und einem logarithmischen Detektor zugeführt wird. Gleichzeitig wird das in Vorwärtsrichtung propagierende Signal über einen zweiten logarithmischen Detektor einem Verstärker zugeführt. Die jeweils logarithmisch verstärkten Signale werden den beiden Eingängen eines Subtrahierers zugeführt. Der Subtrahierer subtrahiert die logarithmisch verstärkten Signale. Unter einem logarithmisch verstärkten Signal ist ein Signal zu verstehen, welches im Wesentlichen proportional zu einem Logarithmus (z. B. dem natürlichen Logarithmus) des ursprünglichen Signals ist. Die Differenz logarithmisch verstärkter

30

Signale entspricht dann - gemäß dem Additionstheorem der Exponentialfunktion - dem Quotienten der ursprünglichen Signale. Der Ausgang des Subtrahierers liefert also ein Maß, welches im Wesentlichen proportional zum Reflektionskoeffizienten Γ ist.

Problematisch an bekannten Detektorschaltungen ist, dass die Ausgangssignale der logarithmischen Verstärker mit einem Rauschen beaufschlagt sind. Die Differenz von mit Rauschen beaufschlagten Signalen umfasst ebenfalls das Rauschen. Insbesondere ist der Summe zweier verrauschter Signale größer als der Fehler in jedem der Summanden.

Ein großes Problem bei bekannten Detektorschaltungen ist, dass das ermittelte Differenzsignal negativ sein kann, wenn die Störung durch Rauschen zu groß ist. Analog-Digital-Wandler, die den - in diesem Fall negativen - Reflektionskoeffizienten digitalisieren und an eine Logikschaltung des mobilen Kommunikationsgeräts weiterleiten sollen, sind mit einem negativen Reflektionskoeffizienten überfordert.

Die Qualität des Signals, das den Reflektionskoeffizienten angibt, hängt stark vom verwendeten Mobilfunksystem ab. Die Modulationsart des Mobilfunksystems beeinflusst insbesondere die zeitliche Abhängigkeit des durch konventionelle Detektorschaltungen ermittelten Reflektionskoeffizienten stark.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine verbesserte Detektorschaltung anzugeben.

30

Es ist insbesondere eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Detektorschaltung anzugeben, welche besser mit unter-

schiedlichen Modulationssystemen unterschiedlicher Mobilfunksysteme funktioniert.

Die Erfindung gibt eine Detektorschaltung zur Bestimmung des
5 Reflektionskoeffizienten an, die einen Signalport, einen Lastport und einen dazwischen verschalteten Signalpfad umfasst. Sie umfasst ferner einen bidirektionalen Richtkoppler, einen ersten und einen zweiten logarithmischen Verstärker und einen Subtrahierer mit einem Offset-Anschluss. Der Richtkoppler ist mit dem Signalpfad verschaltet und stellt an einem
10 ersten Ausgang ein erstes Signal, das ein Maß der im Signalpfad in Vorwärtsrichtung übertragenen Leistung ist, zur Verfügung. An einem zweiten Ausgang stellt der Richtkoppler ein zweites Signal, das ein Maß der im Signalpfad entgegen der
15 Vorwärtsrichtung übertragenen Leistung ist, zur Verfügung. Der erste logarithmische Verstärker ist mit dem ersten Ausgang verschaltet. Der erste logarithmische Verstärker verstärkt das erste Signal logarithmisch. Der zweite logarithmische Verstärker ist mit dem zweiten Ausgang verschaltet und
20 verstärkt das zweite Signal logarithmisch. Der Subtrahierer ist mit den logarithmischen Verstärkern verschaltet und ermittelt die Differenz aus dem ersten logarithmisch verstärkten Signal und dem zweiten logarithmisch verstärkten Signal, wobei die Differenz ein Maß für den Reflektionskoeffizienten
25 darstellt. Zwischen Masse und dem Offset-Anschluss des Subtrahierers liegt eine Offset-Spannung an.

Ein gewöhnlicher Subtrahierer hat einen ersten Eingang, einen zweiten Eingang und einen Ausgang. Der zweite Eingang ist
30 ein, verglichen mit dem ersten Eingang, invertierter Eingang. Über ein resistives Element ist der Ausgang mit dem ersten Eingang verschaltet. Die Spannung zwischen Ausgang des Subtrahierers und Masse ist im Wesentlichen die Differenz der

Spannungen der beiden Eingänge. Der vorliegende Subtrahierer umfasst zusätzlich einen Offset-Anschluss. Der Offset-Anschluss ist über ein weiteres resistives Element mit einem der Eingänge verschaltet.

5

Mit einer solchen Detektorschaltung kann, wenn ein entsprechendes Signal, z. B. eine entsprechende Spannung am Offset-Anschluss, als Offset-Spannung anliegt, verhindert werden, dass die Spannung am Ausgang des Subtrahierers gegen Masse negativ ist. Das ist vorteilhaft, falls der Ausgang des Subtrahierers direkt oder indirekt mit einem Analog-Digital-Wandler verschaltet ist, der eine positive Eingangsspannung benötigt.

15 Eine solche Detektorschaltung funktioniert gut bei HF-Signalen, die mit einer W-CDMA-Modulation beaufschlagt sind. Insbesondere zeigt sich, dass die Ausgangsspannung am Ausgang des Subtrahierers der Detektorschaltung verglichen mit konventionellen Detektorschaltungen einen zeitlich glatteren
20 d. h. weniger verrauschten Verlauf aufweist.

Die Detektorschaltung funktioniert auch bei verschiedenen Modulationsarten gut. Es wird nur ein einziger Analog-Digital-Wandler benötigt. Dadurch ist der Stromverbrauch der Detektorschaltung minimiert.

In einer Ausführungsform umfasst die Detektorschaltung einen Peak-Detektor, der mit dem Ausgang des Subtrahierers verschaltet ist. Der Peak-Detektor kann eine in Serie mit dem
30 Subtrahierer verschaltete Diode und ein gegen Masse geschaltetes kapazitives Element umfassen.

Bei nach dem GSM-EDGE-Modulationsverfahren modulierten HF-Signalen ist die zeitliche Schwankung des Reflektionskoeffizienten bei konventionellen Detektorschaltungen so groß, dass bei bekannten Detektorschaltungen selbst eine anschließende,
5 digitale zeitliche Mittelung des Signals bestenfalls ausreichend ist. Dagegen gibt diese Ausgestaltung der vorliegenden Detektorschaltung einen Reflektionskoeffizienten aus, dessen zeitlicher Verlauf auch ohne nachträgliches Bearbeiten sehr
10 glatt verläuft und damit weniger durch Rauschen beaufschlagt ist.

Die Diode des Peak-Detektors kann eine Schottky-Diode sein.

In einer Ausführungsform umfasst die Detektorschaltung einen
15 Impedanzwandler, der mit dem Ausgang des Subtrahierers verschaltet ist. Ein solcher Impedanzwandler kann die Impedanz des Ausgangs der Detektorschaltung an die Impedanz nachfolgender Schaltungen anpassen. Nachfolgende Schaltungen können
20 z. B. analoge oder digitale Schaltungen eines mobilen Kommunikationsgeräts sein. Eine der nachfolgenden Schaltungen kann insbesondere ein Analog-Digital-Wandler eines mobilen Kommunikationsgeräts sein.

In einer Ausführungsform umfasst die Detektorschaltung ein
25 Tiefpassfilter, das mit dem Ausgang des Subtrahierers verschaltet ist. Ein solches Tiefpassfilter kann hochfrequente Störsignale, welche beispielsweise in den das Rauschen erzeugenden logarithmischen Verstärkern erzeugt worden sein
können, unterdrücken.

30

Das Tiefpassfilter kann zwischen einem Impedanzwandler und dem Ausgang des Subtrahierers verschaltet sein. Es ist auch

möglich, einen Impedanzwandler zwischen einem Tiefpassfilter und dem Ausgang des Subtrahierers zu verschalten.

5 In einer Ausführungsform ist der Ausgang des Subtrahierers mit einem Analog-Digital-Wandler einer Logikschaltung eines mobilen Kommunikationsgeräts verschaltet.

10 In einer Ausführungsform umfasst die Detektorschaltung ein erstes Dämpfungsglied, das zwischen dem ersten Ausgang des Richtkopplers und dem ersten logarithmischen Verstärker verschaltet ist. Die Detektorschaltung umfasst dann ferner ein zweites Dämpfungsglied, das zwischen dem zweiten Ausgang des Richtkopplers und dem zweiten logarithmischen Verstärker verschaltet ist. Die beiden vom Richtkoppler abgezweigten Leistungen werden dann jeweils über eines der zusätzlichen Dämpfungsglieder an die jeweiligen logarithmischen Verstärker geleitet. Die Dämpfungsglieder unterstützen die Pegelanpassung und die Impedanzanpassung zwischen dem Richtkoppler und den logarithmischen Verstärkern. Als Dämpfungsglieder kommen Pi- oder T-Schaltungen in Frage.

25 In einer Ausführungsform umfasst die Detektorschaltung einen Impedanzwandler, der mit dem Ausgang des Subtrahierers verschaltet ist und zusätzlich ein Tiefpassfilter darstellt. Dadurch, dass die Funktion der Impedanzwandlung und die Tiefpassfilterfunktion in einer Teilschaltung integriert ist, wird eine zweite zusätzliche Tiefpassfilterschaltung vermieden, wodurch Kosten und Platz gespart werden.

30 In einer Ausführungsform ist die Detektorschaltung so ausgelegt, dass der bidirektionale Richtkoppler sowie die übrigen Komponenten der Detektorschaltung Frequenzen von 400 MHz bis 3000 MHz verarbeiten können.

Insbesondere sind die Komponenten so ausgelegt, dass sie die üblichen GSM- und (W-)CDMA-Frequenzen verarbeiten können.

- 5 In einer Ausführungsform ist die Detektorschaltung zum Verarbeiten von Signalen der Mobilfunksysteme GSM, W-CDMA, LTE und OFDM ausgelegt.

10 In einer Ausführungsform ist die Detektorschaltung zum Verarbeiten von Signalen der Mobilfunksysteme WLAN und WIMAX ausgelegt.

15 In einer Ausführungsform umfasst die Detektorschaltung eine aktive elektrische Komponente, eine passive elektrische Komponente und ein mehrlagiges Substrat, wobei die aktive elektrische Komponente auf der Oberfläche des Substrats angeordnet ist und die passive elektrische Komponente durch metallisierte Zwischenlagen des Substrats realisiert und daher im Wesentlichen im Inneren des Substrats angeordnet ist. Insbesondere kann einer der beiden oder können beide
20 logarithmischen Verstärker jeweils die genannte aktive elektrische Schaltungskomponente sein.

25 In einer Ausführungsform ist die Detektorschaltung in einem Modul mit einer Grundfläche von weniger als 25 mm^2 realisiert.

30 In einer Ausführungsform umfasst die Detektorschaltung eine HF-Abschirmung zur Abschirmung der Komponenten der Detektorschaltung von äußeren HF-Signalen. Die HF-Abschirmung schützt jedoch auch weitere Schaltungskomponenten vor von der Detektorschaltung abgestrahlten HF-Signalen.

In einer Ausführungsform ist die Detektorschaltung in einem abstimmbaren Modul angeordnet. Ein abstimmbares Modul ist ein Modul, welches abstimmbare Schaltungselemente, z. B. Elemente variabler Kapazität, variabler Induktivität oder variabler Resistivität umfasst.

In einer Ausführungsform ist die Detektorschaltung in einem Signalpfad eines mobilen Kommunikationsgeräts verschaltet. Die Signale der Detektorschaltung werden zur Steuerung oder Regelung eines Leistungsverstärkers oder einer Impedanzanpassschaltung verwendet. Ein eine Detektorschaltung umfassendes abstimmbares Modul, kann ferner eine Logikschaltung umfassen. Die Logikschaltung regelt die Werte der abstimmbaren Schaltungselemente auf der Basis des von der Detektorschaltung gemessenen Maßes für den Reflektionskoeffizienten. Somit wird eine Möglichkeit erhalten, die Impedanz eines Signalpfad eines mobilen Kommunikationsgeräts dynamisch anzupassen.

Das erste resistive Element und das zweite resistive Element können das Verhältnis der Potentiale an dem ersten Ausgang und dem Ausgang der Subtrahierschaltung bestimmen. Dann werden die Widerstände der resistiven Elemente so bestimmt, dass das die zeitlich unterschiedlichen Potenziale am Ausgang vom Analog-Digital-Wandler gut digitalisiert werden können.

Die Widerstände des dritten und des vierten resistiven Elements hängen von den Werten des ersten, des zweiten und des fünften resistiven Elements ab: $R_3 = \frac{R_1 R_5}{R_2} v_{U0}$, $R_4 = R_5 \frac{v_{U0}}{1 - v_{U0}}$.

Dabei ist v_{U0} eine Zahl zwischen Null und Eins, welche die Offset-Spannung, die am Offset-Anschluss anliegt, bestimmt. v_{U0} kann z. B. 0,68 betragen.

- 5 Der Widerstand des fünften resistiven Elements ist ein Parameter, mit dem das elektrische Verhalten des Subtrahierers an die übrigen Schaltungskomponenten angepasst werden kann.
- 10 Der ohmsche Widerstand des ersten resistiven Elements kann zwischen 40 und 55 k Ω betragen. Der ohmsche Widerstand des zweiten resistiven Elements R2 kann zwischen 90 und 110 k Ω betragen. Der ohmsche Widerstand des dritten resistiven Elements R3 kann zwischen 35 und 45 k Ω betragen. Der ohmsche Wi-
- 15 derstand des vierten resistiven Elements R4 kann zwischen 250 und 300 k Ω betragen. Der ohmsche Widerstand des fünften resistiven Elements R5 kann zwischen 110 und 130 k Ω betragen. Die Offset-Spannung, die zwischen dem Offset-Anschluss und Masse anliegt, kann zwischen 2 und 3 V betragen.

20

- In einer Ausführungsform beträgt der ohmsche Widerstand des ersten resistiven Elements R1 47 k Ω , der Widerstand des zweiten resistiven Elements R2 100 k Ω , der Widerstand des dritten resistiven Elements R3 39 k Ω , der Widerstand des vierten re-
- 25 sistiven Elements R3 270 k Ω und der Widerstand des fünften resistiven Elements R5 120 k Ω . In einer Ausführungsform beträgt die Offset-Spannung 2,7 V.

- Im Folgenden wird die Detektorschaltung anhand von Ausführungsbeispielen und zugehörigen schematischen Figuren näher
- 30 erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Ausgestaltung des Subtrahierers,

- Figur 2 eine Grundform der Detektorschaltung,
- Figur 3 eine Detektorschaltung mit Dämpfungsgliedern, einem
5 Peak-Detektor, einem Impedanzwandler und einem
Tiefpassfilter,
- Figur 4 eine Ausgestaltung, in der die Detektorschaltung
diskrete Bauelemente sowie integrierte Schaltungs-
10 komponenten innerhalb eines Mehrlagensubstrats um-
fasst,
- Figur 5 den Spannungsverlauf am Signalausgang eines Subtra-
hierers einer konventionellen Detektorschaltung,
15
- Figur 6 zeitliche Spannungsverläufe einer konventionellen
Detektorschaltung,
- Figur 7 zeitliche Spannungsverläufe einer Detektorschaltung
20 mit Peak-Detektor,
- Figur 8 zeitliche Spannungsverläufe einer konventionellen
Detektorschaltung bei modulierten GSM-EDGE Signa-
len,
25
- Figur 9 zeitliche Spannungsverläufe einer Detektorschaltung
mit Peak-Detektor bei modulierten GSM-EDGE Signa-
len,
- 30 Figur 10 eine weitere Ausgestaltung einer Detektorschaltung.

Figur 1 zeigt eine Ausgestaltung des Subtrahierers SU mit einem Offset-Anschluss OA. Der Subtrahierer SU umfasst eine konventionelle Subtrahierschaltung SUK. Die konventionelle Subtrahierschaltung SUK umfasst einen ersten Eingang (mit "-" gekennzeichnet) sowie einen zweiten Eingang (mit "+" gekennzeichnet) sowie einen Ausgang AS. Der Subtrahierer SU umfasst einen ersten Eingang ES1 und einen zweiten Eingang ES2. Der erste Eingang ES1 des Subtrahierers ist mit dem Eingang der konventionellen Subtrahierschaltung verschaltet. Der zweite Eingang ES2 des Subtrahierers ist mit dem zweiten Eingang der konventionellen Subtrahierschaltung SUK verschaltet. Zwischen dem ersten Eingang ES1 des Subtrahierers SU und dem ersten Eingang der konventionellen Subtrahierschaltung SUK ("-") ist ein erstes resistives Element R1 verschaltet. Zwischen dem zweiten Eingang ES2 des Subtrahierers SU und dem zweiten Eingang der konventionellen Subtrahierschaltung SUK ("+") ist ein drittes resistives Element R3 verschaltet. Zwischen dem Ausgang des Subtrahierers SU, der mit dem Ausgang AS der konventionellen Subtrahierschaltung SUK übereinstimmt, und dem Eingang der konventionellen Subtrahierschaltung SUK ("-") ist ein zweites resistives Element R2 verschaltet. Der Offset-Anschluss OA des Subtrahierers SU ist mit dem zweiten Eingang ("+") der konventionellen Subtrahierschaltung SUK verschaltet. Zwischen dem Offset-Eingang OA des Subtrahierers SU und dem zweiten Eingang der konventionellen Subtrahierschaltung SUK ("+") ist ein fünftes resistives Element R5 verschaltet. Zwischen dem zweiten Eingang der konventionellen Subtrahierschaltung SUK ("+") und Masse ist ein viertes resistives Element R4, parallel zum resistiven Element R5, verschaltet.

Der gezeigte Subtrahierer SU kann an seinem Ausgang AS eine Spannung gegenüber Masse ausgeben, welche ein Maß für die Differenz der Eingangsspannungen an den Eingangsanschlüssen

ES1 und ES2 ist. Je nachdem, welche Offset-Spannung am Offset-Anschluss OA gegenüber Masse angelegt ist, kann die die Differenz anzeigende Spannung durch den Offset korrigiert werden.

5

Figur 2 zeigt eine Grundform der Detektorschaltung DS mit einem Signalpfad SP zwischen einem Signalport SPO und einem Lastport LP. Im Signalpfad, der ein Signalpfad eines mobilen Kommunikationsgeräts sein kann, ist ein bidirektionaler

10 Richtkoppler RK verschaltet. Der bidirektionale Richtkoppler RK hat einen ersten Ausgang RKA1 und einen zweiten Ausgang RKA2. Ein erster logarithmischer Verstärker LV1 ist mit dem ersten Ausgang RKA1 des Richtkopplers RK verschaltet. Ein zweiter logarithmischer Verstärker LV2 ist mit dem zweiten

15 Ausgang RKA2 des Richtkopplers RK verschaltet. Die logarithmischen Verstärker LV1, LV2 sind jeweils mit genau einem Eingang ES1, ES2 des Subtrahierers SU verschaltet. Der Subtrahierer SU stellt an seinem Ausgang AS eine zeitabhängige Spannung zur Verfügung, die im Wesentlichen proportional ist

20 zum Reflektionskoeffizienten von HF-Signalen, die im Signalpfad SP propagieren, und die durch eine Offset-Spannung, die am Offset-Anschluss OA des Subtrahierers anliegt, verändert werden kann.

25 Figur 3 zeigt eine Ausgestaltung der in Figur 2 gezeigten Detektorschaltung, wobei zwischen dem ersten Ausgang des Richtkopplers RK und dem ersten logarithmischen Verstärker LV1 ein erstes Dämpfungsglied D1 verschaltet ist. Zwischen dem zweiten Ausgang des Richtkopplers und dem zweiten logarithmischen

30 Verstärker LV2 ist ein zweites Dämpfungsglied D2 verschaltet.

Der Ausgang AS des Subtrahierers SU ist mit einem Analog-Digital-Wandler A/D einer Logikschaltung LS verschaltet. Zwi-

schen dem Ausgang des Subtrahierers und dem Analog-Digital-Wandler sind ein Peak-Detektor PD, ein Impedanzwandler IW sowie ein Tiefpassfilter TPF verschaltet. Dabei ist der Peak-Detektor zwischen dem Ausgang des Subtrahierers und dem Impedanzwandler verschaltet. Das Tiefpassfilter TPF ist zwischen dem Impedanzwandler und dem Analog-Digital-Wandler A/D verschaltet.

Figur 4 zeigt, wie verschiedene diskrete und integrierte Schaltungselemente der Detektorschaltung zu einem Modul MO zusammengefasst und auf der Oberfläche oder in Zwischenlagen eines Mehrlagenssubstrats MLS angeordnet sein können. Ein diskretes Schaltungsbauelement IC1, welches z. B. aktive Schaltungskomponenten umfassen kann, ist auf der Oberfläche des Mehrlagenssubstrats MLS angeordnet und über Bonddrähte mit Anschluss pads auf der Oberfläche des Mehrlagenssubstrats verschaltet. Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, Schaltungskomponenten in einem in Flip-Chip-Bauweise auf der Oberfläche des Mehrlagenssubstrats MLS angeordneten Bauelement IC2 unterzubringen. Über Bumps sind die Schaltungskomponenten des diskreten Bauelements IC2 mit der Verschaltung auf der Oberfläche und im Inneren des Mehrlagenssubstrats MLS verschaltet. Das mehrlagige Substrat MLS umfasst mindestens zwei dielektrische Schichten. Passive Schaltungskomponenten, z. B. kapazitive Elemente KE oder induktive Elemente IE, können in Metallisierungsebenen zwischen den dielektrischen Schichten des Mehrlagenssubstrats MLS angeordnet sein. Über Durchkontaktierungen DK können verschiedene Metallisierungsebenen miteinander verschaltet sein. Ein Gehäuse oder eine Abdeckung G kann diskrete Bauelemente oder Leiterstrukturen auf der Oberfläche des Mehrlagenssubstrats MLS bedecken und vor mechanischer Einwirkung, Staub oder Feuchtigkeit schützen. Die Abdeckung oder das Gehäuse G kann eine HF-Abschirmung ABS

darstellen, durch die die Schaltungskomponenten der Detektorschaltung vor störenden, von außen einwirkenden HF-Signalen geschützt ist. Umgekehrt oder zusätzlich kann die HF-Abschirmung in der räumlichen Umgebung befindliche

5 Komponenten vor störenden, von Schaltungskomponenten der Detektorschaltung emittierten HF-Signalen geschützt werden.

Figur 5 zeigt für eine konventionelle Detektorschaltung: den zeitlichen Verlauf der am Ausgang des ersten logarithmischen Verstärkers LV1 anliegenden Spannung A, den zeitlichen Verlauf der am Ausgang des zweiten logarithmischen Verstärkers LV2 anliegenden Spannung B sowie den zeitlichen Verlauf S des Betrags der Spannung am Ausgang des Subtrahierers SU, die ein Maß für den Reflektionskoeffizienten Γ ist. Dass der

10 Reflektionskoeffizienten mit Rauschen beaufschlagt ist, ist deutlich zu sehen.

Figur 6 zeigt im Gegensatz dazu die entsprechenden Kurven A, B, S, allerdings von einer erfindungsgemäßen Detektorschaltung inklusive eines Peak-Detektors, der mit dem Ausgang AS des Subtrahierers verschaltet ist. Die Signale A, B an den Ausgängen der logarithmischen Verstärker LV1, LV2 weisen ein mit der Figur 5 vergleichbares Rauschen auf. Der ermittelte Reflektionskoeffizient S dagegen zeigt einen deutlich

20 glatteren Verlauf mit deutlich vermindertem Rauschen.

Figur 7 zeigt die zeitlichen Verläufe A, B, S einer konventionellen Detektorschaltung direkt am Ausgang des Subtrahierers SU, während ein besonders kritisches GSM-EDGE-Signal moduliert wird. Dass der Reflektionskoeffizient S exrtem stark schwankt, ist deutlich zu sehen.

30

Figur 8 zeigt die zeitlichen Verläufe A, B, S für ein moduli-
liertes GSM-EDGE-Signal bei Verwendung der erfindungsgemäßen
Detektorschaltung, wobei ein Peak-Detektor PD mit dem Ausgang
AS des Subtrahierers verschaltet ist. Auch hier zeigt sich
5 ein Verlauf des am Ausgang AS der Detektorschaltung
ausgegebenen Signals S, der deutlich glatter ist und deutlich
vermindertes Rauschen aufweist.

Figur 9 zeigt eine Ausgestaltung des Peak-Detektors PD mit
10 einer Diode D und einem kapazitiven Element KE, dessen eine
Elektrode mit einer Elektrode der Diode D verschaltet ist.

Figur 10 zeigt eine Ausgestaltung der Detektorschaltung mit
je einem Hochpassfilter HPF, das jeweils zwischen einem der
15 logarithmischen Verstärker und einem der Eingänge des
Subtrahierers SU verschaltet ist. Zwischen dem Subtrahierer
SU und dem Peak-Detektor PD sowie zwischen dem Peak-Detektor
PD und dem Analog-Digital-Wandler ist je ein weiteres
Hochpassfilter HPF verschaltet. Zwischen dem dem Peak-
20 Detektor nachgeschalteten Hochpassfilter und dem Analog-
Digital-Wandler ist ein weiterer Subtrahierer verschaltet.
Das Hochpassfilter ist dabei mit dem nicht invertierten
Eingang des weiteren Subtrahierers SU2 verschaltet. Der
Ausgang des weiteren Subtrahierers SU2 ist mit dem
25 invertierten Eingang des weiteren Subtrahierers SU2 und mit
dem Analog-Digital-Wandler verschaltet.

Durch eine solche Verschaltung mit weiteren Filtern ist die
Impedanzanpassung zwischen den Schaltungselementen der
30 Detektorschaltung verbessert. Ferner wird dadurch eine gute
Funktionsweise des Peak-Detektors gefördert.

Eine Detektorschaltung ist nicht auf eines der beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Variationen, welche z. B. noch weitere Hochpass- oder Tiefpassfilter oder weitere resistive Elemente umfassen, stellen ebenso erfindungsgemäße
5 Ausführungsbeispiele dar.

Bezugszeichenliste:

	A, B:	Spannungen an den Ausgängen der logarithmischen Verstärker
5	ABS:	HF-Abschirmung
	AD:	Analog-Digital-Wandler
	AS:	Ausgang des Subtrahierers
	D:	Diode
	D1, D2:	Dämpfungsglied
10	DK:	Durchkontaktierung
	DS:	Detektorschaltung
	ES1, ES2:	erster, zweiter Eingang des Subtrahierers
	G:	Gehäuse
	HPF:	Hochpassfilter
15	IC1, IC2:	diskretes Bauelement
	IE:	induktives Element
	IW:	Impedanzwandler
	KE:	kapazitives Element
	LP:	Lastport
20	LS:	Logikschaltung
	LV1, LV2:	logarithmischer Verstärker
	MLS:	Mehrlagiges Substrat
	MO:	Modul
	OA:	Offset-Anschluss des Subtrahierers
25	PD:	Peak-Detektor
	RK:	Richtkoppler
	RKA1, RKA2:	Ausgang des Richtkopplers
	S:	Signal am Ausgang der Detektorschaltung
	SP:	Signalpfad
30	SPO:	Signalport
	SU:	Subtrahierer
	SU2:	weiterer Subtrahierer
	SUK:	konventionelle Subtrahierschaltung

TPF: Tiefpassfilter

Patentansprüche

1. Detektorschaltung (DES) zur Bestimmung des Reflektionskoeffizienten, umfassend
- 5 - einen Signalport (SPO), einen Lastport (LP) und einen dazwischen verschalteten Signalpfad (SP),
- einen bidirektionalen Richtkoppler (RK),
- einen ersten (LV1) und einen zweiten (LV2) logarithmischen Verstärker und
- 10 - einen Subtrahierer (SU) mit einem Offset-Anschluss (OA), wobei
- der Richtkoppler (RK) mit dem Signalpfad (SP) verschaltet ist und an einem ersten Ausgang (RKA1) ein erstes Signal, das ein Maß der im Signalpfad (SP) in Vorwärtsrichtung
- 15 übertragenen Leistung ist, und an einem zweiten Ausgang (RKA2) ein zweites Signal, das ein Maß der im Signalpfad (SP) entgegen der Vorwärtsrichtung übertragenen Leistung ist, zur Verfügung stellt,
- der erste logarithmische Verstärker (LV1) mit dem ersten
- 20 Ausgang (RKA1) verschaltet ist und das erste Signal logarithmisch verstärkt,
- der zweite logarithmische Verstärker (LV2) mit dem zweiten Ausgang (RKA2) verschaltet ist und das zweite Signal logarithmisch verstärkt,
- 25 - der Subtrahierer (SU) mit den logarithmischen Verstärkern (LV1, LV2) verschaltet ist und die Differenz aus dem ersten logarithmisch verstärkten Signal und dem zweiten logarithmisch verstärkten Signal als Maß für den Reflektionskoeffizienten ermittelt und
- 30 - zwischen Masse und dem Offset-Anschluss (OA) des Subtrahierers (SU) eine Offset-Spannung anliegt.

2. Detektorschaltung nach dem vorhergehenden Anspruch, umfassend einen Peak-Detektor (PD), der mit dem Ausgang (AS) des Subtrahierers (SU) verschaltet ist.

5 3. Detektorschaltung nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der Peak-Detektor (PD) eine in Serie mit dem Subtrahierer (SU) verschaltete Diode (D) und ein gegen Masse geschaltetes kapazitives Element (KE) umfasst.

10 4. Detektorschaltung nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Diode (D) eine Schottky-Diode ist.

5. Detektorschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend einen Impedanzwandler (IW), der mit dem Ausgang
15 (AS) des Subtrahierers (SU) verschaltet ist.

6. Detektorschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend ein Tiefpassfilter (TPF), das mit dem Ausgang (AS) des Subtrahierers (SU) verschaltet ist.

20 7. Detektorschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Ausgang (AS) des Subtrahierers (SU) mit einem Analog-Digitalwandler (A/D) einer Logikschaltung (LS) eines mobilen Kommunikationsgeräts verschaltet ist.

25 8. Detektorschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend ein erstes Dämpfungsglied (D1), das zwischen dem ersten Ausgang des Richtkopplers (RKA1) und dem ersten logarithmischen Verstärker (LV1) verschaltet ist, und ein
30 zweites Dämpfungsglied (D2), das zwischen dem zweiten Ausgang des Richtkopplers (RKA2) und dem zweiten logarithmischen Verstärker (LV2) verschaltet ist.

9. Detektorschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend einen Impedanzwandler (IW) der mit dem Ausgang (AS) des Subtrahierers (SU) verschaltet ist und zusätzlich ein Tiefpassfilter (TPF) darstellt.

5

10. Detektorschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der bidirektionale Richtkoppler (RK) so ausgelegt ist, dass er Signale bei Frequenzen von 400 MHz bis 3000 MHz verarbeiten kann.

10

11. Detektorschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Detektorschaltung zum Verarbeiten von Signalen der Mobilfunksysteme GSM, W-CDMA, LTE und OFDM ausgelegt ist.

15

12. Detektorschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Detektorschaltung zum Verarbeiten von Signalen der Mobilfunksysteme WLAN und WIMAX ausgelegt ist.

20

13. Detektorschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend eine aktive elektrische Komponente (IC1, IC2), eine passive elektrische Komponente (KE, IE) und ein mehrlagiges Substrat (MLS),
wobei

25

- die aktive elektrische Komponente (IC1, IC2) auf der Oberfläche des Substrates (MLS) angeordnet ist und
- die passive elektrische Komponente (KE, IE) in metallisierten Zwischenlagen des Substrates (MLS) angeordnet ist.

30

14. Detektorschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die in einem Modul (MO) mit einer Grundfläche von weniger als 25 mm² realisiert ist.

15. Detektorschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welche eine HF-Abschirmung (ABS) umfasst.

5 16. Detektorschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welche in einem abstimmbaren Modul angeordnet ist.

17. Detektorschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die in einem Signalpfad (SP) eines mobilen
10 Kommunikationsgerät verschaltet ist und deren Signale zur Steuerung oder Regelung eines Leistungsverstärkers oder einer Impedanzanpassschaltung verwendet werden.

1/5

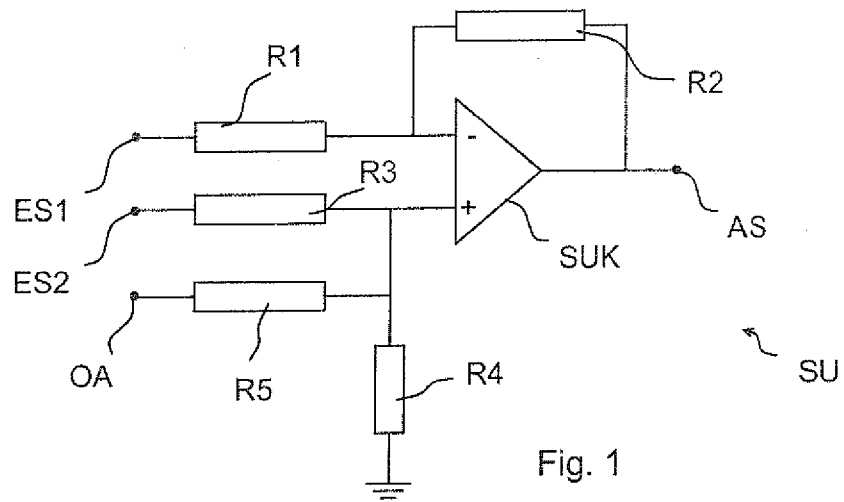


Fig. 1

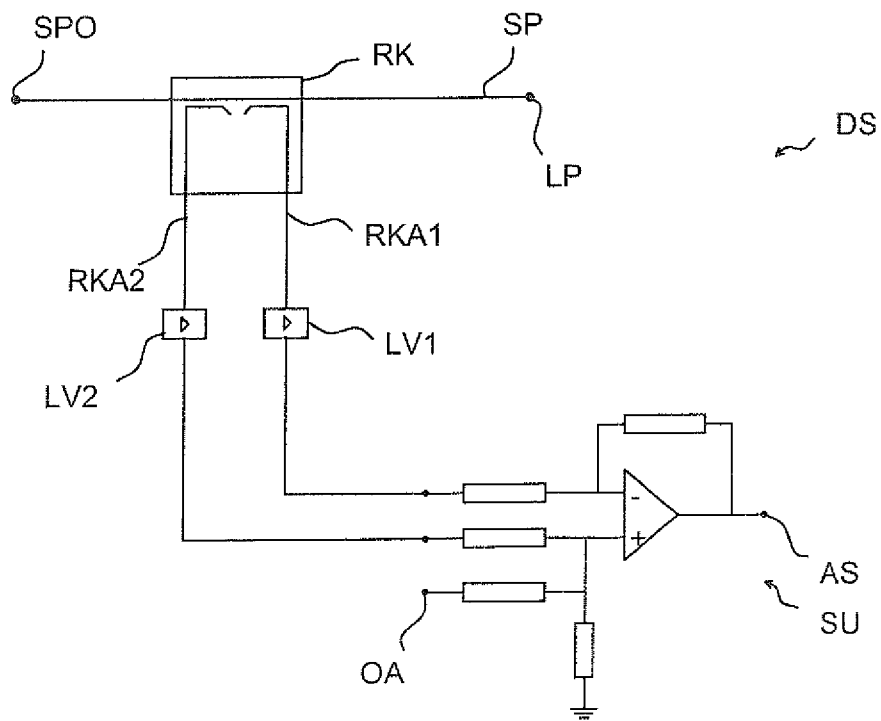
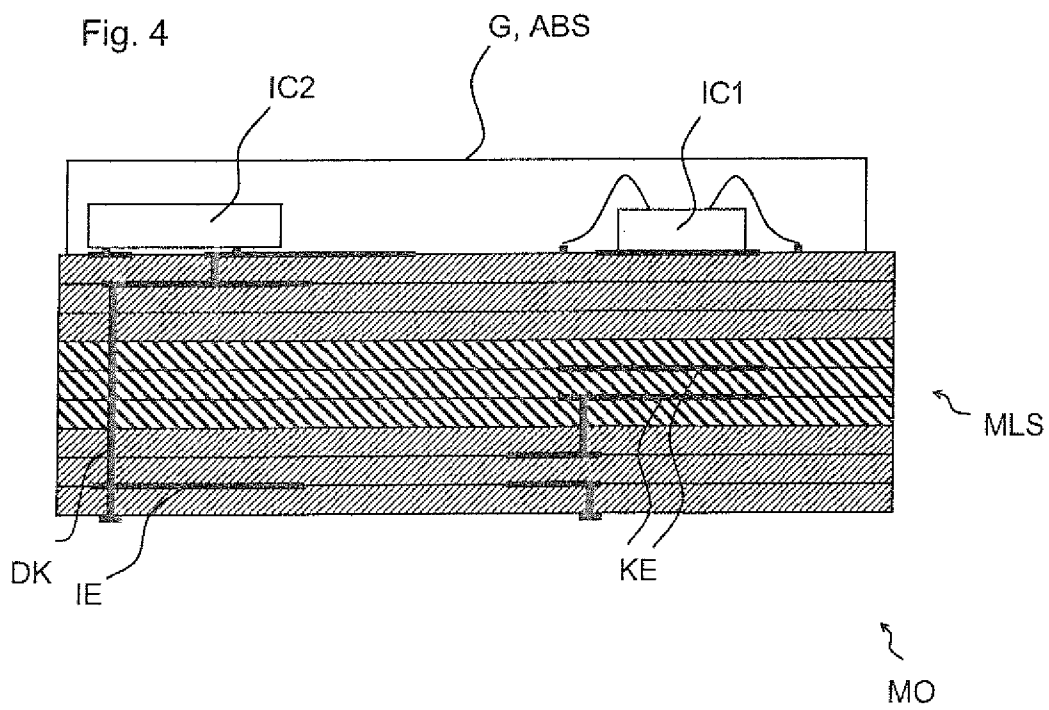
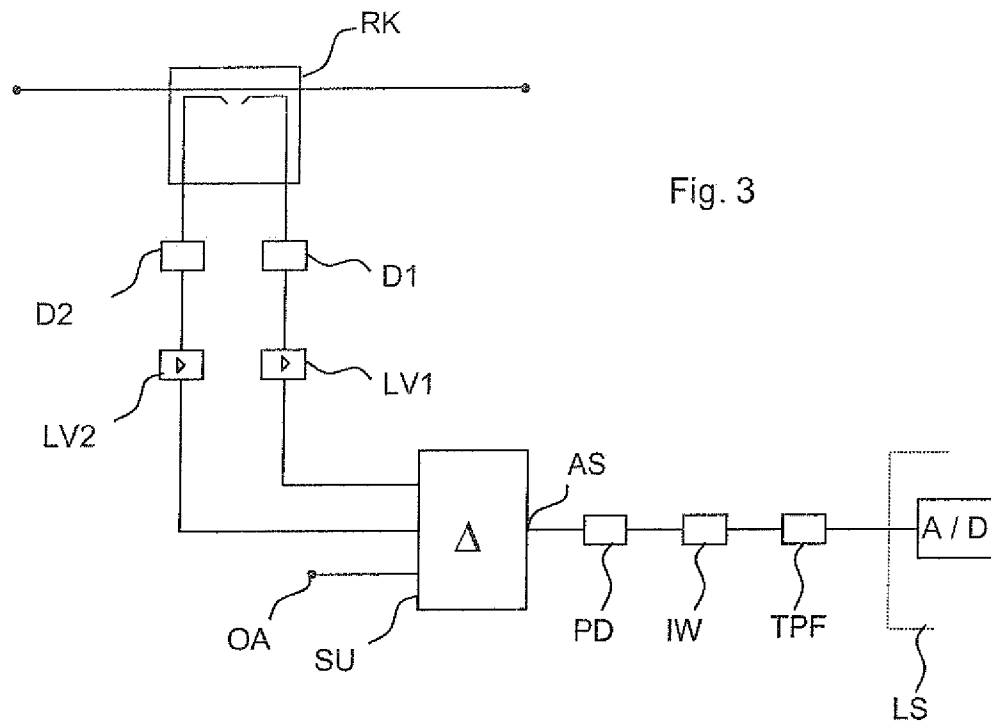


Fig. 2

2/5



3/5

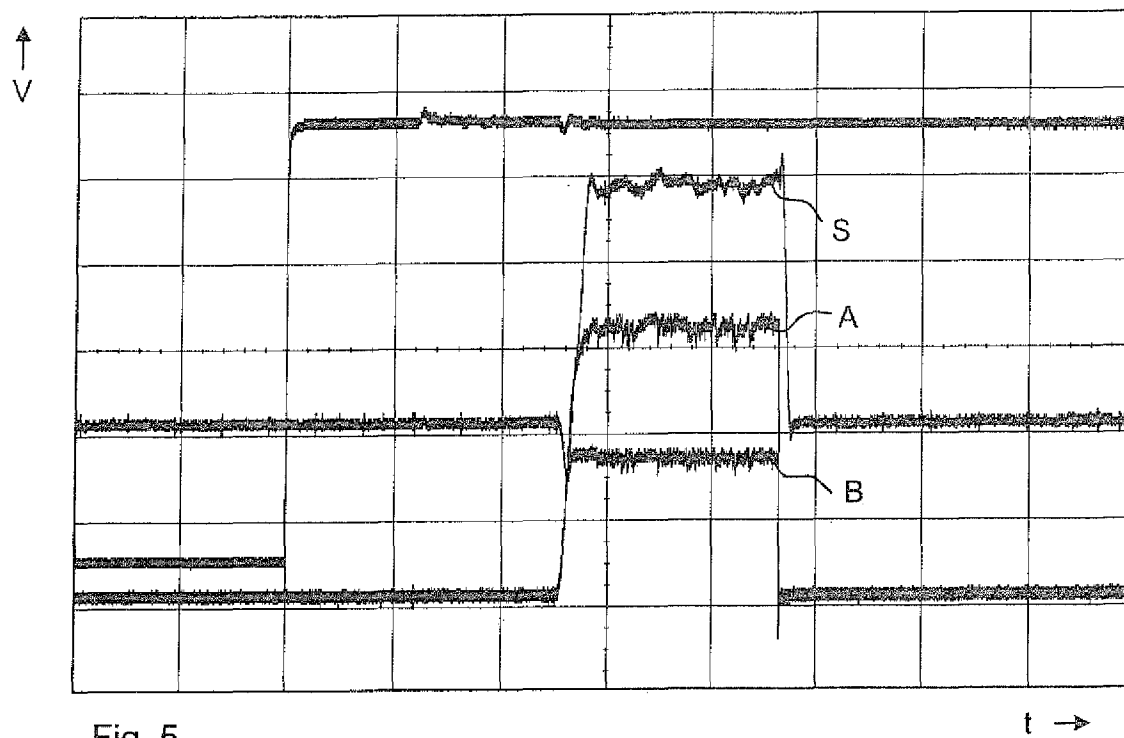


Fig. 5

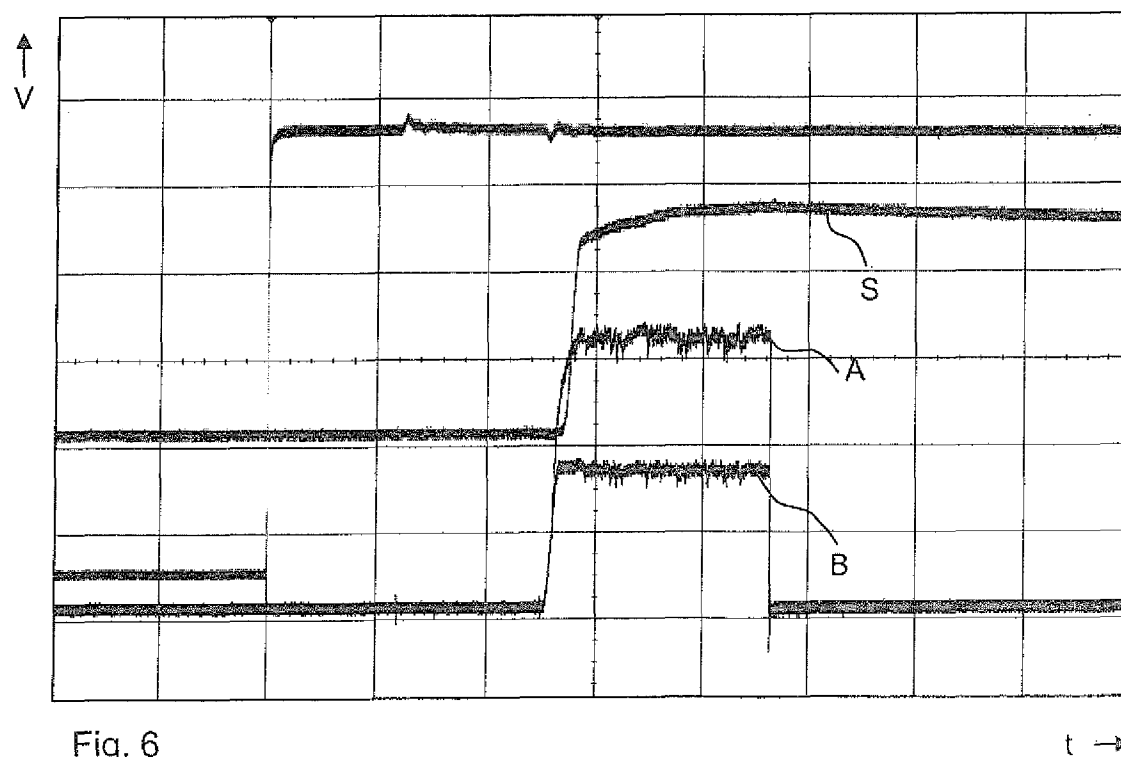


Fig. 6

4/5

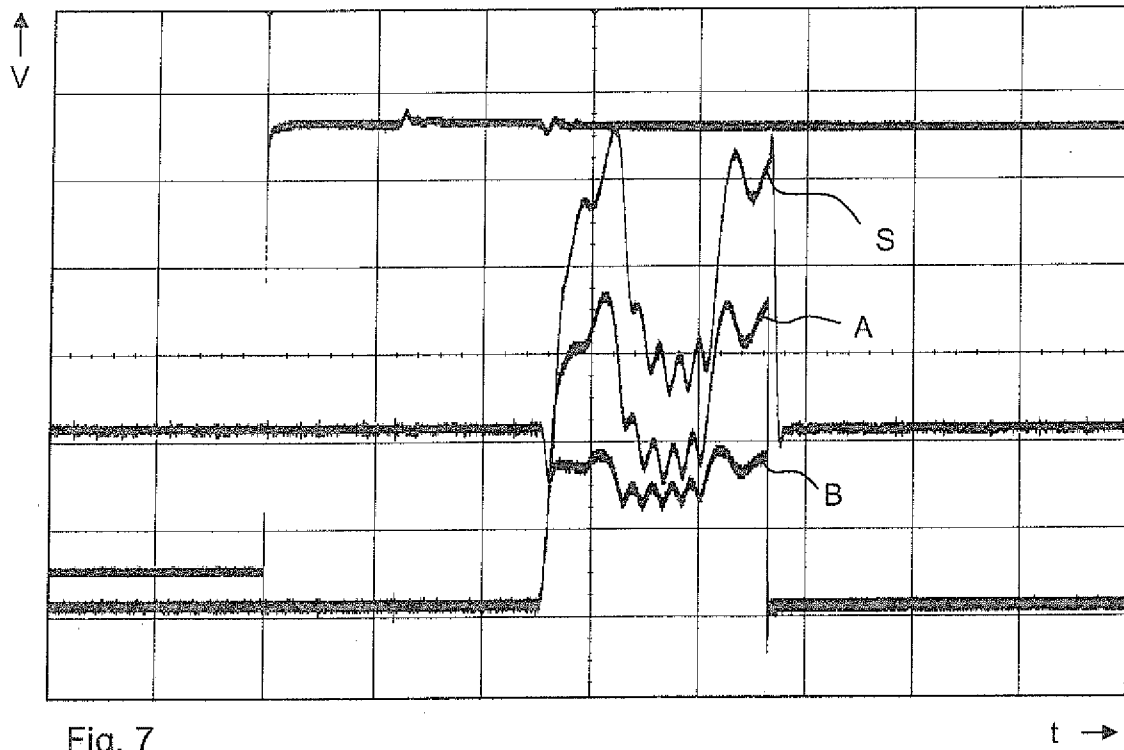


Fig. 7

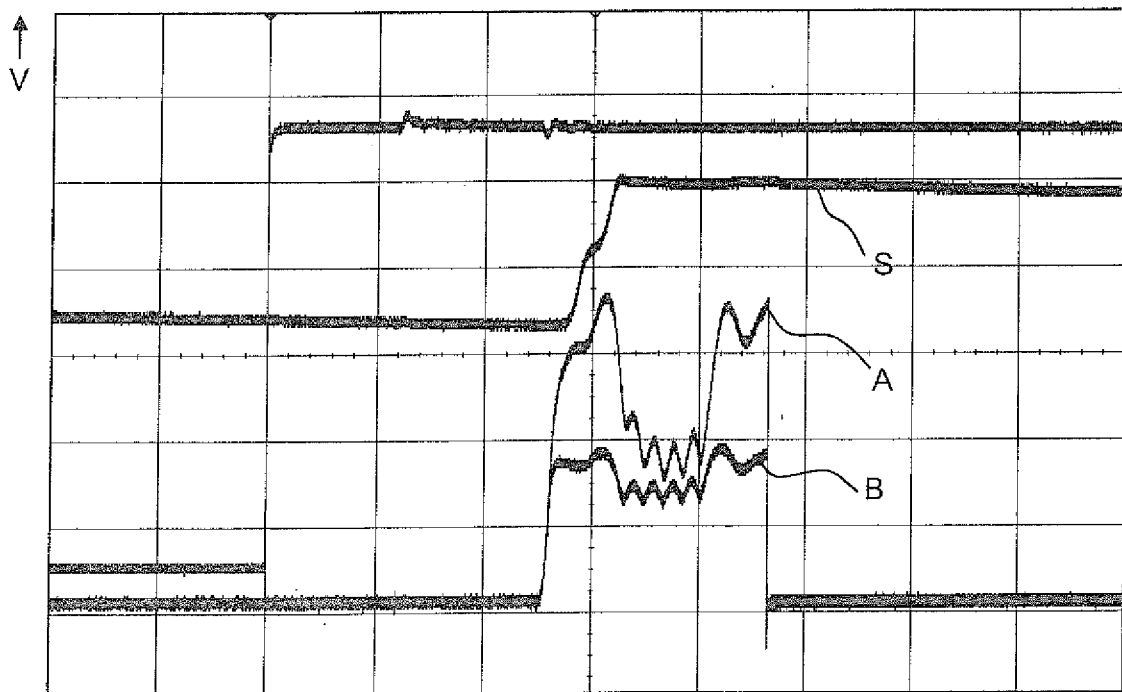


Fig. 8

5/5

Fig. 9

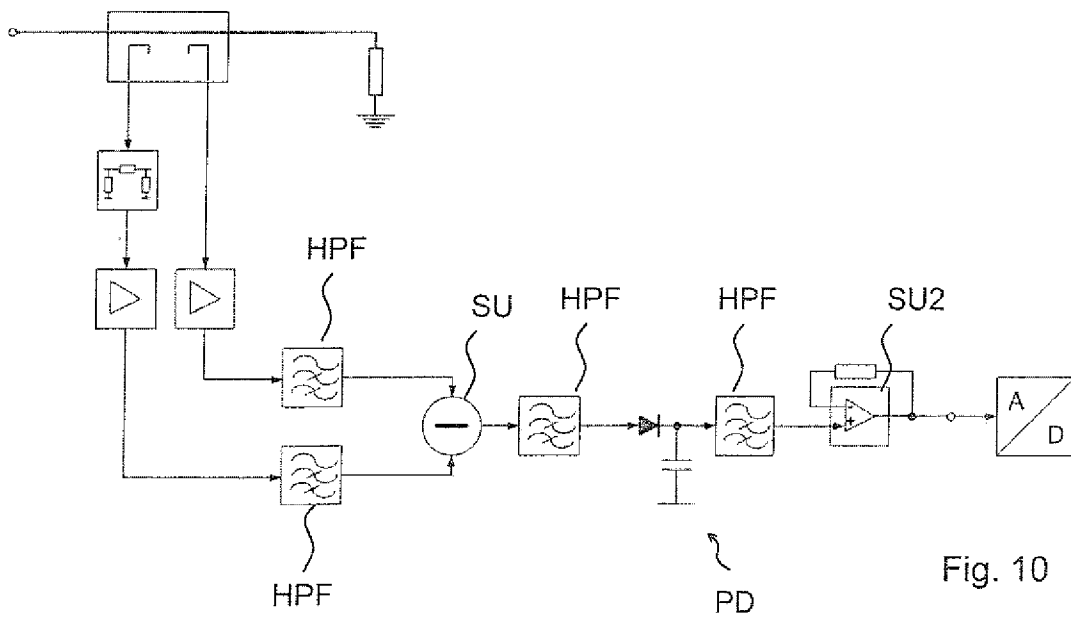
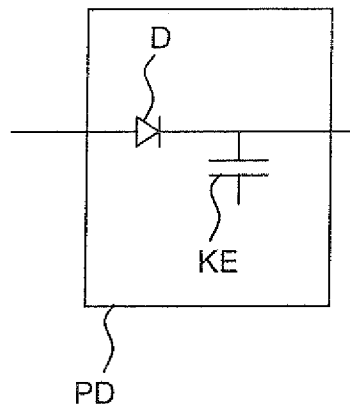


Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/052444

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01R27/06
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 110 685 A (LEENERTS VIRGIL G) 29 August 1978 (1978-08-29) the whole document	1-17
X	----- Maxim: "LF-to2.5 GHz Dual Logarithmic Detector / Controller for Power, Gain, and VSWR", , 19-3404, 1 October 2006 (2006-10-01), pages 1-20, XP002634950, Retrieved from the Internet: URL:http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/M AX2016.pdf [retrieved on 2011-05-02] the whole document ----- -/--	1-17



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 May 2011

Date of mailing of the international search report

13/05/2011

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Koll, Hermann

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/052444

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	"Offsetabgleich der Operationsschaltung" In: Jiri Dostal: "Operationsverstärker", 1 January 1989 (1989-01-01), Hüthig, Heidelberg, XP002634951, vol. 2, pages 279-282, the whole document -----	1
A	US 2005/020218 A1 (ZELLEY CHRISTOPHER A [GB]) 27 January 2005 (2005-01-27) abstract -----	2-4
A	US 6 625 428 B1 (FINNELL JOHN FITZGERALD [GB] ET AL) 23 September 2003 (2003-09-23) abstract; figure 1 -----	10-12
A	US 4 780 661 A (BOLOMEY JEAN-CHARLES [FR] ET AL) 25 October 1988 (1988-10-25) column 6, line 12 - line 41; figure 2 -----	1-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/052444

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4110685	A	29-08-1978	NONE
US 2005020218	A1	27-01-2005	AT 409867 T 15-10-2008
		WO 2005010537 A1	03-02-2005
		CN 1826533 A	30-08-2006
		EP 1660893 A1	31-05-2006
US 6625428	B1	23-09-2003	GB 2346292 A 02-08-2000
US 4780661	A	25-10-1988	DE 3671668 D1 05-07-1990
		EP 0214015 A1	11-03-1987
		FR 2585557 A1	06-02-1987

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01R27/06
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01R

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 110 685 A (LEENERTS VIRGIL G) 29. August 1978 (1978-08-29) das ganze Dokument	1-17
X	Maxim: "LF-to2.5 GHz Dual Logarithmic Detector / Controller for Power, Gain, and VSWR", 19-3404, 1. Oktober 2006 (2006-10-01), Seiten 1-20, XP002634950, Gefunden im Internet: URL: http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/MAX2016.pdf [gefunden am 2011-05-02] das ganze Dokument	1-17



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. Mai 2011

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/05/2011

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Koll, Hermann

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	"Offsetabgleich der Operationsschaltung" In: Jiri Dostal: "Operationsverstärker", 1. Januar 1989 (1989-01-01), Hüthig, Heidelberg, XP002634951, Bd. 2, Seiten 279-282, das ganze Dokument -----	1
A	US 2005/020218 A1 (ZELLEY CHRISTOPHER A [GB]) 27. Januar 2005 (2005-01-27) Zusammenfassung -----	2-4
A	US 6 625 428 B1 (FINNELL JOHN FITZGERALD [GB] ET AL) 23. September 2003 (2003-09-23) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	10-12
A	US 4 780 661 A (BOLOMEY JEAN-CHARLES [FR] ET AL) 25. Oktober 1988 (1988-10-25) Spalte 6, Zeile 12 - Zeile 41; Abbildung 2 -----	1-17

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/052444

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4110685	A	29-08-1978	KEINE
US 2005020218	A1	27-01-2005	AT 409867 T 15-10-2008
		WO 2005010537 A1	03-02-2005
		CN 1826533 A	30-08-2006
		EP 1660893 A1	31-05-2006
US 6625428	B1	23-09-2003	GB 2346292 A 02-08-2000
US 4780661	A	25-10-1988	DE 3671668 D1 05-07-1990
		EP 0214015 A1	11-03-1987
		FR 2585557 A1	06-02-1987