

(19)



(11)

EP 2 617 097 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
29.09.2021 Patentblatt 2021/39

(51) Int Cl.:
H01P 5/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11745546.9**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2011/064122

(22) Anmeldetag: **17.08.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/034804 (22.03.2012 Gazette 2012/12)

(54) **HOCHFREQUENZ-SIGNALKOMBINIERER**

HIGH-FREQUENCY SIGNAL COMBINER

COMBINEUR DE SIGNAUX HAUTE FRÉQUENCE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **17.09.2010 DE 102010045779**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.07.2013 Patentblatt 2013/30

(73) Patentinhaber: **Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG**
81671 München (DE)

(72) Erfinder:
• **MORGENSTERN, Michael**
15566 Schöneiche (DE)

• **DÜBEN, Reimo**
15566 Schöneiche (DE)

(74) Vertreter: **Körfer, Thomas**
Mitscherlich PartmbB
Patent- und Rechtsanwälte
Sonnenstrasse 33
80331 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
GB-A- 2 279 504 US-B1- 6 407 648

• **None**

EP 2 617 097 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Hochfrequenz-Signalkombinierer.

[0002] Gängige Hochfrequenz-Signalkombinierer, beispielsweise Wilkinson-, Geysel- oder 3dB-Koppler, sind typischerweise nur über wenige Oktaven verwendbar und weisen deshalb keine ausreichende Bandbreite auf. Bei den bei tiefen Frequenzen zum Einsatz kommenden Hybridkopplern und Ringhybriden tritt zusätzlich eine Impedanztransformation in Höhe von 2:1 in jeder Kopplungsstufe auf, die einen zusätzlichen hochohmigen und damit verlustreichen Transformator erforderlich macht.

[0003] Aus der US 6,407,648 B1 ist ein Brückenkoppler bekannt, der diese Nachteile teilweise überwindet und folgende Eigenschaften aufweist:

- keine Impedanztransformation erforderlich,
- geringe Verluste aufgrund von kurzen Leitungslängen,
- niedrige Phasenverzerrungen zwischen den einzelnen Eingängen und dem Ausgang aufgrund von kurzen Leitungslängen und
- entkoppelte Eingänge.

[0004] Der Brückenkoppler aus der US 6,407,648 B1 ist aber nachteilig auf die Kopplung von insgesamt nur vier Hochfrequenzsignalen begrenzt.

[0005] Dokument GB 2 279 504 A lehrt eine Methode zur Kombination mehrerer Hochfrequenzsignale unterschiedlicher Frequenzen mittels Hybrid-Leistungskombinierer, wobei ein Hybrid-Leistungskombinierer je zwei Eingänge und zwei Ausgänge aufweist, die alle dieselbe Impedanz haben. Gemäß GB 2 279 504 A besteht der Hybrid-Leistungskombinierer aus einem Zweig-Leitungskoppler, der wiederum aus einer Kombination von Reihen- und Parallel-Übertragungsleitungsabschnitten besteht, wobei diese Übertragungsleitungen als Mikrostreifen realisiert sind oder mittels einem Hybrid-Ringkoppler gebildet sind.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, einen breitbandigen und verlustarmen Hochfrequenz-Signalkombinierer zu entwickeln, der eine Vielzahl von Hochfrequenzsignalen kombinieren kann.

[0007] Die Erfindungsaufgabe wird durch einen erfindungsgemäßen Hochfrequenz-Signalkombinierer mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den jeweiligen abhängigen Patentansprüchen aufgeführt.

[0008] Der erfindungsgemäße Hochfrequenz-Signalkombinierer wird in bevorzugten Ausführungsformen und Untervarianten im Folgenden anhand der Zeichnung im Detail erläutert. Die Figuren der Zeichnung zeigen:

Fig. 1A ein erstes Schaltungsdiagramm einer Entkopplungsbrücke nach dem Stand der Technik,

Fig. 1B ein zweites Schaltungsdiagramm einer bisher üblichen Entkopplungsbrücke,

Fig. 2A ein erstes Schaltungsdiagramm einer bisher üblichen Kopplungsbrücke,

5 Fig. 2B ein zweites Schaltungsdiagramm einer bisher üblichen Kopplungsbrücke,

Fig. 3 ein Schaltdiagramm eines bisher üblichen Hochfrequenz-Signalkombinierers,

10 Fig. 4A ein Schaltdiagramm einer Entkopplungsbrücke bei Einspeisung mit zwei Hochfrequenzsignalen,

Fig. 4B ein Schaltdiagramm einer Entkopplungsbrücke bei Einspeisung mit einem Hochfrequenzsignal,

15 Fig. 5A ein Schaltdiagramm einer Kopplungsbrücke bei Einspeisung mit vier Hochfrequenzsignalen,

Fig. 5B ein Schaltdiagramm einer Kopplungsbrücke bei Einspeisung mit zwei Hochfrequenzsignalen,

20 Fig. 6 ein Schaltdiagramm eines Ausführungsbeispiels einer Kopplungsbrücke eines erfindungsgemäßen Hochfrequenz-Signalkombinierers,

25 Fig. 7A ein Schaltdiagramm einer ersten Ausführungsform einer Entkopplungsbrücke eines erfindungsgemäßen Hochfrequenz-Signalkombinierers,

Fig. 7B ein Schaltdiagramm einer zweiten Ausführungsform einer Entkopplungsbrücke eines erfindungsgemäßen Hochfrequenz-Signalkombinierers,

30 Fig. 8A ein Schaltdiagramm eines Ausführungsbeispiels eines Hochfrequenz-Signalkombinierers mit Entkopplungsbrücke,

35 Fig. 8B ein Schaltdiagramm eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Hochfrequenz-Signalkombinierers und

40 Fig. 9 ein Schaltdiagramm eines vereinfachten Ausführungsbeispiels eines Hochfrequenz-Signalkombinierers.

[0009] Bevor die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Hochfrequenz-Signalkombinierers im Detail erläutert wird, wird im Folgenden die für das Verständnis der Funktionsweise des erfinderischen Hochfrequenz-Signalkombinierers erforderliche Funktionsweise des Hochfrequenz-Signalkombinierers nach dem Stand der Technik, wie er beispielsweise in der Fig. 1 der US 6,407,648 B1 dargestellt ist, vorgestellt:

Der Hochfrequenz-Signalkombinierer nach dem Stand der Technik gemäß Fig. 3, der insgesamt vier eingangsseitige erste Hochfrequenzsignale IN1, IN2, IN3, IN4 zu einem ausgangsseitigen zweiten Hochfrequenzsignal OUT5 kombiniert, besteht aus zwei Entkopplungsbrücken 1, in denen jeweils zwei der insgesamt vier eingangsseitigen ersten Hochfrequenzsignale IN1, IN2, IN3, IN4 mittels Splittung und Kombination in jeweils zwei

ausgangsseitige erste Hochfrequenzsignale OUT1, OUT2, OUT3, OUT4 von jeweils identischer Leistung transformiert werden, und einer nachgeschalteten Kopplungsbrücke 3, in der die vier ausgangsseitigen ersten Hochfrequenzsignale OUT1, OUT2, OUT3, OUT4 mit jeweils identischer Leistung an den Ausgängen 12', 12'' der beiden Entkopplungsbrücken 1 verlustfrei zu einem einzigen ausgangsseitigen zweiten Hochfrequenzsignal OUT5 transformiert werden.

[0010] Eine Entkopplungsbrücke dieses Hochfrequenz-Signalkombinierers mit den beiden eingangsseitigen ersten Hochfrequenzsignalen IN1 und IN2 und den beiden ausgangsseitigen ersten Hochfrequenzsignalen OUT1 und OUT2, die der Entkopplungsbrücke bestehend aus den Widerständen 82 und 86 bzw. 84 und 88 in Fig. 1 der US 6,407,648 B1 entspricht, ist in Fig. 1A dargestellt. Die Darstellung einer Entkopplungsbrücke in Fig. 1A kann in eine dazu äquivalente Darstellung einer Entkopplungsbrücke in Fig. 1B überführt werden.

[0011] Zu erkennen sind in der Darstellung einer Entkopplungsbrücke gemäß Fig. 1B die zugehörigen gestrichelt dargestellten Brückenarme 11, 11', 11'', 11''' und die zugehörigen mit durchgezogener Linie dargestellten Brückendiagonalen 14. Die mit den Anschlüssen 12, 12'' der eingangsseitigen ersten Hochfrequenzleitungen in direkter Verbindung stehenden Brückenarme repräsentieren die Einkoppelarme. Die in den zugehörigen Brückenarmen jeweils vorgesehene und ebenfalls gestrichelt dargestellte Impedanz entspricht der Eingangsimpedanz und damit dem Wellenwiderstand Z_0 der zugehörigen eingangsseitigen ersten Hochfrequenzleitung. Die mit den ausgangsseitigen Hochfrequenzleitungen in Verbindung stehenden Brückenarme repräsentieren die Auskoppelarme. Die in den zugehörigen Brückenarmen jeweils vorgesehene und ebenfalls gestrichelt dargestellte Impedanz entspricht der Eingangsimpedanz und damit dem Wellenwiderstand Z_0 der ausgangsseitigen Hochfrequenzleitung, die bei idealer Anpassung der Lastimpedanz Z_{LAST} entspricht.

[0012] In den beiden Brückendiagonalen 14 sind jeweils Lastausgleichswiderstände Z_{LAW} vorgesehen. Die Brückenknoten der Entkopplungsbrücke sind jeweils mit den Innenleitern oder den Außenleitern von zwei ein eingangsseitiges und ein ausgangsseitiges Hochfrequenzsignal IN1, IN2, OUT1, OUT2 jeweils führenden Hochfrequenzleitungen verbunden. Funktionsbedingt ist nur ein einziger Brückenknoten 15 - ein mit Außenleitern von Hochfrequenzleitungen verbundener Brückenknoten - auf Massepotential gelegt.

[0013] Die Funktionsweise einer Entkopplungsbrücke geht aus den beiden in Fig. 4A und 4B jeweils dargestellten Betriebsfällen hervor.

[0014] In dem in Fig. 4A dargestellten Betriebsfall werden beide eingangsseitigen ersten Hochfrequenzsignale IN1 und IN2 von den jeweiligen Eingangsbeschaltungen über die Innenleiter der eingangsseitigen Hochfrequenzleitungen in die Entkopplungsbrücke eingespeist. Die beiden eingangsseitigen ersten Hochfrequenzsignale

IN1 und IN2 werden in der Entkopplungsbrücke, wie in Fig. 4A mit gerichteten Stromflusslinien dargestellt ist, jeweils in zwei Teilströme gesplittet.

[0015] Der eine Teilstrom der beiden eingangsseitigen Hochfrequenzsignale IN1 und IN2 fließt jeweils über den Innenleiter der ausgangsseitigen Hochfrequenzleitung, die Lastimpedanz Z_{LAST} , dem Außenleiter der ausgangsseitigen Hochfrequenzleitung, dem in Fig. 4A vertikal dargestellten Lastausgleichswiderstand Z_{LAW} und dem Außenleiter der eingangsseitigen Hochfrequenzleitung in die jeweiligen Eingangsbeschaltungen zurück. Der Stromfluss dieses Teilstromes über den Innenleiter der ausgangsseitigen Hochfrequenzleitung, die Lastimpedanz Z_{LAST} und den Außenleiter der ausgangsseitigen Hochfrequenzleitung wird in Fig. 4A vereinfacht über die im zugehörigen Brückenarm vorhandene Impedanz dargestellt, die dem Wellenwiderstand Z_0 der ausgangsseitigen Hochfrequenzleitung entspricht.

[0016] Der andere Teilstrom der beiden eingangsseitigen ersten Hochfrequenzsignale IN1 und IN2 fließt über den in Fig. 4A horizontal dargestellten Lastausgleichswiderstand Z_{LAW} , den Außenleiter der jeweils anderen ausgangsseitigen Hochfrequenzleitung, der Lastimpedanz Z_{LAST} , dem Außenleiter der jeweils anderen ausgangsseitigen Hochfrequenzleitung zur Masse ab. Der Stromfluss dieses Teilstromes über den Innenleiter der ausgangsseitigen Hochfrequenzleitung, die Lastimpedanz Z_{LAST} und den Außenleiter der ausgangsseitigen Hochfrequenzleitung wird in Fig. 4A wiederum vereinfacht über die im zugehörigen Brückenarm vorhandene Impedanz dargestellt, die dem Wellenwiderstand Z_0 der ausgangsseitigen Hochfrequenzleitung entspricht.

[0017] Für den Fall, dass die Leistungen der beiden eingangsseitigen Hochfrequenzsignale IN1 und IN2 jeweils identisch sind, sind auch die beiden zugehörigen Teilströme durch den vertikalen und horizontalen Lastausgleichswiderstand Z_{LAW} identisch. Da die zu den beiden eingangsseitigen Hochfrequenzsignalen IN1 und IN2 gehörigen Teilströme im vertikalen und horizontalen Lastausgleichswiderstand Z_{LAW} jeweils entgegengesetzt gerichtet sind, fließt durch den vertikalen und horizontalen Lastausgleichswiderstand Z_{LAW} in Summe kein Strom und somit tritt auch kein Verlust in den beiden Lastausgleichswiderständen Z_{LAW} auf. Da die beiden Lastwiderstände Z_{LAST} und die beiden Lastausgleichswiderstände Z_{LAW} identisch sind und dem Systemwellenwiderstand Z_0 der Entkopplungsbrücke entsprechen, erhalten die beiden Lastwiderstände Z_{LAST} von den beiden eingangsseitigen Hochfrequenzsignalen IN1 und IN2 jeweils einen gleich hohen Teilstrom, der jeweils dem halben Strom der beiden eingangsseitigen Hochfrequenzsignale IN1 und IN2 entspricht. Den beiden Lastimpedanzen Z_{LAST} wird folglich eine identische Leistung zugeführt, die der Summe aus den Strömen der beiden eingangsseitigen Hochfrequenzsignale IN1 und IN2 entspricht.

[0018] Weichen die Leistungen der beiden eingangsseitigen Hochfrequenzsignale IN1 und IN2 voneinander

ab, so kompensieren sich die beiden Teilströme im vertikalen und horizontalen Lastausgleichswiderstand Z_{LAW} nicht und es fließt in Summe ein Strom durch den vertikalen und horizontalen Lastausgleichswiderstand Z_{LAW} , dessen Stromrichtung durch das eingangsseitige Hochfrequenzsignal IN1 bzw. IN2 mit der höheren Leistung bestimmt wird. Aufgrund des Stromflusses durch den vertikalen und horizontalen Lastausgleichswiderstand Z_{LAW} erhalten die beiden Lastimpedanzen Z_{LAST} zwar eine identische Leistung, die aber gegenüber dem Fall einer Einspeisung identischer Leistungen durch die beiden eingangsseitigen Hochfrequenzsignale IN1 und IN2 aufgrund des Verlusts in den beiden Lastausgleichswiderständen Z_{LAW} reduziert ist.

[0019] In dem in Fig. 4B dargestellten Betriebsfall wird nur ein einziges eingangsseitiges erstes Hochfrequenzsignal, nämlich das eingangsseitige erste Hochfrequenzsignal IN1 von seiner Eingangsbeschaltung über den Innenleiter der zugehörigen eingangsseitigen Hochfrequenzleitung in die Entkopplungsbrücke eingespeist. Die beiden Lastimpedanzen Z_{LAST} erhalten jeweils nur einen Teilstrom, der dem halben Strom des aktiven eingangsseitigen ersten Hochfrequenzsignals IN1 entspricht. Die beiden Lastimpedanzen und die beiden Lastausgleichswiderstände erhalten jeweils ein Viertel der durch das eingangsseitige erste Hochfrequenzsignal IN1 eingespeisten Leistung.

[0020] Eine Kopplungsbrücke des Hochfrequenz-Signalkombinierers nach dem Stand der Technik mit den eingangsseitigen Hochfrequenzsignalen IN5, IN6, IN7 und IN8 und dem ausgangsseitigen Hochfrequenzsignal OUT5, die der Kopplungsbrücke bestehend aus dem Widerstand 90 in Fig. 1 der US 6,407,648 B1 entspricht, ist in Fig. 2A dargestellt. Die Darstellung einer Kopplungsbrücke in Fig. 2A kann in eine dazu äquivalente Darstellung einer Kopplungsbrücke in Fig. 2B überführt werden.

[0021] Zu erkennen sind in der Darstellung einer Kopplungsbrücke gemäß Fig. 2B die zugehörigen gestrichelt dargestellten Brückenarme 4, 4', 4'', 4''' und die zugehörige mit durchgezogener Linie dargestellte Brückendiagonale 17. Die mit den eingangsseitigen Hochfrequenzleitungen in Verbindung stehenden Brückenarme repräsentieren die Einkoppelarme. Die in den zugehörigen Brückenarmen jeweils vorgesehenen und ebenfalls gestrichelt dargestellten Impedanzen entsprechen bei eingangsseitiger Anpassung der Eingangsimpedanz und damit dem Wellenwiderstand Z_0 der eingangsseitigen Hochfrequenzleitung. Der Einkoppelarm, der in Fig. 2B nicht dargestellt ist, befindet sich in der Brückendiagonale zwischen dem mit dem Innenleiter der ausgangsseitigen Hochfrequenzleitung OUT5 verbundenen Brückenknoten und dem auf Massepotential liegenden Brückenknoten 15.

[0022] In der zwischen den Innenleitern der vier eingangsseitigen Hochfrequenzleitungen befindlichen, in Fig. 2B vertikal dargestellten Brückendiagonale ist ein Lastausgleichswiderstand Z_{LAW} vorgesehen. In der in Fig. 2B nicht dargestellten horizontalen Brückendiago-

nale, die den Einkoppelarm bildet, befindet sich zwischen dem mit dem Innenleiter der ausgangsseitigen Hochfrequenzleitung OUT5 verbundenen Brückenknoten 15 und dem auf Massepotential liegenden Brückenknoten die Lastimpedanz Z_{LAST} , die bei optimaler ausgangsseitiger Anpassung dem Wellenwiderstand Z_0 der ausgangsseitigen Hochfrequenzleitung und damit dem Systemwellenwiderstand der Kopplungsbrücke entspricht Z_0 .

[0023] Die Brückenknoten der Kopplungsbrücke sind jeweils mit den Innenleitern oder den Außenleitern der vier eingangsseitigen zweiten Hochfrequenzsignale IN5, IN6, IN7, IN8 jeweils führenden Hochfrequenzleitungen verbunden. Funktionsbedingt ist nur ein einziger Brückenknoten 15 - ein mit den Außenleitern der Hochfrequenzleitungen verbundener Brückenknoten - auf Massepotential gelegt.

[0024] Die Funktionsweise einer Entkopplungsbrücke geht aus den beiden in Fig. 5A und 5B jeweils dargestellten Betriebsfällen hervor:

In dem in Fig. 5A dargestellten Betriebsfall werden alle vier eingangsseitigen zweiten Hochfrequenzsignale IN5, IN6, IN7 und IN8 über die Innenleiter der eingangsseitigen Hochfrequenzleitungen in die Kopplungsbrücke eingespeist. Während die beiden eingangsseitigen zweiten Hochfrequenzsignale IN5 und IN6 aufgrund der direkten Verbindung in die Brückendiagonale mit der Lastimpedanz Z_{LAST} eingespeist werden, werden die beiden eingangsseitigen zweiten Hochfrequenzsignale IN7 und IN8 in die jeweiligen Außenleiter der zu den eingangsseitigen zweiten Hochfrequenzsignalen IN5 und IN6 gehörigen Hochfrequenzleitungen gespeist. Die in die Außenleiter der zu den eingangsseitigen zweiten Hochfrequenzsignalen IN5 und IN6 gehörigen Hochfrequenzleitungen gespeisten eingangsseitigen ersten Hochfrequenzsignale IN7 und IN8 werden über die nachgeschalteten Entkopplungsbrücken und über die Innenleiter der zu den eingangsseitigen zweiten Hochfrequenzsignalen IN5 und IN6 gehörigen Hochfrequenzleitungen wiederum in die Kopplungsbrücke zurückgeführt und über die Lastimpedanz Z_{LAST} an den Brückenknoten 15 mit Massepotential geleitet. Dieser Stromfluss kann, wie in Fig. 5A dargestellt ist, durch einen Stromfluss über eine Impedanz mit dem Wellenwiderstand Z_0 der zum eingangsseitigen zweiten Hochfrequenzsignal IN5 bzw. IN6 gehörigen Hochfrequenzleitung im Brückenarm zwischen dem Brückenknoten, der mit dem Innenleiter der zum jeweiligen eingangsseitigen zweiten Hochfrequenzsignal IN7 und IN8 gehörigen Hochfrequenzleitung verbunden ist, und dem Brückenknoten mit Massepotential dargestellt werden.

[0025] Im Hinblick auf eine optimale Entkopplung der vier Eingangsleistungen, müssen die Eingangsleistungen insbesondere in jeweils gegenüber liegenden Brückenarmen identisch sein (idealerweise an allen vier Eingängen identisch sein). In diesem Fall ist als Voraussetzung einer optimalen Entkopplung der vier Eingangsleistungen die Summe der beiden Spannungen U_1 und

U_3 identisch zur Summe der beiden Spannungen U_2 und U_4 .

[0026] Fällt ein Paar von Eingangsleistungen gegenüber dem anderen Paar von Eingangsleistungen ab, werden die Potentiale in den Brückenknoten, die mit dem Lastausgleichswiderstand Z_{LAW} verbunden sind und bei identischen Eingangsleistungen aller vier Eingänge der halben Ausgangsspannung entsprechen, verschoben.

[0027] In dem in Fig. 5B dargestellten Betriebsfall werden in den gegenüberliegenden und zu den eingangsseitigen zweiten Hochfrequenzsignalen IN5 und IN8 gehörigen Hochfrequenzleitungen keine Leistungen eingespeist. Das eingangsseitige zweite Hochfrequenzsignal IN7 fließt direkt über die Lastimpedanz Z_{LAST} zur Masse ab. Das eingangsseitige zweite Hochfrequenzsignal IN6 wird aufgrund eines Spannungsabfalls über den in Fig. 5B horizontal dargestellten Lastausgleichswiderstand Z_{LAW} - entspricht der Spannung U_2 am Anschluss der das eingangsseitige zweite Hochfrequenzsignal IN6 führenden Hochfrequenzleitung - geleitet und über den Außenleiter der das eingangsseitige zweite Hochfrequenzsignal IN7 führenden Hochfrequenzleitung, die vorgelagerte Entkopplungsschaltung, den Innenleiter der das eingangsseitige zweite Hochfrequenzsignal IN7 führenden Hochfrequenzleitung und die Lastimpedanz Z_{LAST} nach Masse geführt.

[0028] Führt man zwei eingangsseitige erste Hochfrequenzsignale IN1 und IN2 bzw. IN3 und IN4 jeweils einem ersten Brückenkoppler 1, der als Entkopplungsbrücke gemäß Fig. 1A bzw. 1B realisiert ist, zu und speist die zugehörigen ausgangsseitigen ersten Hochfrequenzsignale OUT1 und OUT2 bzw. OUT3 und OUT4 über Hochfrequenzleitungen als eingangsseitige zweite Hochfrequenzsignale in die vier Eingangsanschlüsse eines zweiten Brückenkoppler 3 ein, der als Kopplungsbrücke gemäß Fig. 2A realisiert ist, so kann man am Ausgangsanschluss der Kopplungsbrücke 9 ein ausgangsseitiges zweites Hochfrequenzsignal OUT5 abgreifen, das aus der Kombination der den einzelnen Entkopplungsbrücken zugeführten eingangsseitigen ersten Hochfrequenzsignalen IN1, IN2, IN3 und IN4 besteht.

[0029] Auf diese Weise entsteht der in Fig. 3 dargestellte Hochfrequenz-Signalkombinierer. Sind die Eingangsleistungen der vier eingangsseitigen ersten Hochfrequenzsignale IN1, IN2, IN3 und IN4 jeweils identisch, so ergeben sich keine Verlustleistungen an den Lastausgleichswiderständen der Entkopplungsbrücken 1 und die Leistung des am Ausgangsanschluss der Kopplungsbrücke 3 anliegenden ausgangsseitigen zweiten Hochfrequenzsignals OUT5 entspricht der Summe der Eingangsleistungen der an den Eingangsanschlüssen der Entkopplungsbrücke anliegenden eingangsseitigen ersten Hochfrequenzsignale IN1, IN2, IN3 und IN4.

[0030] Diejenigen Hochfrequenzleitungen, die mit dem einen Anschluss an Brückenverzweigen von Entkopplungsbrücken ohne Verbindung zu einer Masse und mit dem anderen Anschluss an einem Anschluss mit Massepotential oder einem beliebigen anderen Potential ange-

schlossen sind, weisen ein Spannungspotential am Außenleiter zwischen ihren beiden Anschlüssen auf, der zu einer unerwünschten Mantelwelle auf dem Außenleiter führt. Zur Dämpfung dieser Mantelwellen ist die jeweilige Hochfrequenzleitung im Bereich ihres Anschlusses, der mit einem Brückenverzweig einer Entkopplungsbrücke ohne Masseverbindung verbunden ist, mit einem ringförmigen Kern 16 umgeben.

[0031] In Fig. 7A ist eine erste Ausführungsform einer Entkopplungsbrücke 1' dargestellt, bei der in den diagonal gegenüber liegenden Brückenverzweigen 11' und 11'' jeweils zwei parallel verschaltete Anschlüsse 13' für jeweils eine ausgangsseitige Hochfrequenzleitung vorgesehen sind. Die ausgangsseitigen Hochfrequenzleitungen weisen jeweils den doppelten Wellenwiderstand gegenüber dem Wellenwiderstand der eingangsseitigen Hochfrequenzleitung auf, um eine symmetrische Entkopplungsbrücke zu verwirklichen.

[0032] In Fig. 7B ist eine zweite Ausführungsform einer Entkopplungsbrücke 1'' dargestellt, bei der in den diagonal gegenüber liegenden Brückenverzweigen 11' und 11''' jeweils zwei seriell verschaltete Anschlüsse 13'' für jeweils eine ausgangsseitige Hochfrequenzleitung vorgesehen sind. Die ausgangsseitigen Hochfrequenzleitungen weisen jeweils den halben Wellenwiderstand gegenüber dem Wellenwiderstand der eingangsseitigen Hochfrequenzleitung auf, um eine symmetrische Entkopplungsbrücke zu verwirklichen.

[0033] Mit diesen beiden Ausführungsformen einer Entkopplungsbrücke lassen sich also zwei eingangsseitige erste Hochfrequenzsignale IN1, IN2 in vier ausgangsseitige erste Hochfrequenzsignale OUT1', OUT2', OUT3', OUT4' bzw. OUT1'', OUT2'', OUT3'', OUT4'' mit jeweils identischer Leistung splitten. Aus Fig. 8A geht ein Hochfrequenz-Signalkombinierer hervor, bei dem die vier Eingänge einer Kopplungsbrücke mit den vier Ausgängen einer ersten Ausführungsform einer einzigen Entkopplungsbrücke, gemäß Fig. 7A verbunden sind.

[0034] In Fig. 6 ist eine Kopplungsbrücke 3' dargestellt, die für einen erfindungsgemäßen Hochfrequenz-Signalkombinierer geeignet ist, und die aus einer ursprünglichen Kopplungsbrücke hervorgeht und insgesamt 16 Anschlüsse 9 für eingangsseitige zweite Hochfrequenzsignale vorsieht:

Hierzu bildet jeder Brückenverzweig 4, 4', 4'', 4''' der ursprünglichen Kopplungsbrücke eine Brückendiagonale einer Unter-Kopplungsbrücke. In der zu dieser Brückendiagonalen orthogonalen Brückendiagonalen 10, 10', 10'', 10''', jeder Unter-Kopplungsbrücke ist ein Lastausgleichswiderstand R_2, R_3, R_4, R_5 vorgesehen. Jeweils zwei Brückenknoten jeder Unter-Kopplungsbrücke sind mit einem Brückenknoten A, B, C, D der ursprünglichen Kopplungsbrücke verbunden. Jeweils ein Brückenknoten E jeder Unter-Kopplungsbrücke ist zu einem gemeinsamen Punkt "sternförmig" zusammengeführt. Schließlich bildet jeweils ein Brückenknoten F, G, H, I jeder Unter-Kopplungsbrücke die vier diagonalen Eckpunkte des erfindungsgemäßen Hochfrequenz-Signal-

kombinierers. In den einzelnen Brückenzeigen der vier Unter-Kopplungsbrücken ist jeweils ein Anschluss 9 für ein eingangsseitiges zweites Hochfrequenzsignal vorgesehen. Um eine Rückwirkungsfreiheit der einzelnen Eingänge des erfindungsgemäßen Hochfrequenz-Signalkombinierers zu erzielen, müssen die Leistungen in gegenüberliegenden, d.h. parallelen Brückenzeigen einer Unter-Kopplungsbrücke und in gegenüberliegenden, d.h. parallelen Brückenzeigen von jeweils diagonal gegenüber liegenden Unter-Kopplungsbrücken jeweils identisch sein. In diesem Fall ist der Spannungsabfall in den einzelnen Brückendiagonalen des ursprünglichen Hochfrequenz-Signalkombinierers, der von den Spannungen in den beiden an die jeweilige Brückendiagonale angrenzenden Brückendreiecken erzeugt wird, immer gleich.

[0035] Eine korrekte Funktion der Kopplungsbrücke wird durch identische Impedanzen in den Brückenzeigen und Brückendiagonalen (Lastimpedanz Z_{LAST} und Lastausgleichswiderstand Z_{LAW}) erzielt, die dem Wellenwiderstand Z_0 der angeschlossenen Hochfrequenzleitungen entsprechen.

[0036] Die Kopplungsbrücke lässt sich nach diesem Prinzip beliebig kaskadieren, wobei in jeder Kaskadierungsstufe jeweils eine um den Faktor vier höhere Anzahl von Eingängen für eingangsseitige Hochfrequenzsignale entsteht.

[0037] In Fig. 8B ist die einzige Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Hochfrequenz-Signalkombinierers dargestellt, der eine Kopplungsbrücke 3' aufweist, deren 16 Hochfrequenzeingänge jeweils mit eingangsseitigen zweiten Hochfrequenzsignalen gespeist werden, die von vier Entkopplungsbrücken 1' mit jeweils vier Ausgängen 13' erzeugt werden, wobei die vier Ausgänge 13' der einzelnen Entkopplungsbrücken 1' durch jeweils zwei parallel geschaltete Ausgänge 13' in zwei Brückenzeigen 11', 11''' der Entkopplungsbrücke 1' gebildet werden (erste Ausführungsform einer Entkopplungsbrücke). Alternativ können auch Entkopplungsbrücken 1'' der zweiten Ausführungsform verwendet werden. Bezüglich der Verwendung von Bezugszeichen für die Kopplungsbrücke 3', sei auf Fig. 6 verwiesen, welche im Detail eine Kopplungsbrücke 3' zeigt. Bezüglich der Verwendung von Bezugszeichen für die Entkopplungsbrücken 1', sei auf Fig. 7A verwiesen, welche im Detail eine Entkopplungsbrücke 1' zeigt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde Fig. 8B nicht detailliert beschriftet.

[0038] In Fig. 9 ist ein vereinfachter Hochfrequenz-Signalkombinierer dargestellt. Hierbei werden jeweils zwei eingangsseitige Hochfrequenzsignale IN1 und IN2 bzw. IN3 und IN4 in jeweils zwei identischen Signalkombinierern 18 zu jeweils einem ausgangsseitigen Hochfrequenzsignal OUT1 bzw. OUT2 kombiniert. Diese ausgangsseitigen Hochfrequenzsignale OUT1 und OUT2 werden den beiden Eingängen einer Entkopplungsbrücke 1 gemäß Fig. 1A bzw. 1B zugeführt.

[0039] Die beiden ausgangsseitigen Hochfrequenzsignale der Entkopplungsbrücke 1 werden den beiden Ein-

gängen einer Kopplungsbrücke 18 zugeführt. Diese Kopplungsbrücke 18 weist anstelle von vier Eingängen wie im Fall einer Kopplungsbrücke 3 gemäß Fig. 2A bzw. 2B lediglich zwei Eingänge auf. Sie geht aber aus dieser Kopplungsbrücke 3 gemäß Fig. 2A bzw. 2B hervor, indem der Innenleiter bzw. der Außenleiter der in Fig. 2A bzw. 2B das eingangsseitige zweite Hochfrequenzsignal IN5 führenden Hochfrequenzleitung mit dem Innenleiter bzw. dem Außenleiter der das eingangsseitige zweite Hochfrequenzsignal IN6 führenden Hochfrequenzleitung zum Innenleiter bzw. Außenleiter einer gemeinsamen Hochfrequenzleitung und der Innenleiter bzw. der Außenleiter der das eingangsseitige zweite Hochfrequenzsignal IN7 führenden Hochfrequenzleitung mit dem Innenleiter bzw. dem Außenleiter der das eingangsseitige zweite Hochfrequenzsignal IN8 führenden Hochfrequenzleitung zum Innenleiter bzw. Außenleiter einer gemeinsamen Hochfrequenzleitung zusammengefasst werden. Auf diese Weise verschwinden die Brückenzeige und die Brückendiagonale mit dem Lastausgleichswiderstand Z_{LAW} der ursprünglichen Kopplungsbrücke 3.

[0040] Durch die Zusammenfassung zweier ursprünglich parallel geschalteter Eingangsanschlüsse in der Kopplungsbrücke 19, enthält die Entkopplungsbrücke 1, wie in Fig. 9 dargestellt ist, auch keine zwei parallel geschalteten zugehörigen Ausgangsanschlüsse, sondern lediglich einen Ausgangsanschluss, der aber gegenüber dem Eingangsanschluss der Entkopplungsbrücke 1 aufgrund der Zusammenfassung zweier paralleler Hochfrequenzleitungen und damit zweier paralleler Ausgangsanschlüsse eine doppelte Eingangsimpedanz aufweist. Die beiden gemeinsamen Hochfrequenzleitungen zwischen Entkopplungs- und Kopplungsbrücke, die aus der Zusammenfassung zweier einzelner Hochfrequenzleitungen hervorgehen, weisen ebenfalls einen doppelten Wellenwiderstand gegenüber dem Wellenwiderstand der einzelnen Hochfrequenzleitungen auf.

[0041] Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungen des erfindungsgemäßen Hochfrequenz-Signalkombinierers beschränkt. Von der Erfindung sind auch andere Verschaltungen von Ausgangsanschlüssen in den Brückenzeigen der Entkopplungsbrücken, beispielsweise in Entkopplungsbrücken angeordnete Ausgangsanschlüsse, mit abgedeckt.

Patentansprüche

1. Hochfrequenz-Signalkombinierer mit vier Entkopplungsbrücken (1'; 1'') zur Transformation von jeweils zwei eingangsseitigen Hochfrequenzsignalen (IN1, IN2) in jeweils vier Hochfrequenzsignale (OUT1, OUT2, OUT3, OUT4) mit jeweils zumindest nahezu identischer Leistung, und mit einer Kopplungsbrücke (3') zur Addition der insgesamt 16 Hochfrequenzsignalen (OUT1, OUT2, OUT3, OUT4,...) der vier Entkopplungsbrücken (1';

1"),

wobei jede Entkopplungsbrücke (1'; 1'') aus vier Brücken-
zweigen (11, 11', 11'', 11''') besteht,
wobei jede Entkopplungsbrücke (1'; 1'') zur Ein-
speisung der jeweils zwei eingangsseitigen
Hochfrequenzsignalen (IN1, IN2) jeweils einen
Anschluss (12) in einem diametral gegenüber
liegenden Brücken-
zweig (11, 11'') der Entkopplungsbrücke (1'; 1'') hat, für den jeweils eine ein-
gangs-
seitige Hochfrequenzleitung vorgesehen ist, und

wobei zur Ausgabe von vier Hochfrequenzsig-
nalen (OUT1', OUT2', OUT3', OUT4') in jeweils
diametral gegenüber liegenden weiteren Brük-
kenzweigen (11', 11'') der Entkopplungsbrücke
(1'; 1'') jeweils zwei parallele oder serielle An-
schlüsse (13', 13'') für jeweils eine ausgangs-
seitige Hochfrequenzleitung vorgesehen sind,
wobei jede Hochfrequenzleitung einen Innenlei-
ter und einen Außenleiter enthält,

wobei jede Entkopplungsbrücke vier Brücken-
knoten enthält, wobei in zwei Brücken-
knoten jeweils ein Innenleiter der eingangsseitigen Hoch-
frequenzleitung (12) und jeweils ein Innenleiter
der zwei parallel oder seriell geschalteten aus-
gangs-
seitigen Hochfrequenzleitungen (13', 13'')
in einem Brücken-
knoten verbunden sind, und
wobei in zwei weiteren Brücken-
knoten jeweils ein Außenleiter der eingangsseitigen Hoch-
frequenzleitung (12) und jeweils ein Außenleiter
der zwei parallel oder seriell geschalteten aus-
gangs-
seitigen Hochfrequenzleitungen (13', 13'')
in einem Brücken-
knoten verbunden sind, wobei
ein einziger mit den Außenleitern verbundener
Brücken-
knoten (15) auf Massepotential gelegt
ist, wobei jeweils zwei diagonal gegenüber lie-
gende Brücken-
knoten eine Brücken-
diagonale (14) bilden, wobei in jeder Brücken-
diagonalen (14) jeweils ein Lastausgleichswiderstand
(ZLAW) vorgesehen ist, und wobei jede mit der
Entkopplungsbrücke verbundene Hoch-
frequenzleitung jeweils einen ringförmigen Kern
(16) zur Mantelwellenentkopplung aufweist;
wobei die Kopplungsbrücke (3') vier Brük-
kenzweige (4, 4', 4'', 4''') enthält, wobei jeder
Brücken-
zweig (4, 4', 4'', 4''') jeweils durch eine
Brücken-
diagonale aus jeweils einer von vier Unter-
kopplungsbrücken gebildet ist,
wobei in den orthogonal zu den aus den Brük-
kenzweigen (4, 4', 4'', 4''') gebildeten Brücken-
diagonalen (10, 10', 10'', 10''') jeder Unter-
kopplungsbrücke jeweils ein Lastausgleichswider-
stand der jeweiligen Unter-
kopplungsbrücke (R2, R3, R4, R5) vorgesehen ist,
wobei jeweils zwei Brücken-
knoten jeder Unter-
kopplungsbrücke in einem Brücken-
knoten (A, B, C, D) der Kopplungsbrücke (3') verbunden

sind, wobei jeweils ein Brücken-
knoten (F, G, H, I) jeder Unter-
kopplungsbrücke die vier diago-
nalen Eckpunkte des Hochfrequenz-Signal-
kombinierers bilden,

wobei in den einzelnen Brücken-
zweigen der vier
Unter-
kopplungsbrücken jeweils ein Anschluss
(9) für ein Hochfrequenzsignal der Entkop-
plungsbrücken vorgesehen ist,

wobei die Entkopplungsbrücken (1'; 1'') so aus-
gebildet sind, dass die Leistungen in den parallel
angeordneten Brücken-
zweigen jeder Unter-
kopplungsbrücke und parallel angeordneten
Brücken-
zweigen von jeweils diagonal gegenü-
berliegenden Unter-
kopplungsbrücken jeweils
identisch sind,

wobei in einer Brücken-
diagonale der Kopp-
lungsbrücke (3') an den damit verbundenen Brük-
ken-
knoten (A, D) ein Anschluss zur Ausgabe
eines Summensignals aus den 16 Eingangssig-
nalen vorgesehen ist, und

wobei in einer orthogonal zu der Brücken-
diagonalen zur Ausgabe eines Summensignals ange-
ordneten Brücken-
diagonalen der Kopp-
lungsbrücke (3') ein Lastausgleichswiderstand der Kopp-
lungsbrücke (R1) vorgesehen ist.

2. Hochfrequenz-Signalkombinierer nach Anspruch 1,
wobei der Lastausgleichswiderstand (R1, R2, R3,
R4, R5) der Unterkopplungsbrücken und/oder der
Kopplungsbrücke (3') eine zur Systemimpedanz des
Hochfrequenz-Signalkombinierers identische Impe-
danz hat.

3. Hochfrequenz-Signalkombinierer nach Anspruch 1
oder
wobei die an den jeweils zwei parallelen
Anschlüssen (13', 13'') in jeweils diametral gegenü-
ber liegenden Brücken-
zweigen (11', 11'') der Ent-
kopplungsbrücke angeschlossenen Hochfrequenz-
leitungen jeweils eine zur Systemimpedanz des
Hochfrequenz-Signalkombinierers doppelten Wel-
lenwiderstand haben.

4. Hochfrequenz-Signalkombinierer nach einem der
Ansprüche 1 bis 3,
wobei die Lastausgleichswiderstände (ZLAW) der
Entkopplungsbrücken (1'; 1'') eine zur Systemimpe-
danz des Hochfrequenz-Signalkombinierers identi-
sche Impedanz haben.

Claims

1. A high-frequency signal combiner comprising four
bridge decouplers (1'; 1'') in order to transform in
each case two input-end, high-frequency signals
(IN1, IN2) into in each case four high-frequency sig-
nals (OUT1, OUT2, OUT3, OUT4), each having at

least approximately identical power, and a bridge coupler (3') in order to add the total of 16 high-frequency signals (OUT1, OUT2, OUT3, OUT4,...) of the four bridge decouplers (1'; 1''), wherein each bridge decoupler (1'; 1'') consists of four bridge branches (11; 11', 11'', 11'''), wherein each bridge decoupler (1'; 1'') has in each case a connection (12) in a diametrically opposed bridge branch (11, 11''') of the bridge decoupler (1'; 1'') in order to feed the respective two input-end high-frequency signals (IN1, IN2), for which in each case one input-end high-frequency line is provided, and wherein in each case two parallel or serial connections (13', 13'') are provided in order to output four high-frequency signals (OUT1', OUT2', OUT3', OUT4'), in each case in diametrically opposing further bridge branches (11', 11'') of the bridge decoupler (1'; 1'') in each case for an output-end high-frequency line, wherein each high-frequency line contains an inner conductor and an outer conductor, wherein each bridge decoupler contains four bridge nodes, wherein in two bridge nodes in each case an inner conductor of the input-end high-frequency line (12) and in each case an inner conductor of the two parallel or serial switched output-end high-frequency lines (13', 13'') are connected in a bridge node, and wherein in two further bridge nodes in each case an outer conductor of the input-end high-frequency line (12) and in each case an outer conductor of the two parallel or serial switched output-end high-frequency lines (13', 13'') are connected in a bridge node, wherein a single bridge node (15) connected to the outer conductors is placed to ground potential, wherein in each case two diagonally opposed bridge nodes form a bridge diagonal (14), wherein in each bridge diagonal (14) in each case one load balancing resistor (ZLAW) is provided, and wherein each high-frequency line connected to the bridge decoupler has in each case an annular core (16) for sheath wave decoupling; wherein the bridge coupler (3') contains four bridge branches (4, 4', 4'', 4'''), wherein each bridge branch (4, 4', 4'', 4''') in each case is formed by a bridge diagonal of in each case one of four sub-bridge couplers, wherein in the bridge diagonals (10, 10', 10'', 10''') formed orthogonally from the bridge branches (4, 4', 4'', 4''') of each sub-bridge coupler in each case one load balancing resistor of the respective sub-bridge coupler (R2, R3, R4, R5) is provided, wherein in each case two bridge nodes of each sub-bridge coupler are connected in a bridge node (A, B, C, D) of the bridge coupler (3'), wherein in each case one bridge node (F, G, H, I) of each sub-bridge coupler forms the four diagonal corner points of the high-frequency signal combiner, wherein in the individual bridge branches of the four

sub-bridge couplers in each case one connection (9) is provided for a high-frequency signal of the bridge decouplers, wherein the bridge decouplers (1', 1'') are embodied such that the outputs in the parallel arranged bridge branches of each sub-bridge coupler and parallel arranged bridge branches of in each case diagonally opposed sub-bridge couplers are in each case identical, wherein in a bridge diagonal of the bridge coupler (3') a connection is provided at the connected bridge nodes (A, D) in order to output a sum signal from the 16 input signals, and wherein in a bridge diagonal of the bridge coupler (3') arranged orthogonally to the bridge diagonal in order to output a sum signal, a load balancing resistor of the bridge coupler (R1) is provided.

2. The high-frequency signal combiner according to claim 1, wherein the load balancing resistor (R1, R2, R3, R4, R5) of the sub-bridge couplers and/or of the bridge couplers (3') has an impedance identical to the system impedance of the high-frequency signal combiner.
3. The high-frequency signal combiner according to claim 1 or 2, wherein the high-frequency lines connected to the respective two parallel connections (13' 13'') in each case in diametrically opposed bridge branches (11', 11'') of the bridge decoupler have in each case a wave impedance doubled relative to the system impedance of the high-frequency signal combiner.
4. The high-frequency signal combiner according to any of claims 1 to 3, wherein the load balancing resistors (ZLAW) of the bridge decouplers (1'; 1'') have an impedance identical to the system impedance of the high-frequency signal combiner.

Revendications

1. Combineur de signaux haute fréquence avec quatre ponts de découplage (1' ; 1'') pour la transformation de respectivement deux signaux haute fréquence côté entrée (IN1, IN2) en respectivement quatre signaux haute fréquence (OUT1, OUT2, OUT3, OUT4) avec respectivement une puissance au moins presque identique, et avec un pont de couplage (3') pour l'addition des au total 16 signaux haute fréquence (OUT1, OUT2, OUT3, OUT4, ...) des quatre ponts de découplage (1' ; 1''), dans lequel chaque pont de découplage (1' ; 1'') est constitué de quatre branches de pont (11, 11', 11'', 11'''),

11'''),
 dans lequel chaque pont de découplage (1' ; 1'') présente pour l'injection des respectivement deux signaux haute fréquence côté entrée (IN1, IN2) respectivement un raccordement (12) dans une branche de pont (11, 11'') diamétralement opposée du pont de découplage (1' ; 1''), pour lequel respectivement une ligne haute fréquence côté entrée est prévue, et
 dans lequel pour l'émission de quatre signaux haute fréquence (OUT1', OUT2', OUT3', OUT4'), respectivement deux raccordements (13', 13'') parallèles ou en série pour respectivement une ligne haute fréquence côté sortie sont prévus dans d'autres branches de pont (11', 11'') respectivement diamétralement opposées du pont de découplage (1' ; 1''), dans lequel chaque ligne haute fréquence contient un conducteur intérieur et un conducteur extérieur, dans lequel chaque pont de découplage contient quatre nœuds de pont, dans lequel dans deux nœuds de pont respectivement un conducteur intérieur de la ligne haute fréquence côté entrée (12) et respectivement un conducteur intérieur des lignes haute fréquence côté sortie (13', 13'') montées en parallèle ou en série sont reliés dans un nœud de pont, et dans lequel dans deux autres nœuds de pont respectivement un conducteur extérieur de la ligne haute fréquence côté entrée (12) et respectivement un conducteur extérieur des lignes haute fréquence côté sortie (13', 13'') montées en parallèle ou en série sont reliés dans un nœud de pont, dans lequel un seul nœud de pont (15) relié aux conducteurs extérieurs est placé au potentiel de masse, dans lequel respectivement deux nœuds de pont diagonalement opposés forment une diagonale de pont (14), dans lequel respectivement une résistance d'équilibrage de charge (ZLAW) est prévue dans chaque diagonale de pont (14), et dans lequel chaque ligne haute fréquence reliée au pont de découplage présente respectivement une âme annulaire (16) pour le découplage d'une onde d'enveloppe ; dans lequel le pont de couplage (3') contient quatre branches de pont (4, 4', 4'', 4'''), dans lequel chaque branche de pont (4, 4', 4'', 4''') est formée respectivement par une diagonale de pont composée de respectivement un de quatre sous-ponts de couplage, dans lequel respectivement une résistance d'équilibrage de charge du sous-pont de couplage (R2, R3, R4, R5) respectif est prévue dans les diagonales de pont (10, 10', 10'', 10''') de chaque sous-pont de couplage perpendiculairement aux formées des branches de pont (4, 4', 4'', 4'''), dans lequel respectivement deux nœuds de pont de chaque sous-pont de couplage sont reliés dans un nœud de pont (A, B, C, D) du pont de couplage (3'), dans lequel respectivement un nœud de pont (F, G, H, I) de chaque sous-pont de couplage forme les quatre sommets diagonaux du combineur de si-

gnaux haute fréquence,
 dans lequel respectivement un raccordement (9) pour un signal haute fréquence des ponts de découplage est prévu dans les branches de pont individuelles des quatre sous-ponts de couplage, dans lequel les ponts de découplage (1' ; 1'') sont réalisés de sorte que les puissances dans les branches de pont disposées parallèlement de chaque sous-pont de couplage et branches de pont disposées parallèlement de sous-ponts de couplage respectivement diagonalement opposés sont respectivement identiques,
 dans lequel un raccordement pour l'émission d'un signal de somme composé des 16 signaux d'entrée est prévu dans une diagonale de pont du pont de couplage (3') sur les nœuds de pont (A, D) reliés à celui-ci, et
 dans lequel une résistance d'équilibrage de charge du pont de couplage (R1) est prévue dans une diagonale de pont du pont de couplage (3') disposée perpendiculairement à la diagonale de pont pour l'émission d'un signal de somme.

2. Combineur de signaux haute fréquence selon la revendication 1,
 dans lequel la résistance d'équilibrage de charge (R1, R2, R3, R4, R5) des sous-ponts de couplage et/ou du pont de couplage (3') présente une impédance identique à l'impédance de système du combineur de signaux haute fréquence.
3. Combineur de signaux haute fréquence selon la revendication 1 ou 2,
 dans lequel les lignes haute fréquence raccordées aux respectivement deux raccordements (13', 13'') parallèles dans des branches de pont (11', 11'') respectivement diamétralement opposées du pont de découplage présentent respectivement une impédance caractéristique doublée par rapport à l'impédance de système du combineur de signaux haute fréquence.
4. Combineur de signaux haute fréquence selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,
 dans lequel les résistances d'équilibrage de charge (ZLAW) des ponts de découplage (1' ; 1'') présentent une impédance identique à l'impédance de système du combineur de signaux haute fréquence.

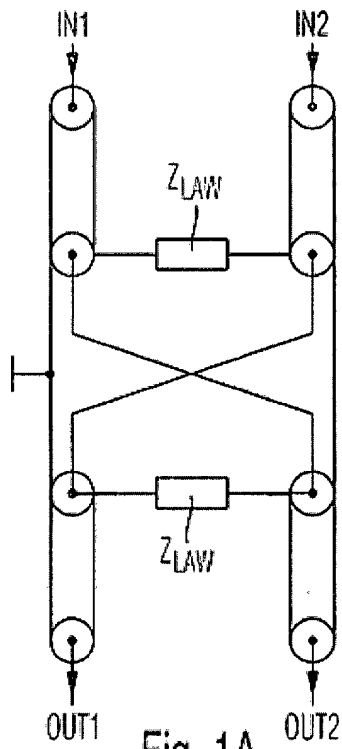
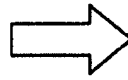


Fig. 1A
Ersetzt



(Stand der Technik)

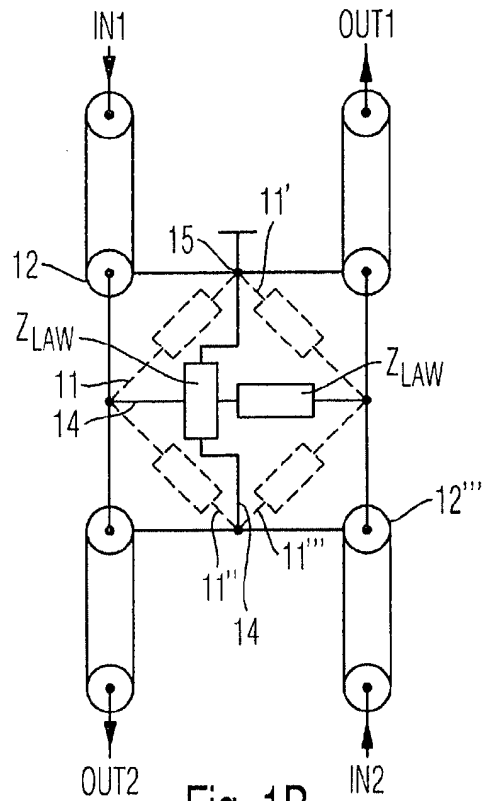


Fig. 1B

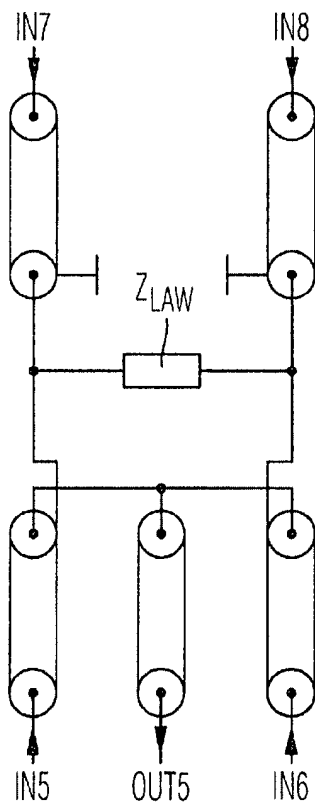


Fig. 2A

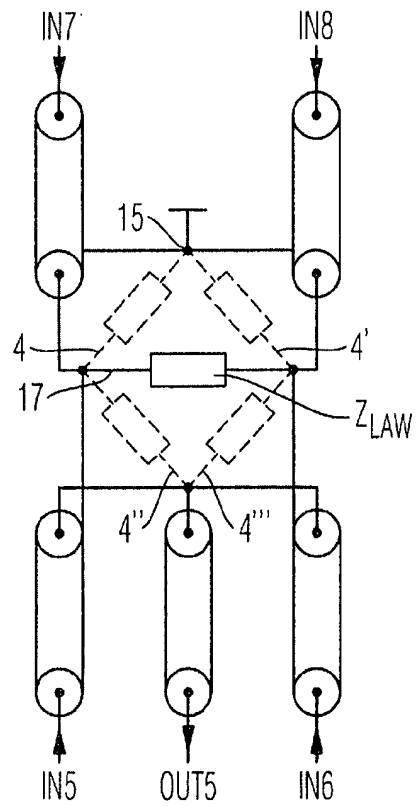
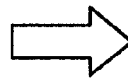


Fig. 2B

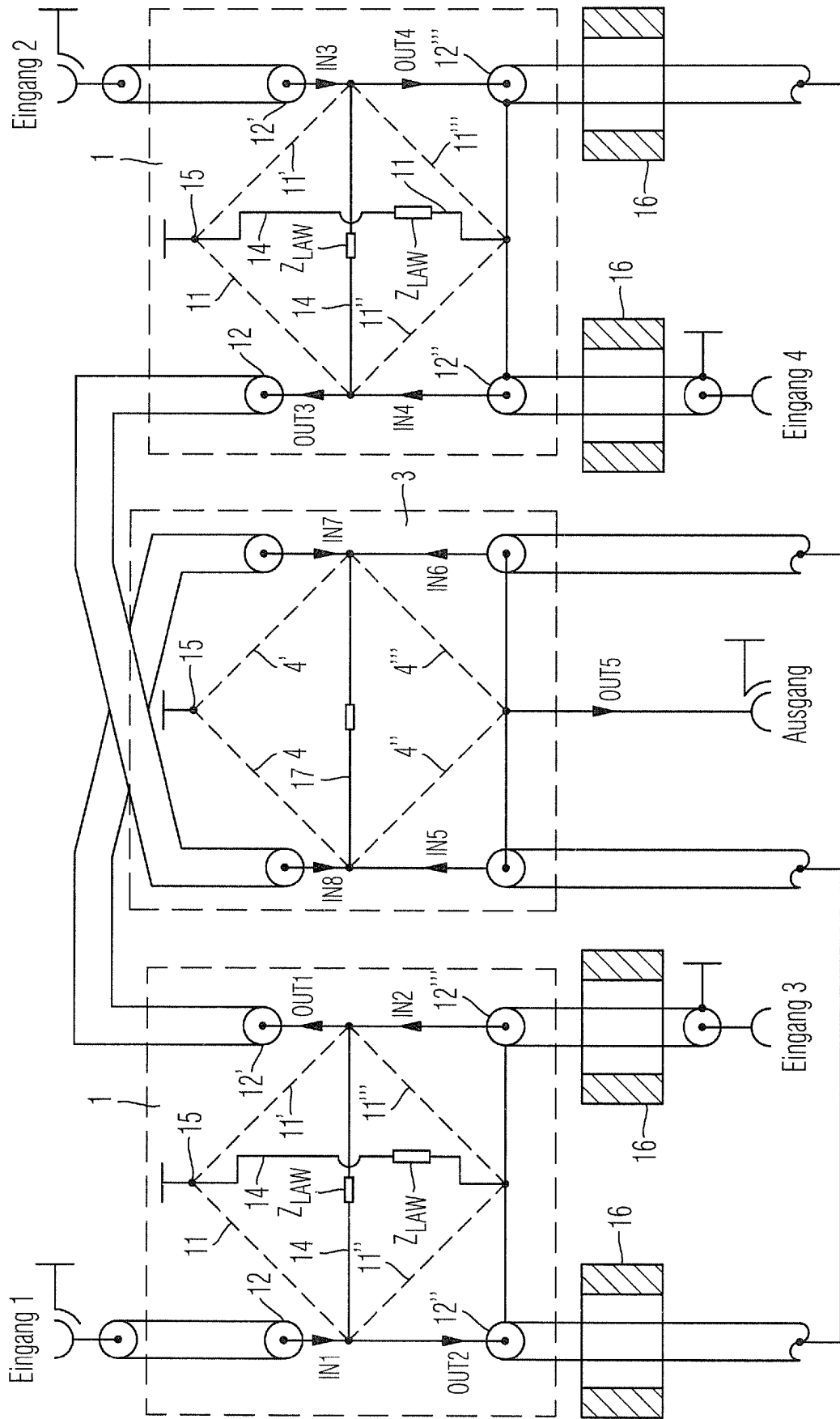


Fig. 3

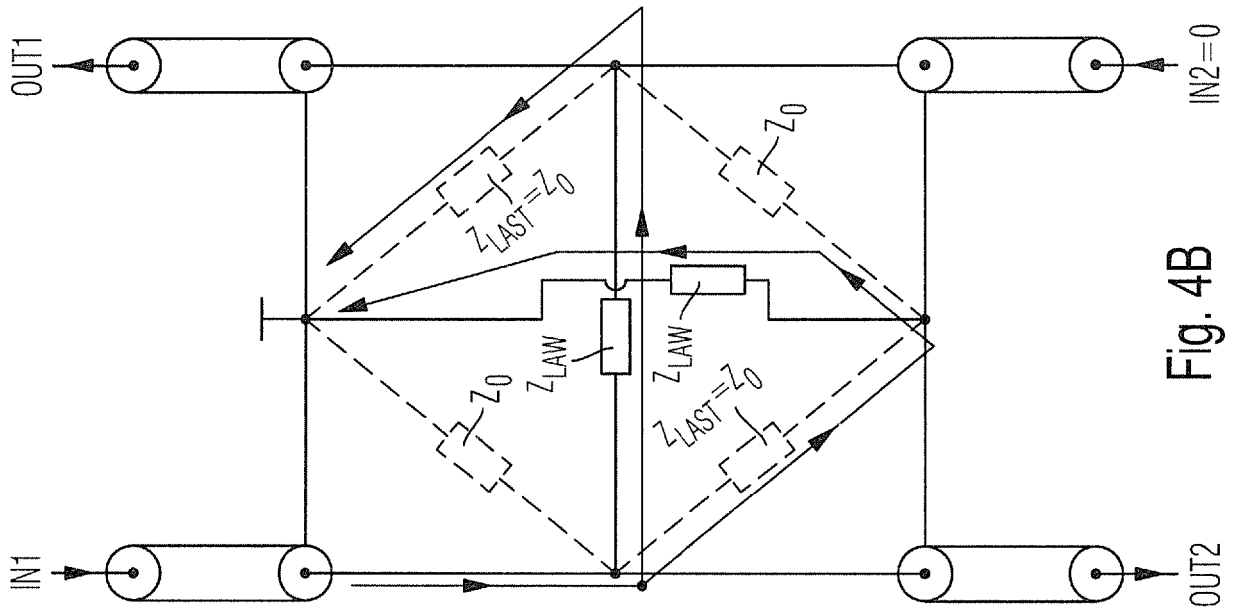


Fig. 4B

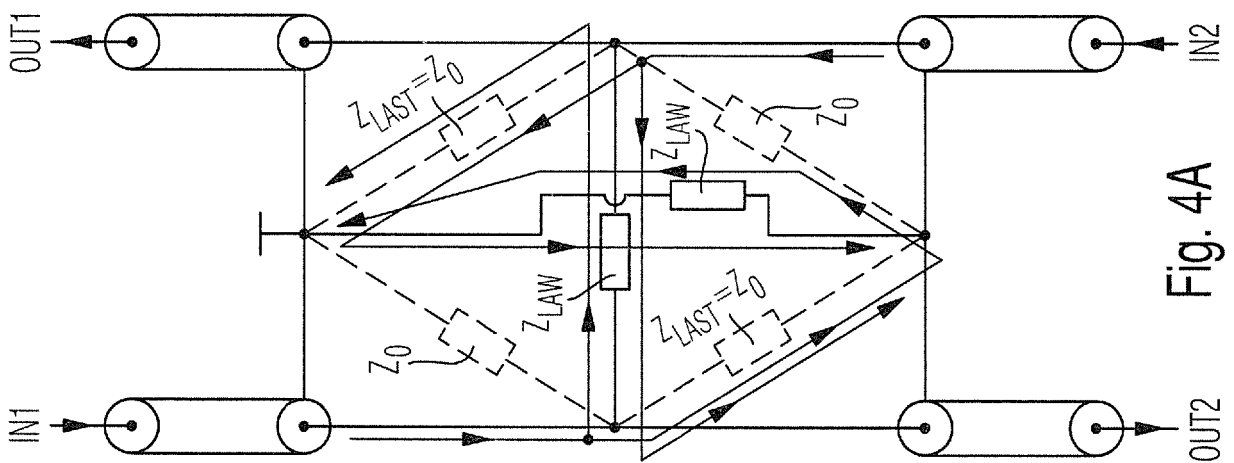


Fig. 4A

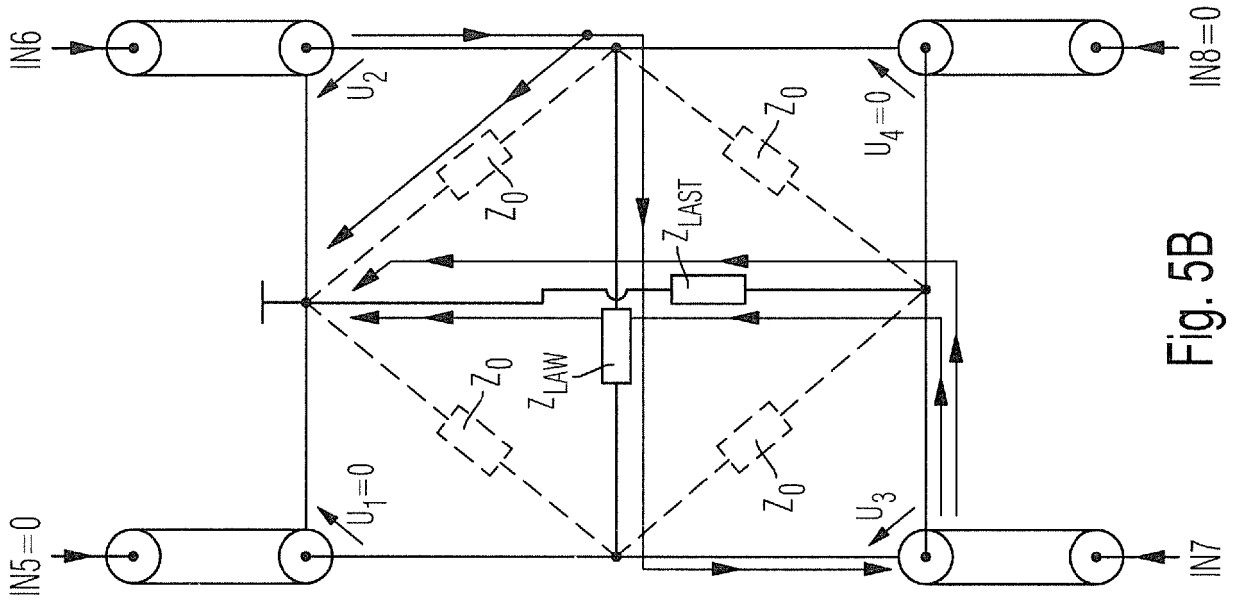


Fig. 5B

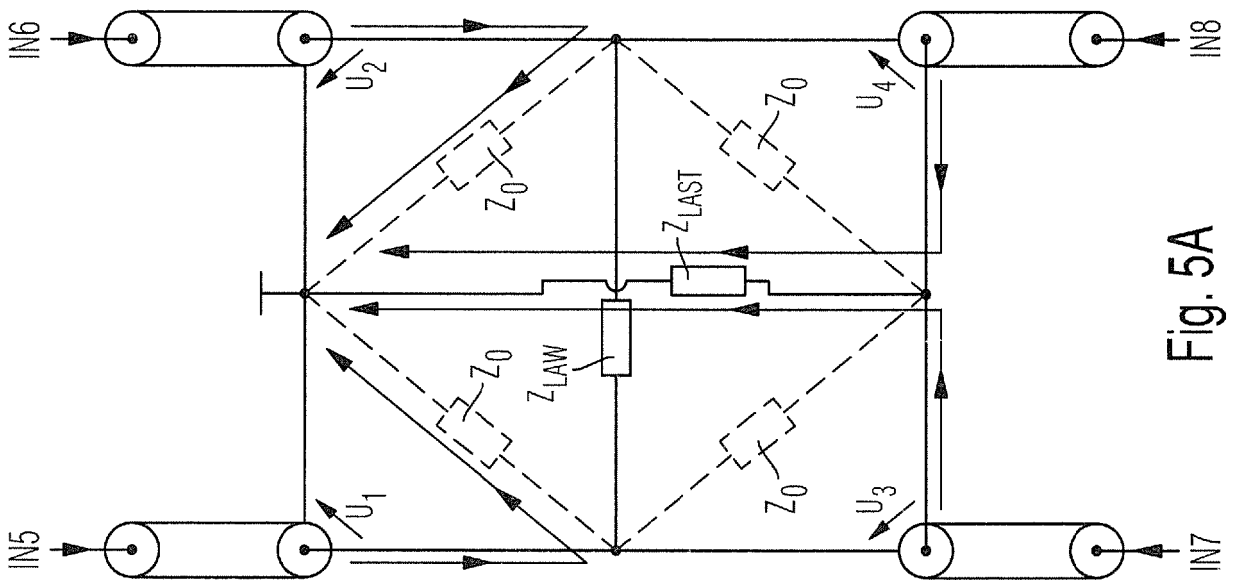


Fig. 5A

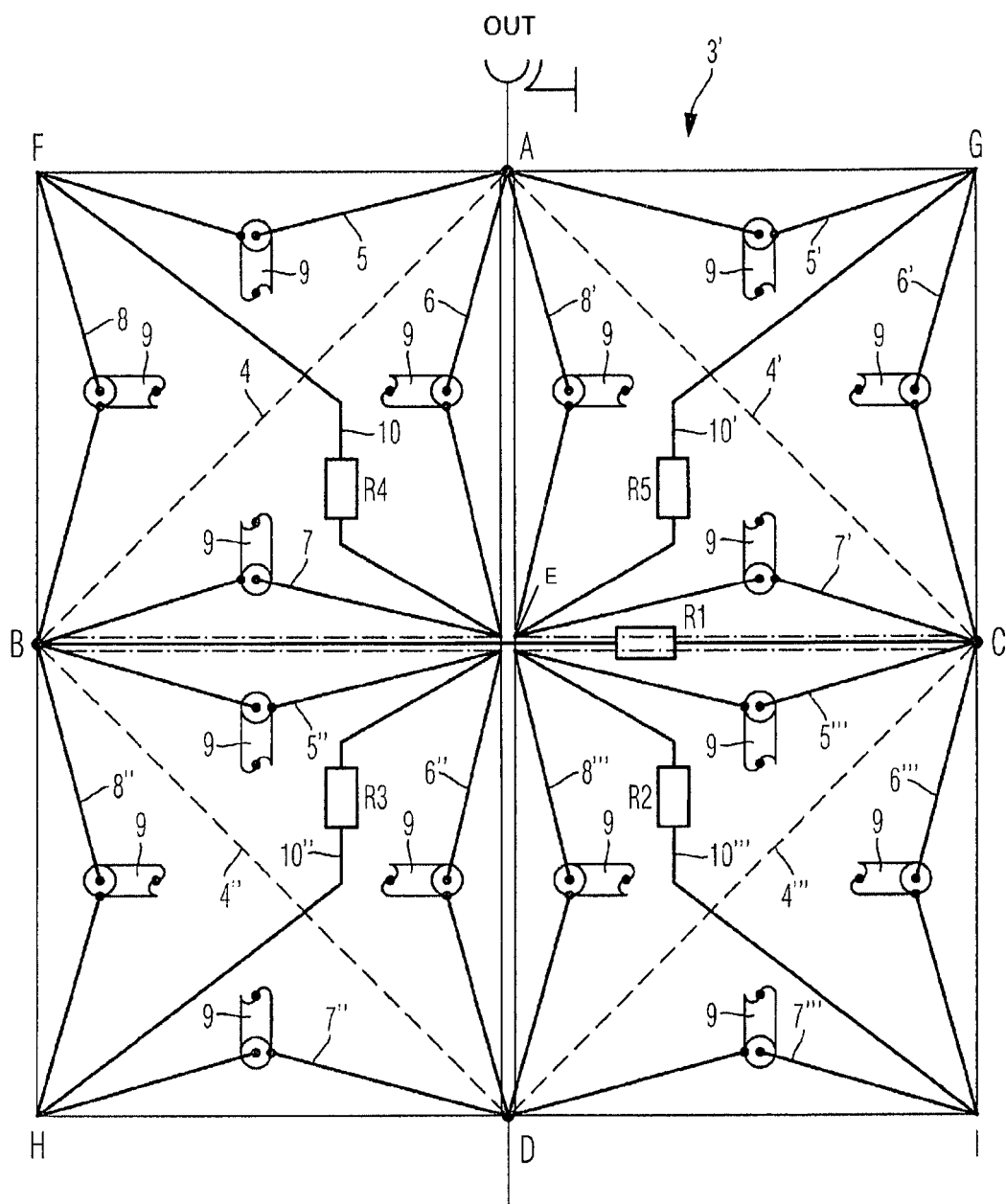


Fig. 6

Ersetzt

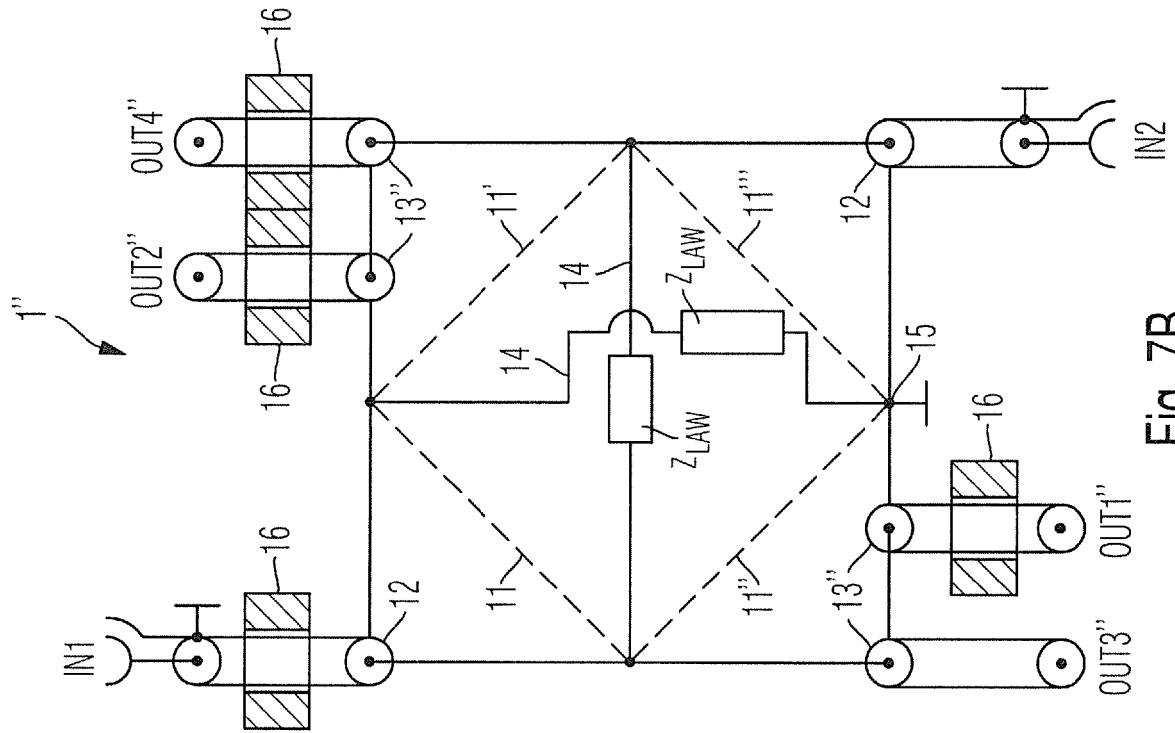


Fig. 7B

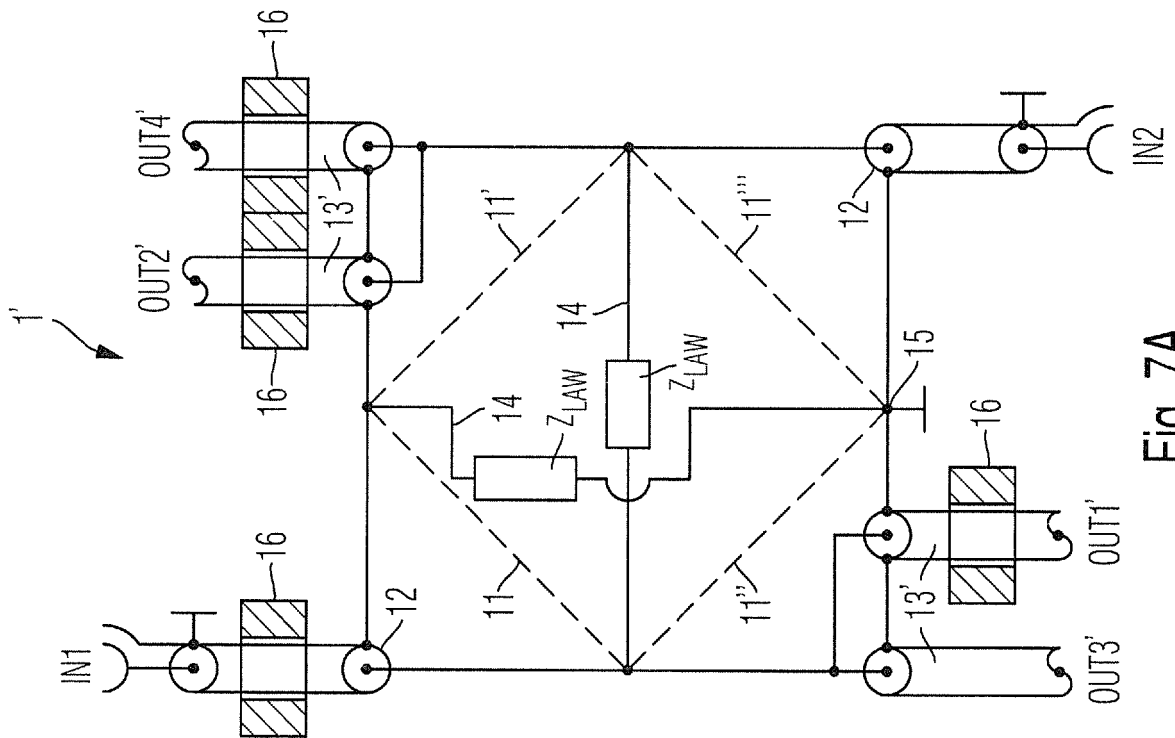


Fig. 7A

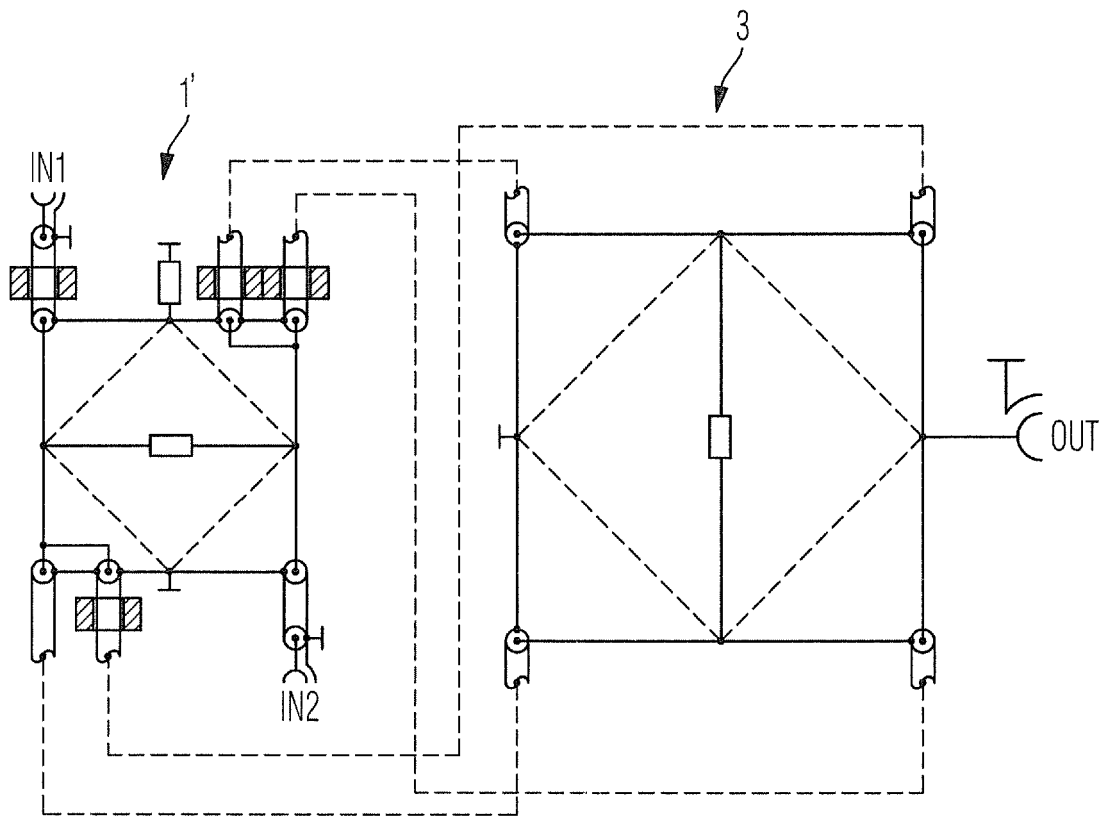


Fig. 8A

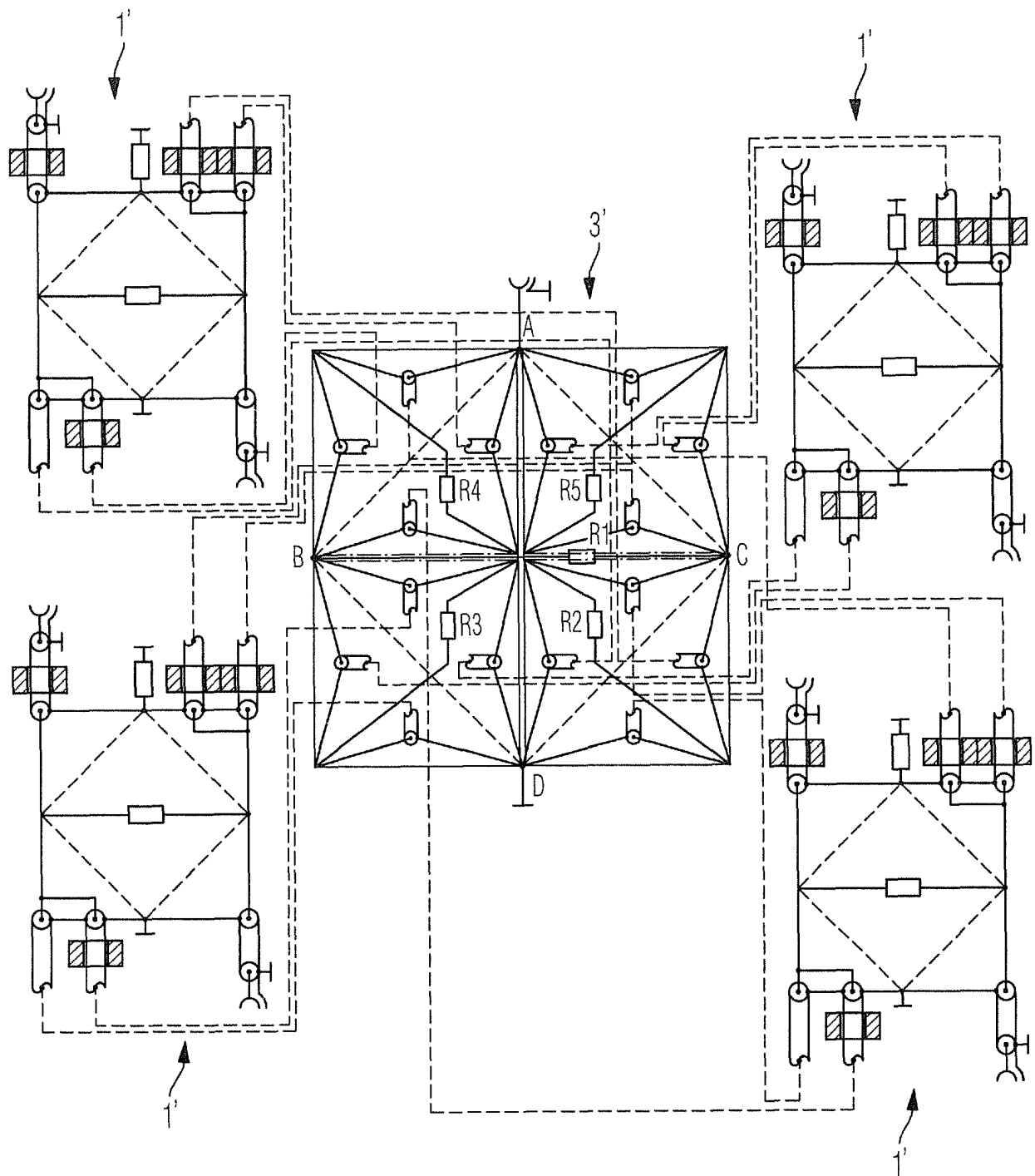


Fig. 8B

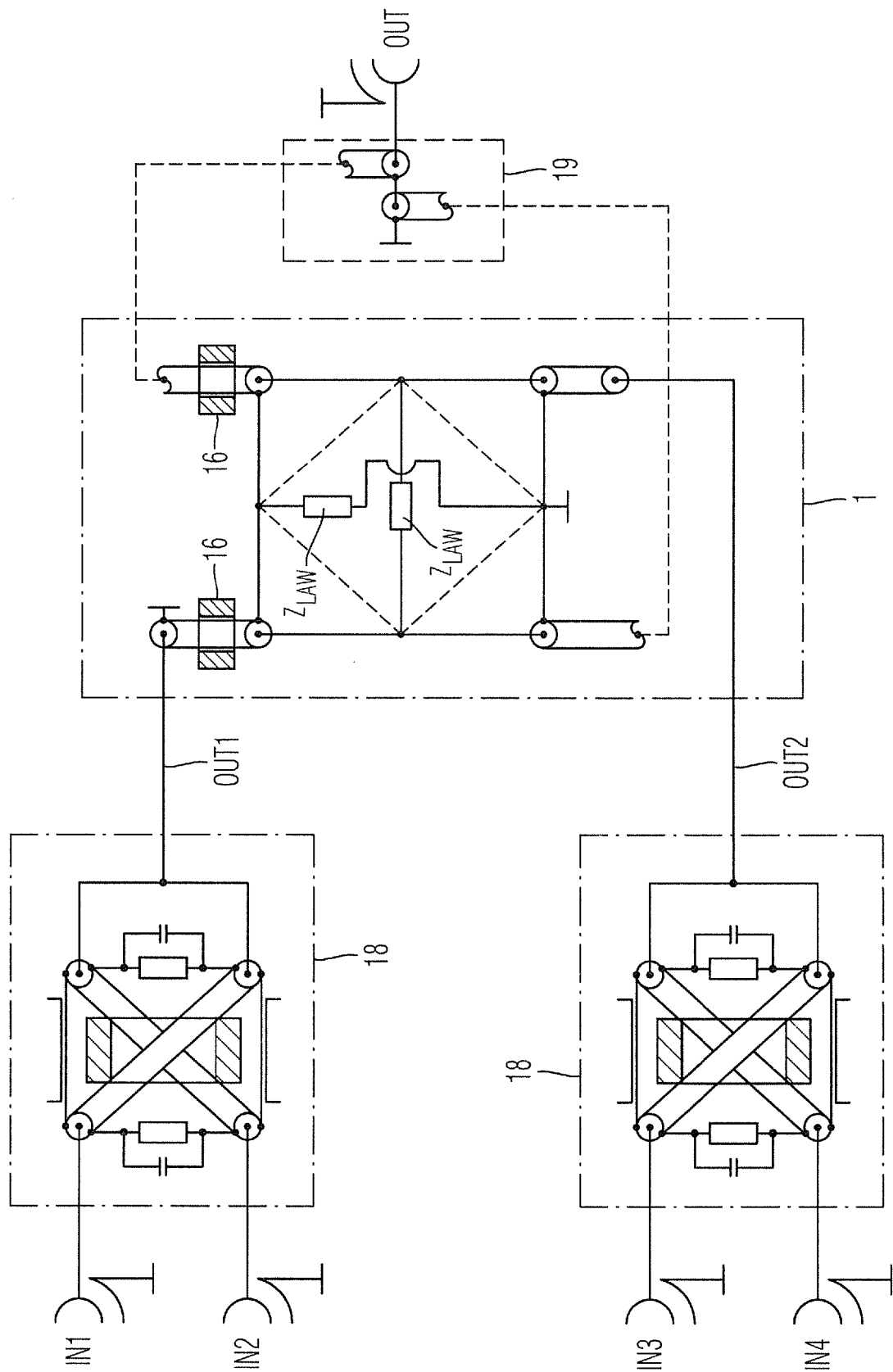


Fig. 9

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 6407648 B1 [0003] [0004] [0009] [0010] [0020]
- GB 2279504 A [0005]