

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 89106471.9

(51) Int. Cl. 4: **H01P 5/16**

(22) Anmeldetag: 12.04.89

(30) Priorität: 30.04.88 DE 3814744

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.12.89 Patentblatt 89/49

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB LI

(71) Anmelder: **GRUNDIG E.M.V.**
Elektro-Mechanische Versuchsanstalt Max Grundig holländ. Stiftung & Co. KG.
 Kurgartenstrasse 37
 D-8510 Fürth/Bay.(DE)

(72) Erfinder: **Bauerschmidt, Werner GRUNDIG E.M.V. Max Grundig**
 holländ. Stiftung & Co KG Kurgartenstrasse 37
 D-8510 Fürth/Bay.(DE)

(74) Vertreter: **Dreykorn-Lindner, Werner, Dipl.-Ing. GRUNDIG E.M.V. Elektro-Mechanische Versuchsanstalt Max Grundig**
 holländ. Stiftung & Co. KG Lizenz- und Patentabteilung Kurgartenstrasse 37
 D-8510 Fürth/Bayern(DE)

(54) **Hybrid-Leistungsteiler, insbesondere dreitoriger Hybrid.**

(57) Hybridkoppler sind meist als Viereck-Hybrid oder Ringhybrid ausgeführt. Diese Hybridkoppler weisen eine relativ geringe Bandbreite auf. Durch Kettenanordnung ist eine Vergrößerung der Bandbreite möglich.

Bei diesem dreitorigen Hybrid werden zur Vergrößerung der Bandbreite und frei wählbarer Vorgabe von Lage und Anzahl der Polstellen die beiden an jeweils ein Eingangstor (1,2) des Hybriden angeschlossenen Generatoren (G1,G2), über eine Kettenanordnung von Kettenelementen (K1,K2...KN), mit dem am Ausgangstor (3) angeschlossenen Verbraucher (V) verbunden, wobei jedes Kettenelement aus zwei gleichlangen Wellenleitern (L11,L12;L21,L22...LN1,LN2) mit zwischen diesen angeordnetem Ausgleichswiderstand (R1,R2...RN) besteht.

Der Hybrid-Leistungsteiler wird vorzugsweise als Filter bei der Frequenzvervielfachung benutzt.

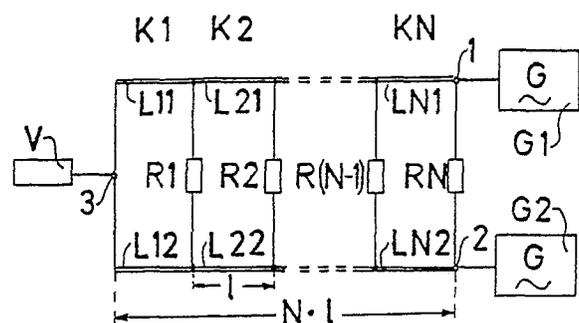


Fig. 3

EP 0 344 437 A1

HYBRID-LEISTUNGSTEILER, INSBESONDERE DREITORIGER HYBRID

Die Erfindung betrifft einen Hybrid-Leistungsteiler nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Hybridkoppler, auch Hybrid-Verzweigungen genannt, in Streifenleitertechnik werden beispielsweise in Mischern, Phasenschiebern, Leistungsteilern usw. benutzt. Die Streifenleitertechnik weist die Vorteile der einfacheren Herstellbarkeit und des geringen Raumbedarfs auf.

Bei der Anwendung von Hybridkopplern in einem Mischer ist neben der Forderung nach möglichst niedrigen Konversionsverlusten auch die Forderung, daß nur Leistung von Signalen aus dem Frequenzband des Eingangssignals in die Zwischenfrequenzebene umgesetzt wird, zu erfüllen. Bei einer Umsetzung von Signalen aus anderen Frequenzbereichen, z.B. der Spiegelfrequenz, in die Zwischenfrequenzebene verschlechtert sich der Störspannungsabstand des Zwischenfrequenzsignals.

Hybridkoppler sind meist als Viereck-Hybrid oder Ringhybrid ausgeführt. Ausführungsformen von Hybridkopplern sind im Fachbuch "Mikrowellentechnik", Band 1 von E. Pehl, erschienen im Hüthig-Verlag Heidelberg, S. 195 - 199 ausführlich beschrieben und erläutert. Für einen Viereck-Hybrid ist auf Seite 197 des Fachbuches "Mikrowellentechnik", Band 1 darauf hingewiesen, daß durch Einfügen weiterer Querzweige, d.h. Kettenanordnung solcher Viereck-Hybride, eine Vergrößerung der Bandbreite möglich ist.

In Bild 4.12 des vorgenannten Fachbuchs "Mikrowellentechnik", Band 1, Seite 199 ist eine Ausführungsform für einen Hybrid-Leistungsteiler dargestellt. Der daraus bekannte dreitorige Hybrid-Leistungsteiler in Streifenleitertechnik ermöglicht eine Leistungsaufteilung zu gleichen Teilen (3-dB-Teiler) mit phasengleichen Ausgangssignalen an den beiden Ausgängen. Unter Anwendung der Reziprozität kann dieser dreitorige Hybrid-Leistungsteiler auch beim Anschluß zweier Generatoren, welche einen Verbraucher speisen, benutzt werden. Für diesen in Fig. 1 dargestellten Anwendungsfall bestehen die Forderungen nach einer Entkopplung der beiden Generatoren G1 und G2 und einer möglichst geringen Dämpfung der Generatorausgangssignale durch den Hybrid-Leistungsteiler.

Die Funktionsweise des in Fig. 1 dargestellten dreitorigen Hybrids wird nachstehend näher erläutert.

Die Leitungslänge der beiden Wellenleiter L1 und L2 zwischen Tor 1 und Tor 3 bzw. Tor 2 und Tor 3 ist $2/4$. Das am Tor 1 eingespeiste Generatorsignal, welches eine Frequenz f_0 aufweist, erscheint, ideale Leitungen angenommen, um 3 dB abgeschwächt und um 90° in der Phase verschoben

an Tor 3. Das Tor 3 ist mit dem Tor 2 über den Wellenleiter L2 verbunden, so daß das an Tor 1 eingespeiste Generatorsignal um 3 dB abgeschwächt und um 180° in der Phase verschoben an Tor 2 erscheint.

Tor 1 und Tor 2 sind mittels eines Ausgleichswiderstands R miteinander verbunden, welcher so dimensioniert ist, daß die Leistungen des über den Ausgleichswiderstand R zugeführten Generatorsignals und des über die beiden $2/4$ -langen Wellenleiter L1, L2 zugeführten Generatorsignals gleich sind. Am Tor 2 treffen somit Signale mit einem Phasenunterschied von 180° zusammen. Dadurch ergibt sich eine Auslöschung der beiden Signale am Tor 2, d.h. Tor 1 und Tor 2 sind entkoppelt. Gleiches gilt in umgekehrter Richtung bei Einspeisung eines Generatorsignals am Tor 2.

In Fig. 2 ist die Betriebsdämpfung (Entkoppeldämpfung) des in Fig. 1 dargestellten dreitorigen Hybrids angegeben. Vollkommene Auslöschung findet nur bei der Frequenz f_0 statt und oberhalb bzw. unterhalb dieser Frequenz f_0 sinkt die Entkoppeldämpfung wieder ab. In der Praxis sind damit Bandbreiten, innerhalb derer die Dämpfungswerte ausreichend sind, von etwa einer Oktave, bezogen auf die Generatorfrequenzen, erreichbar. Durch die Kettenanordnung der Viereck-Hybride kann zwar die Bandbreite des Hybrid-Leistungsteilers erhöht werden, d.h. Verschiebung des Dämpfungspols bei der Frequenz f_0 in Richtung größerer Dämpfungswerte, von Nachteil jedoch ist u.a. der höhere Raumbedarf.

Weiterhin ist aus der DE-PS 26 60 472 ein Kaskaden-Filtersystem bekannt, bei dem zwei Schwingungsquellen mit unterschiedlichen Frequenzen abwechselnd oder gleichzeitig auf einem gemeinsamen Verbraucher arbeiten. Die von den beiden Schwingungsquellen zum Verbraucher führenden Übertragungskanäle sind mittels Hybridkoppler miteinander gekoppelt, wobei die Hybridkoppler über Verzögerungsmittel in Kaskade geschaltet sind. Die Verzögerungsmittel weisen eine einstellbare Verzögerungseinrichtung in Form zweier über einen Richtungskoppler gleichsinnig gekoppelter Leitungsabschnitte, denen ein Kurzschlussschieber zugeordnet ist, auf. Mittels der Hybridkoppler kann im Kaskaden-Filtersystem die Anzahl der Polstellen vorgegeben werden und durch die an den Verzögerungsmitteln eingestellten Verzögerungswerte wird eine Verschiebung der Lage der Polstellen ermöglicht.

Ein solches Filtersystem erfordert einen hohen Schaltungsaufwand, das genaue Abgleichen und Zusammenfügen der Kettenglieder, insbesondere bei der Veränderung der wirksamen Leitungslänge

der einstellbaren, kurzgeschlossenen Leitungsabschnitte. Außerdem ist die Bandbreite der Kettenglieder, innerhalb derer die Dämpfungswerte in brauchbaren Größenordnungen liegen relativ gering.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Hybrid-Leistungsteiler derart auszugestalten, daß sowohl eine Vergrößerung der Bandbreite, innerhalb derer die Entkoppeldämpfungswerte in brauchbaren Größenordnungen liegen, als auch eine frei wählbare Vorgabe von Lage und Anzahl der Polstellen ermöglicht wird.

Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Hybrid-Leistungsteiler durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Der erfindungsgemäße Hybrid-Leistungsteiler weist den Vorteil auf, daß der Frequenzbereich, in dem eine Entkopplung der Tore 1 und 2 erfolgt, frei wählbar ist. Zudem ist es möglich eine Filteranordnung zu schaffen, welche bei einer Mittenfrequenz einen Durchlaßbereich und jeweils in einem bestimmten Frequenzabstand eine Anzahl von Polstellen der Dämpfung aufweist.

Die Ausführungsform nach Patentanspruch 2 weist den Vorteil auf, daß im Sperrbereich ein gleicher, periodisch sich wiederholender Dämpfungsverlauf der Entkoppeldämpfung der Kettenelemente erzielt wird. Die Dämpfungswerte im Sperrbereich liegen zwischen 30 dB und 50 dB.

Sind gemäß der Ausführungsform nach Patentanspruch 3 die Wellenleiter des Kettenelements ungleich lang, so kann auf einfache Art und Weise in einem bestimmten Teilfrequenzband des Sperrbereichs eine Verschiebung eines Dämpfungspols vorgenommen werden. Dabei tritt eine Verringerung der Entkoppeldämpfung bei höheren Frequenzen im Teilfrequenzband auf.

Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind in weiteren Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einer in der Zeichnung dargestellten Ausführungsform näher beschrieben und erläutert. Es zeigen:

Fig.1 eine Ausführungsform für einen bekannten dreitorigen Hybrid,

Fig. 2 den Dämpfungsverlauf für den Hybrid gemäß Fig. 1,

Fig. 3 eine Ausführungsform für einen Hybrid gemäß der Erfindung und

Fig. 4 den Dämpfungsverlauf für den Hybrid gemäß Fig. 3.

Die in Fig. 1 dargestellte, bekannte Ausführungsform eines dreitorigen Hybrids, sowie der in Fig. 2 dargestellte Dämpfungsverlauf sind bereits ausführlich beschrieben worden. Nachstehend wird die Erfindung anhand eines in Fig. 3 dargestellten Hybrid-Leistungsteilers näher beschrieben und erläutert.

Der in Fig. 3 dargestellte dreitorige Hybrid weist zwei Eingangstore 1,2 und ein Ausgangstor 3 auf. Die an die Eingangstore 1,2 angeschlossenen Generatoren G1, G2 sind über eine Kettenanordnung von Kettenelementen K1, K2, ..., KN mit dem am Ausgangstor 3 angeschlossenen Verbraucher V verbunden. Bei der in Fig.3 dargestellten Ausführungsform weist jedes Kettenelement K1, K2, ..., KN jeweils zwei gleichlange Wellenleiter L11, L12; L21, L22; ...; LN1, LN2 mit zwischen diesen Wellenleitern angeordneten Ausgleichswiderstand R1, R2, ..., RN auf.

Durch die Wellenleiter L11, L12 usw. werden phasenverschobene Signale erzeugt, welche durch das über den Ausgleichswiderstand, z.B. R1, geführte Signal kompensiert werden. Der Frequenzbereich, in dem die Entkopplung der Tore 1 und 2 erfolgen soll, ist durch die Anzahl der Kettenelemente K1, K2, ..., KN frei wählbar. Durch die Dimensionierung des Leitungswellenwiderstands der Wellenleiter L11, L12 usw., den Wert der Ausgleichswiderstände R1, R2, ..., RN und der Abschlußimpedanzen an den Toren 1 bis 3 kann die Güte der Dämpfungspole bestimmt werden. Dadurch ist der Dämpfungsverlauf an Forderungen hinsichtlich Anzahl, Lage und Güte der Dämpfungspole einfach anpaßbar. Der Frequenzabstand der Dämpfungspole wird durch die Leitungslänge l der Wellenleiter L11, L12 usw. bestimmt. Dadurch ist es auf einfache Art und Weise möglich, in einem vorgebbaren Teilfrequenzband das Ansteigen der Entkoppeldämpfung zwischen den das Teilfrequenzband begrenzenden Polstellen zu verringern, indem weitere Kettenelemente eingefügt werden.

In Fig. 4 ist der Dämpfungsverlauf für die in Fig. 3 dargestellte Ausführungsform eines dreitorigen Hybrids gemäß der Erfindung angegeben. Die obere Grenzfrequenz f_n des Sperrbereichs wird bestimmt durch die kürzeste Leitungslänge l der beiden Wellenleiter des Kettenelements, z.B. K1, welche bei der Grenzfrequenz f_n $1/4$ der Wellenlänge bezogen auf die Grenzfrequenz f_n ist. Die untere Grenzfrequenz f_1 wird u.a. durch die Anzahl N der Kettenelemente festgelegt. Diese beträgt bei der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform, nämlich alle Wellenleiter aller Kettenelemente sind gleichlang, $f_1 = f_n / N$.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform werden die Werte der Ausgleichswiderstände R1, R2, ... RN wie folgt bemessen:

$$R1 = R$$

$$R2 = 2R$$

...

$$RN = N \cdot R$$

Der Wert des Widerstands R wird dabei vom Wellenwiderstand der Wellenleiter, z.B. L11, L12, den Abschlußimpedanzen an den Toren 1 bis 3 und der geforderten Sperrdämpfung an den Pol-

stellen bei den Frequenzen f_1, f_2, \dots, f_n bestimmt. Bei der Frequenz f_{n+1} findet keine Entkopplung zwischen den Toren 1 und 2 statt, d.h. zwischen den Frequenzen f_n und f_{n+2} tritt ein Durchlaßbereich auf. Die Lage der Nullstelle bei der Frequenz f_{n+1} wird dabei durch die Wellenlänge l der Wellenleiter bestimmt.

Damit ist es möglich, eine Filteranordnung zu schaffen, welche bei einer Mittenfrequenz f_{n+1} einen Durchlaßbereich und einen Sperrbereich mit n -Polstellen der Dämpfung im Frequenzabstand f_1 aufweist. Eine solche Filteranordnung läßt sich vorzugsweise als Filter bei der Frequenzvervielfachung benutzen, um die bei der Frequenz f_{n+1} liegende Frequenz durchzulassen und die Polstellen so zu wählen, daß die nicht gewünschten Frequenzen unterdrückt werden.

Die Bandbreite des bei der Mittenfrequenz f_{n+1} liegenden Durchlaßbereichs und die Güte der Dämpfungspole wird dabei vom Wellenwiderstand der Wellenleiter, z.B. L11, L12 usw., dem Wert der Ausgleichswiderstände R_1, R_2 usw. und den Abschlußimpedanzen an den Toren 1 bis 3 bestimmt. Der erfindungsgemäße Hybrid-Leistungsteiler läßt sich auf einfache Art und Weise an einen vorgebbaren Dämpfungsverlauf anpassen, wobei die Bandbreite von Durchlaßbereich und Sperrbereich ebenso frei wählbar ist, wie die Anzahl und Lage der Polstellen im Sperrbereich. Weiterhin ist die vielfältige Einsatzmöglichkeit, z.B. in der Meßtechnik beispielsweise, zur Trennschärfemessung (Nachbarkanaldämpfung); in der Empfängertechnik bei der Frequenzumsetzung (Mischer) usw. von Vorteil.

Ansprüche

1. Hybrid-Leistungsteiler, insbesondere dreitoriger Hybrid, mit zwei Eingangstoren (1,2) und einem Ausgangstor (3), bei dem zwei, jeweils am Eingangstor (1,2) angeschlossene Generatoren (G_1, G_2) über jeweils einen Wellenleiter (L_1, L_2) der Länge $2/4$ mit einem am Ausgangstor (3) angeschlossenen Verbraucher (V) verbunden sind und bei dem zwischen den beiden Eingangstoren (1,2) ein Ausgleichswiderstand (R) angeordnet ist, wodurch das über die beiden Wellenleiter (L_1, L_2) jeweils zum anderen Eingangstor (1,2) geführte Generatorsignal, infolge eines Phasenunterschiedes von 180° , von dem über den Ausgleichswiderstand (R) zugeführten Generatorsignal kompensiert wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden Generatoren (G_1, G_2) über eine Kettenanordnung von Kettenelementen K_1, K_2, \dots, K_N mit dem Verbraucher (V) verbunden sind, wobei jedes Kettenelement (K_1, K_2, \dots, K_N) aus zwei gleichlangen Wellenleitern ($L_{11}, L_{12}; L_{21}, L_{22}; \dots; L_{N1}, L_{N2}$) mit zwischen diesen angeordnetem Ausgleichswiderstand (R_1, R_2, \dots, R_N) besteht.

2. Hybrid nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wellenleiter ($L_{11}, L_{12}; L_{21}, L_{22}; \dots; L_{N1}, L_{N2}$) aller Kettenelemente (K_1, K_2, \dots, K_N) gleichlang sind.

3. Hybrid nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden Wellenleitern (z.B. L_{11}, L_{12}) mindestens eines Kettenelements (z.B. K_1) ungleich lang zu den beiden Wellenleitern der anderen Kettenelemente (z.B. K_2, \dots, K_N) sind.

4. Hybrid nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Werte der Ausgleichswiderstände (R_1, R_2, \dots, R_N) wie folgt bemessen sind:

$R_1 = R$
 $R_2 = 2R$
 $R_3 = 3R$
 \dots
 $R_N = N \cdot R$,

wobei N die Anzahl der Kettenelemente ist.

5. Hybrid nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Wert des Widerstands R und der Abschlußimpedanzen Z_A (Generatorinnenwiderstand bzw. Innenwiderstand des Verbrauchers) an den beiden Eingangstoren (1,2) und am Ausgangstor (3) gleich dem Wellenwiderstand Z_L der Wellenleiter ($L_{11}, L_{12}; L_{21}, L_{22}; \dots; L_{N1}, L_{N2}$) gewählt werden.

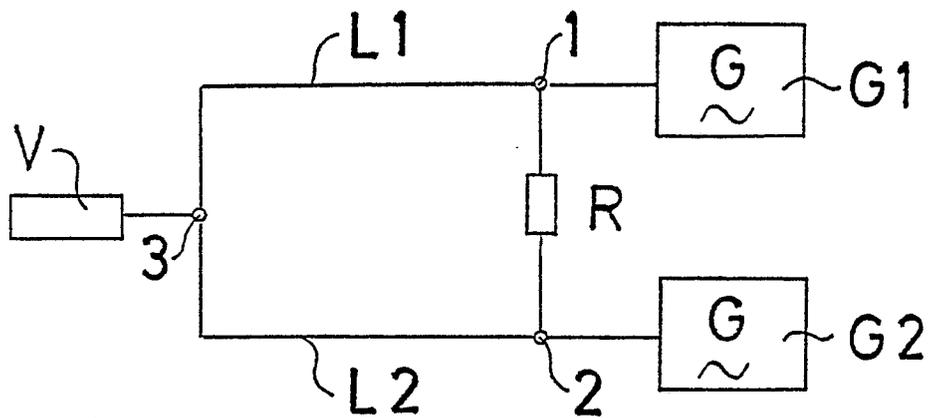


Fig. 1

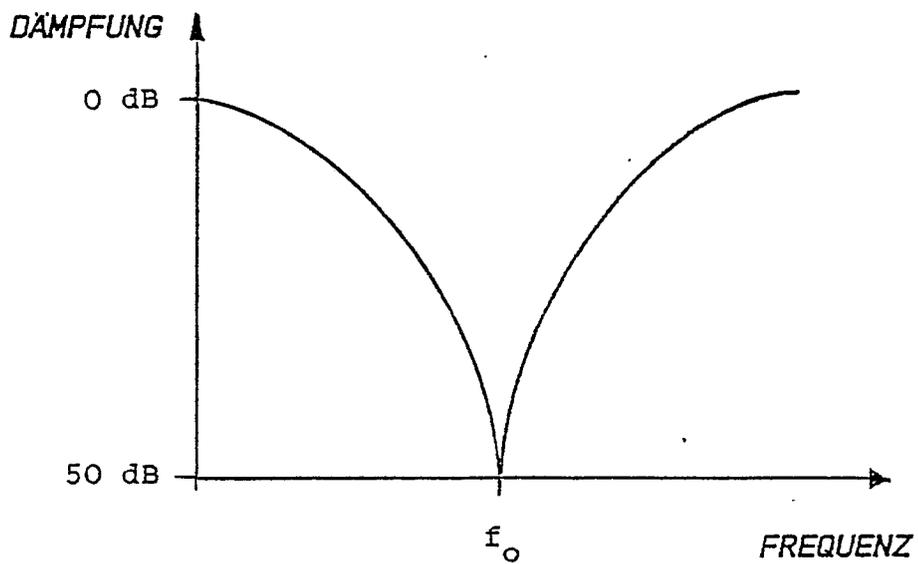


Fig. 2

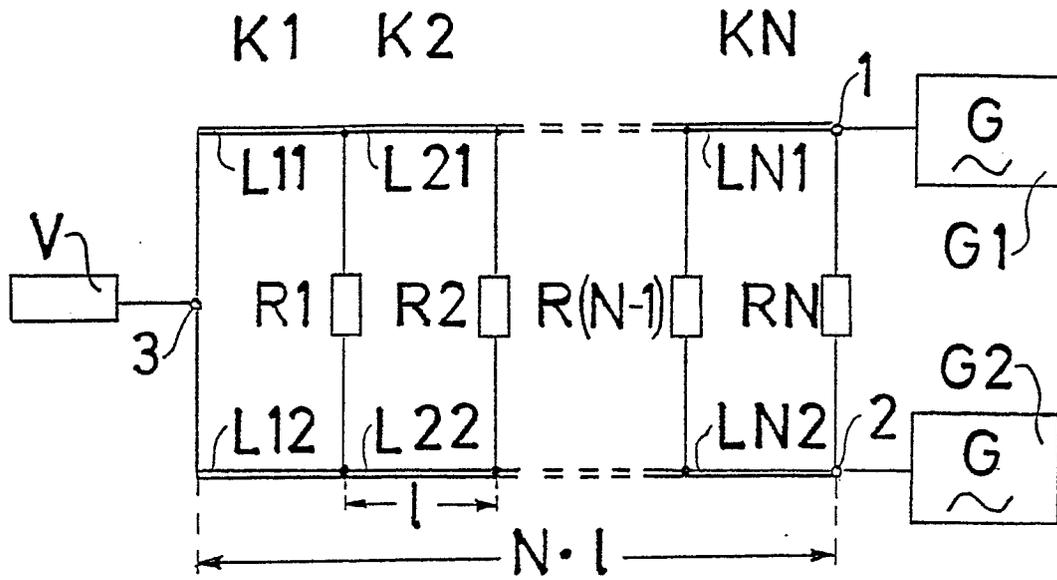


Fig. 3

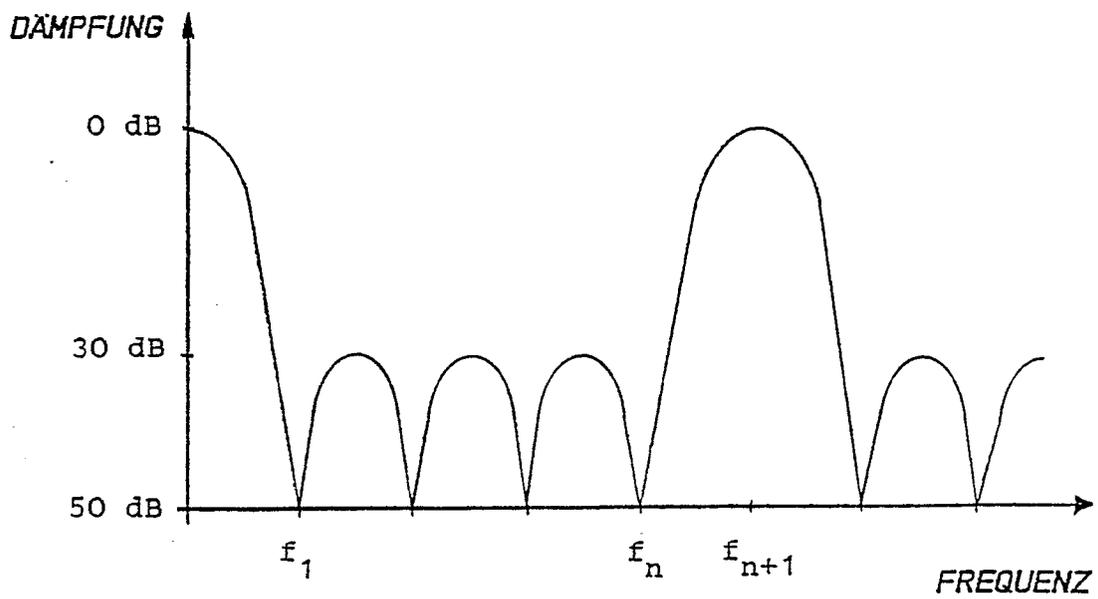


Fig. 4



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
X	IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, Band MTT-16, Nr. 2, Februar 1968, Seiten 110-116; S.B. COHN: "A class of broadband three-port TEM-mode hybrids" * Seite 110, linke Spalte, Zeilen 1-10; Seite 111, linke Spalte, Zeilen 3-7; Seite 112, linke Spalte, Zeilen 5-6; Seite 113, Tabelle I; Figuren 2(a),5-8 *	1,2	H 01 P 5/16
A	IDEM	4,5	
X	MICROWAVE JOURNAL, Band 30, Nr. 4, April 1987, Seiten 155-156,158,160,162,164,166, Norwood, MA, US; R.G. BOSISIO et al.: "Computer-aided evaluation of manufacturing tolerances of an optimized, wideband Wilkinson power divider" * Seite 160, Tabelle; Figur 1 *	1,3	
A	IDEM	4,5	H 01 P
X	MICROWAVE JOURNAL, Band 27, Nr. 11, November 1984, Seiten 125-126,128,132,134-135, Dedham, Massachusetts, US; C.Q. LI et al.: "CAD/CAE design of an improved, wideband Wilkinson power divider" * Seite 126, Tabelle; Figuren 1,3 *	1,2	
A	IDEM	4,5	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 02-08-1989	Prüfer DEN OTTER A.M.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			