

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 518 310 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92109809.1**

(51) Int. Cl.⁵: **H01P 5/16**

(22) Anmeldetag: **11.06.92**

(30) Priorität: **14.06.91 DE 4119631**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.12.92 Patentblatt 92/51

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(71) Anmelder: **Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG**
Mühlendorfstrasse 15
W-8000 München 80(DE)

(72) Erfinder: **Jöst, Thomas, Dipl.-Ing.**
Konrad-Celtis-Strasse 59
W-8000 München 70(DE)

(74) Vertreter: **Graf, Walter, Dipl.-Ing.**
Sckellstrasse 1
W-8000 München 80(DE)

(54) **Schaltung zum Aufteilen oder Zusammenführen von Hochfrequenzleistung.**

(57) Bei der Schaltung zum Aufteilen von einem Summentor (S) zugeführter Hochfrequenzleistung auf mehrere Einzeltore (E₁, E₂) bzw. zum Zusammenführen von Einzeltoren zugeführter Hochfrequenzleistung in einem Summentor, mit mehreren zwischen Summentor und Einzeltoren geschalteten Transformationsgliedern (L) und einem zwischen den Einzeltoren wirkenden Lastausgleichswiderstand (Z) sind die Einzeltore in einem beliebigen räumlichen Abstand voneinander angeordnet und zwischen diesen beiden Einzeltoren ist über Verbindungsleitungen (L₁, L₂) ein als spannungsmäßig hochliegender Lastausgleichswiderstand wirkendes komplexes Widerstandselement (Z₁) angeordnet.

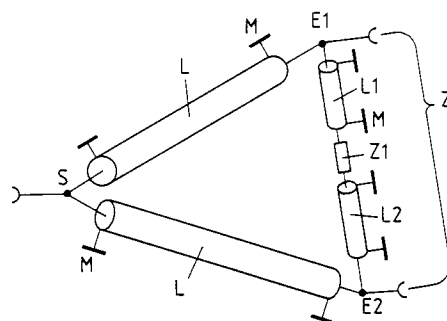


Fig. 1

EP 0 518 310 A1

Die Erfindung betrifft eine Schaltung laut Oberbegriff des Hauptanspruches.

Brückenschaltungen dieser Art sind bekannt (Meinke/Gundlach: Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, 3. Aufl., S. 1444 ff). Die Transformationsglieder solcher Brücken können entweder aus konzentrierten Transformationselementen oder aus Leitungselementen, beispielsweise $\lambda/8$ - oder $\lambda/4$ -Leitungen aufgebaut sein. Bei einem sogenannten Wilkinson-Koppler sind die Transformationsglieder beispielsweise $\lambda/4$ -lange Leitungen. Solche Brückenschaltungen werden in der Hochfrequenztechnik vor allem zum Parallelschalten von Hochfrequenzsendern benutzt. Zur breitbandigen Entkopplung der Einzeltore sind hierbei Lastausgleichswiderstände nötig. Bei einem Zweifach-Wilkinson-Koppler ist beispielsweise ein solcher Widerstand zwischen die beiden Einzeltore geschaltet, bei einem Drei- oder Mehrfach-Wilkinson-Koppler zwischen den Einzeltoren und einem gemeinsamen Sternpunkt oder einem entsprechenden Vieleck. Die Lastausgleichswiderstände sind z.B. symmetrisch zum Massepotential spannungsmäßig hochliegend angeordnet. Es ist auch schon bekannt, die Lastausgleichswiderstände einseitig an Masse anzuschalten und über zusätzliche Leitungen mit den Einzeltoren zu verbinden (DE 37 02 896). All diesen bekannten Brücken ist jedoch der Nachteil gemeinsam, daß die Einzeltore räumlich möglichst eng nebeneinander angeordnet sein müssen, damit dort ohne Verbindungsdrähte, die bei diesen Frequenzen nur als störende Induktivitäten wirken würden, der Lastausgleichswiderstand angeschlossen werden kann, durch die angeschalteten Lastausgleichswiderstände also keine parasitären Impedanzen oder störenden Transformationen auftreten (siehe beispielsweise Zinke, Brunswig, Lehrbuch der Hochfrequenztechnik, Bd. II, S. 182, Abb. 4.12/2a und b;

IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, January 1965, s. 92 bis 95, insbesondere Fig. 1, 2, 4, 6 und 8;

IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. MTT-16, No. 2, February 1968, S. 110; IRE Transactions on Microwave Theory and Techniques, January 1960, S. 116;

IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. MTT-29, No. 3, March 1981, S. 189 bis 191).

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Brücke der eingangs erwähnten Art zu schaffen, bei der die Einzeltore in beliebigem räumlichen Abstand voneinander angeordnet sein können.

Diese Aufgabe wird ausgehend von einer Schaltung laut Oberbegriff des Hauptanspruches durch dessen kennzeichnende Merkmale gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Bei der erfindungsgemäßen Brücke können die Einzeltore in einem für den jeweiligen Anwendungsfall günstigsten Abstand räumlich voneinander angeordnet sein, der eigentliche Lastausgleichswiderstand wird über entsprechend lange zusätzliche Leitungen mit den Einzeltoren verbunden, wobei die Länge dieser Leitungen sich nur nach dem gewünschten Abstand der Einzeltore richtet. Da diese beliebig langen Leitungen eine entsprechende Widerstandstransformation bewirken, wird deren Wellenwiderstand bezogen auf Masse und der an ihren Enden angeschlossene komplexe Lastausgleichswiderstand so dimensioniert, daß der durch diese Leitungen an die Einzeltore transformierte komplexe Widerstand demjenigen komplexen Widerstandswert entspricht, der für eine breitbandige Entkopplung der Einzeltore benötigt wird. Dieser Widerstandswert wird in bekannter Weise nach den Bemessungsvorschriften für die entsprechenden Koppler berechnet, er entspricht demjenigen Widerstandswert, der unter der idealen Annahme von räumlich eng aneinander anliegenden Einzeltoren sich errechnet. Es ist also nur erforderlich, den an die Leitungen angeschlossenen komplexen Lastausgleichswiderstand so zu dimensionieren, daß die gewünschte breitbandige Entkopplung der Einzeltore erreicht wird.

Die erfindungsgemäße Maßnahme ist sowohl für Brücken mit spannungsmäßig hochliegenden Lastausgleichswiderständen geeignet als auch für Brücken, bei denen diese einseitig nach Masse heruntergezogen sind. Ferner ist es von Vorteil, die für die Einhaltung einer breitbandigen Transformation der Brücke erforderlichen Kompensationsmaßnahmen am Summentor bzw. an den Einzeltoren in Leitungstechnik auszubilden und hierbei die zusätzlichen Anschlußleitungen des Lastausgleichswiderstandes auszunutzen.

Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, eine erfindungsgemäße Brücke in Stripline-Technik (Microstrip-, Suspended-Stripline, Triplate-Technik o.ä.) auszubilden, da sich hierdurch ein besonders einfacher und reproduzierbarer Gesamtaufbau ergibt. Die beispielsweise bei einem Wilkinson-Koppler $\lambda/4$ -langen Transformationsleitungen werden hierbei in Stripline-Technik gegenüber einer Massefläche realisiert, die eigentlichen Zuleitungen zur Überbrückung des Abstandes zwischen den Einzeltoren ebenfalls in Stripline-Technik während die Anschlußleitungen für den oder die räumlich von den Einzeltoren abgesetzten komplexen Lastausgleichswiderständen durch Koaxialleitungen gebildet sind, die mit den Streifenleitungen elektrisch leitend verbunden sind. Eine erfindungsgemäße Brücke besitzt außerdem noch den Vorteil, daß die Lastausgleichswiderstände an Stellen angebracht werden können, an denen sie optimal gekühlt werden können. Eine erfindungsgemäße Brücke ist

daher für beliebig hohe Leistungen bei geringstem Raumbedarf geeignet.

Die Erfindung wird im folgenden anhand schematischer Zeichnungen an einem 2-fach-Wilkinson-Koppler näher erläutert.

Fig. 1 zeigt einen Zweifach-Wilkinson-Koppler bestehend aus zwei bei der mittleren Betriebsfrequenz ca. $\lambda/4$ -langen Transformationsleitungen L, deren Außenleiter beidseitig an Masse M liegen und deren Innenleiter am einen Ende in einem Summenpunkt S zusammengefaßt sind und deren andere Enden mit den beiden Einzeltoren E1 und E2 verbunden sind. Der nach den bekannten Bemessungsvorschriften für eine breitbandige Entkopplung zwischen den Einzeltoren E1 und E2 erforderliche komplexe Lastausgleichswiderstand Z wird in dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 durch ein spannungsmäßig hochliegendes komplexes Widerstandsbauelement Z1 gebildet, das über Koaxialleitungen L1 und L2 mit den im beliebigen räumlichen Abstand voneinander angeordneten Einzeltoren E1 und E2 verbunden ist. Die Außenleiter dieser beiden Leitungen L1, L2 liegen wieder beidseitig an Masse M, ihr Innenleiter ist mit dem Widerstandselement Z1 bzw. mit den Einzeltoren E1, E2 verbunden. Die Länge und der Wellenwiderstand dieser Leitungen L1, L2 richtet sich nach dem räumlichen Abstand zwischen den beiden Einzeltoren E1, E2, das komplexe Widerstandselement Z1 ist so dimensioniert, daß durch die Transformation der Leitungen L1, L2 an den Einzeltoren E1, E2 der gewünschte komplexe Lastausgleichswiderstandswert Z erscheint.

Fig. 2 und 3 zeigen zwei weitere Ausführungsbeispiele für die Anordnung eines einzigen (Fig. 2) oder von zwei parallelgeschalteten (Fig. 3) Lastausgleichswiderständen wiederum bei einem 2-fach-Wilkinson-Koppler, bei dem die Einzeltore E1 und E2 wieder in einem beliebigen räumlichen Abstand voneinander angeordnet sind. Nach Fig. 2 ist am Einzeltor E1 der Außenleiter eines Koaxialkabels L4 beliebiger Länge angeschaltet, dessen nahe dem zweiten Einzeltor E2 endender Innenleiter I4 über einen Blindwiderstand Z3, beispielsweise einen Kondensator, mit dem Einzeltor E2 verbunden ist. Auf der anderen Seite des Einzeltors E1 setzt sich dieses mit dem Außenleiter an E1 angeschaltete Koaxialkabel in einem ebenfalls beliebig langen Leitungsstück L5 fort, dessen Innenleiter I5 mit einem komplexen Widerstandselement Z2 verbunden ist, das zwischen diesem Innenleiter I5 und dem Außenleiter dieses Leitungsstückes L5 geschaltet ist und das vorzugsweise einseitig an Masse M liegt. Im Abstand unterhalb des Koaxialleitungsstückes L4 ist eine schematisch gestrichelt angedeutete Massefläche M4 vorgesehen, die zusammen mit dem Außenleiter des Leitungsstückes L4 eine Hochfrequenzleitung mit einem entspre-

chenden Wellenwiderstand bildet. Der komplexe Widerstand Z2 wird über das Koaxialkabel L5, L4 zum Blindwiderstand Z3 transformiert (er wirkt damit zwischen Innenleiter I4 und Außenleiter des Koaxialkabels L4) und wird dann durch das Leitungssystem L4/M4 zum Einzeltor E1 transformiert, so daß zwischen den Einzeltoren E1 und E2 die Reihenschaltung dieses transformierten Widerstandselementes Z2 und des Blindwiderstandes Z3 wirkt. Durch entsprechende Wahl des Widerstandswertes des komplexen Widerstandselementes Z2 kann so unter Berücksichtigung des Blindwiderstandes Z3 sowie der Länge und des Wellenwiderstandes des Koaxialkabels L4 + L5 und des Leitungssystems L4/M4 wieder der zur Entkopplung erforderliche komplexe Lastausgleichswiderstand Z zwischen den Einzeltoren E1 und E2 erzeugt werden. Ein besonders einfacher Aufbau ergibt sich, wenn gemäß Fig. 3 zwei elektrisch in Reihe geschaltete Lastausgleichswiderstände Z2 und Z2' vorgesehen werden, die jeweils über die gleiche Anschlußtechnik wie in Fig. 2 mit einem zwischen den Leitungen L4 und L4' angeordneten Blindwiderstand Z3, beispielsweise wiederum einen Kondensator, verbunden sind. Die beiden komplexen Widerstände Z2 und Z2' werden über die Leitungsstücke L5 + L4 bzw. L5' + L4' zum Blindwiderstand Z3 transformiert und dann über die Leitungssysteme L4/M4 bzw. L4'/M4' zu den Einzeltoren E1 und E2, durch entsprechende Wahl der Widerstände Z2 und Z2' kann auf diese Weise wieder der gewünschte Lastausgleichswiderstand Z zwischen den Einzeltoren E1 und E2 realisiert werden.

Die Leitungssysteme L4, L5 bzw. L4', L5' können zusätzlich zur Kompensation der Frequenzabhängigkeit der Leitungstransformation ausgenutzt werden, indem die Massefläche M4 unterhalb des Außenleiters der Leitung L4 über den Anschluß des Einzeltors E1 bzw. E2 hinaus zu einer unterhalb des Leitungsstückes L5 bzw. L5' verlaufenden Massefläche M5 bzw. M5' verlängert wird und der Außenleiter des Leitungsstückes L5 bzw. L5' in einem vorbestimmten Abstand 1 vom zugehörigen Einzeltor E1 bzw. E2 mit der Massefläche M5 bzw. M5' galvanisch verbunden wird (Kurzschluß M6 bzw. M6'). Auf diese Weise wird an den Einzeltoren E1 bzw. E2 ein Parallelresonanzkreis in Form einer Induktivität (Länge l des Leitungsstückes L5 bis zum Kurzschluß M6) und einer zugehörigen Kapazität (zwischen Außenleiter der Leitung L4 bzw. L4' und der darunter angeordneten Massefläche M4 bzw. M4') erzeugt.

Die in den Figuren in Koaxialleitungstechnik dargestellten Brückenschaltungen gemäß der Erfindung können besonders einfach und raumsparend in Streifenleitungstechnik aufgebaut werden, wobei eine gemischte Technik vorteilhaft ist, indem beispielsweise die Leitungen L und die Leitungssy-

stems L4/M4 bzw. L4'/M4' und gegebenenfalls L5/M5 bzw. L5'/M5' in Stripline-Technik aufgebaut werden, während die Transformationsleitungen L4, L5 bzw. L4', L5' als Koaxialleitungen ausgebildet sind, die auf die Streifenleitungen des Stripline-Systems aufgelötet werden.

In den gezeigten Ausführungsbeispielen ist der Einfachheit halber nur ein aus zwei Transformationsleitungen bestehender Zweifach-Wilkinson-Koppler beschrieben, die Erfindung ist jedoch in gleicher Weise für Mehrfach-Wilkinson-Koppler mit drei oder mehr Transformationsleitungen und andere Brückenschaltungen der eingangs erwähnten Art mit Lastausgleichswiderständen geeignet, wesentlich ist, daß nach der Erfindung hierbei die Einzeltore in beliebigem Abstand voneinander angeordnet werden können während die Lastausgleichswiderstandselemente über transformierende Leitungstücke angeschlossen sind, die darüber hinaus bei geeigneter Dimensionierung zu breitbandigen Transformationseigenschaften der Brücke führen.

Patentansprüche

1. Schaltung zum Aufteilen von einem Summentor (S) zugeführter Hochfrequenzleistung auf mehrere Einzeltore (E1, E2) bzw. zum Zusammenführen von Einzeltoren (E1, E2) zugeführter Hochfrequenzleistung in einem Summentor (S), mit mehreren zwischen Summentor und Einzeltoren geschalteten Transformationsgliedern und einem zwischen den Einzeltoren wirkenden Lastausgleichswiderstand (Z), der so bemessen ist, daß die Einzeltore breitbandig entkoppelt sind, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Einzeltore (E1, E2) in einem beliebigen räumlichen Abstand voneinander angeordnet sind und zwischen diesen beiden Einzeltoren (E1, E2) über Verbindungsleitungen (Fig. 1: L1, L2; Fig. 2: L4; Fig. 3: L4, L4') ein als spannungsmäßig hochliegender Lastausgleichswiderstand (Z) wirkendes komplexes Widerstandselement (Z1, Z2, Z3, Z2') angeordnet ist.
2. Schaltung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Lastausgleichswiderstand (Z) in an sich bekannter Weise durch Transformation mindestens eines einseitig an Masse (M) liegenden komplexen Widerstandselementes (Z2, Z2') über die Verbindungsleitungen (L4, L4') einschließendes Transformationsleitungen (L5, L5') zum hochliegenden Widerstandselement (Z3) gebildet ist (Fig. 2 und 3).
3. Schaltung nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß am einen Ende (I5) des Innenleiters einer Leitung (L4 + L5) ein einseitig an

masse (M) liegendes komplexes Widerstandselement (Z2) angeschlossen ist, das andere Innenleiterende (I4) dieser Leitung (L4 + L5) mit einem am einen Einzeltor (E2) angeschlossenen Blindwiderstand (Z3) verbunden ist und ein Teil (L4) der Länge dieser Leitung (L4 + L5) eine weitere Leitung (L4/M4) bildet, die den Verbindungspunkt von Innenleiterende (I4) und Blindwiderstand (Z3) mit dem anderen Einzeltor (E1) verbindet (Fig. 2).

4. Schaltung nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß am einen Ende (I5, I5') des Innenleiters von zwei Leitungen (L4 + L5; L4' + L5') jeweils ein einseitig an Masse (M) liegendes komplexes Widerstandselement (Z2, Z2') angeschlossen ist, die anderen Innenleiterenden (I4, I4') dieser Leitungen mit einem Blindwiderstand (Z3) verbunden sind, wobei ein Teil (L4, L4') der Länge dieser Leitungen (L4 + L5; L4' + L5') weitere Leitungen (L4/M4; L4'/M4') bilden, welche die Verbindungspunkte der Innenleiterenden (I4, I4') und Blindwiderstand (Z3) mit den beiden Einzeltoren (E1, E2) verbinden (Fig. 3).
5. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß mindestens ein Teil der mit Einzeltoren (E1, E2) verbundenen Leitungen (L4/M4, L5/M5) so dimensioniert ist, daß hierdurch Kompensations-Blindwiderstände gebildet werden.
6. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß mindestens ein Teil der Leitungen in Streifenleitungstechnik gegenüber einer oder mehreren Massebezugsflächen ausgebildet ist.

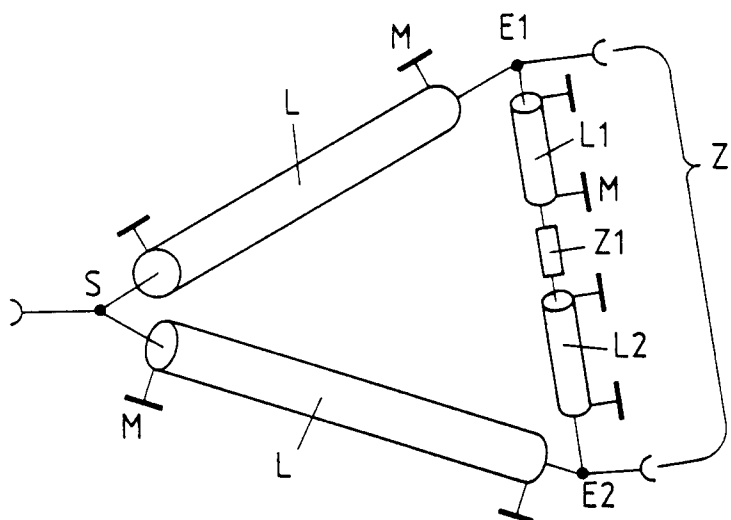


Fig. 1

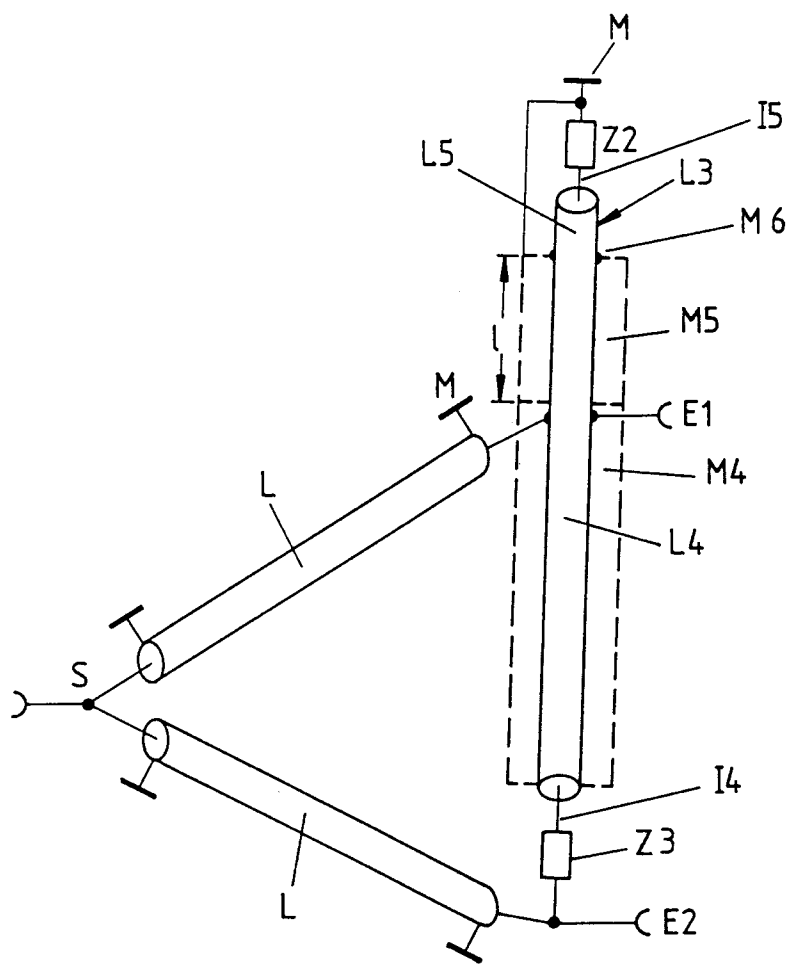


Fig. 2

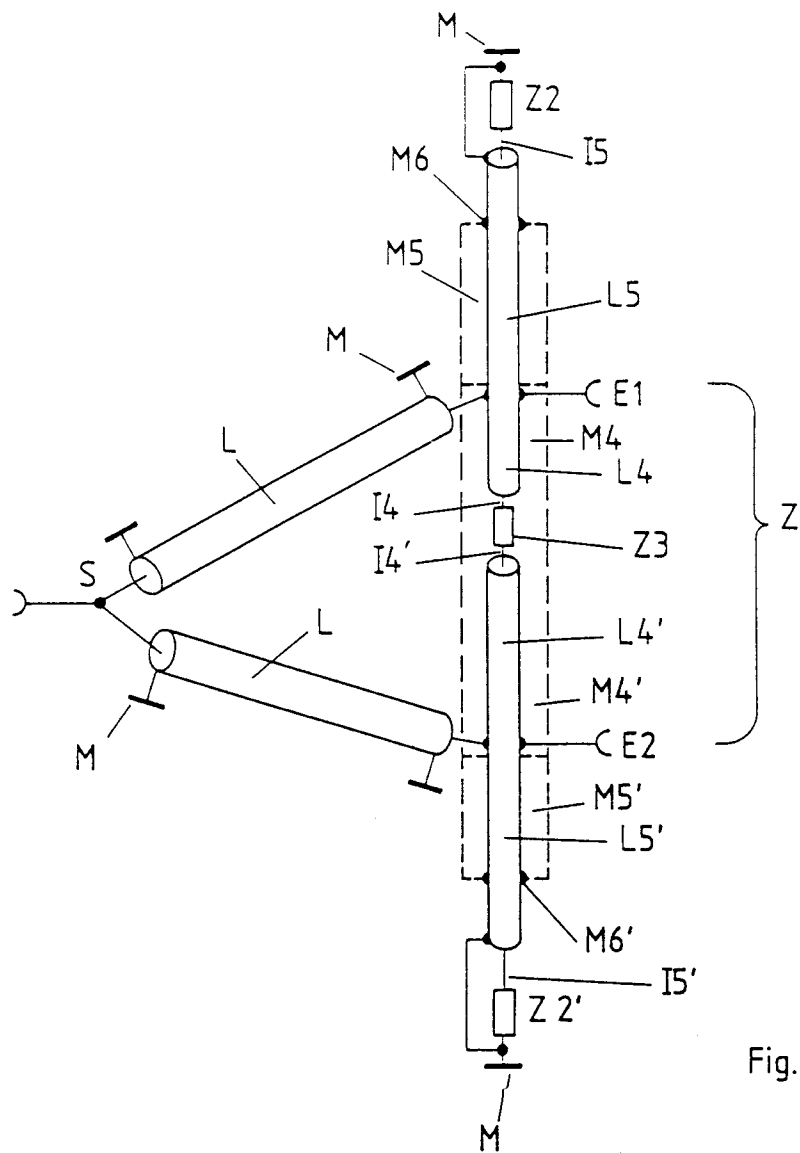


Fig. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 10 9809

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	US-A-4 328 471 (QUINE) * Spalte 2, Zeile 8 - Zeile 64; Abbildung 2 * ---	1, 5, 6	H01P5/16
X	US-A-4 875 024 (ROBERTS) * Spalte 3, Zeile 44 - Zeile 56; Abbildung 6 * ---	1, 5, 6	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 31 (E-295)(1754) 9. Februar 1985 & JP-A-59 176 903 (FUJITSU K.K.) 6. Oktober 1984	1, 5	
Y	* Zusammenfassung * ---	6	
Y	EP-A-0 083 476 (HUGHES AIRCRAFT COMP.) * Seite 3, Zeile 1 - Zeile 14 * * Seite 8, Zeile 6 - Zeile 19; Abbildung 2 * ---	6	
A	US-A-2 424 156 (ESPLEY) * Spalte 1, Zeile 50 - Spalte 4, Zeile 50; Abbildung 2 * ---	1	
D,A	OE-A-3 702 896 (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-GMBH) * Spalte 3, Zeile 54 - Spalte 4, Zeile 27; Abbildung 1 * -----	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5) H01P H03H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort OEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 08 SEPTEMBER 1992	
		Prüfer OEN OTTER A.M.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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			