



(19) Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: AT 404 416 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 999/93

(51) Int.Cl.⁶ : H03H 7/46
HO1P 5/19

(22) Anmelddatum: 21. 5.1993

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 3.1998

(45) Ausgabedatum: 25.11.1998

(30) Priorität:

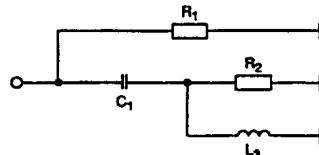
6. 6.1992 DE (U) 9207699 beansprucht.

(73) Patentinhaber:

RICHARD HIRSCHMANN GMBH & CO.
D-7300 ESSLINGEN A.N. (DE).

(54) RICHTKOPPLER-ABZWEIGER

(57) Ein Richtkoppler-Abzweiger zum breitbandig richtungs-abhängigen Auskoppeln eines Teils der über eine Stammleitung vom Eingang zum Ausgang übertragenen Hochfrequenz-Signalenergie auf einen Abzweiganschluß besitzt einen Stromübertrager, dessen Primärwicklung in die Stammleitung eingeschaltet ist, und einen Spannungsübertrager, dessen Primärwicklung zwischen dem Eingang oder dem Ausgang und Masse liegt, sowie einer komplexen internen Abschlußimpedanz. Die interne Abschlußimpedanz besteht aus der Parallelschaltung eines ersten Ohm'schen Widerstandes (R₁) mit der Serienschaltung einer Kapazität (C₁) und der Parallelschaltung eines zweiten Ohm'schen Widerstandes (R₂) mit einer Induktivität (L₃).



B
AT 404 416

Die Erfindung betrifft einen Richtkoppler-Abzweiger gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Je nachdem, ob der Abzweiganschluß an der Sekundärwicklung des Spannungsübertragers oder am Verbindungspunkt der Sekundärwicklungen der beiden Übertrager vorgesehen ist, unterscheidet man bei 5 Richtkoppler-Abzweigern einen Typ A und einen Typ B (vgl. z.B. Figuren 1, 2 bzw. Figuren 3, 4 der DE 30 28 683 C2).

Ein Richtkoppler-Abzweiger nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 vom Typ B ist beispielsweise aus der DE 33 22 039 C2 bekannt (vergleiche Figur 2 und zugehörige Beschreibung). Bei ihm besteht die interne Abschlußimpedanz aus einem durch die parallelgeschalteten Widerstände R_1 , R_2 gebildeten Ohm'schen 10 Widerstand und einem dazu parallelen Kondensator C_3 zur Kompensation von Streuinduktivitäten der Übertrager. Durch diesen Kompensationskondensator C_3 sind im Zusammenwirken mit einem Übertrageraufbau gemäß dem europäischen Patente EP 134 950 B2 im Vergleich zu einem lediglich aus einem Ohm'schen Widerstand bestehenden internen Abschlußwiderstand (z.B. gemäß DE 30 28 683 C2) ausreichende elektrische Daten, insbesondere für die Koppeldämpfung zwischen Ausgang und Abzweig, bis etwa 15 1 GHz erreichbar.

Bei Erweiterung des Nutzfrequenzbereiches um den ersten Satelliten-Zwischenfrequenz-Bereich (bis 1,75 GHz) reichen diese Maßnahmen dagegen nicht mehr aus, um die erforderlichen Werte für die Rückfluß- und Auskoppeldämpfung, besonders aber der Entkopplung, zu gewährleisten. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, daß die Kapazität C_3 zwei gegenläufige Bedingungen erfüllen müßte: einerseits sollte sie 20 zur Erhöhung der oberen Grenzfrequenz möglichst klein sein, andererseits aber gleich groß bleiben, um die guten Übertragungskennwerte im Frequenzbereich bis 860 MHz beizubehalten. Bei bekannten Schaltungen, in denen lediglich die Kapazität des Kompensationskondensators auf 0,5 pF verringert ist, sind daher die genannten elektrischen Werte im SHF-Bereich noch nicht ausreichend und zugleich im UHF-Bereich schlechter als bisher.

25 Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Richtkoppler-Abzweiger gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 derart weiterzubilden, daß seine elektrischen Daten mit möglichst geringem Schaltungsaufwand im gesamten Frequenzbereich von etwa 40 MHz bis 2 GHz den Anforderungen genügen.

Diese Aufgabe ist durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 gelöst.

Mit im Vergleich zum eingangs beschriebenen Stand der Technik lediglich zwei weiteren Widerständen 30 (einem ohm'schen und einem Blindwiderstand) ist damit bei entsprechender Bemessung der einzelnen Bauelemente eine fast vollständige Annäherung der frequenzabhängigen Impedanz an die Sollimpedanz im Frequenzbereich von etwa 80 MHz bis 2 GHz erzielbar.

Durch eine vorteilhafte Ergänzung dieser Einfachstschaltung gemäß Anspruch 2 ist eine Erweiterung 35 des Nutzfrequenzbereiches zu tieferen Frequenzen hin erreichbar. Der Fachmann wird die Grenze dort wählen, wo der Aufwand an zusätzlichen Schaltungsbauelementen noch in einem vernünftigen Verhältnis zur Verbesserung der elektrischen Daten steht.

In den Figuren sind zwei Ausführungsbeispiele einer Schaltung für den internen Abschlußwiderstand 40 eines erfindungsgemäßen Richtkoppler-Abzweigers dargestellt. Dabei zeigt Figur 1 eine Schaltung nach Anspruch 1 und Figur 3 eine solche nach Anspruch 2. In den Figuren 2a, b bzw. 4a, b ist jeweils der frequenzabhängige Verlauf von Betrag und Phase der internen Abschlußimpedanz der Schaltungen gemäß Figur 1 bzw. Figur 3 im Vergleich zu deren Sollverlauf dargestellt, der rechnerisch aus dem vereinfachten Ersatzschaltbild eines Richtkoppler-Abzweigers vom Typ B gem. Figur 5 ermittelt wurde.

Hierbei gilt für den Wirk- und Blindwiderstand der Sollimpedanz $Z = R + jX$ des internen Abschlußwiderstandes unter der vereinfachenden Annahme verlustloser und frequenzunabhängiger Übertragerinduktivitäten: 45

$$5 \quad R = \frac{\frac{(\omega L_1)^2}{z_1} \cdot \frac{\ddot{u}_2}{\ddot{u}_1}}{(1 - \frac{\ddot{u}_2 \cdot L_1}{\ddot{u}_1 \cdot L_2})^2 + (\frac{\omega L_1}{z_1})^2} \text{ und}$$

$$10 \quad 15 \quad X = \frac{\omega L_1 \cdot \frac{\ddot{u}_2}{\ddot{u}_1} \cdot (1 - \frac{\ddot{u}_2 \cdot L_1}{\ddot{u}_1 \cdot L_2})}{(1 - \frac{\ddot{u}_2 \cdot L_1}{\ddot{u}_1 \cdot L_2})^2 + (\frac{\omega L_1}{z_1})^2},$$

20

wobei L_1 die Induktivität des Spannungsübertragers,

L_2 die Induktivität des Stromübertragers,

\ddot{u}_1 das Windungszahlenverhältnis des Spannungsübertragers,

25 \ddot{u}_2 das Windungszahlenverhältnis des Stromübertragers,

Z_1 der Wellenwiderstand und σ die Streuinduktivität (R und X sind davon unabhängig) ist.

Den in den Figuren 2a, 2b und 4a, 4b dargestellten Sollkurven liegen folgende Werte für die Berechnung zugrunde:

$L_1 = 4,8 \mu\text{H}$, $L_2 = 2,4 \mu\text{H}$, $\ddot{u}_1 = \ddot{u}_2 = 4$, $Z_1 = 75 \Omega$.

30 Für die gemessenen Istkurven wurden folgende Werte der Bauelemente internen Abschlußimpedanz gem. Figur 1 gewählt:

$R_1 = 115 \Omega$, $R_2 = 220 \Omega$, $C_1 = 30 \text{ pF}$, $L_3 = 2 \mu\text{H}$.

Damit sind die in den Figuren 2a, b dargestellten tatsächlichen Kurvenverläufe des Betrags und der Phase der internen Abschlußimpedanz Z im Vergleich zu ihren Soll-Verläufen gemäß den o.g. Formeln erreicht.

35 Von UKW bis 2 GHz ist dabei die Sollimpedanz praktisch identisch nachgebildet, und selbst bei Kurzwelle beträgt die Abweichung des Betrages der internen Abschlußimpedanz nur etwa 2Ω und seiner Phase lediglich etwa 1° , so daß die geforderten Übertragungskennwerte über den gesamten angeführten Frequenzbereich gewährleistet sind.

In der Schaltung gemäß Figur 3 weisen die Bauelemente der internen Abschlußimpedanz folgende 40 optimalen Werte auf:

$R_1 = 130 \Omega$, $R_2 = 220 \Omega$, $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$, $C_1 = 46 \text{ pF}$, $C_2 = 3,6 \text{ pF}$, $L_3 = 2 \mu\text{H}$.

Mit dieser Schaltung ist der Betrag der internen Abschlußimpedanz zwischen etwa 50 MHz und 2 GHz fast deckungsgleich mit dem Sollwert und weicht selbst bei 30 MHz lediglich um etwa 2Ω davon ab; die Abweichung in der Phase beträgt zwischen 30 und 100 MHz max. etwa $0,5^\circ$ und ist zwischen 100 MHz und 2 GHz ebenfalls praktisch mit dem Sollverlauf identisch.

45 Mit dieser erweiterten Schaltung sind die geforderten elektrischen Daten somit in einem nach unten noch vergrößerten Frequenzbereich gewährleistet.

Patentansprüche

50

1. Richtkoppler-Abzweiger zum breitbandig richtungsabhängigen Auskoppeln eines Teils der über eine Stammleitung vom Eingang zum Ausgang übertragenen Hochfrequenz-Signalenergie auf einen Abzweiganschluß, mit einem Stromübertrager, dessen Primärwicklung in die Stammleitung eingeschaltet ist und einem Spannungsübertrager, dessen Primärwicklung zwischen dem Eingang oder dem Ausgang und Masse liegt, sowie einer komplexen internen Abschlußimpedanz, dadurch gekennzeichnet, daß die interne Abschlußimpedanz (Z) aus der Parallelschaltung eines ersten Ohm'schen Widerstandes (R_1) mit der Serienschaltung einer Kapazität (C_1) und der Parallelschaltung eines zweiten Ohm'schen Widerstandes (R_2) mit einer Induktivität (L_3) besteht.

AT 404 416 B

2. Richtkoppler-Abzweiger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem ersten Ohm'schen Widerstand (R_1) wenigstens ein RC-Serienkreis (R_3, C_2) parallelgeschaltet ist.

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

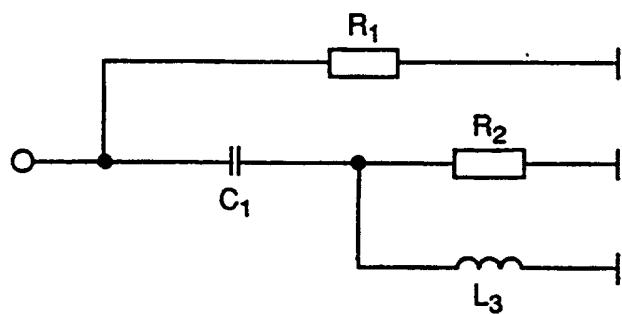


Fig. 1

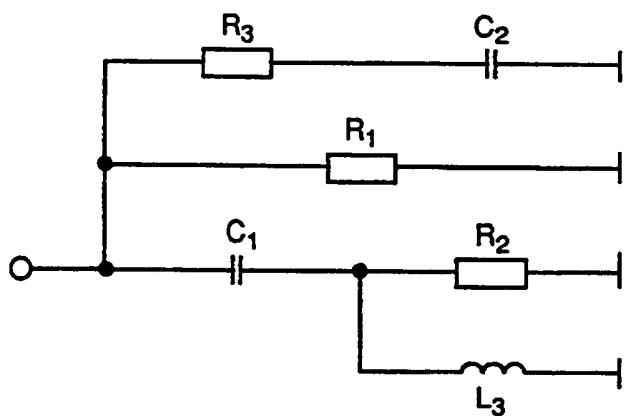


Fig. 3

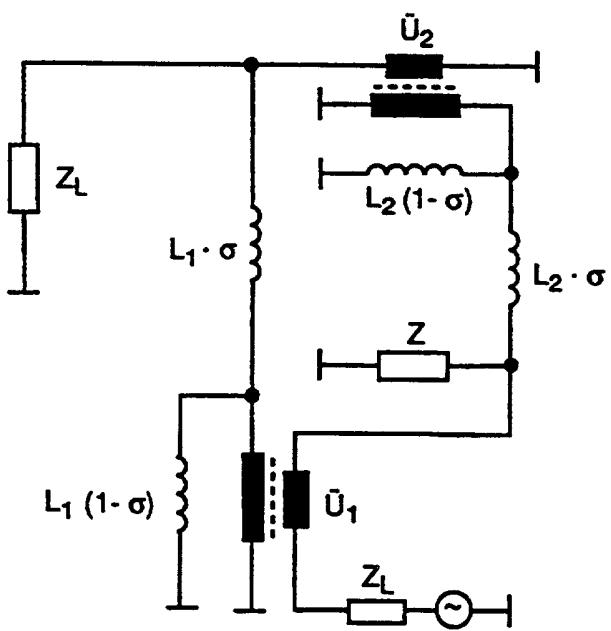


Fig. 5

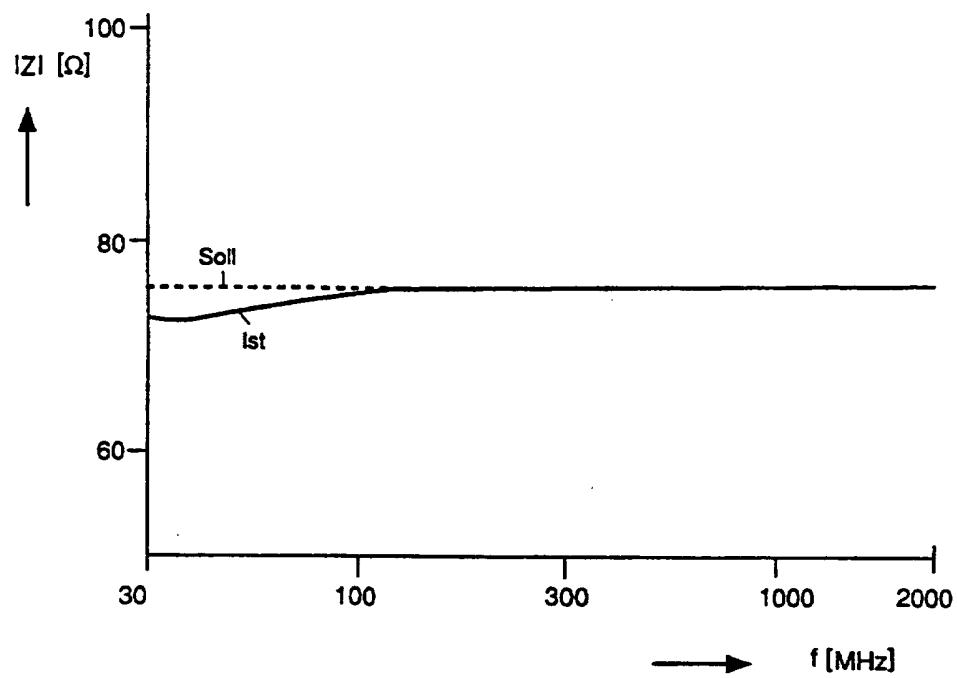


Fig. 2 a

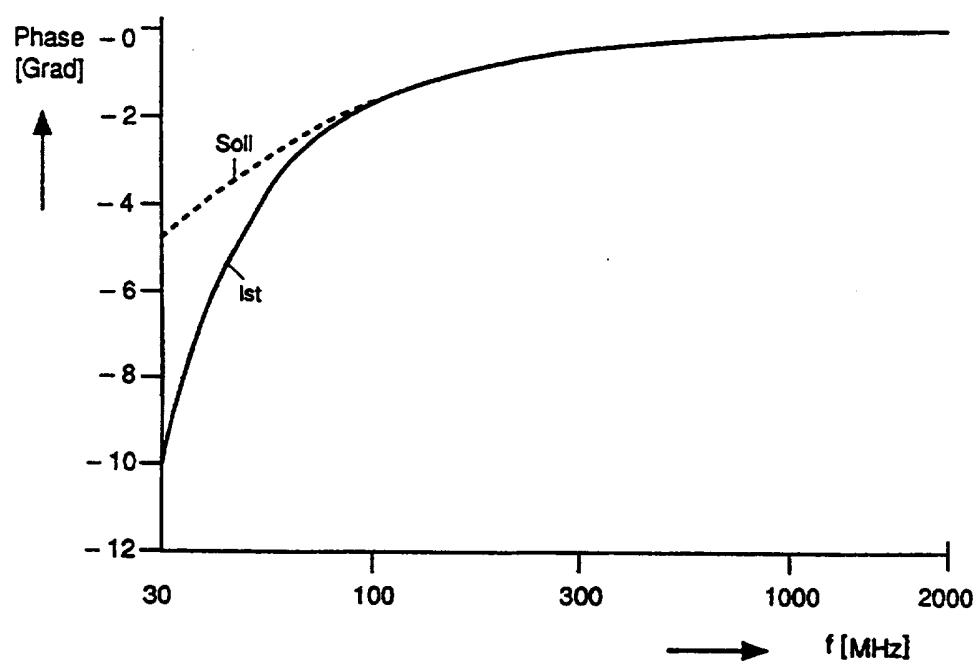


Fig. 2 b

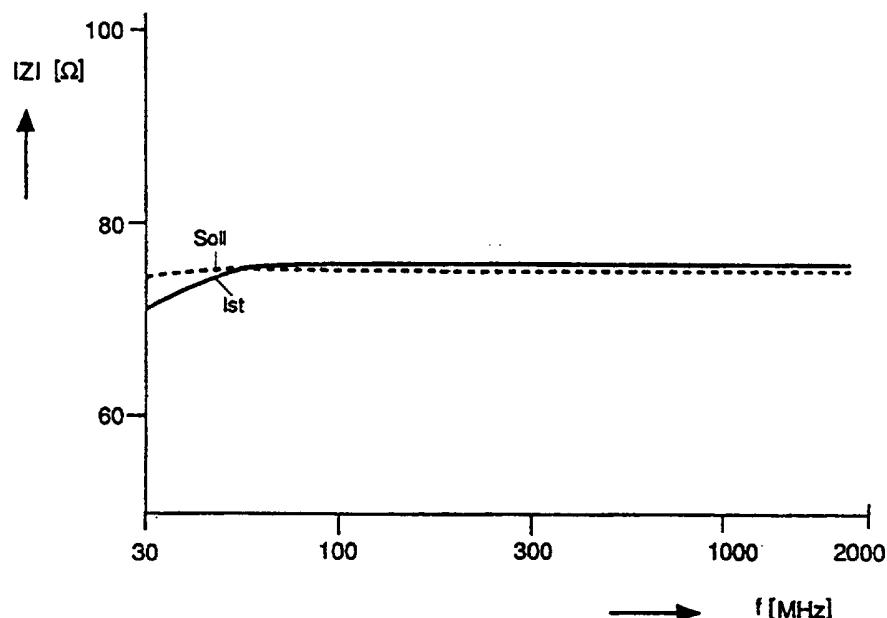


Fig. 4 a

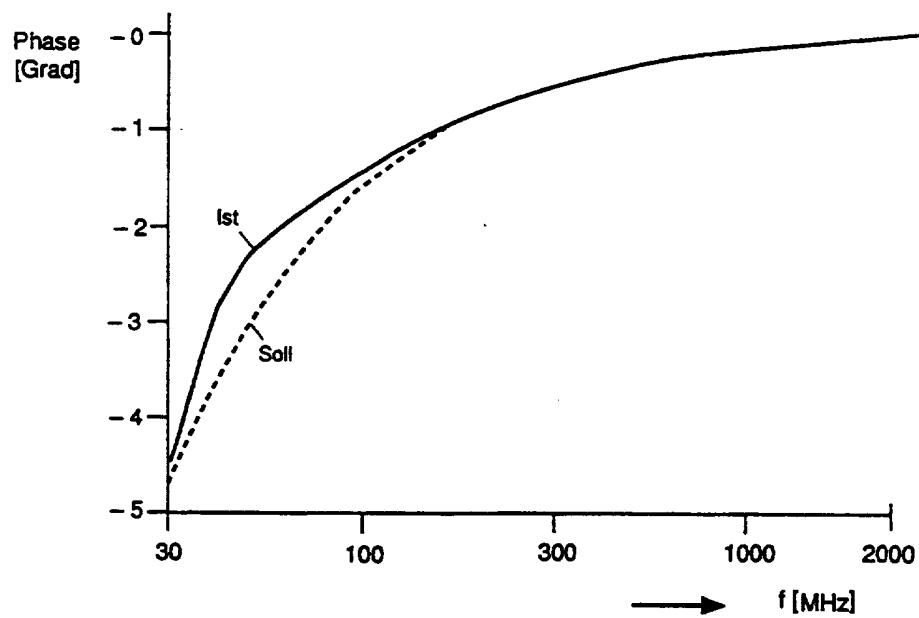


Fig. 4 b