

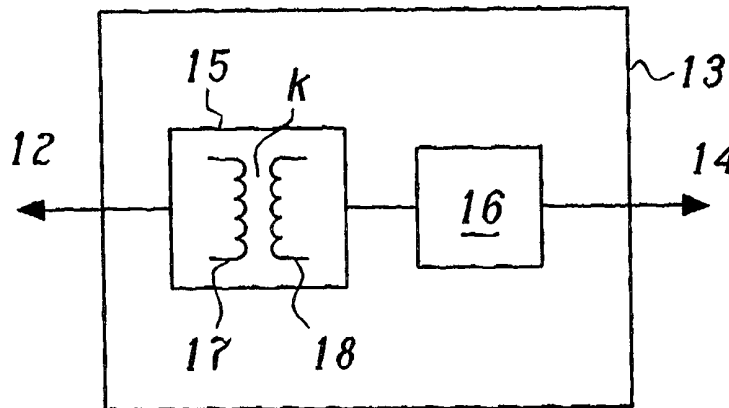


**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :  <b>H04B 1/04, H01Q 3/26, H03H 7/38</b></p>	<b>A1</b>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 99/55014</b></p> <p>(43) Internationales          Veröffentlichungsdatum: 28. Oktober 1999 (28.10.99)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH99/00144</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 8. April 1999 (08.04.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten:          198 18 003.9      22. April 1998 (22.04.98)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): THOM-CAST AG [CH/CH]; Bahnhofstrasse 34, CH-5300 Turgi (CH).</p> <p>(72) Erfinder; und          (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ROHRBACH, Werner [DE/DE]; Alpenblickstrasse 51, D-79761 Waldshut-Tiengen (DE). REICHE, Jürgen [DE/DE]; Karl-Marx-Strasse 1, D-68775 Ketsch (DE).</p> <p>(74) Anwalt: OTTOW, Jens; Hug Interlizenz AG, Nordstrasse 31, Postfach 354, CH-8035 Zürich (CH).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: CA, CN, CZ, GB, JP, RU, SK, US, YU.</p> <p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>	

(54) Title: BROADCASTING TRANSMITTER SYSTEM

(54) Bezeichnung: RUNDFUNKSENDEANLAGE



(57) Abstract

The invention relates to a broadcasting transmitter system having at least one transmitter and at least one transmitter antenna. Said antenna is connected to the output of the transmitter via a matching circuit (13) in order to match impedance. Said matching circuit comprises capacities and inductivities. In order to obtain an improved matching and to simultaneously protect the transmitter, the matching circuit (13) comprises a first matching partial circuit (15) configured as bandpass whose input and output are interactively connected to one another via coupled inductivities (17, 18), and at least one second matching partial circuit (16) is connected in series to the first matching partial circuit (15).

**(57) Zusammenfassung**

Bei einer Rundfunksendeanlage mit wenigstens einem Sender und wenigstens einer Sendeantenne, welche Sendeantenne zur Impedanzanpassung über eine Kapazitäten und Induktivitäten enthaltende Anpassungsschaltung (13) an den Ausgang des Senders angeschlossen ist, wird eine verbesserte Anpassung und ein gleichzeitiger Schutz des Senders dadurch erreicht, dass die Anpassungsschaltung (13) eine erste, als Bandpass ausgebildete Anpassungs-Teilschaltung (15) umfasst, deren Ein- und Ausgang über gekoppelte Induktivitäten (17, 18) miteinander in Wirkverbindung stehen, und dass der ersten Anpassungs-Teilschaltung (15) wenigstens eine zweite Anpassungs-Teilschaltung (16) in Serie geschaltet ist.

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## BESCHREIBUNG

### RUNDFUNKSENDEANLAGE

#### TECHNISCHES GEBIET

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Rundfunktechnik. Sie betrifft eine Rundfunksendeanlage, insbesondere für den Langwellen-, Mittelwellen- oder Kurzwellenbereich, mit wenigstens einem Sender und wenigstens einer Sendeantenne, welche wenigstens eine Sendeantenne zur Impedanzanpassung über eine Kapazitäten und Induktivitäten bzw. Leitungstransformatoren enthaltende Anpassungsschaltung an den Ausgang des wenigstens einen Senders angeschlossen ist.

## STAND DER TECHNIK

Rundfunksender für den Langwellen- und Mittelwellenbereich haben bei der Betriebsfrequenz (z.B. 882 kHz bei einem Mittelwellensender) meist eine Ausgangsimpedanz von 50  $\Omega$  (andere gebräuchliche Werte sind: 60, 75, 100, 120, 150  $\Omega$ ), während die Eingangsimpedanz der zugehörigen Sendeantennen bei der Sendefrequenz wesentlich tiefer oder höher liegt und bis zu mehreren 100  $\Omega$  (z.B. 900  $\Omega$ ) betragen kann. Um die vom Sender abgegebene Leistung möglichst vollständig in die Antenne einkoppeln zu können und ein möglichst kleines VSWR und damit sowohl einen optimalen Abschluss des Senders sowie eine Vermeidung zusätzlicher Verluste auf der Speiseleitung zwischen Sender und Antenne durch zurücklaufende Leistung zu erreichen, werden zwischen den Senderausgang und die Antenne Anpassungsschaltungen eingefügt, welche bei der Betriebsfrequenz eine Impedanztransformation von der Ausgangsimpedanz des Senders auf die Eingangsimpedanz der Antenne vornehmen (in diesem Falle ist es vorteilhaft, die Speiseleitung mit einem der Senderausgangsimpedanz entsprechenden Wellenwiderstand zu wählen). Die Rundfunksendeanlage 10 hat dann den in Fig. 1 dargestellten prinzipiellen Aufbau, bei welchem ein Nutzsignal aus einer Nutzsignalquelle 11 in einen Sender 12 eingegeben wird und dort zur Amplitudenmodulation einer Trägerfrequenz verwendet wird. Das Sendesignal hoher Leistung am Ausgang der Speiseleitung 26 (Trägerleistung bei AM bzw. RMS oder effektive Leistung bei digitalen Modulationsarten - im Bereich von wenigen kW bis zu Megawatt, z.B. 100 kW) wird dann über eine Anpassungsschaltung 13 auf eine Sendeantenne 14 gegeben und von der Sendeantenne abgestrahlt.

Die Anpassungsschaltung 13 umfasst üblicherweise eine Mehrzahl von Induktivitäten und Kapazitäten bzw. (bei Kurzwelle) Leitungstransformatoren, die in geeigneter Weise zusammengeschaltet sind. Eine bekannte beispielhafte Anordnung ist in Fig. 2 wiedergegeben. Die bekannte Anpassungsschaltung 13 gemäss Fig.

2 ist mittels zweier Schalter S1 und S2 umschaltbar ausgeführt. In einer ersten Schaltstellung der Schalter S1, S2 (in Fig. 2 dargestellt) besteht die Anpassungsschaltung aus einem T-Glied mit einer Serienschaltung aus zwei Kapazitäten C1 und C2 und einer zwischen beiden Kapazitäten C1, C2 parallel angeordneten Induktivität L1. In einer zweiten Schaltstellung (beide Schalter S1 und S2 umgeschaltet) besteht die Anpassungsschaltung aus einem CL-Glied mit einer Serienkapazität C3 und einer gegen Erde geschalteten Induktivität L2. Alle Induktivitäten L1, L2 und Kapazitäten C1,...,C3 sind je nach Situation fix bzw. veränderbar ausgebildet.

Die herkömmliche Anpassungsschaltung 13 gemäss Fig. 2 ist zwar mit wenigen Elementen und daher sehr einfach aufgebaut, was bei den hohen Leistungen von Vorteil ist. Sie hat jedoch zwei wesentliche Nachteile: Zum Einen ist die mit einer derartigen Schaltung erreichbare Bandbreite relativ klein, d.h., die Anpassung lässt sich nur bei der Mittenfrequenz des Sendesignals optimieren; an den Rändern des übertragenen Frequenzbereiches dagegen ist die Anpassung verschlechtert. So stellt beispielsweise bei einem AM-Signal das Stehwellenverhältnis VSWR mit einem Wert von mehr als 1,3 in den Seitenbändern einen vergleichsweise hohen Wert dar. Hierdurch ergibt sich eine relativ hohe zusätzliche Belastung des Senders. Zum Anderen ist die Sendeantenne vom Senderausgang nicht galvanisch getrennt, was insbesondere bei Blitzeinschlägen in die Antenne oder in ihre Umgebung zu gefährlichen Transienten auf der Speiseleitung in Richtung Sender und in der Folge zu Beschädigungen der Speiseleitung sowie des Senders führen kann, wenn nicht besondere Schutzmassnahmen ergriffen werden. Diese Belastungen und Gefahren sind bekanntlich für herkömmliche mit Röhren bestückte Sender ungünstig. Sie sind aber besonders nachteilig und unerwünscht, wenn – wie dies z.B. in der EP-A1-0 649 225 beschrieben ist – der Sender als halbleiterbestückter Sender mit einer Vielzahl von parallel oder in Serie arbeitenden, geschalteten Halbleiterbrücken ausgebildet ist. Schliesslich ist es im Hinblick auf eine digitale Signalübertragung im AM-Bereich, die zunehmend an Bedeutung gewinnt, wünschenswert, dass im Uebertragungspfad vom Sender zur

Antenne in der vorgegebenen Bandbreite der Abschluss des Senders durch einen möglichst frequenzunabhängigen, reellen Widerstand erfolgt, um lineare Amplituden- und Phasenverzerrungen zu vermeiden.

## DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Rundfunksendeanlage zu schaffen, die sich durch ein im gesamten Uebertragungsband stark verbessertes VSWR auszeichnet, zugleich weitgehend unempfindlich gegen Blitzeinschläge in die Sendeanenne ist, und die speziell hohen Impedanz- und Phasenganganforderungen im Uebertragungsbereich für die digitale Modulation erfüllt.

Die Aufgabe wird bei einer Rundfunksendeanlage der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Anpassungsschaltung eine erste, als Bandpass ausgebildete Anpassungs-Teilschaltung umfasst, deren Ein- und Ausgang über gekoppelte Induktivitäten miteinander in Wirkverbindung stehen, und dass der ersten Anpassungs-Teilschaltung wenigstens eine zweite Anpassungs-Teilschaltung parallel oder in Serie geschaltet ist.

Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Sendeanlage ist dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Anpassungs-Teilschaltung der ersten Anpassungs-Teilschaltung in Serie geschaltet ist, dass die zweite Anpassungs-Teilschaltung der ersten Anpassungs-Teilschaltung nachgeschaltet ist, dass die erste Anpassungs-Teilschaltung zwei miteinander verkoppelte Induktivitäten und zu jeder der Induktivitäten eine parallelgeschaltete Kapazität aufweist, und dass die zweite Anpassungs-Teilschaltung ein  $\pi$ -Glied mit zwei Kapazitäten und einer zwischen den Kapazitäten als Längsglied geschalteten Induktivität umfasst. Mit einer derartigen Konfiguration der Anpassungs-Teilschaltungen lassen sich überraschenderweise mit sehr einfachen Mitteln über die gesamte Uebertragungsbandbreite sehr kleine VSWR-Werte erreichen.

Während die erfindungsgemässe Anpassungsschaltung in dem Abschnitt zwischen Senderausgang und Antenne über die gesamte Bandbreite eine nahezu gleichbleibende Impedanz und konstante Phase, d.h. im Anpassungsfall einen Abschluss des Senders mit seinem optimalen reellen Ausgangswiderstand, ermöglicht, ist es denkbar, dass sowohl innerhalb des Senders durch die Anpasskreise zwischen Leistungsstufe (Halbleiterschaltmodulen bzw. Endröhren) und Senderausgang sowie nichtlineare Effekte im Sender selber der Phasengang wie auch der Frequenzgang des Uebertragungsmasses vom Eingang des Senders bis zum Eingang der Antenne innerhalb der zu übertragenden Bandbreite noch Schwankungen unterworfen ist. Um, insbesondere für digitale Modulationsarten, hieraus keine Nachteile hinsichtlich der Signalqualität zu erhalten, ist gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass innerhalb des wenigstens einen Senders zusätzliche Mittel vorhanden sind, welche die im Sender innerhalb der Bandbreite auftretenden unerwünschten Amplituden- und Phasenänderungen kompensieren.

Dies kann insbesondere dadurch geschehen, dass der Sender eine durch eine Steuerungssoftware gesteuerte Signalverarbeitungsvorrichtung umfasst, in welcher das aus der Nutzsinalquelle stammende Nutzsinal aufbereitet und nach der Aufbereitung an eine nachfolgende Leistungsstufe weitergeleitet wird, und dass in der Signalverarbeitungsvorrichtung Amplitude und Phase des aufbereiteten Nutzsinals über die Bandbreite so gesteuert bzw. verändert werden, dass die im Sender auftretenden Amplituden- und Phasengangänderungen kompensiert werden.

Eine andere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrzahl von Antennen, welche wahlweise mit einem oder mehreren Sendern verbindbar sind, ein Richtstrahlsystem bilden, und dass jeder der Antennen eine eigene Anpassungsschaltung zugeordnet ist, welche eine erste, als Bandpass ausgebildete Anpassungs-Teilschaltung und wenigstens eine

zweite in Serie geschaltete Anpassungs-Teilschaltung umfasst. Hierdurch wird ein Richtstrahlssystem verwirklicht, bei welchem über die gesamte Bandbreite eine optimale Einkopplung der jeweiligen Sendeleistung in die einzelne Antenne des Systems erreicht wird.

In einer ersten Weiterbildung dieser Ausführungsform ist die Sendeleistung der einzelnen Sender wahlweise auf eine gemeinsame Hauptspeiseleitung aufschaltbar; die über die Hauptspeiseleitung übertragene Sendeleistung wird in einer am Ausgang der Hauptspeiseleitung angeordneten Lastverteilerschaltung auf einzelne zu den Antennen führende Nebenspeiseleitungen aufgeteilt; in den Nebenspeiseleitungen sind jeweils Phasendrehregler zur Einstellung und ggf. Regelung der Phase an der jeweiligen Antenne vorgesehen; die Anpassungsschaltungen sind jeweils zwischen den Phasendrehreglern und den Antennen angeordnet. Diese Weiterbildung entspricht bekannten Anordnungen, wobei durch die erfindungsgemässen Anpassungsschaltungen eine besonders hochwertige Richtcharakteristik erreicht wird, die sich dadurch auszeichnet, dass innerhalb des abgestrahlten Frequenzbandes keinerlei wesentliche Veränderungen des Strahlungsdiagrammes auftreten.

Eine zweite Weiterbildung der Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass jeder Antenne über eine Nebenspeiseleitung ein eigener Sender zugeordnet ist, dass die Anpassungsschaltungen jeweils zwischen den Sendern und den Antennen angeordnet sind, dass jedem der Sender das aus einer gemeinsamen Nutzsignalquelle stammende Nutzsignal über ein Stellglied zugeführt wird, durch welches Stellglied die Amplitude und Phase für den jeweiligen Sender eingestellt wird, dass das von dem Richtstrahlssystem abgestrahlte Signal von einer oder mehreren Messsonden bzw. Messantennen aufgenommen wird, und bei Abweichungen der Messsignale von vorgegebenen Sollwerten eine Steuerschaltung über die Stellglieder die Amplitude und Phase für die einzelnen Sender zur Aufhebung der Abweichungen vorkorrigiert. Durch diese Art der aktiven Regelung im Zusammenhang mit den erfindungsgemässen Anpassungsschaltungen wird ein



optimales Richtstrahlsystem verwirklicht, bei dem die Nullstellen auch im Uebertragungsband ihre Form beibehalten.

Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

#### KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

- Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau einer Rundfunksendeanlage mit Anpassungsschaltung zwischen dem Sender, der Speiseleitung und der Sendeantenne;
- Fig. 2 den beispielhaften Aufbau einer (umschaltbaren) Anpassungsschaltung nach dem Stand der Technik;
- Fig. 3 den Aufbau einer Anpassungsschaltung nach der Erfindung;
- Fig. 4 ein erstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Anpassungsschaltung nach Fig. 3 mit einem Bandpass und einem nachgeschalteten  $\pi$ -Glied;
- Fig. 5 ein zweites bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Anpassungsschaltung nach Fig. 3 mit einem Bandpass und einem nachgeschalteten LC-Glied;
- Fig. 6 in einem Smith-Diagramm die berechneten Eigenschaften einer Schaltung nach Fig. 5 mit speziellen Werten für die Kapazitäten und Induktivitäten, wobei die Antenne durch eine Ersatzschaltung

aus Induktivitäten, Kapazitäten und einem Ohmschen Widerstand im Bereich der Sendefrequenz in guter Näherung wirklichkeitsgetreu nachgebildet ist;

- Fig. 7 den zu der Schaltung nach Fig. 5 gehörenden berechneten Amplitudengang zwischen 0 und 2 MHz;
- Fig. 8 einen vergrößerten Ausschnitt des Amplitudenganges aus Fig. 7 zwischen 0,86 und 0,91 MHz;
- Fig. 9 die zu Fig. 6 gehörende Darstellung der Eingangsimpedanz der Schaltung aus Fig. 5 (transformierte Antennenimpedanz) nach Betrag (obere Kurve, um  $50 \Omega$ ) und Phase (untere Kurve, wie erwartet um  $0^\circ$ ) innerhalb einer Bandbreite von 0,872 bis 0,892 MHz ( $882 \pm 10$  kHz);
- Fig. 10 in einem Blockschaltbild ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel für eine Sendeanlage nach der Erfindung mit zusätzlicher interner Amplituden- und Phasenkorrektur im Sender;
- Fig. 11 ein erstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel für ein Richtstrahlssystem mit den erfindungsgemässen Anpassungsschaltungen in jeder Nebenspeiseleitung; und
- Fig. 12 ein zweites bevorzugtes Ausführungsbeispiel für ein Richtstrahlssystem mit den erfindungsgemässen Anpassungsschaltungen in jeder Nebenspeiseleitung und einer aktiven Phasen- und Amplitudenregelung durch Vorkorrektur des Signals für jeden der in den Nebenspeiseleitungen angeordneten Sender.

## WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

In Fig. 1 ist der prinzipielle Aufbau einer Rundfunksendeanlage wiedergegeben. Die Rundfunksendeanlage 10 umfasst eine Nutzsquelle 11, einen Sender 12, in welchem das Nutzsquelle 11 mittels geeigneter Modulationsart, im vorliegenden Beispiel z.B. Amplitudenmodulation, auf eine Träger-schwingung aufmoduliert wird, und eine Sendeantenne 14, über welche das amplitudenmodulierte Sendesignal abgestrahlt wird. Der Ausgang des Senders hat in diesem Falle eine Impedanz von  $50 \Omega$ , während die Sendeantenne 14 (bei einem Mittelwellensender) beispielsweise bei  $\lambda/2$ -Türmen bei der Sendefrequenz einen Fusspunkt-widerstand von mehreren  $100 \Omega$  aufweist. Zur impedanzmässigen Anpassung der Sendeantenne 14 an den Ausgang des Senders 12 ist zwischen beiden eine Anpassungsschaltung 13 vorgesehen, die im Stand der Technik für einen Mittelwellensender mit einer Betriebs- bzw. Sendefrequenz von  $882 \text{ kHz}$  beispielsweise den in Fig. 2 gezeigten Aufbau hat. Es sind jedoch auch andere Bauformen von Antennen bekannt, die bei der Sendefrequenz nicht schon aufgrund ihrer Länge in Resonanz sind. In diesen Fällen ist neben der oben genannten Impedanztransformation noch eine Kompensation des reaktiven Anteils nötig.

Die Anpassungsschaltung 13 aus Fig. 2 ist umschaltbar aufgebaut. Stehen die beiden Schalter S1 und S2 in der in Fig. 2 gezeigten Stellung, ist zur Impedanz-anpassung ein T-Glied aus zwei einstellbaren Serien-Kapazitäten C1 und C2 und einer einstellbaren Parallel-Induktivität L1 zwischen Sender 12 und Sendeantenne 14 zwischengeschaltet. Sind die beiden Schalter S1, S2 umgeschaltet, besteht die Anpassungsschaltung aus einer Serienkapazität C3 und einer Parallel-Induktivität L2. Um die durch diese bekannte Anpassungsschaltung erreichbare Anpassung bewerten zu können, sollte ein Frequenzbereich betrachtet werden, der wenigstens das zu übertragende Frequenzband umfasst. Im vorliegenden Beispielfall sollte also z.B. ein Frequenzbereich von  $882 \pm 10 \text{ kHz}$ , mit  $882 \text{ kHz}$  als der Mittenfrequenz oder auch Trägerfrequenz (bei AM-Betrieb), betrachtet

werden. Innerhalb dieses Frequenzbereiches variiert bereits die Impedanz der Sendeantenne. Beispielhaft seien hier die folgenden typischen Werte bei verschiedenen Frequenzen angegeben (anstelle der Darstellung nach Betrag und Phase wird hier die Darstellung nach Real- und Imaginärteil verwendet):

f [kHz]	$Z_{\text{Antenne}} [\Omega]$
872 ( $f_0 - 10$ kHz)	$946,7 + j157$
877 ( $f_0 - 5$ kHz)	$960,5 + j75$
882 ( $f_0$ )	$958,1 - j5,5$
887 ( $f_0 + 5$ kHz)	$941,6 - j80,2$
892 ( $f_0 + 10$ kHz)	$914,4 - j146,2$

Wählt man nun für die Kapazitäten  $C_1, \dots, C_3$  und die Induktivitäten  $L_1, L_2$  die folgenden (optimierten) Werte:

$$C_1 = 981,6 \text{ pF}$$

$$C_2 = 2439,8 \text{ pF}$$

$$C_3 = 1050,0 \text{ pF}$$

$$L_1 = 57,96 \text{ } \mu\text{H}$$

$$L_2 = 51,54 \text{ } \mu\text{H};$$

ergibt sich ein Stehwellenverhältnis VSWR von  $> 1,3$  bei  $(f_0 \pm 10 \text{ kHz})$ . Ein solch hohes Stehwellenverhältnis stellt eine erhebliche Belastung der Leistungsendstufe des Senders dar und kann zusätzlich zu merklichen Verlusten auf der Speiseleitung Anlass geben. Ersteres ist nicht nur bei Röhrensendern sondern besonders auch dann unerwünscht, wenn der Sender als halbleiterbestückter Sender ausgebildet ist, wie dies bei dem aus H-Brücken aufgebauten Sender der EP-A1-0 649 225 der Fall ist. Des weiteren wirkt sich ein hohes VSWR ungünstig auf die Übertragung digitaler Modulationssignale aus, da die zugrundeliegende Fehl-

passung zu unerwünschten Verzerrungen des Amplituden- und Phasengangs innerhalb der Nutzbandbreite führt.

Die Erfindung stellt, insbesondere auch für einen solchen Halbleiter-Hochleistungssender, eine Anpassungsschaltung zur Verfügung, welche nicht nur das Stehwellenverhältnis gegenüber dem Stand der Technik massgeblich verbessert, sondern darüber hinaus auch im Hinblick auf den Blitzschutz des Senders und der Speiseleitung deutliche Verbesserungen bringt und sich zusätzlich günstig hinsichtlich einer digitalen AM-Uebertragung auswirkt. Der allgemeine Aufbau der Anpassungsschaltung nach der Erfindung ist in Fig. 3 wiedergegeben. Die Anpassungsschaltung 13 ist hier unterteilt in wenigstens zwei Anpassungs-Teilschaltungen 15 und 16, von denen die eine Anpassungs-Teilschaltung 15 zwei gekoppelte Induktivitäten 17 und 18 umfasst, über die der Sender 12 mit der Sendeantenne 14 in Wirkverbindung steht. Durch die gekoppelten Induktivitäten 17, 18 wird eine galvanische Trennung zwischen Sender 12 und Sendeantenne 14 erreicht, die statische Ladungen der Antenne abführt und eine direkte Einkopplung von Strömen, die durch einen Blitzeinschlag in die Sendeantenne hervorgerufen werden, in den Sender sowie die Speiseleitung erheblich reduziert. Die Bandpasseigenschaften der gekoppelten Induktivitäten können dazu benutzt werden, eine gleichmässige Impedanztransformation über den gewünschten Frequenzbereich zu erreichen.

Die bandpassartige Anpassungs-Teilschaltung 15 reicht für sich genommen nur in Sonderfällen, meistens jedoch nicht aus, um beispielsweise eine Impedanztransformation von dem  $50 \Omega$ -Senderausgang auf eine Antennenimpedanz von mehreren  $100 \Omega$  (z.B.  $900 \Omega$ ) zu ermöglichen. Hierzu müsste nämlich die Kopplung ( $k$ ) zwischen den beiden Induktivitäten 17, 18 sehr hoch gewählt werden (z.B.  $k=0,56$ ). Dies würde jedoch zu einem Frequenzgang der Anpassungs-Teilschaltung 15 führen, bei dem eine gleichmässige Anpassung über den gesamten Frequenzbereich von z.B.  $882 \pm 10 \text{ kHz}$  nicht mehr gegeben ist. Die Kopplung der Induktivitäten 17 und 18 wird daher vorteilhafterweise soweit reduziert (z.B.

$k=0,17$ ), dass sich bei einer Transformation von  $50 \Omega$  auf  $150 \Omega$  ein ausgeglichener Frequenzgang ergibt. Gleichzeitig wird der ersten Anpassungs-Teilschaltung 15 eine zweite Anpassungs-Teilschaltung 16 in Serie geschaltet, welche die restliche Transformation bewirkt und so im Zusammenwirken mit der ersten Anpassungs-Teilschaltung 15 die volle Impedanztransformation von  $50 \Omega$  auf Werte von z.B.  $900 \Omega$  und mehr gewährleistet. Auf diese Weise werden die Vorteile einer Bandpasslösung gewahrt und gleichzeitig die notwendige starke Impedanztransformation von mehr als 1:10 erreicht.

Gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel, welches in Fig. 4 dargestellt ist, umfasst die erste (bandpassartige) Anpassungs-Teilschaltung 15 zwei Induktivitäten  $L3$  und  $L4$ , denen jeweils eine Kapazität  $C4$  bzw.  $C5$  parallelgeschaltet sind. Die zweite Anpassungs-Teilschaltung 16 ist hier als  $\pi$ -Glieder ausgebildet und umfasst zwei gegen Erde geschaltete Kapazitäten  $C6$  und  $C7$  und eine diese verbindende Längsinduktivität  $L5$ . Mit einer solchen Anpassungsschaltung lassen sich auf überraschend einfache Weise Stehwellenverhältnisse über die angegebene Bandbreite erreichen, die deutlich unter dem o.g. Wert von 1,3 liegen.

Es versteht sich von selbst, dass – ausgehend von der Schaltung gemäss Fig. 4 – die beiden parallel liegenden Kapazitäten  $C5$  und  $C6$  zu einer Kapazität zusammengefasst werden können. Es ergibt sich dann für die erste Anpassungs-Teilschaltung 15 wiederum ein Bandpass (Fig. 5) mit zwei Induktivitäten  $L6$  und  $L7$  und zwei dazu parallel geschalteten Kapazitäten  $C8$  und  $C9$ , und eine zweite Anpassungs-Teilschaltung 16 in Form eines LC-Gliedes mit einer Serien-Induktivität  $L8$  und einer gegen Erde geschalteten Kapazität  $C10$ .

Für den o.g. Frequenzgang der Antennenimpedanz im Frequenzbereich von  $882 \pm 10$  kHz ist eine Anpassungsschaltung nach Fig. 5 gerechnet worden, wobei die erreichten Resultate aus den Figuren 6-9 ersichtlich sind.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Fig. 6 in einem Smith-Diagramm eingetragen. Der (beispielhaft angenommene, typische) Verlauf der Antennenimpedanz über der Frequenz im Frequenzbereich zwischen 872 kHz und 892 kHz ist im Diagramm als Kurve a eingetragen. Kurve b zeigt die dazu korrespondierende Eingangsimpedanz am Eingang der herkömmlichen Anpassungsschaltung 13 nach Fig. 2 mit den weiter oben angegebenen Werten für die Elemente C1 bis C3 und L1, L2 (VSWR > 1,3). Kurve c schliesslich zeigt die korrespondierende Eingangsimpedanz, wie sie mit einer Anpassungsschaltung nach Fig. 5 (Bandpass + LC-Glied) erreicht wird. Man erkennt (gestrichelter Kreis), dass sich in diesem Fall ein VSWR von etwa 1,05 ergibt, was im Vergleich zum herkömmlichen VSWR von > 1,3 eine ganz erhebliche Verbesserung darstellt und die gestellten hohen Anforderungen in idealer Weise löst. Zur Berechnung wurde bei vorgenannter Antenne deren frequenzabhängige Impedanz durch ein Netzwerk aus Induktivitäten, Kapazitäten und einem Ohmschen Widerstand im Frequenzbereich  $882 \pm 10$  kHz wirklichkeitsgetreu angenähert.

Der sich aus dieser Berechnung ergebende Verlauf der Dämpfung (in dB) über der Frequenz (im Frequenzbereich 0 bis 2 MHz) ist in Fig. 7 dargestellt. Eine vergrösserte Darstellung der Dämpfungskurve für den interessierenden Ausschnitt des Frequenzbandes von 0,86 bis 0,91 MHz ist in Fig. 8 gezeigt und macht deutlich, dass der Amplitudengang der Schaltung zusammen mit der frequenzabhängigen Eingangsimpedanz der Antenne in diesem Frequenzband ein nahezu ideales Plateau (hier: um -13,05 dB) aufweist. Eindrucksvoll sind auch die zugehörigen und in Fig. 9 dargestellten Rechenergebnisse für den Verlauf der transformierten Antennenimpedanz (obere Kurve in Fig. 9, die nur gering um den gewünschten Wert von  $50 \Omega$  schwankt) und der Phase (untere Kurve in Fig. 9, die nur gering um  $0^\circ$  schwankt).

Eine Anpassungsschaltung der in Fig. 4 und 5 dargestellten Art schützt durch die Art ihres Aufbaus und durch das damit über die Bandbreite erreichbare gute Stehwellenverhältnis nicht nur den an die Antenne angeschlossenen Sender,

sondern schafft auch optimale Voraussetzungen für digitale Modulationsarten. Für die digitalen Modulationsarten wird nämlich über die gesamte Bandbreite (im o.g. Beispiel  $882 \pm 10$  kHz) eine möglichst gleichbleibende Eingangsimpedanz bei konstanter Phase (möglichst 0 Grad) verlangt. Das beschriebene Anpassungsnetzwerk erfüllt diese Bedingungen (für den Abschnitt des Pfades zwischen Senderausgang und Antenne) nahezu ideal. Hingegen ist es denkbar, dass sowohl in den Anpasskreisen innerhalb des Senders als auch durch weitere Nichtlinearitäten der Amplituden- und Phasengang des Uebertragungsmasses vom Eingang des Senders bis zum Eingang der Antenne noch weiteren Schwankungen unterliegt. Um diese (insbesondere für die digitale Modulation) zu vermeiden, können sowohl der Amplitudengang als auch der Phasengang über die Nutzbandbreite durch geeignete Steuerungssoftware so gesteuert oder geregelt werden, dass das gesamte Uebertragungsmass optimal frequenzunabhängig wird.

Eine dazu geeignete beispielhafte Schaltung des Senders bzw. der Sendeanlage ist in Fig. 10 wiedergegeben. Der Sender 12 der Sendeanlage 10 umfasst eine Leistungsstufe 19 (beim Röhrensender die Endröhre(n); beim halbleiterbestückten Sender die Schaltstufen), welche die Sendeleistung über einen internen Anpasskreis 20 am Ausgang 25 des Senders 12 abgibt. Die Leistungsstufe 19 enthält das zu verstärkende Signal aus einer Signalverarbeitungsvorrichtung 18, wo das aus der Nutzsignalquelle 11 stammende Nutzsignal (Modulation) in geeigneter Weise aufbereitet wird. Um die durch den internen Anpasskreis 20 sowie weitere nichtlineare Effekte hervorgerufenen Änderungen im Uebertragungsmass über die Bandbreite zu kompensieren, wird die Signalverarbeitungsvorrichtung 18 durch eine entsprechende Steuerungssoftware 17 so gesteuert (vorverzerrt), dass alle unerwünschten Schwankungen ausgeglichen werden. Auf diese Weise kommt der Vorteil der erfindungsgemässen Anpassungsschaltung 13 voll zur Geltung.

Die erfindungsgemässe Anpassungsschaltung kann aber auch mit Vorteil bei Richtantennensystemen bzw. Richtstrahlsystemen eingesetzt werden, wo eine



Mehrzahl von Antennen gleichzeitig durch in der Phase und Amplitude entsprechend aufeinander abgestimmte Teilleistungen angesteuert werden, um insgesamt eine gerichtete Abstrahlung zu erreichen. Die Richtstrahlcharakteristik ist einerseits erforderlich, um andere Antennensysteme und Funkdienste nicht zu beeinflussen; sie ist andererseits aber auch erforderlich, um definierte Gebiete abzudecken, die bezogen auf die Sendeanlage nur einen festgelegten Sektor aufspannen. Ein derartiges Richtstrahlsystem ist beispielhaft in Fig. 11 wiedergegeben. Mehrere einzelne Sender  $Tx_1, \dots, Tx_n$  können über eine Matrix 21 (Parallelschaltanordnung) entweder einzeln auf eine Hauptspeiseleitung HL geschaltet werden, oder sie können zur Leistungserhöhung zunächst parallel und dann auf die Hauptspeiseleitung HL geschaltet werden. Auf der Antennenseite wird die HF-Energie über Nebenspeiseleitungen  $NL_1, \dots, NL_n$  auf eine Mehrzahl von Antennen  $A_1, \dots, A_n$  so aufgeteilt, dass die Leistungsverteilung (Amplitude) und die Phasenverteilung das gewünschte Richtstrahldiagramm ergibt. Dabei ist es unerheblich, ob die einzelnen Antennen  $A_1, \dots, A_n$  dicht benachbart (Gruppenstrahler oder "array") oder räumlich voneinander getrennt sind.

Die Leistungsverteilung erfolgt über eine passive Lastverteilerschaltung 22 aus konzentrierten Elementen (Spulen, Kondensatoren) oder einer Parallelschaltung von Admittanzen, deren Suszeptanzen dem Leitungsverhältnis proportional sind. Diese Suszeptanzen können auch über Leitungstransformatoren realisiert werden. Die Phasenverteilung wird durch Phasendrehregler  $PG_1, \dots, PG_n$  erzeugt, die in den Nebenspeiseleitungen  $NL_1, \dots, NL_n$  angeordnet sind, und die aus konzentrierten Elementen (Spulen, Kondensatoren) oder aus Leitungen bestehen. Dabei wird die Phasendrehung, die aus den Längen der Nebenspeiseleitungen  $NL_1, \dots, NL_n$  resultiert, berücksichtigt. Um die jeweils erforderliche Senderleistung optimal in die passiven Antennen  $A_1, \dots, A_n$  einzukoppeln, werden die erfindungsgemässen Anpassungsschaltungen  $AS_1, \dots, AS_n$  benötigt, die so dimensioniert sind, dass eine optimale Einkopplung der Senderleistung nicht nur bei der Trägerfrequenz (im o.g. Beispiel 882 kHz), sondern auch im Frequenzbereich z.B. des modulierenden Audiosignals (Nutzsignals) gegeben ist.

Die vorteilhaften Eigenschaften der erfindungsgemässen Anpassungsschaltungen ermöglichen es aber auch, auf die in Fig. 11 gezeigte passive Lastverteilerschaltung 22 und die Phasendrehregler  $PG_1, \dots, PG_n$  zu verzichten, und statt dessen die Einstellung der Richtstrahlbedingungen durch eine aktive Einprägung über die Sender  $TX_1, \dots, TX_n$  selbst vorzunehmen. Die Sender  $TX_1, \dots, TX_n$  können dann sinnvollerweise zu den Antennenfuss- oder Speisepunkten hin verlagert/verschoben werden, wobei durch Wegfall der Leistungs-Speiseleitungen Kosteneinsparungen wegen entfallender Installation und Wartung und wegen verringerter HF-Verluste zu erwarten sind. Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel für ein solches Richtstrahlensystem mit aktiver Einprägung ist in Fig. 12 dargestellt. Das modulierte Signal aus einer Signalquelle 24 wird hier über einen Referenzoszillator ("master clock") den Sendern  $TX_1, \dots, TX_n$  zugeführt und von den Sendern direkt über entsprechende Nebenspeiseleitungen  $NL_1, \dots, NL_n$  und darin angeordnete (erfindungsgemässe) Anpassungsschaltungen  $AS_1, \dots, AS_n$  in die Antennen  $A_1, \dots, A_n$  eingespeist. Ein oder mehrere Messsonden (Messantennen)  $M_1, \dots, M_n$  im Gelände oder auf benachbarten Gebäuden empfangen das Signal, das von den Antennen  $A_1, \dots, A_n$  abgestrahlt wird und melden ggf. Abweichungen in der Signalamplitude (gleichbedeutend mit Änderungen des Richtstrahldiagramms) an eine Steuerschaltung 23 zurück, welche über entsprechende Stellglieder  $SG_1, \dots, SG_n$  am Eingang der Sender  $TX_1, \dots, TX_n$  ("low power"-Seite) die Ansteuerung der Sender in Amplitude und Phase (im Sinne einer "precorrection") so steuert, dass das gewünschte Richtstrahldiagramm bestätigt oder ggf. korrigiert wird. Es kann aber auch auf die Stellglieder  $SG_1, \dots, SG_n$  verzichtet werden, wenn die "precorrection" in den Sendern  $TX_1, \dots, TX_n$  selbst durch die jeweilige Sendersteuerung erfolgt. Die Rückmeldung von den Messsonden  $M_1, \dots, M_n$  kann über Kabel oder über Funk erfolgen.

Insgesamt ergibt sich mit der Erfindung eine einfache und wirkungsvolle Anpassung von AM-Rundfunksendern an die Sendeantennen, die sich durch ein stark reduziertes Stehwellenverhältnis über eine grössere Bandbreite auszeichnet und

gleichzeitig eine galvanische Trennung zwischen Sender und Antenne bewirkt, und daher insbesondere für halbleiterbestückte Sender sowie beim digitalen AM-Rundfunk grosse Vorteile bietet.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

10	Rundfunksendeanlage
11	Nutzsignalquelle (Tonquelle)
12	Sender
13	Anpassungsschaltung
14	Sendeantenne
15,16	Anpassungs-Teilschaltung
17	Steuerungssoftware
18	Signalverarbeitungsvorrichtung
19	Leistungsstufe
20	Anpasskreis
21	Matrix (Parallelschaltelinrichtung)
22	Lastverteilerschaltung
23	Steuerschaltung
24	Nutzsignalquelle
25	Ausgang (Sender 12)
26	Speiseleitung
a,b,c	Kurve
A1,...,An	Antenne
AS1,...,ASn	Anpassungsschaltung
C1,...,C10	Kapazität
HL	Hauptspeiseleitung
L1,...,L8	Induktivität
M1,...,Mn	Messsonde (Messantenne)
NL1,...,NLn	Nebenspeiseleitung
PG1,...,PGn	Phasendrehregler
S1,S2	Schalter

SG1,...,SGn	Stellglied
Tx1,...,Txn	Sender

## PATENTANSPRÜCHE

1. Rundfunksendeanlage (10), insbesondere für den Langwellen-, Mittelwellen- oder Kurzwellenbereich, mit wenigstens einem Sender (12), wenigstens einer Speiseleitung (26) und wenigstens einer Sendeantenne (14), welche wenigstens eine Sendeantenne (14) zur Impedanzanpassung über eine Kapazitäten (C1,...,C10) und Induktivitäten (L1,...,L8) bzw. Leitungstransformatoren enthaltende Anpassungsschaltung (13) an den Ausgang (25) des wenigstens einen Senders (12) angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Anpassungsschaltung (13) eine erste, als Bandpass ausgebildete Anpassungs-Teilschaltung (15) umfasst, deren Ein- und Ausgang über gekoppelte Induktivitäten (L3, L4; L6, L7) miteinander in Wirkverbindung stehen, und dass der ersten Anpassungs-Teilschaltung (15) wenigstens eine zweite Anpassungs-Teilschaltung (16) parallel oder in Serie geschaltet ist.

2. Rundfunksendeanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Anpassungs-Teilschaltung (16) der ersten Anpassungs-Teilschaltung (15) in Serie geschaltet ist, und dass die die zweite Anpassungs-Teilschaltung (16) der ersten Anpassungs-Teilschaltung (15) nachgeschaltet ist.

3. Rundfunksendeanlage nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Anpassungs-Teilschaltung (15) zwei miteinander verkoppelte Induktivitäten (L3, L4 bzw. L6, L7) und zu jeder der Induktivitäten (L3, L4 bzw. L6, L7) eine parallelgeschaltete Kapazität (C4, C5 bzw. C8, C9) aufweist.

4. Rundfunksendeanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Anpassungs-Teilschaltung (16) ein  $\pi$ -Glieder mit zwei Kapazitäten (C6, C7) und einer zwischen den Kapazitäten (C6, C7) als Längsglieder geschalteten Induktivität (L5) umfasst.

5. Rundfunksendeanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Anpassungs-Teilschaltung (16) ein LC-Glied mit einer gegen Erde geschalteten Kapazität (C10) und einer in Serie geschalteten Induktivität (L8) umfasst.

6. Rundfunksendeanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, welche Sendesignale mit einer vorgegebenen Bandbreite aussendet, dadurch gekennzeichnet, dass, insbesondere bei einer digitalen Uebertragung des Nutzsignals, innerhalb des wenigstens einen Senders (12) zusätzliche Mittel (17, 18) vorhanden sind, welche die im Sender (12) innerhalb der Bandbreite auftretenden unerwünschten Amplituden- und Phasenänderungen kompensieren.

7. Rundfunksendeanlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Sender (12) eine durch eine Steuerungssoftware (17) gesteuerte Signalverarbeitungsvorrichtung (18) umfasst, in welcher das aus der Nutzsignalquelle (11) stammende Nutzsignal aufbereitet und nach der Aufbereitung an eine nachfolgende Leistungsstufe (19) weitergeleitet wird, und dass in der Signalverarbeitungsvorrichtung (18) Amplitude und Phase des aufbereiteten Nutzsignals über die Bandbreite so gesteuert bzw. verändert werden, dass die im Sender (12) auftretenden Amplituden- und Phasengängänderungen kompensiert werden.

8. Rundfunksendeanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrzahl von Antennen ( $A_1, \dots, A_n$ ), welche wahlweise mit einem oder mehreren Sendern ( $TX_1, \dots, TX_n$ ) verbindbar sind, ein Richtstrahlssystem bilden, und dass jeder der Antennen ( $A_1, \dots, A_n$ ) eine eigene Anpassungsschaltung ( $AS_1, \dots, AS_n$ ) zugeordnet ist, welche eine erste, als Bandpass ausgebildete Anpassungs-Teilschaltung (15) und wenigstens eine zweite in Serie geschaltete Anpassungs-Teilschaltung (16) umfasst.

9. Rundfunksendeanlage nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Sendeleistung der einzelnen Sender (TX1,...,TXn) wahlweise auf eine gemeinsame Hauptspeiseleitung (HL) aufschaltbar ist, dass die über die Hauptspeiseleitung (HL) übertragene Sendeleistung in einer am Ausgang der Hauptspeiseleitung (HL) angeordneten Lastverteilerschaltung (22) auf einzelne zu den Antennen (A1,...,An) führende Nebenspeiseleitungen (NL1,...,NLn) aufgeteilt wird, dass in den Nebenspeiseleitungen (NL1,...,NLn) jeweils Phasendrehregler (PG1,...,PGn) zur Einstellung und ggf. Regelung der Phase an der jeweiligen Antenne (A1,...,An) vorgesehen sind, und dass die Anpassungsschaltungen (AS1,...,ASn) jeweils zwischen den Phasendrehreglern (PG1,...,PGn) und den Antennen (A1,...,An) angeordnet sind.

10. Rundfunksendeanlage nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Antenne (A1,...,An) über eine Nebenspeiseleitung (NL1,...,NLn) ein eigener Sender (TX1,...,TXn) zugeordnet ist, dass die Anpassungsschaltungen (AS1,...,ASn) jeweils zwischen den Sendern (TX1,...,TXn) und den Antennen (A1,...,An) angeordnet sind, und dass jedem der Sender (TX1,...,TXn) das aus einer gemeinsamen Nutzsignalquelle (24) stammende Nutzsignal über ein Stellglied (SG1,...,SGn) zugeführt wird, durch welches Stellglied (SG1,...,SGn) die Amplitude und Phase für den jeweiligen Sender eingestellt wird.

11. Rundfunksendeanlage nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das von dem Richtstrahlssystem (TX1,...,TXn; A1,...,An) abgestrahlte Signal von einer oder mehreren Messsonden bzw. Messantennen (M1,...,Mn) aufgenommen wird, und bei Abweichungen der Messsignale von vorgegebenen Sollwerten eine Steuerschaltung (23) über die Stellglieder (SG1,...,SGn) die Amplitude und Phase für die einzelnen Sender (TX1,...,TXn) zur Aufhebung der Abweichungen vorkorrigiert.

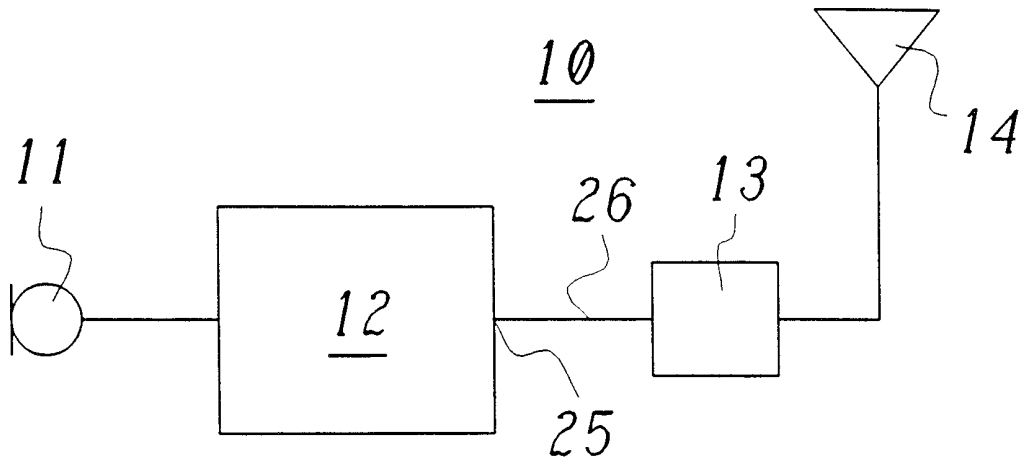


Fig. 1

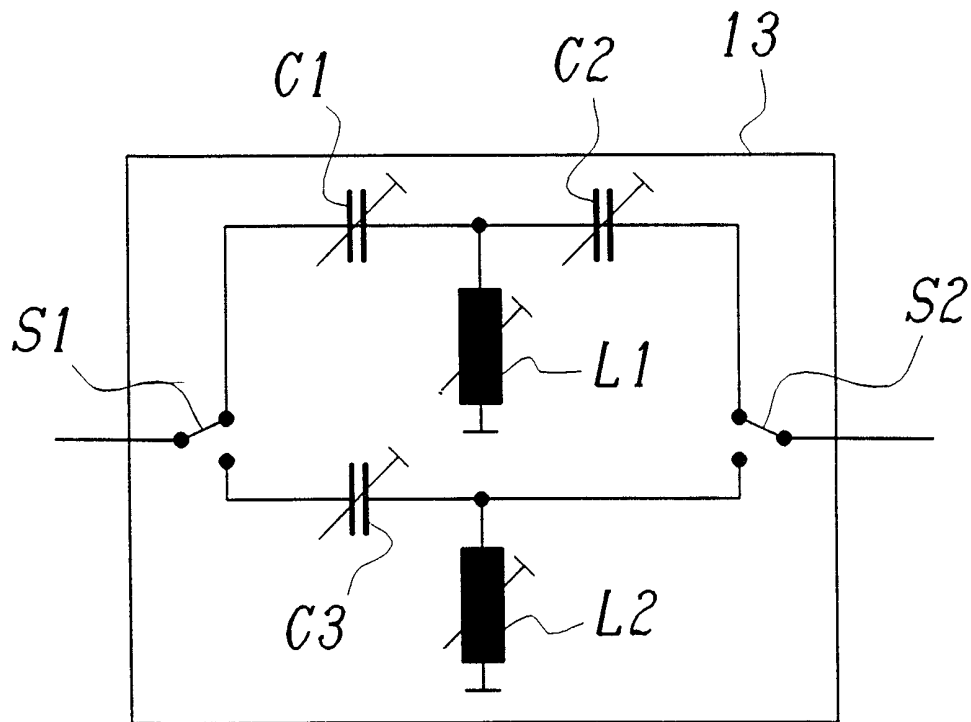


Fig. 2



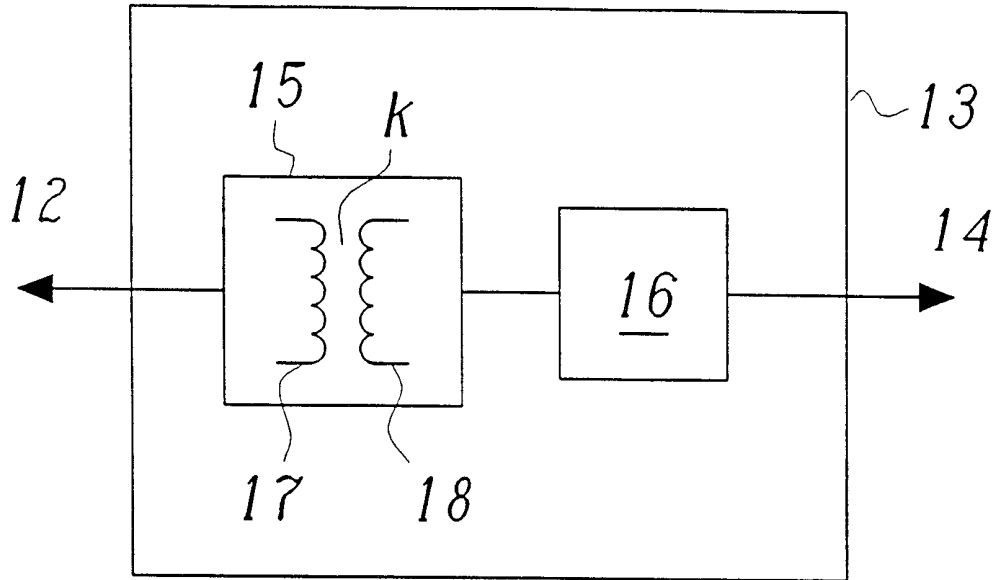


Fig. 3

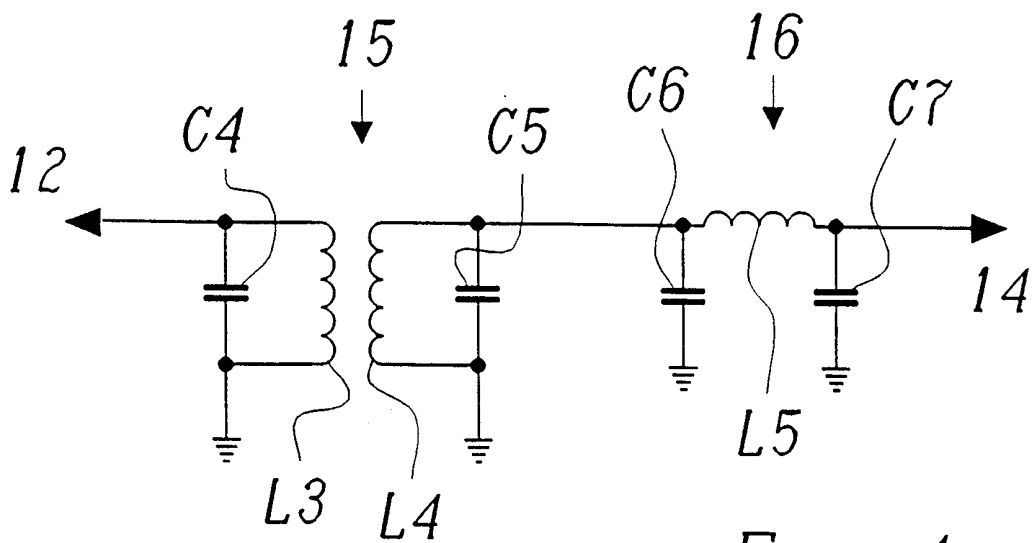


Fig. 4

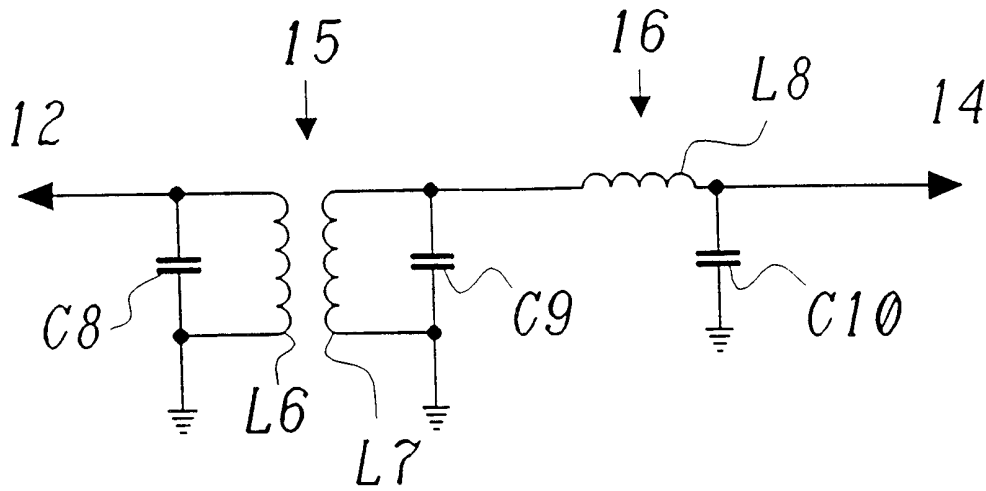


Fig. 5

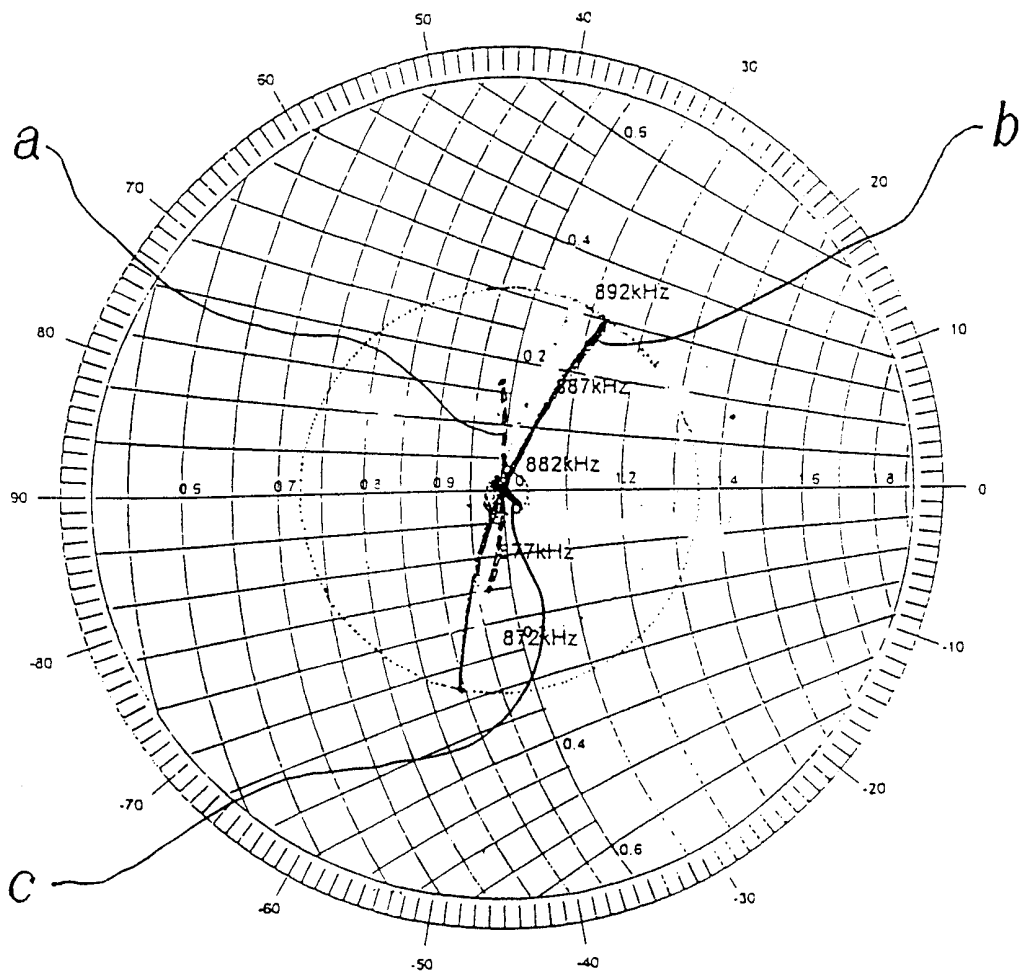
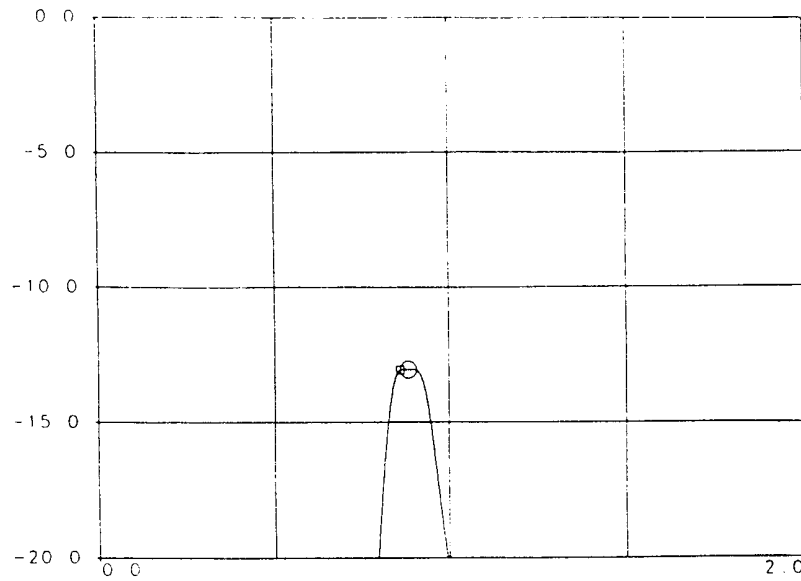
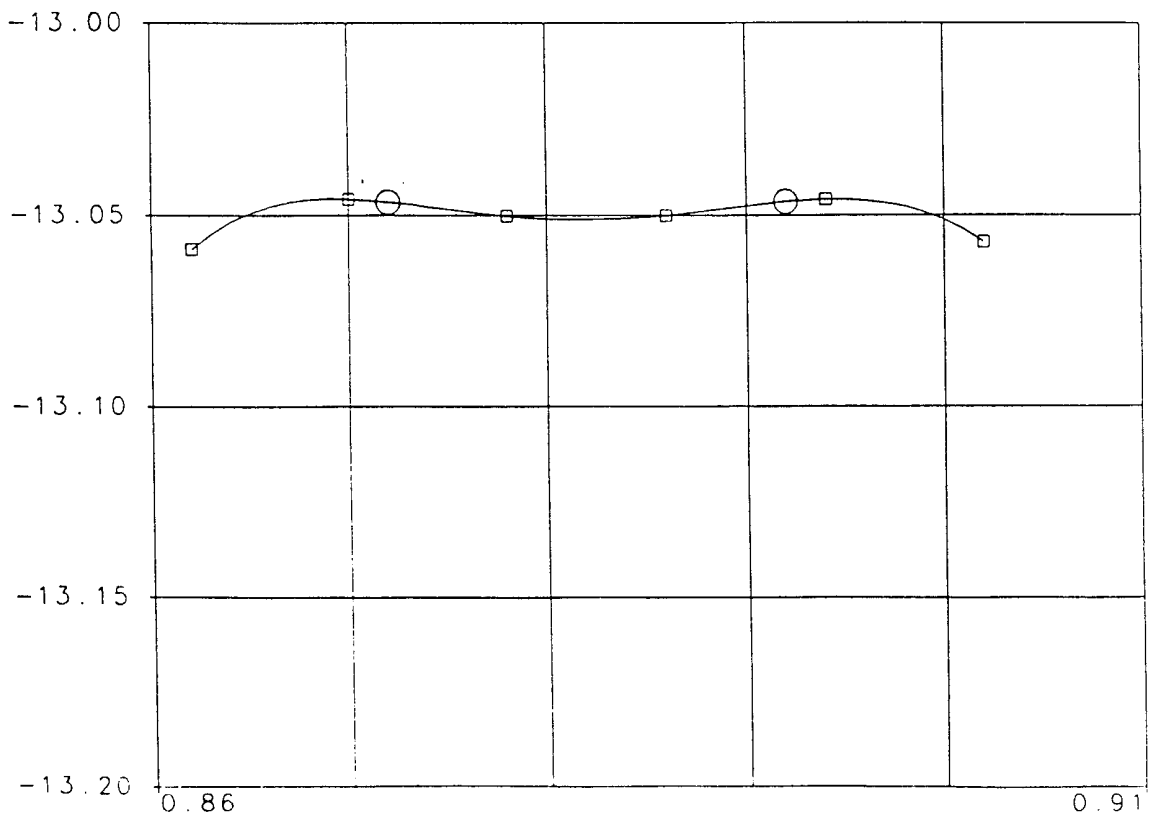


Fig. 6



$f$  (MHz)  $\longrightarrow$

*Fig. 7*



$f$  (MHz)  $\longrightarrow$

*Fig. 8*

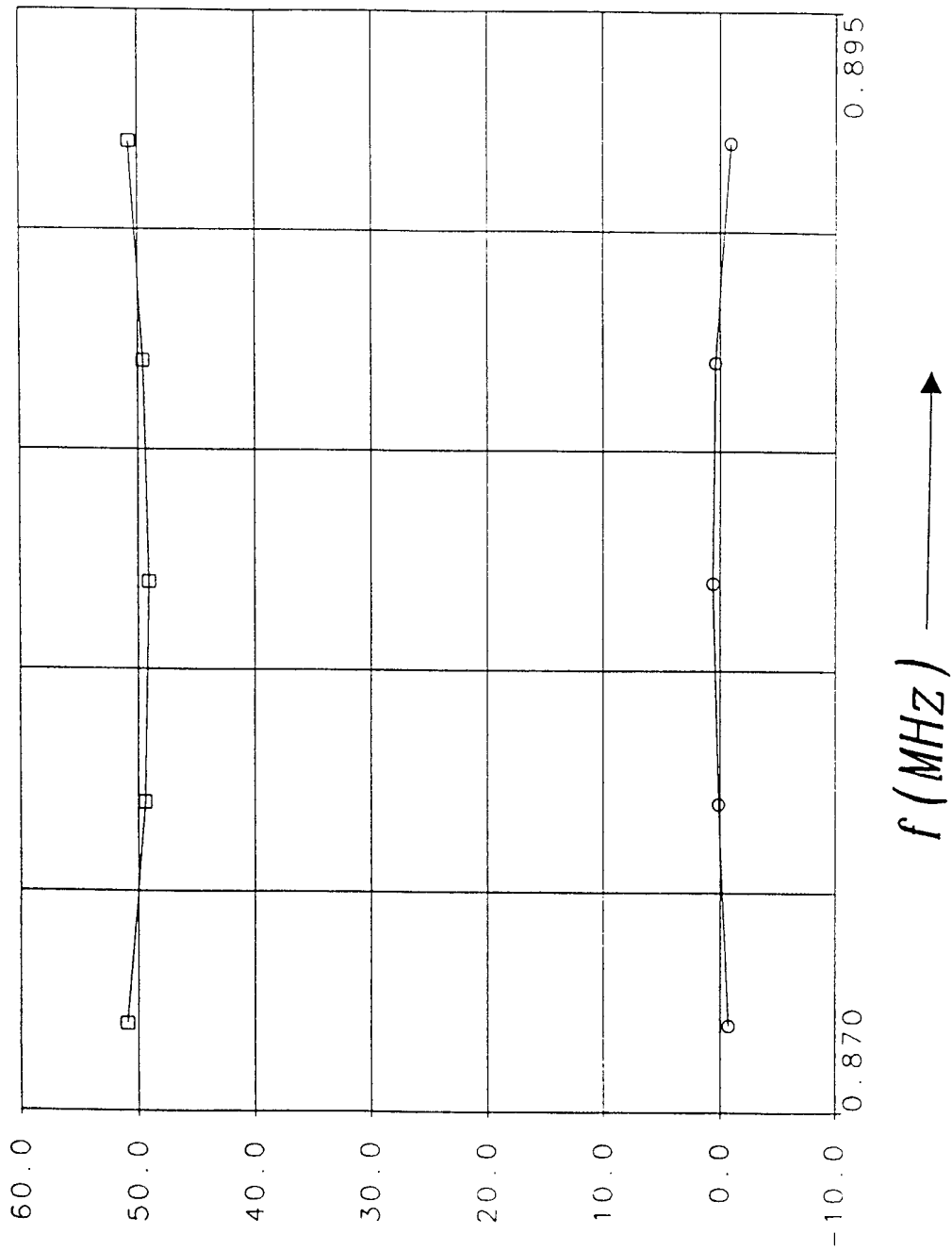


Fig. 9

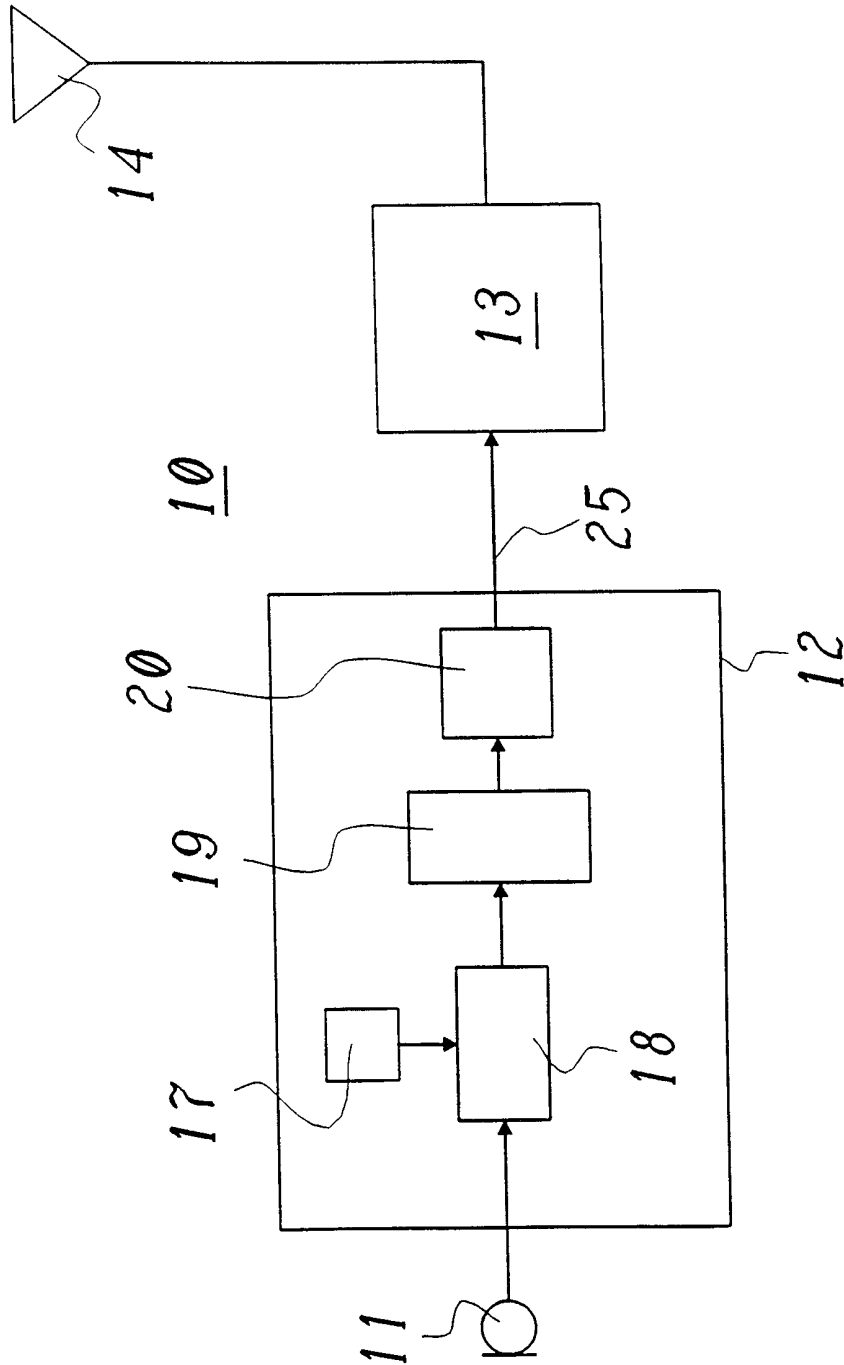


Fig. 10

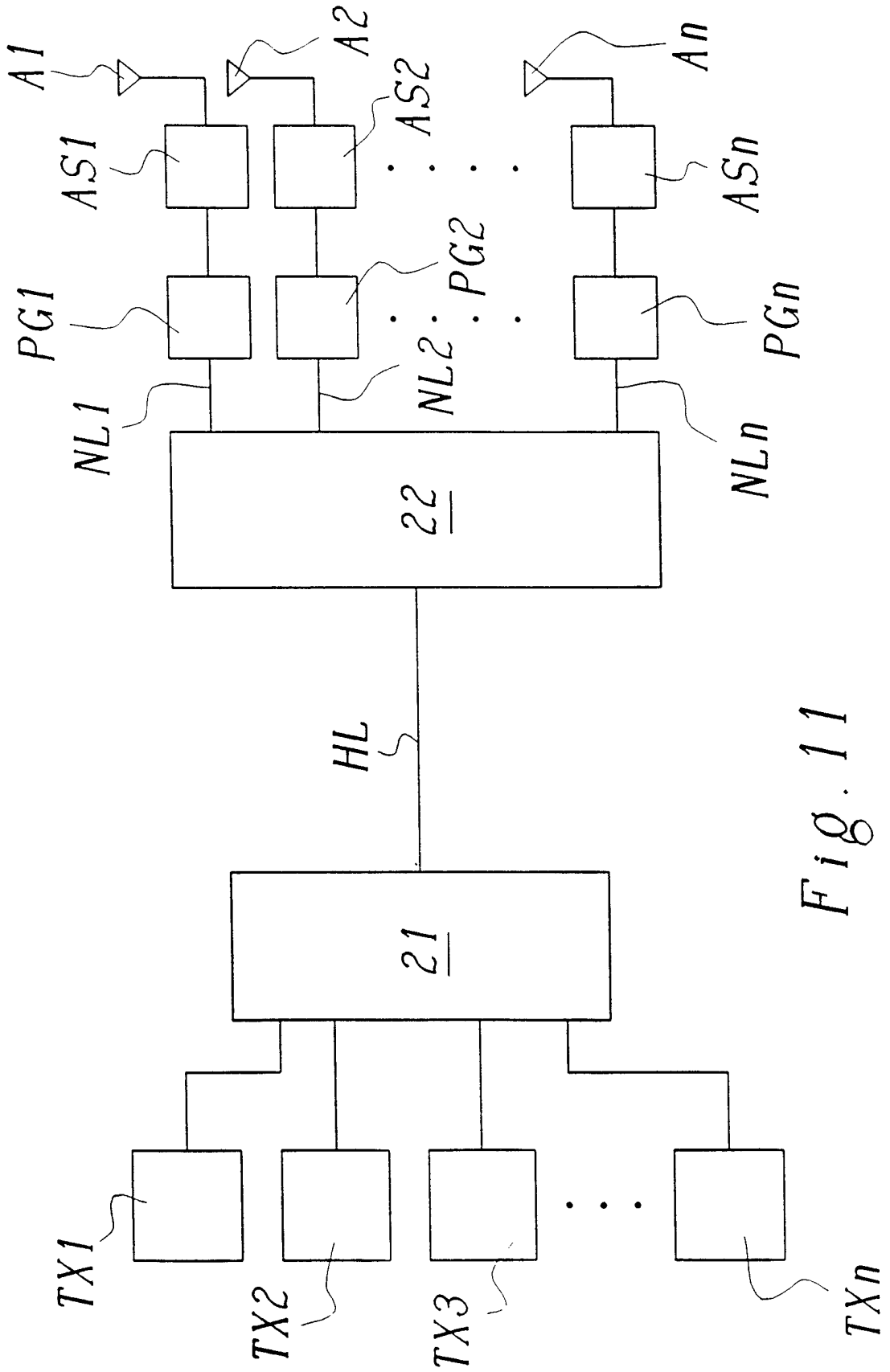


Fig. 11

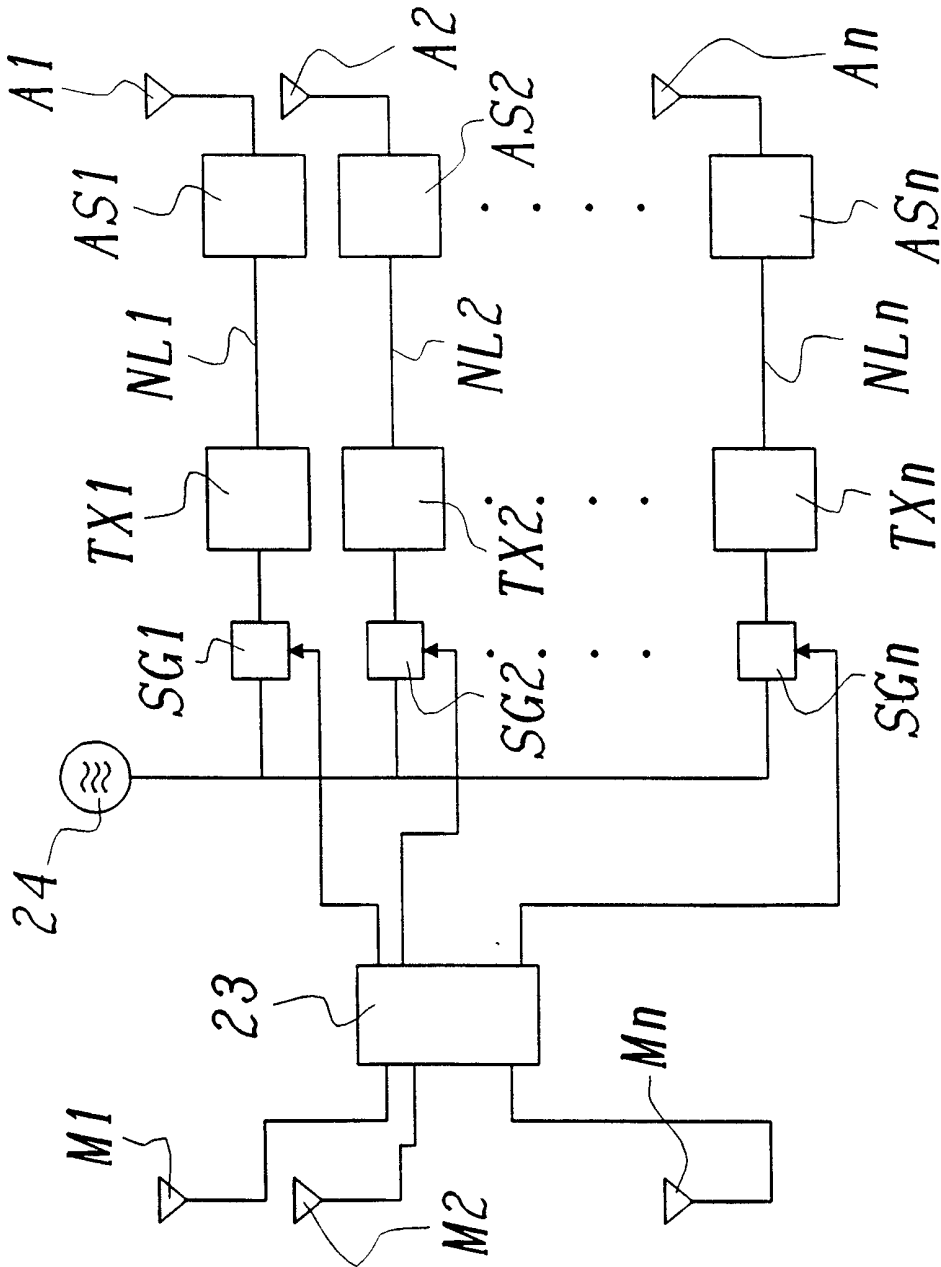


Fig. 12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte. onal Application No

PCT/CH 99/00144

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 6 H04B1/04 H01Q3/26 H03H7/38

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

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H04B H01Q H03H G01S

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

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	V D KUZNETSOV: "Broadcast Transmitter-Antenna Matching" TELECOMMUNICATIONS AND RADIO ENGINEERING, vol. 26/27, no. 12, December 1972, pages 28-31, XP002107911	1-5
Y	see page 28 - page 31; figure 7 ---	6-8
Y	US 5 732 333 A (COSTESCU FLAVIU C ET AL) 24 March 1998 see abstract see column 2, line 41 - column 3, line 32 see figure 2 --- -/--	6,7

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

Special categories of cited documents :

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

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

Date of the actual completion of the international search

5 July 1999

Date of mailing of the international search report

20/07/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Tzimeas, K



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. l. Application No

PCT/CH 99/00144

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EGUIZABAL A L: "A COLLECTION OF IMPEDANCE-MATCHING-NETWORK DESIGN EQUATIONS AND PROGRAMS" RF DESIGN, vol. 18, no. 11, 1 November 1995, pages 88-90, 92, XP000548239 see page 88; figure 1 -----	1-11
Y	US 4 806 944 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY, SYRACUSE, NY.) 21 February 1989	8
A	see abstract see figures 1,6,7 see column 2, line 10 - column 3, line 14 -----	9-11
A	US 5 471 647 A (THE LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY, STANFORD, CALIF.) 28 November 1995 see abstract see column 1, line 46 - column 2, line 7 see column 3, line 30 - line 48 see figure 3A -----	11
A	US 5 457 465 A (BALL CORPORATION, MUNICE, IND) 10 October 1995 see abstract see column 2, line 29 - column 5, line 15 see figure 1 -----	9
A	WO 97 21284 A (ERICSSON, INC.) 12 June 1997 see abstract see page 1 - page 5 see figures 1,2 -----	10,11

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/CH 99/00144

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5732333    A	24-03-1998	AU 1832097 A CN 1211355 A EP 0878056 A WO 9730521 A	02-09-1997 17-03-1999 18-11-1998 21-08-1997
US 4806944    A	21-02-1989	DD 293931 A	12-09-1991
US 5471647    A	28-11-1995	US 5634199 A	27-05-1997
US 5457465    A	10-10-1995	NONE	
WO 9721284    A	12-06-1997	US 5909460 A AU 1157297 A CA 2239513 A CN 1209234 A EP 0865692 A	01-06-1999 27-06-1997 12-06-1997 24-02-1999 23-09-1998

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 99/00144

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 IPK 6 H04B1/04 H01Q3/26 H03H7/38

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 H04B H01Q H03H G01S

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

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

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	V D KUZNETSOV: "Broadcast Transmitter-Antenna Matching" TELECOMMUNICATIONS AND RADIO ENGINEERING, Bd. 26/27, Nr. 12, Dezember 1972, Seiten 28-31, XP002107911	1-5
Y	siehe Seite 28 - Seite 31; Abbildung 7	6-8
Y	US 5 732 333 A (COSTESCU FLAVIU C ET AL) 24. März 1998 siehe Zusammenfassung siehe Spalte 2, Zeile 41 - Spalte 3, Zeile 32 siehe Abbildung 2	6,7

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. Juli 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

20/07/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Tzimeas, K

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 99/00144

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EGUIZABAL A L: "A COLLECTION OF IMPEDANCE-MATCHING-NETWORK DESIGN EQUATIONS AND PROGRAMS" RF DESIGN, Bd. 18, Nr. 11, 1. November 1995, Seiten 88-90, 92, XP000548239 siehe Seite 88; Abbildung 1 ---	1-11
Y	US 4 806 944 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY, SYRACUSE, NY.) 21. Februar 1989	8
A	siehe Zusammenfassung siehe Abbildungen 1,6,7 siehe Spalte 2, Zeile 10 - Spalte 3, Zeile 14 ---	9-11
A	US 5 471 647 A (THE LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY, STANFORD, CALIF.) 28. November 1995 siehe Zusammenfassung siehe Spalte 1, Zeile 46 - Spalte 2, Zeile 7 siehe Spalte 3, Zeile 30 - Zeile 48 siehe Abbildung 3A ---	11
A	US 5 457 465 A (BALL CORPORATION, MUNICE, IND) 10. Oktober 1995 siehe Zusammenfassung siehe Spalte 2, Zeile 29 - Spalte 5, Zeile 15 siehe Abbildung 1 ---	9
A	WO 97 21284 A (ERICSSON, INC.) 12. Juni 1997 siehe Zusammenfassung siehe Seite 1 - Seite 5 siehe Abbildungen 1,2 -----	10,11

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 99/00144

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5732333	A	24-03-1998	AU	1832097 A	02-09-1997
			CN	1211355 A	17-03-1999
			EP	0878056 A	18-11-1998
			WO	9730521 A	21-08-1997
US 4806944	A	21-02-1989	DD	293931 A	12-09-1991
US 5471647	A	28-11-1995	US	5634199 A	27-05-1997
US 5457465	A	10-10-1995	KEINE		
WO 9721284	A	12-06-1997	US	5909460 A	01-06-1999
			AU	1157297 A	27-06-1997
			CA	2239513 A	12-06-1997
			CN	1209234 A	24-02-1999
			EP	0865692 A	23-09-1998