



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 5726/79

㉔ Anmeldungsdatum: 19.06.1979

㉓ Priorität(en): 22.06.1978 NL 7806727

㉒ Patent erteilt: 28.02.1985

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 28.02.1985

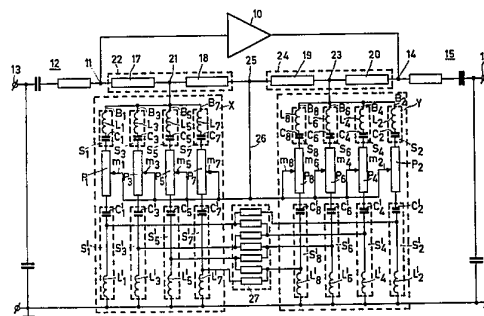
㉑ Inhaber:
N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven
(NL)

㉒ Erfinder:
Van Doorn, Willem, Hilversum (NL)

㉓ Vertreter:
Patentanwalts-Bureau Isler AG, Zürich

⑤④ **Entzerrungsnetzwerk, insbesondere für Koaxialkabel.**

⑤⑦ Das Entzerrungsnetzwerk hat eine Anzahl von in unterschiedlichen Frequenzteilländern wirksamen Dämpfungszweigen ($B_1, \dots, B_8$). Jeder Dämpfungszweig ($B_1, \dots, B_8$) ist durch die Reihenschaltung eines ersten Reihenresonanzkreises ($S_1, \dots, S_8$), eines Potentiometers ($P_1, \dots, P_8$) mit beweglichem Kontakt ($m_1, \dots, m_8$) und einem zweiten Reihenresonanzkreis ($S'_1, \dots, S'_8$) gebildet, wobei die beiden Reihenresonanzkreise jeweils auf die gleiche Frequenz abgestimmt sind. Der Gegenkopplungskreis eines einzigen Verstärkers (10) weist eine Reihenschaltung von zwei Paaren reihengeschalteter Widerstände (17, 18; 19, 20) auf. Der Verbindungspunkt (21; 23) jedes Paares (17, 18; 19, 20) ist an eine von zwei Gruppen (X, Y) von Dämpfungszweigen ($B_1, \dots, B_8$) angeschlossen. Der Verbindungspunkt (25) der beiden Paare von Widerständen (17, 18; 19, 20) ist mit allen beweglichen Kontakten ($m_1, \dots, m_8$) der Potentiometer ($P_1, \dots, P_8$) verbunden. Dieses Entzerrungsnetzwerk eignet sich zum Entzerren eines breiten Frequenzbandes bei relativ geringer Nulldämpfung, insbesondere für Koaxialkabel.



PATENTANSPRÜCHE

1. Entzerrungsnetzwerk zum Entzerren der Frequenzkennlinie, mit einer Anzahl einstellbarer, in unterschiedlichen Frequenzteilbändern wirksamer Dämpfungszweige ($B_1 \dots B_8$), insbesondere für Koaxialkabel, dadurch gekennzeichnet, dass jeder der Dämpfungszweige ($B_1 \dots B_8$) durch die Reihenschaltung aus einem ersten Reihenresonanzkreis ($S_1 \dots S_8$), einem Potentiometer ($P_1 \dots P_8$) mit beweglichem Kontakt ($m_1 \dots m_8$) und einem zweiten Reihenresonanzkreis ($S'_1 \dots S'_8$) gebildet wird, welcher erste und zweite Reihenresonanzkreis beide auf dieselbe in dem betreffenden Frequenzteilband liegende Abstimmfrequenz abgestimmt sind, dass die Gesamtanzahl Dämpfungszweige ($B_1 \dots B_8$) in eine erste und eine zweite Gruppe (X, Y) aufgeteilt ist, und zwar derart, dass Dämpfungszweige ($B_1, B_3, B_5, B_7; B_2, B_4, B_6, B_8$) mit nebeneinander liegenden Abstimmfrequenzen unterschiedlichen Gruppen (X, Y) zugehören, dass die einer Gruppe (X, Y) zugehörenden Dämpfungszweige parallelgeschaltet und auf einer Seite mit Erde verbunden sind, dass das Netzwerk weiterhin einen Verstärker (10) enthält, dessen Eingang (11) über eine Anpassungsimpedanz (12) an eine Eingangsklemme (13) des Netzwerkes angeschlossen ist und dessen Ausgang (14) einerseits über eine Anpassungsimpedanz (15) mit einem Ausgang (16) des Netzwerkes und andererseits über einen parallelen Gegenkopplungskreis mit dem Verstärkereingang (11) verbunden ist, dass der genannte Gegenkopplungskreis durch die Reihenschaltung aus einem ersten und einem zweiten Paar (22, 24) reihengeschalteter Widerstände gebildet wird, dass der Verbindungspunkt (21) der das erste Paar (22) bildenden Widerstände (17, 18) und der Verbindungspunkt (23) der das zweite Paar (24) bildenden Widerstände (19, 20) an das von Erde abgewandte Ende der ersten bzw. zweiten Gruppe (X, Y) parallelgeschalteter Dämpfungszweige ($B_1 \dots B_8$) angeschlossen sind und dass der Verbindungspunkt (25) des ersten Paares (22) und des zweiten Paares (24) von Widerständen mit allen beweglichen Potentiometerkontakten ($m_1 \dots m_8$) der beiden Gruppen (X, Y) von Dämpfungszweigen ($B_1 \dots B_8$) verbunden ist.

2. Entzerrungsnetzwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Resonanzkreise ($S'_1 \dots S'_8$) in nebeneinanderliegenden Frequenzteilbändern wirksamer Dämpfungszweige ($B_1 \dots B_8$) durch Entkopplungswiderstände (27) gegenseitig entkoppelt sind.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Entzerrungsnetzwerk mit einer Anzahl einstellbarer, in untereinander verschiedenen Frequenzteilbändern wirksamer Dämpfungszweige, zum Entzerren der Frequenzkennlinie, insbesondere zum Gebrauch bei Übertragung von Signalen über ein Koaxialkabel.

Bei Verwendung in Systemen zur Übertragung von Trägerfernsprechsignalen oder Fernsehsignalen über ein Koaxialkabel muss ein derartiges Entzerrungsnetzwerk zum Entzerren von Restfehlern in einem breiten Frequenzband geeignet sein. Um diese Anforderung zu erfüllen, ist es an sich bekannt, jeden der Dämpfungszweige des Entzerrungsnetzwerkes als einstellbares Bode-Netzwerk auszubilden. Jedes Bode-Netzwerk wird bei der Mittelfrequenz auf den erforderlichen Dämpfungswert eingestellt, damit die im betreffenden Frequenzteilband vorhandene Abweichung (Ausbeulung oder Eindrückung) in der Pegelkennlinie ausgeglichen wird. Bode-Netzwerke enthalten jedoch relativ viele Bauelemente. Ausserdem müssen die einzelnen Bode-Netzwerke durch Verstärker voneinander getrennt werden, damit vermieden wird, dass die Bode-Netzwerkimpedanzen sich gegenseitig beeinflussen. Ein mit Hilfe von Bode-Netzwerken verwirklichtes Entzer-

rungsnetzwerk ist daher in seinem Aufbau kompliziert. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass für jedes der Bode-Netzwerke eine Nenndämpfung notwendig ist, die dem erforderlichen Regelbereich mindestens entspricht, so dass man zum Entzerren in einem breiten Frequenzband mit z.B. 8 Frequenzteilbändern eine Nulldämpfung von etwa 30 dB hat.

Die Erfindung hat nun zur Aufgabe, ein Entzerrungsnetzwerk der eingangs erwähnten Art zu schaffen, das sich zum Entzerren eines breiten Frequenzbandes eignet, eine relativ geringe Nulldämpfung aufweist und ausserdem im Aufbau einfach ist.

Nach der Erfindung weist ein derartiges Entzerrungsnetzwerk das Kennzeichen auf, dass jeder der Dämpfungszweige durch die Reihenschaltung aus einem ersten Reihenresonanzkreis, einem Potentiometer mit beweglichem Kontakt und einem zweiten Reihenresonanzkreis gebildet wird, welcher erste und zweite Reihenresonanzkreis beide auf dieselbe, in dem betreffenden Frequenzteilband liegende Abstimmfrequenz abgestimmt sind, dass die Gesamtanzahl der Dämpfungszweige in eine erste und eine zweite Gruppe aufgeteilt ist, und zwar derart, dass Dämpfungszweige mit nebeneinander liegenden Abstimmfrequenzen unterschiedlichen Gruppen zugehören, dass die einer Gruppe zugehörenden Dämpfungszweige parallelgeschaltet und auf einer Seite mit Erde verbunden sind, dass das Netzwerk weiterhin einen Verstärker enthält, dessen Eingang über eine Anpassungsimpedanz an eine Eingangsklemme des Netzwerkes angeschlossen ist und dessen Ausgang einerseits über eine Anpassungsimpedanz mit einem Ausgang des Netzwerkes und andererseits über einen parallelen Gegenkopplungskreis mit dem Verstärkereingang verbunden ist, dass der genannte Gegenkopplungskreis durch die Reihenschaltung aus einem ersten und einem zweiten Paar reihengeschalteter Widerstände gebildet wird, dass der Verbindungspunkt der das erste Paar bildenden Widerstände und der Verbindungspunkt der das zweite Paar bildenden Widerstände an das von Erde abgewandte Ende der ersten bzw. zweiten Gruppe parallel geschalteter Dämpfungszweige angeschlossen sind und dass der Verbindungspunkt des ersten Paares und des zweiten Paares von Widerständen mit allen beweglichen Potentiometerkontakten beider Gruppen von Dämpfungszweigen verbunden ist.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

Das dargestellte Entzerrungsnetzwerk ist zum Entzerren eines breiten Frequenzbandes eingerichtet und ist dazu mit acht in unterschiedlichen Frequenzteilbändern wirksamen Dämpfungszweigen $B_1, B_2 \dots B_8$ versehen. Diese Dämpfungszweige haben alle denselben Aufbau. Zur Unterscheidung der den unterschiedlichen Dämpfungszweigen zugehörenden entsprechenden Teile sind die diesen Teilen zugeordneten Bezugszeichen in der Figur mit einem auf den betreffenden Dämpfungszweig hinweisenden Index versehen. So wird der Dämpfungszweig B_1 durch die Reihenschaltung aus einem ersten Reihenresonanzkreis S_1 , einem Potentiometer P_1 mit beweglichem Kontakt m_1 und einem zweiten Reihenresonanzkreis S'_1 gebildet. Der zweite Dämpfungszweig B_2 wird durch die Reihenschaltung aus einem ersten Resonanzkreis S_2 , einem Potentiometer P_2 mit beweglichem Kontakt m_2 und einem zweiten Reihenresonanzkreis S'_2 gebildet. Die Reihenresonanzkreise S_1 bis einschliesslich S_8 werden je durch die Reihenschaltung aus einer Spule L_1 bzw. $L_2 \dots L_8$ und einem Kondensator C_1 bzw. $C_2 \dots C_8$ gebildet. Die Reihenresonanzkreise S'_1 bis einschliesslich S'_8 werden je durch die Reihenschaltung aus einer Spule L'_1 bzw. $L'_2 \dots L'_8$ und einem Kondensator C'_1 bzw. $C'_2 \dots C'_8$ gebildet. Je Dämpfungszweig sind der erste und der zweite Reihenresonanzkreis beide auf dieselbe Frequenz abgestimmt. Diese Abstimmfrequenz bestimmt das Frequenzteilband, in dem der betreffende

Dämpfungszweig wirksam ist. Die acht Dämpfungszweige $B_1, B_2, \dots, B_8$ sind in unterschiedlichen aufeinanderfolgenden Frequenzteilbändern wirksam. Diese Gesamtanzahl der Dämpfungszweige ist in zwei Gruppen X bzw. Y zu je vier Dämpfungszweigen aufgeteilt, und zwar derart, dass in nebeneinander liegenden Frequenzteilbändern wirksame Dämpfungszweige unterschiedlichen Gruppen zugehören. Dementsprechend umfasst die erste Gruppe X die Dämpfungszweige B_1, B_3, B_5 und B_7 , während die zweite Gruppe Y die Dämpfungszweige B_2, B_4, B_6 und B_8 umfasst. Wie die Figur zeigt, sind die einer Gruppe zugehörigen Dämpfungszweige parallelgeschaltet und mit Erde verbunden. Das bisher beschriebene Netzwerk enthält weiterhin einen Verstärker 10 mit einem Eingang 11, der über eine Anpassungsimpedanz 12 an eine Eingangsklemme 13 des Netzwerkes angeschlossen ist, und mit einem Ausgang 14, der einerseits über eine Anpassungsimpedanz 15 mit einer Ausgangsklemme 16 des Netzwerkes und andererseits über einen parallel zum Verstärker 10 liegenden Gegenkopplungskreis mit dem Verstärkereingang 10 verbunden ist. Dieser parallele Gegenkopplungskreis wird dabei durch die Reihenschaltung aus vier Widerständen 17, 18, 19 und 20 gebildet. Insbesondere sind die Widerstände 17 und 18 miteinander am Punkt 21 verbunden und bilden zusammen ein erstes Paar 22, während die Widerstände 19 und 20 miteinander am Punkt 23 verbunden sind und ein zweites Paar 24 bilden. Die genannten Paare 22 und 24 sind am Punkt 25 miteinander verbunden.

Der Verbindungspunkt 21 der das erste Paar 22 bildenden Widerstände 17 und 18 und der Verbindungspunkt 23 der das zweite Paar 24 bildenden Widerstände 19 und 20 sind an das von Erde abgewandte Ende der ersten und der zweiten Gruppe X bzw. Y parallelgeschalteter Dämpfungszweige B_1, B_3, B_5 und B_7 bzw. B_2, B_4, B_6 und B_8 angeschlossen. Der Verbindungspunkt 25 des genannten ersten und zweiten Paares von Widerständen 22 und 24 ist mit allen beweglichen Kontakten m_1 bis einschliesslich m_8 der Potentiometer P_1 bis einschliesslich P_8 der beiden Gruppen von Dämpfungszweigen verbunden.

Die Eingangsimpedanz und die Ausgangsimpedanz entsprechen beide der Leitungsimpedanz (75 Ohm) und werden von der Stellung der jeweiligen Potentiometer P_1 bis einschliesslich P_8 nicht beeinflusst.

Weiterhin ist der gegengekoppelte Verstärker 10 derart bemessen, dass die Verstärkung über das ganze Frequenzband gleich 1 ist, wenn alle Potentiometer P_1 bis einschliesslich P_8 sich in der Mittelstellung befinden. Je Frequenzteilband kann die Verstärkung kleiner oder grösser als 1 gemacht werden, und zwar dadurch, dass der bewegliche Kontakt des Potentiometers des im betreffenden Frequenzteilband wirksamen Dämpfungszweiges aus der Mittelstellung nach oben bzw. nach unten bewegt wird. Insbesondere bildet der zwischen dem Ausgang 14 und dem Eingang 11 des Verstärkers 10 liegende Gegenkopplungskreis einen Spannungsteilkreis, der aus der Reihenschaltung aus den Widerständen 17, 18, 19 und 20 besteht. Die Dämpfungszweige B_1, B_3, B_5 und B_7 der ersten Gruppe X sind parallel zwischen Erde und dem Verbindungspunkt 21 der Widerstände 17 und 18 angeschlossen, während die Dämpfungszweige B_2, B_4, B_6 und B_8 der zweiten Gruppe Y parallel zwischen Erde und dem gemeinsamen Verbindungspunkt der Widerstände 19 und 20 liegen. Weiterhin sind alle beweglichen Kontakte m_1, m_3, m_5 und m_7 der Potentiometer P_1, P_3, P_5 bzw. P_7 , die zu den Dämpfungszweigen der ersten Gruppe X gehören, und alle beweglichen Kontakte m_2, m_4, m_6 und m_8 der Potentiometer P_2, P_4, P_6 bzw. P_8 , die zu den Dämpfungszweigen der zweiten Gruppe Y gehören, miteinander und über eine gemeinsame Leitung 26 mit dem Verbindungspunkt 25 der Widerstände 18 und 19 verbunden. Die Folge davon ist, dass der einen Teil des Gegenkopplungskrei-

ses bildende Widerstand 18 frequenzselektiv, d.h. je Frequenzteilband, durch den eingestellten Widerstandswert des Potentiometers P_1, P_3, P_5 bzw. P_7 des im betreffenden Frequenzteilband wirksamen Dämpfungszweiges B_1, B_3, B_5 bzw. B_7 überbrückt ist und dass der einen Teil des Gegenkopplungskreises bildende Widerstand 19 frequenzselektiv, d.h. je Frequenzteilband, durch den eingestellten Widerstandswert des Potentiometers P_2, P_4, P_6 bzw. P_8 des im betreffenden Frequenzteilband wirksamen Dämpfungszweiges B_2, B_4, B_6 bzw. B_8 überbrückt ist. Dadurch wird erreicht, dass der Gegenkopplungsfaktor des Verstärkers 10 je Frequenzteilband abhängig von den dem Widerstand 18 bzw. 19 parallelgeschalteten Potentiometerwiderstandswerten einstellbar ist. Es wird vorausgesetzt, dass der Dämpfungszweig B_1 der Gruppe X in dem Frequenzteilband wirksam ist, dessen Mittelfrequenz dem Wert f_{01} entspricht, wobei dann der erste und der zweite Reihenresonanzkreis S_1 bzw. S'_1 beide auf die Frequenz f_{01} abgestimmt sind. Wenn der bewegliche Kontakt m_1 des Potentiometers P_1 sich in der mittleren Stellung befindet, wird das betreffende Frequenzteilband nicht beeinflusst, da die durch die Widerstände 18 und 19 und die beiden Hälften des Potentiometers P_1 gebildete Brücke im Gleichgewicht ist und die Verstärkung folglich gleich 1 bleibt. Wenn der bewegliche Kontakt m_1 des Potentiometers P_1 sich jedoch in der in der Figur höchsten Stellung befindet (Widerstand = 0 Ohm), wird der einen Teil des Gegenkopplungskreises bildende Widerstand 18 für die Frequenz f_{01} kurzgeschlossen, und zwar durch den auf diese Frequenz abgestimmten Reihenresonanzkreis S_1 . Der Gegenkopplungsfaktor wird dann grösser, und die Verstärkung wird dementsprechend kleiner als 1. Wenn der bewegliche Kontakt m_1 des Potentiometers P_1 sich dagegen in der in der Figur niedrigsten Stellung befindet (Widerstand = maximal) wird dieser Widerstandswert über den Reihenresonanzkreis S_1 und den gemeinsamen Kreis 26 dem Widerstand 18 parallel liegen; der Gegenkopplungsfaktor wird dann kleiner, und die Verstärkung wird dementsprechend grösser als 1. Auf völlig entsprechende Weise lässt sich die Wirkung der anderen Dämpfungszweige erläutern, wobei für die Dämpfungszweige der Gruppe Y der Widerstand 19 statt des Widerstandes 18 in Betracht gezogen werden muss. Eine Entkopplung in nebeneinander liegenden Frequenzteilbändern wirksamer Dämpfungszweige ist selbstverständlich notwendig, damit vermieden wird, dass zwischenliegende Parallelresonanzen entstehen. Beim beschriebenen Entzerrungsnetzwerk wird diese notwendige Entkopplung auf besonders elegante Weise dadurch erhalten, dass die in nebeneinander liegenden Frequenzteilbändern wirksamen Dämpfungszweige unterschiedlichen Gruppen X bzw. Y zugehören, wodurch die ersten Reihenresonanzkreise in nebeneinander liegenden Frequenzteilbändern wirksamer Dämpfungszweige durch die einen Teil des Gegenkopplungskreises bildenden Widerstände 18 und 19 automatisch entkoppelt sind. Was die Entkopplung der zweiten Reihenresonanzkreise in nebeneinander liegenden Frequenzteilbändern wirksamer Dämpfungszweige anbelangt, ist das Netzwerk mit Entkopplungswiderständen 27 versehen, die auf die in der Figur angegebene Art und Weise zwischen den betreffenden zweiten Reihenresonanzkreisen angeordnet sind.

Bei einer praktischen Ausbildung des beschriebenen Entzerrungsnetzwerkes, das zum Gebrauch in einem 60-MHz-Trägersystem geeignet ist, wurde ein Regelbereich von + und - 4 dB verwirklicht, und mit der Potentiometereinstellung in der mittleren Stellung wurde ein Rauschfaktor $F = 10,5$ dB gemessen.

Es hat sich weiterhin herausgestellt, dass der Einstellvorgang zum Erhalten einer ausreichend genauen Annäherung der gewünschten Pegelkorrekturen im Vergleich zu den bekannten verwickelteren Entzerrungsnetzwerken etwas mehr

zeit erfordert. Dies ist jedoch kein wirklicher Nachteil, da das Entzerrungsnetzwerk nur einmal, und zwar beim Anlegen des Trägersystems eingestellt zu werden braucht. Von grösserer Bedeutung ist dagegen die Einsparung an Verstärkern und Netzwerkbauelementen, wodurch die Zuverlässigkeit wesentlich erhöht wird. Ausserdem bilden alle Dämpfungszweige beim erfindungsgemässen Entzerrer einen Teil ein und desselben Netzwerkes, wodurch Trennverstärker fortfallen und auf

diese Weise der wesentliche Vorteil erhalten wird, dass die Nulldämpfung praktisch vernachlässigbar ist.

Zum Schluss sei an dieser Stelle noch erwähnt, dass sich die Erfindung nicht auf die beschriebene Ausführungsform beschränkt, sondern dass die Entkopplungswiderstände 27⁵ auch fortgelassen werden können, wenn statt derselben in jedem der Dämpfungszweige zwischen dem Potentiometer und dem zweiten Reihenresonanzkreis ein Stoppwiderstand angeordnet wird.

