



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Int. Cl.³: H 04 B 7/26
H 04 B 5/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



12 PATENTSCHRIFT A5

11

626 481

21 Gesuchsnummer: 2447/78

73 Inhaber:
Autophon Aktiengesellschaft, Solothurn

22 Anmeldungsdatum: 07.03.1978

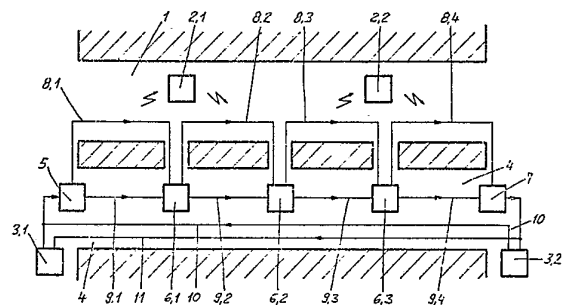
24 Patent erteilt: 13.11.1981

45 Patentschrift
veröffentlicht: 13.11.1981

72 Erfinder:
Max Hotz, Solothurn

54 Hochfrequenz-Uebertragungsanlage mit einem strahlenden Kabel.

57 Diese Anlage dient dem doppelt gerichteten Funkverkehr zwischen einer festen Sprechstelle (3.1, 3.2) und in einem Tunnel befindlichen beweglichen Stationen (2.1, 2.2). Im Tunnel ist ein strahlendes Kabel angebracht, das aus Abschnitten (8.1, 8.2, 8.3) mit dazwischen liegenden, in einer einzigen Richtung wirkenden Zwischenverstärkern besteht. Zu jedem Abschnitt (8.1, 8.2, 8.3) des strahlenden Kabels ist ein Abschnitt (9.1, 9.2, 9.3) eines nicht-strahlenden, räumlich getrennt verlegten Kabels parallel geführt, und bei einer Störung durch Unterbruch oder Kurzschluss an einem Abschnitt des strahlenden Kabels wird die Fortleitung der Signale durch den parallelverlaufenden Abschnitt des nicht-strahlenden Kabels übernommen. Beide Teile eines gestörten Abschnitts bleiben dabei für den Funkverkehr in beiden Richtungen voll wirksam. Die bei Störungen eintretenden Änderungen in der Führung der Signale werden ausschliesslich durch Ändern von Verstärkungsgraden und durch Verstimmung von Gabelschaltungen erreicht.



PATENTANSPRUCH

Hochfrequenz-Übertragungsanlage mit einem aus einem oder mehreren Abschnitten bestehenden strahlenden Kabel (8) zur doppeltgerichteten drahtlosen Übermittlung von Information zwischen mindestens einer festen Station (3) und sich längs dieses Kabels bewegendem beweglichen Stationen (2), in welcher Anlage ein Sender (30) das Kabel am Anfang speist und ein am Ende angeschlossener Empfänger (40) die auf das Kabel treffenden Signale empfängt, in welcher, sofern mehr als ein Abschnitt vorhanden ist, zwischen dem Ende eines Abschnitts und dem Anfang des nächsten je ein in der Richtung vom Sender zum Empfänger wirkender erster Verstärker (21) mit grundsätzlich festem Verstärkungsgrad angeordnet ist, gekennzeichnet durch je eine je dem Anfang und dem Ende jedes der genannten Abschnitte zugeordnete Gabelschaltung (22) mit einem Leitungsanschluss (25), einer der Eingangsimpedanz des betreffenden Kabelabschnitts entsprechenden Nachbildung (N) und einem ersten (23) und einem zweiten (24) Verstärkeranschluss, wobei je am Leitungsanschluss (25) der Anfang bzw. das Ende des Kabelabschnitts (8) angeschlossen ist und wobei der erste Verstärkeranschluss (23) bei der Gabelschaltung (22.12) am Anfang des Kabelabschnitts (8.2) mit dem Ausgang des zugehörigen ersten Verstärkers (21.1) bzw. des Senders und bei der Gabelschaltung (22.21) am Ende des Kabelabschnitts (8.2) mit dem Eingang des zugehörigen ersten Verstärkers (21.2) bzw. des Empfängers verbunden ist und gekennzeichnet durch je einen zu jedem der genannten Abschnitte des strahlenden Kabels parallel verlaufenden, jedoch räumlich davon getrennten, ähnliche elektrische Eigenschaften aufweisenden Abschnitt eines nicht-strahlenden Kabels (9), in dessen Anfang ein zweiter (27) und in dessen Ende ein dritter (26) je in der Richtung vom Anfang zum Ende wirksamer Verstärker mit selbsttätig regelbarem Verstärkungsgrad eingefügt ist, welcher Abschnitt samt Regelverstärkern zwischen den zweiten Verstärkeranschlüssen (24) der am Anfang und am Ende des betreffenden Abschnitts befindlichen Gabelschaltungen (22) angeschlossen ist, wobei der zweite Verstärker (27) einen derartigen Verstärkungsgrad aufweist, dass an seinem Ausgang der Pegel eines durch den Sender ausgesendeten Pilotsignals auf einem gleichbleibenden Wert gehalten ist, und wobei der dritte Verstärker (26.2) einen derartigen Verstärkungsgrad aufweist, dass bei der Gabelschaltung (22.21), an deren zweiten Verstärkeranschluss (24.21) sein Ausgang führt, der Pegel des Pilotsignals am ersten Verstärkeranschluss (23.21) auf einen gleichbleibenden Wert geregelt ist, das ganze derart, dass der Energiefluss zwischen den ersten Verstärkern (21) im störungsfreien, gut abgeglichenen Gabeln (22) aufweisenden Betrieb vorwiegend über die Abschnitte (8) des strahlenden Kabels und anlässlich eines in einem dieser Abschnitte auftretenden Unterbruchs oder Kurzschlusses (28) infolge der dann schlechter abgeglichenen Gabeln über den entsprechenden Abschnitt (9) des nicht-strahlenden Kabels verläuft.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Hochfrequenz-Übertragungsanlage mit einem aus einem oder aus mehreren Abschnitten bestehenden strahlenden Kabel zur doppelgerichteten drahtlosen Übermittlung von Information zwischen mindestens einer festen Station und sich längs dieses Kabels bewegendem beweglichen Stationen. Diese Anlage weist einen Sender auf, welcher das Kabel am Anfang speist, und ein am Ende angeschlossener Empfänger empfängt die auf das Kabel treffenden Signale. Bei den als «Sender» und «Empfänger» bezeichneten Geräten kann es sich dabei je um eine Mehrzahl von Sendern und Empfängern handeln, welche unabhängig

voneinander auf verschiedenen Frequenzen senden und empfangen. Die Sende- und die Empfangsfrequenzen sind dabei vorzugsweise mit gegenseitigen Abständen gewählt, welche ein gleichzeitiges Senden und Empfangen gestatten. Es ist aber auch möglich, auf der gleichen Frequenz abwechslungsweise zu senden und zu empfangen.

In dieser Anlage ist, sofern mehr als ein Abschnitt des Kabels vorhanden ist, zwischen dem Ende eines Abschnitts und dem Anfang des nächsten je ein in der Richtung vom Sender zum Empfänger wirkender erster Verstärker mit grundsätzlich festem Verstärkungsgrad angeordnet.

Anlagen der beschriebenen Art sind beispielsweise aus der britischen Patentschrift 1 371 291 für die Funkversorgung von Tunneln und Bergwerken bekannt geworden. Da bei jeder Funkverbindung die nach der beweglichen Station auszusendenden Signale vom Sender bis zur beweglichen Station und die von dieser Station stammenden zu empfangenden Signale von dieser Station bis zum Empfänger über das strahlende Kabel verlaufen, kann bei einer Störung, das heisst bei einem Unterbruch oder einem Kurzschluss des Kabels auf der Strecke zwischen dem Sender und der Störung nur noch vom Sender nach der beweglichen Station und auf der Strecke zwischen der Störung und dem Empfänger nur noch von der beweglichen Station nach dem Empfänger verkehrt werden.

Es ist bekannt, diesen Mangel zu beheben, indem die strahlende Leitung samt Sender, Empfänger und Verstärkern derart doppelt angeordnet ist, dass die Signale auf den Kabeln im entgegengesetzten Sinne laufen. Unter diesen Voraussetzungen ist zwar in einem Falle, in welchem beide Kabel an derselben Stelle gestört sind, was insbesondere bei einem Brand eintreten kann, die Funkversorgung der beweglichen Stationen an allen Stellen des Tunnels in beiden Verkehrsrichtungen gewährleistet, aber der Aufwand für eine doppelte Anlage ist wegen den hohen Kosten für die strahlenden Kabel beträchtlich.

Es ist auch schon vorgeschlagen worden, parallel zum strahlenden Kabel, jedoch räumlich davon getrennt, ein nicht-strahlendes Koaxialkabel derart sicher zu verlegen, dass dort ein Unterbruch oder Kurzschluss unwahrscheinlich ist. Gemäss diesem Vorschlag ist das nicht-strahlende Kabel in gleiche Abschnitte eingeteilt wie das strahlende Kabel, am Ausgang jedes Verstärkers bzw. des Senders wird das Signal beiden Kabeln zu gleichen Teilen zugeführt und am Ende der Abschnitte ist jeweils eine Umschalteneinrichtung vorhanden, welche im Falle einer Störung den Verstärkereingang vom strahlenden Kabel auf das nicht-strahlende Kabel umschaltet. Mit einer solchen Anordnung ist zwar der Funkverkehr im Bereiche aller dem gestörten Abschnitt vorangehenden und ihm nachfolgenden Abschnitte in beiden Richtungen gewährleistet, aber innerhalb des gestörten Abschnitts ist dies nicht der Fall. Dies ist besonders nachteilig, weil angenommen werden muss, dass die Störung durch einen Unglücksfall verursacht worden ist und dass daher einwandfreie Funkverbindungen gerade an jener Stelle am wichtigsten wären.

Die vorliegende Erfindung ist nun eine Weiterentwicklung des letztgenannten Vorschlags. Mit ihrer Hilfe ist es auch bei der Verwendung nur eines einzigen strahlenden Kabels bei Störungen an diesem Kabel möglich, im Bereiche der Störung einen einwandfreien Funkverkehr in beiden Richtungen zu erreichen. Die Erfindung geht davon aus, dass an einer Gabelschaltung mit einem Leitungsanschluss, einer Nachbildung, einem ersten und einem zweiten Verstärkeranschluss und einem an den Leitungsanschluss angeschlossenen, am Ende kurzgeschlossenen oder offenen Kabel die Übergangsdämpfung zwischen den beiden Verstärkeranschlüssen mit zunehmender Länge des Kabels zunimmt und umgekehrt. Die Erfindung ermöglicht es, auf Umschalter zwischen strahlendem und nicht-strahlendem Kabel zu verzichten. Sie ist gekennzeichnet durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs aufge-

fürten Merkmale.

Die Erfindung wird nun anhand eines Ausführungsbeispiels erklärt. Die Figur 1 zeigt den grundsätzlichen Aufbau einer Übertragungsanlage für den Funkverkehr zwischen zwei festen Sprechstellen und Fahrzeugen in einem Tunnel.

Die Figur 2 zeigt die Darstellung eines Ausschnitts der Figur 1 mit soviel Einzelheiten als zum Verständnis der Erfindung notwendig sind.

Die Figuren 3 und 4 zeigen Einzelheiten der am Anfang und am Ende des Tunnels angebrachten Einrichtungen.

Die Figur 1 zeigt einen Haupttunnel 1, in welchem mit Funkanlagen versehene Fahrzeuge 2 verkehren. Der Gesprächsverkehr mit den Fahrzeugen wird von den beiden Sprechstellen 3 aus abgewickelt. In einem zum Haupttunnel parallel verlaufenden Dienstunnel 4 sind Gerätegruppen 5, 6 und 7 angeordnet, zwischen denen einerseits Abschnitte 8 eines strahlenden Kabels und andererseits Abschnitte 9 eines nicht-strahlenden Koaxialkabels angeordnet sind. Die Abschnitte 8 verlaufen im Haupttunnel, die Abschnitte 9 dagegen im Hilfstunnel, wo sie als sicher vor allen durch Unglücksfälle verursachten Unterbrüchen und Kurzschlüssen angenommen werden. Zwei Niederfrequenzleitungen 10 und 11, welche ebenfalls im Hilfstunnel 4 verlaufen, verbinden die beiden Sprechstellen 3 mit den an den Enden befindlichen Gerätegruppen 5 und 7. Beim Verkehr in der Richtung von einer festen Sprechstelle nach einer beweglichen Station 2 wird das Modulationssignal von einer der Sprechstellen 3 direkt oder über die Verbindung 10 der Gerätegruppe 5 zugeführt, und der darin enthaltene Sender gibt ein Sendesignal an den ersten Abschnitt 8.1 des strahlenden Kabels ab. Dieser Abschnitt endet an einer Gerätegruppe 6.1, wo das eintreffende Signal um einen der Dämpfung des Abschnitts 8.1 entsprechenden Betrag verstärkt und dem Anfang des nächsten Abschnitts 8.2 zugeführt wird. Auf diese Weise ist das strahlende Kabel auf der ganzen Tunnellänge mit einem genügenden Pegel des auszusendenden Signals versehen.

In der umgekehrten Richtung gelangt ein von einer beweglichen Station 2 abgegebenes und auf einen Abschnitt 8 des strahlenden Kabels auftreffendes Signal an die nächste Gerätegruppe 6, wo es verstärkt und dem nächsten Abschnitt 8 zugeführt wird. Das auf diese Weise immer wieder verstärkte Signal gelangt am Ende des Tunnels über den Abschnitt 8.4 an die Gerätegruppe 7, wo es im darin enthaltenen Empfänger demoduliert und den Sprechstellen 3 direkt oder über die Leitung 11 zugeführt wird.

Von der Gerätegruppe 5 wird neben einem oder mehreren der Sprachübermittlung dienenden Signalen vorzugsweise ein Pilotsignal erzeugt, das bei allen später beschriebenen Verstärkern zur Regelung des Verstärkungsgrads herangezogen werden kann. Als Pilotsignal kann auch ein dauernd gesendetes, daneben der Gesprächsübermittlung dienendes Signal verwendet werden.

Die Figur 2 zeigt nun zwei je einen ersten Verstärker 21 (21.1 und 21.2) enthaltende Gerätegruppen 6 (6.1 und 6.2), zwischen denen je ein Abschnitt 8.2 des strahlenden und ein Abschnitt 9.2 des nicht-strahlenden Kabels verläuft. Jede der Gruppen enthält zwei Gabelschaltungen 22 (22.11 und 22.12 bzw. 22.21 und 22.22). Jede dieser aus der in der Telefonie angewendeten Zweidraht-Verstärkertechnik bekannten Gabelschaltungen weist einen Leitungsanschluss 25, einen ersten Verstärkeranschluss 23, einen zweiten Verstärkeranschluss 24 und eine Nachbildung N auf, welche die Eingangsimpedanz des am Leitungsanschluss 25 angeschlossenen Kabelabschnitts 8 nachbildet. Durch ein nicht dargestelltes, zwischen den beiden Verstärkeranschlüssen angeordnetes Dämpfungsglied oder durch eine Nachbildung, deren Impedanz von der Impedanz des Kabelabschnitts 8 leicht abweicht, ist die Übergangsdämpfung gegenüber dem idealen Wert soweit herabgesetzt, dass

die später erklärten Bedingungen erfüllt sind. Bei einer Gabel nimmt mit abnehmender Länge eines angeschlossenen offenen oder kurzgeschlossenen Kabelstücks auch die Übergangsdämpfung ab. Die je zwischen dem Kabelabschnitt 8 und den beiden Verstärkeranschlüssen auftretende Dämpfung wird in der Folge als Durchlaufsdämpfung bezeichnet.

Zwischen den zweiten Verstärkeranschlüssen 24.12 und 24.21 verläuft der Abschnitt 9.2 des nicht-strahlenden Kabels. Der Anfang des dargestellten Kabelabschnitts 9.2 ist dabei über den zweiten Verstärker 27.1 an den zweiten Verstärkeranschluss 24.12 der Gabelschaltung 22.12 angeschlossen, während das Ende dieses Kabelabschnitts über den dritten Verstärker 26.2 mit dem zweiten Verstärkeranschluss 24.21 der Gabelschaltung 22.21 verbunden ist. Der zweite Verstärker 27.1 ist ein Regelverstärker, dessen Verstärkungsgrad derart geregelt ist, dass an seinem Ausgang der Pegel des Pilotsignals die gleiche Grösse aufweist wie der im später beschriebenen Normalfall am Leitungsausgang 25.12 auftretende. Der dritte Verstärker 26.2 ist ebenfalls ein Regelverstärker. Dessen Verstärkungsgrad wird derart geregelt, dass der Pegel des Pilotsignals am ersten Verstärkeranschluss 23.21 der betreffenden Gabelschaltung 22.21 etwas unterhalb des im später beschriebenen Normalfall an an diesem Punkt auftretenden Pegels liegt.

Die Figur 3 stellt die Gerätegruppe 5 dar, welche den Anfang der Kabel bildet und daher neben nur einer einzigen Gabelschaltung 22.0 den zweiten Verstärker 27.0 und anstelle des ersten Verstärkers den Sender 30 aufweist. Dieser Sender umfasst - wie schon früher kurz erwähnt wurde - den Pilotsender und gegebenenfalls mehrere Einzelsender. Die Figur 4 stellt demgegenüber die Gerätegruppe 7 dar, welche das Ende der Kabel bildet und daher neben nur einer einzigen Gabelschaltung 22.4 den dritten Verstärker 26.4 und anstelle des ersten Verstärkers den Empfänger 40 aufweist, welcher gegebenenfalls mehrere Einzelempfänger umfasst.

Im Normalzustand, das heisst solange sich der Abschnitt 8.2 des strahlenden Kabels im ordnungsgemässen Zustand befindet, ist die Übergangsdämpfung je zwischen den beiden Verstärkeranschlüssen der Gabelschaltungen am grössten. Ein über den Abschnitt 8.1 auf die Gerätegruppe 6.1 treffendes Signal wird dann über die Gabelschaltung 22.11, den ersten Verstärker 21.1 und die Gabelschaltung 22.12 dem Kabelabschnitt 8.2 zugeführt und gelangt von dort in gleicher Weise über die Gerätegruppe 6.2 an den Kabelabschnitt 8.3. Ein Teil des Signals gelangt auch über den zweiten Verstärkeranschluss 24.12, die beiden Verstärker 27.1 und 26.2 und die Gabelschaltung 22.21 an den Eingang des ersten Verstärkers 21.2. Da die Übergangsdämpfung der Gabeln gross und somit der Pegel am Punkt 24.12 klein ist, ist der Verstärker 27.1 auf die höchstmögliche Verstärkung geregelt; der Verstärker 26.2 dagegen ist, weil am Punkt 23.21 ein den für die Regelung vorgesehenen Soll-Wert überschreitender Pegel vorhanden ist, auf die kleinstmögliche Verstärkung geregelt. Daraus ergibt sich, dass über den letztgenannten Weg das vom Punkt 23.12 an den Punkt 23.21 gelangende Signal gegenüber dem über den Abschnitt des strahlenden Kabels gelangenden Signal vernachlässigt werden kann.

Das auf dem Abschnitt 8.2 von den mobilen Stationen empfangene Signal gelangt sowohl über den Leitungsanschluss 25.21 und die Gabelschaltung 22.21 als auch über den Leitungsanschluss 25.12, die Gabelschaltung 22.12, den Kabelabschnitt 9.2 und die Gabelschaltung 22.21 an den Punkt 23.21. Der über den ersten Weg hervorgerufene Pegel ist jedoch auch im ungünstigsten Fall höher als der über den zweiten Weg hervorgerufene, so dass der zweite Weg nicht störend ins Gewicht fällt.

Tritt nun, beispielsweise in der Mitte des Abschnitts 8.2, beim Punkt 28 ein Kurzschluss oder ein Unterbruch im strahlenden Kabel auf, verschlechtert sich der Abgleich der beiden

Gabelschaltungen 22.12 und 22.21. Der Pegel des Pilotsignals am Punkt 24.12 vergrößert sich dementsprechend, und der Verstärkungsgrad des zweiten Verstärkers 27.1 nimmt ab. Da über den Abschnitt 8.2 kein Pilotsignal mehr nach dem ersten Verstärkeranschluss 23.21 der Gabelschaltung 22.21 übertragen wird, wird der Verstärkungsgrad des dritten Verstärkers 26.2 soweit erhöht, dass am ersten Verstärkeranschluss 23.21 angenähert gleiche Pegelverhältnisse herrschen, wie wenn das Pilotsignal über den Abschnitt 8.2 eingetroffen wäre. Die Übertragung von Signalen aller Art vom Abschnitt 8.1 nach dem Abschnitt 8.3 ist damit trotz einer Störung im Abschnitt 8.2 gewährleistet.

Dem zwischen dem Leitungsanschluss 25.12 und der Störungsstelle 28 verlaufenden Teilstück des Abschnitts 8.2 wird das vom Sender stammende Sendesignal nach wie vor auf dem normalen Wege zugeführt, und die von einer beweglichen Station ausgesendeten und zwischen der Störungsstelle 28 und dem Leitungsanschluss 25.21 auf den Abschnitt 8.2 auftreffenden Signale gelangen nach wie vor auf dem normalen Wege an den Verstärker 21.2. Dank der Wirksamkeit der beiden Verstärker 27.1 und 26.2 werden nun aber ausserdem die von einer beweglichen Station ausgehenden Signale, die zwischen der Gabelschaltung 22.12 und der Störungsstelle 28 auf den Abschnitt 8.2 auftreffen, über die Gabelschaltung 22.12 nach dem zweiten Verstärker 27.1 geleitet, dort verstärkt, über den Abschnitt 9.2 dem dritten Verstärker 26.2 zugeführt und dort noch einmal verstärkt. Über die Gabelschaltung 22.21 gelangen sie an den ersten Verstärker 21.2, von wo sie in gewohnter Weise weiter übertragen werden. Als weitere Wirkung ergibt es sich, dass der Pegel der vom Sender abgegebenen Signale, welcher am Ausgang des zweiten Verstärkers 27.1 gleich hoch ist wie im normalen Betrieb die Signale am Leitungsanschluss 25.12, infolge der Wirkung des dritten Verstärkers 26.2 am Ausgang dieses Verstärkers höher ist als der im normalen Betrieb am Punkt 25.21 auftretende. Der Pegel, welcher dem zwischen der Gabelschaltung 22.21 und der Störungsstelle 28 verlaufenden Teil des Abschnitts 8.2 über die Gabelschaltung 22.21 zugeführt wird, ist dabei so hoch, dass auf der ganzen Länge dieses Teils eine genügende Abstrahlung erreicht ist.

Es hat sich gezeigt, dass die beschriebenen Verhältnisse nicht nur – wie vorstehend beschrieben wurde – qualitativ, sondern auch quantitativ derart gewählt werden können, dass in allen Fällen eine genügende Funkversorgung des Tunnels vorhanden ist. Die am Eingang einer an ihrem Ende kurzgeschlossenen oder offenen Leitung gemessene Impedanz ist proportional zum hyperbolischen Tangens bzw. Cotangens der Dämpfung des betreffenden Leistungsstücks, und die Übergangsdämpfung einer Gabelschaltung hängt vom Quotienten der Summe und der Differenz der Impedanzen der angeschlossenen Leitung und der Nachbildung ab. Zwischen Übergangsdämpfung und Dämpfung eines zwischen Gabelschaltung und Störungsstelle verlaufenden Kabelstücks besteht somit zwar kein linearer Zusammenhang, aber bei der Schaffung der richtigen Randbedingungen für die Extremfälle halten sich die Abweichungen vom idealen Verlauf in Grenzen, die für den praktischen Betrieb annehmbar sind. Unter «Extremfällen» sind dabei die beiden Fälle verstanden, in denen die Störung

eines Kabelabschnitts unmittelbar am Anfang oder am Ende auftritt. Die Übergangsdämpfung einer Gabelschaltung im Falle eines offenen oder kurzgeschlossenen Leitungsanschlusses beträgt 6 dB, den gleichen Wert weist die Durchgangsdämpfung zwischen einem Verstärkeranschluss und dem Leitungsanschluss auf.

Damit die beschriebenen Bedingungen in den Extremfällen erfüllt werden können, muss jeder zweite und dritte Verstärker je einen Verstärkungsgrad zwischen Null und der Summe der Dämpfung eines Kabelabschnitts und der Durchgangsdämpfung einer Gabel aufweisen. Unter diesen Voraussetzungen wird im einen Extremfall durch die höchstmögliche Verstärkung des dritten Verstärkers die Dämpfung des strahlenden Kabelabschnitts und dessen Speisung über die Gabelschaltung für Sendung ausgeglichen und im andern Extremfall durch die höchstmögliche Verstärkung des zweiten Verstärkers die Dämpfung des strahlenden Kabels und der Signalverlauf über die Gabel für Empfang ausgeglichen. In der Praxis hat sich eine Länge der Kabelabschnitte als geeignet erwiesen, deren Dämpfung 20 dB beträgt, so dass unter diesen Voraussetzungen die Verstärker einen zwischen Null und 26 dB liegenden Verstärkungsgrad aufweisen müssen. Es ergibt sich weiter, dass die Übergangsdämpfung der Gabelschaltungen in den Extremfällen um den gleichen Betrag wie die Änderung der Verstärkung ändern muss, somit zwischen 6 und 32 dB. Während sich der untere Wert zwangsläufig ergibt, kann der obere durch früher beschriebene Massnahmen in einem gewissen Rahmen willkürlich festgesetzt werden. Bei Störungen eines Kabelabschnitts, welche zwischen den beiden Extremlagen auftreten, ergeben sich für Übergangsdämpfungen und Verstärkungsgrade Zwischenwerte, welche zwar als Gesamtergebnis keine idealen, jedoch für die Praxis ohne weiteres brauchbare Verhältnisse schaffen.

Die bis jetzt nicht näher erwähnten ersten Verstärker 21 besitzen grundsätzlich einen festen Verstärkungsgrad, welcher der Summe aus der Dämpfung eines Kabelabschnitts und der doppelten Durchlassdämpfung einer Gabelschaltung entspricht. Vorzugsweise sind jedoch auch diese Verstärker in einem geringen Masse regelbar ausgeführt, wobei die Regelung derart bemessen ist, dass das Pilotsignal am Ausgang der Verstärker auf einem gleichbleibenden Wert gehalten ist. Dadurch werden nicht nur durch Temperaturunterschiede hervorgerufene Unterschiede in der Kabeldämpfung, sondern auch kleinere Unstimmigkeiten, welche sich bei der durch eine Störung eintretenden und vorher beschriebenen Signalumleitung ergeben können, ausgeglichen.

Da nicht nur die ersten, sondern auch die zweiten und dritten Verstärker dauernd im Betrieb sind und das Pilotsignal übertragen, können durch geeignete Massnahmen alle Verstärker dauernd überwacht werden.

Sofern das bei ungestörtem strahlendem Kabel über das nicht-strahlende Kabel gelangende Signal, welches auf jedem Abschnitt des strahlenden Kabels dem auf dem ordentlichen Weg in den betreffenden Abschnitt gelangten Signal überlagert wird, stört, können nicht dargestellte Schaltungsmittel vorgesehen werden, welche im Normalzustand den Weg über das nicht-strahlende Kabel ausfällt.

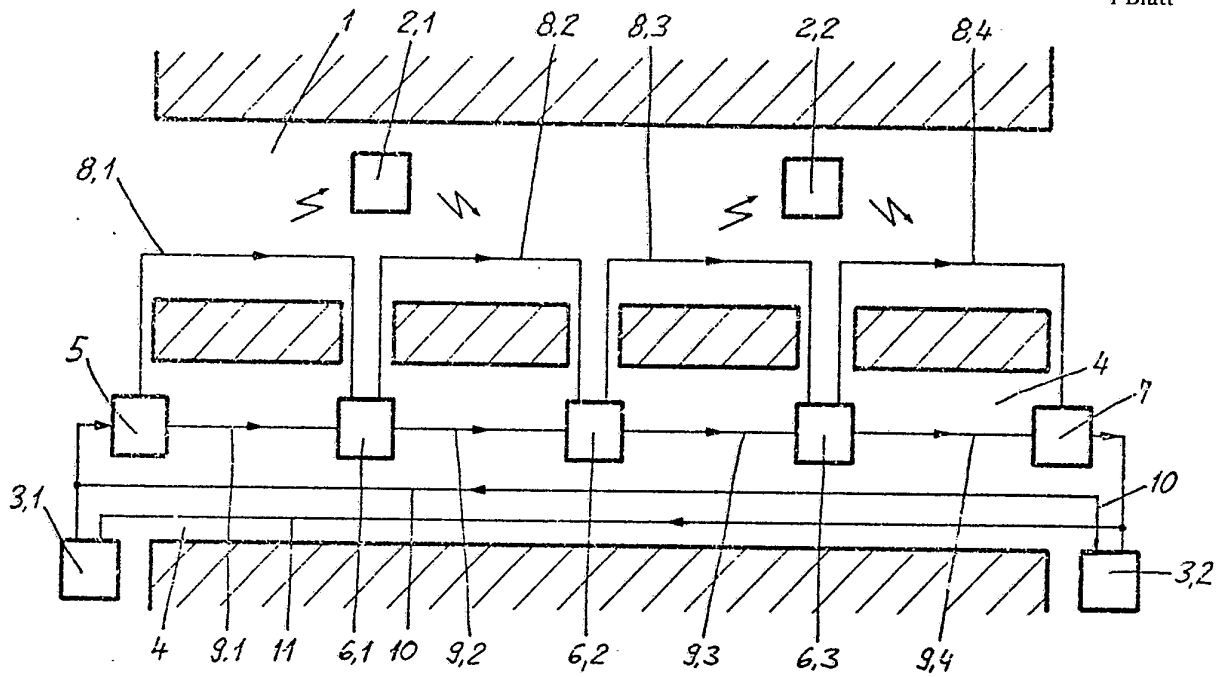


Fig. 1

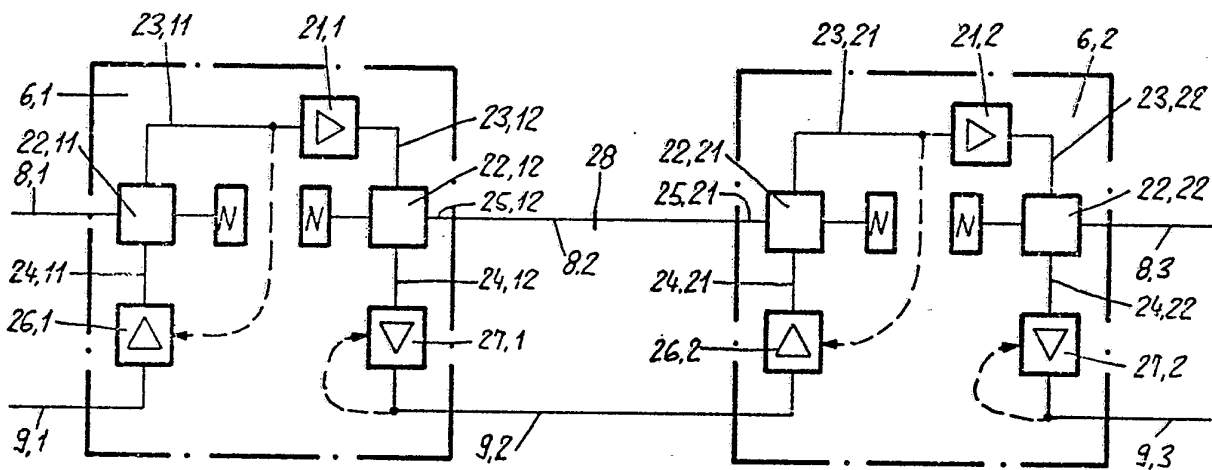


Fig. 2

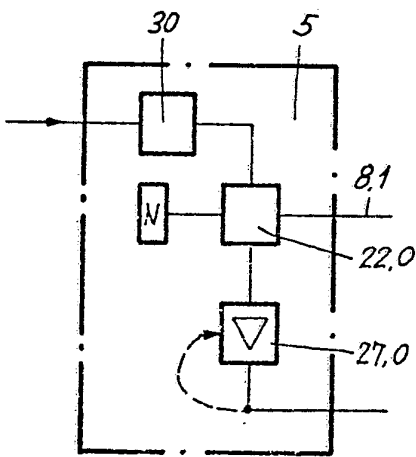


Fig. 3

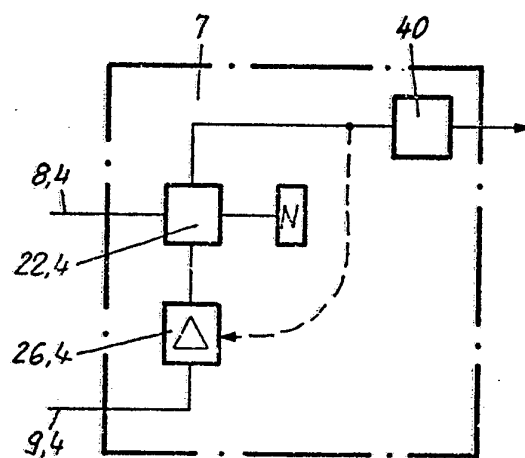


Fig. 4