



**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

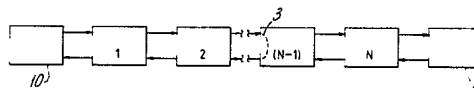
⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

<p>⑳ Gesuchsnummer: 5662/80</p> <p>㉑ Anmeldungsdatum: 24.07.1980</p> <p>⑳ Priorität(en): 25.07.1979 US 060439</p> <p>㉒ Patent erteilt: 31.07.1985</p> <p>④ Patentschrift veröffentlicht: 31.07.1985</p>	<p>㉓ Inhaber: International Standard Electric Corporation, New York/NY (US)</p> <p>㉔ Erfinder: Steensma, Peter Dennis, Midland Park/NJ (US) Hausmann, Robert Henry, Wayne/NJ (US) Polcer, Anton John, Haledon/NJ (US)</p> <p>㉕ Vertreter: Dipl.-El.-Ing. Hans F. Bucher, Bern</p>
---	---

⑤④ **Fehlerortungsausrüstung für eine Duplexübertragungsstrecke mit Zwischenverstärkern.**

⑤⑦ Eine Fehlerortungsausrüstung für eine Vollduplexübertragungsstrecke mit Zwischenverstärkern (1, 2, ... N) weist in einem der Terminale (10, 11) eine Quelle auf zur Übermittlung eines speziellen Signales in einer ersten Übertragungsrichtung von dem einen der Terminale über die Zwischenverstärker zum andern der Terminale, weiter einen ersten Detektor für das spezielle Signal, einen zweiten Detektor für das spezielle Signal und eine logische Schaltung mindestens im andern Terminal und in jedem der Zwischenverstärker. Der erste Detektor für das spezielle Signal ist mit der ersten Übertragungsrichtung gekoppelt, der zweite Detektor für das spezielle Signal mit der entgegengesetzten Übertragungsrichtung und die Logikschaltung ist mit beiden Detektoren für das spezielle Signal derart gekoppelt, dass, wenn das spezielle Signal, das sich in der ersten Übertragungsrichtung ausbreitet, detektiert wird, eine Schleife (3) für das spezielle Signal von der ersten Übertragungsrichtung zur entgegengesetzten Übertragungsrichtung aufgebaut wird und gleichzeitig das spezielle Signal in der ersten Übertragungsrichtung nach dem nächsten Zwischenverstärker übermittelt wird. Die logische Schaltung unterbricht die Schleife (3), wenn das spezielle Signal in der zweiten Übertragungsrichtung detektiert wird, und hält die Schleife aufrecht, wenn das spezielle Signal in der entgegengesetzten Übertragungsrichtung nicht festgestellt wird. In einem der Terminale ist eine Phasenvergleichsschaltung vorhanden, welche auf

das spezielle Signal, das in der ersten Übertragungsrichtung ausgesandt wird, und auf das spezielle Signal, dass von der entgegengesetzten Übertragungsrichtung empfangen wird, anspricht, um eine Angabe des Ortes eines Fehlers in der Übertragungsstrecke abzugeben.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Fehlerortungsausrüstung für eine Vollduplexübertragungsstrecke mit Zwischenverstärkern, welche Strecke ein erstes und ein zweites Terminal und eine Anzahl von Zwischenverstärkern zwischen diesen Terminalen aufweist, gekennzeichnet durch im ersten und im zweiten Terminal angeordnete erste Mittel (13-18), um ein spezielles Signal in einer ersten Übertragungsrichtung von einem der genannten Terminals über die Anzahl der Zwischenverstärker zum andern der beiden Terminals zu übertragen, durch zweite mindestens im andern der beiden Terminals und in jedem der Zwischenverstärker angeordnete Mittel (37, 38), welche je auf das genannte spezielle Signal, das sich in der ersten Übertragungsrichtung ausbreitet, ansprechen, um eine Schlaufenverbindung für das spezielle Signal von der ersten Übertragungsrichtung zur zweiten entgegengesetzten Übertragungsrichtung aufzubauen, um die Übertragung des speziellen Signales in der ersten Übertragungsrichtung über den zugehörigen der Zwischenverstärker hinaus zu ermöglichen, um die Schlaufenverbindung aufzutrennen, wenn das spezielle Signal sich in der zweiten Übertragungsrichtung ausbreitet, und um die Schlaufenverbindung aufrechtzuerhalten, wenn sich das spezielle Signal in der zweiten Übertragungsrichtung nicht ausbreitet, und durch dritte im genannten einen der beiden Terminals angeordnete Mittel (19), welche auf das in der ersten Übertragungsrichtung ausgesandte und von der zweiten Übertragungsrichtung empfangene spezielle Signal ansprechen, um eine Angabe über den Ort des Fehlers auf der Übertragungsstrecke zu liefern.

2. Ausrüstung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Mittel vierte Mittel (24-28) aufweisen, um einen Bitstrom zu erzeugen, der eine erste gegebene Bitfrequenz aufweist, die mit einer zweiten gegebenen Frequenz moduliert ist, um das genannte spezielle Signal zu erzeugen, wobei die zweite gegebene Frequenz verschieden ist von der ersten Bitfrequenz.

3. Ausrüstung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Mittel einen ersten Detektor (37) für das spezielle Signal aufweisen, der mit der ersten Übertragungsrichtung gekoppelt ist, weiter einen zweiten Detektor (38) für das spezielle Signal, und eine mit den beiden Detektoren für das spezielle Signal und der ersten und zweiten Übertragungsrichtung gekoppelte logische Schaltung, um die Schlaufenverbindung aufzubauen, um die Übertragung des speziellen Signales in der ersten Übertragungsrichtung über den entsprechenden Zwischenverstärker hinaus zu ermöglichen, um die Schlaufenverbindung zu unterbrechen und um die Schlaufenverbindung aufrechtzuerhalten.

4. Ausrüstung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass jeder der Detektoren für das spezielle Signal einen Frequenzdiskriminator (39, 39') aufweist, der mit der ersten bzw. zweiten Übertragungsrichtung gekoppelt ist, und weiter einen mit dem Diskriminator und der logischen Schaltung gekoppelten Tondetektor (41, 41'), dessen Betriebsfrequenz der zweiten gegebenen Modulationsfrequenz entspricht.

5. Ausrüstung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die logische Schaltung aufweist: ein erstes mit einem Eingang des zugehörigen der Zwischenverstärker in der ersten Übertragungsrichtung gekoppeltes NAND-Tor (29), weiter ein erstes zwischen den Ausgang des ersten NAND-Tores und einem Ausgang des entsprechenden der Zwischenverstärker in der ersten Übertragungsrichtung gekoppeltes NOR-Tor (30), ein zweites mit einem Eingang des zugehörigen der Anzahl von Zwischenverstärkern in der zweiten Übertragungsrichtung gekoppeltes NAND-Tor (34), ein zweites zwischen den Ausgang des zweiten NAND-Tores und einen Ausgang des zugehörigen Zwischenverstärkers in der zweiten Übertra-

gungsrichtung gekoppeltes NOR-Tor (35), ein drittes zwischen den Eingang des zugehörigen Zwischenverstärkers in der ersten Übertragungsrichtung und einen Eingang des ersten NOR-Tores gekoppeltes NAND-Tor (39) und eine mit jedem der Tondetektoren und jedem der ersten, zweiten und dritten NAND-Tore gekoppelte Steuerlogik (41) für die Steuerung dieser Tore.

6. Ausrüstung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die logische Schaltung weiter ein viertes NAND-Tor (40) aufweist, das mit der Steuerlogik und zwischen den Eingang des einen der Anzahl von Zwischenverstärkern in der zweiten Übertragungsrichtung und einen Eingang des zweiten NOR-Tores gekoppelt ist, wobei das vierte NAND-Tor eine zusätzliche Schlaufenverbindung erzeugt, wenn das genannte spezielle Signal vom zweiten der genannten Terminals statt vom ersten her ausgesandt wird.

7. Ausrüstung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerlogik ein mit jedem der Tondetektoren gekoppeltes EXKLUSIV-ODER-Tor (52) und ein NICHT-Tor (53) aufweist, das mit dem EXKLUSIV-ODER-Tor und mit jedem der ersten, zweiten, dritten und vierten NAND-Tore gekoppelt ist.

8. Ausrüstung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die dritten Mittel eine Phasenvergleichsschaltung (19) aufweisen, die mit den vierten Mitteln und einem Eingang des einen der genannten Terminals gekoppelt ist und auf das spezielle Signal anspricht, das von dem genannten einen der beiden Terminals ausgesandt wird und auf das spezielle Signal, das in einem der beiden Terminals empfangen wird, um die genannte Anzeige zu erzeugen.

9. Ausrüstung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Phasenvergleichsschaltung ein RS-Flipflop (19) aufweist, das durch die Vorderflanke des von dem einen Terminal ausgesandten speziellen Signales gesetzt und durch die rückwärtige Flanke des im einen der genannten Terminals empfangenen speziellen Signales zurückgestellt wird.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Fehlerortungsausrüstung gemäss dem Oberbegriff des ersten Anspruches.

Eine bekannte Fehlerortungsausrüstung wurde in der Vergangenheit verwendet für drahtgebundene Übertragungsstrecken im Vollduplexbetrieb mit Zwischenverstärkern, bei welcher Übertragungsstrecke die Zwischenverstärker ihre Speiseleistung von einer Gleichstromspeisung längs der Leitung erhielten. Der gesamte Spannungsabfall eines zurückgeschlaufenen Speisestromes wurde verwendet als Angabe für die Anzahl einwandfreier Zwischenverstärker in der Übertragungsstrecke. Dies wurde ermöglicht durch Schaltungen in jedem Zwischenverstärker für jede Übertragungsrichtung, welche das Vorhandensein oder das Fehlen eines einwandfreien Datensignales detektierten und ein Relais betätigten, welches den Spannungsabfall im Gleichstrompfad steuerte.

Die obige Technik der Fehlerortung ist nicht anwendbar in einem System, das keinen Gleichstrompfad aufweist, wie z.B. drahtgebundene Übertragungsstrecken mit Zwischenverstärkern ohne Gleichstromkopplung, drahtlose Übertragungsstrecken und Übertragungsstrecken mit optischen Kabeln oder eine Kombination solcher Übertragungsstrecken.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine schnelle, genaue und leicht zu betreibende Fehlerortungsausrüstung für Vollduplexübertragungsstrecken mit Zwischenverstärkern vorzusehen, welche Übertragungsstrecke optische Kabel, drahtlose Strecken und nicht gleichstromgekoppelte drahtgebundene Strecken aufweist.

Gelöst wird diese Aufgabe durch die im Kennzeichen des

ersten Anspruchs genannten Merkmale. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den weiteren abhängigen Ansprüchen zu entnehmen.

Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich auf eine Vollduplexdatenübertragungsstrecke mit Zwischenverstärkern über eine optische Faser. Die Fehlerortungsausrüstung ist aber nicht auf diese Art von Übertragungsstrecke beschränkt, sondern sie kann in gleicher Weise auch für drahtlose Übertragungsstrecken und drahtgebundene Übertragungsstrecken mit Zwischenverstärkern sowohl mit als auch ohne Gleichstrompfad verwendet werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nun anhand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Die Fig. 1 ein Blockschema einer Vollduplexübertragungsstrecke mit Zwischenverstärkern zur Erläuterung der Arbeitsweise der Fehlerortung;

die Fig. 2 ein Blockschema einer Ausführungsform des für die Fehlerortungsausrüstung notwendigen Teiles in einer Endstelle der Übertragungsstrecke;

die Fig. 3 ein Zeitdiagramm zur Erklärung der Art, wie ein Fehler geortet wird in der Ausrüstung gemäss Fig. 2;

die Fig. 4 ein Blockschema einer Ausführungsform eines Bitstromgenerators gemäss Fig. 2;

die Fig. 5 ein Blockschema einer Ausführungsform eines Zwischenverstärkers gemäss Fig. 1;

die Fig. 6 ein Blockschema eines Ausführungsbeispiels eines Impulsregenerierverstärkers nach Fig. 5; und

die Fig. 7 ein Blockschema einer Ausführungsform der Steuerlogik gemäss Fig. 5.

Die Ortung eines fehlerhaften Verstärkerabschnittes auf einer Vollduplexübertragungsstrecke mit Zwischenverstärkern soll in Terminal 10 von Fig. 1 geschehen. Die Fehlerortungsausrüstung wird in Betrieb gesetzt, wenn ein Alarm auftritt, der das Fehlen von ankommendem Verkehr angibt. Der Verkehr wird dann abgeschaltet und ein zwischen 4,608 und 1,152 MHz umgetasteter Datenstrom wird ausgesandt, der jede Millisekunde umgetastet wird. Dieses spezielle Signal wird im Terminal 10 erzeugt. Das oben angegebene spezielle Signal ist nur ein Beispiel eines solchen speziellen Signals. Das spezielle Signal muss so sein, dass es nicht durch irgendein normales Übertragungs- oder Verkehrssignal simuliert werden kann. Es kann aus einem Signal bestehen, das eine spezielle Frequenz oder ein Datenmuster aufweist, das speziell ist, muss jedoch ein Modulationsmuster besitzen, dessen Parameter abhängig von andern Parametern ist, insbesondere von der Distanz zwischen den Verstärkern und der gesamten Länge der Übertragungsstrecke.

In jeder Zwischenverstärkerhälfte (d.h. für jede Übertragungsrichtung in einem Duplexzwischenverstärker) der Zwischenverstärker 1 bis N sind Mittel vorgesehen, um das Vorhandensein des speziellen Signales zu detektieren. In jedem der Zwischenverstärker 1 bis N sind auch Mittel vorgesehen, um, wenn das spezielle Signal in einer ersten Übertragungsrichtung vom Terminal 10 zum Terminal 11 detektiert wird, jedoch nicht in der zweiten Übertragungsrichtung vom Terminal 11 zum Terminal 10, das empfangene spezielle Signal in die zweite Übertragungsrichtung einzuschlaufen. Dies ist in Fig. 1 angedeutet.

Darin ist eine typische Übertragungsstrecke mit Zwischenverstärker und einem optischen Lichtleiterkabel gezeigt, welche Übertragungsstrecke zwei Duplexterminale 10 und 11 und eine Anzahl von Duplexzwischenverstärkern 1 bis N aufweist. Normalverkehr wird gleichzeitig in beiden Richtungen übertragen, wobei jede Übertragungsrichtung in den Terminalen und den Zwischenverstärkern unabhängig ist. Die schwarzen Linien zeigen den Pfad des speziellen Signales, welcher für das Fehlerortungsverfahren verwendet wird.

Wenn der Zwischenverstärker N nicht normal arbeitet

[oder wenn ein Kabelunterbruch vorhanden ist zwischen Verstärker (N - 1) und zwischen Verstärker N], dann erhält der Zwischenverstärker (N - 1) das spezielle Signal nur in der ersten Übertragungsrichtung. Die Schaltung des Zwischenverstärkers bewirkt dann eine Schleifenverbindung, um das spezielle Signal zurückzusenden, wie das durch die gestrichelte Linie 3 angegeben ist, so dass dieses Signal in der zweiten Übertragungsrichtung zurück zum Terminal 10 läuft. Das spezielle Signal wird immer in der ersten Übertragungsrichtung ausgesandt und auf die zweite Übertragungsrichtung zurückgeschlaucht. Dies ist erforderlich, weil, wenn das spezielle Signal anfänglich an das Lichtleiterkabel angelegt wird, jeder der Zwischenverstärker 1 bis N zunächst die Übertragung in der ersten Übertragungsrichtung detektiert und das Signal sofort zurückschlaucht. Dies bedeutet, dass, wenn das spezielle Signal den Zwischenverstärker 1 vom Terminal 10 her erreicht, der Zwischenverstärker 1 dieses spezielle Signal sowohl zurückschlaucht, als auch an den Zwischenverstärker 2 absendet. Wenn der Zwischenverstärker 2 das spezielle Signal erhält, schlaucht er es zurück zum Zwischenverstärker 1 und sendet es in der ersten Übertragungsrichtung aus. Zwischenverstärker 1 erhält nun das spezielle Signal von Zwischenverstärker 2 und unterbricht die Schlaufe und arbeitet nun weiter mit zwei unabhängigen Zwischenverstärkerabschnitten, in dem er Signale in beiden Richtungen verarbeitet. Dieser Vorgang läuft weiter von Zwischenverstärker zu Zwischenverstärker, bis an irgendeinem Punkt ein Unterbruch in der Übertragung eintritt, wie das gezeigt ist bei Zwischenverstärker (N - 1) in Fig. 1. Nun wird lediglich der Zwischenverstärker (N - 1) im Schlaufenmodus sein und das spezielle Signal durchläuft den ganzen Weg vom Terminal 10 zum letzten arbeitenden Zwischenverstärker (N - 1) und wieder zurück zum Terminal 10.

Im Terminal 10 sind Mittel vorhanden, um die ganze Laufzeit des speziellen Signales durch die Zwischenverstärker und wieder zurück zu messen, und Mittel, um das Resultat dieser Messung anzuzeigen. Der Ort des Unterbruches in der Übermittlung des speziellen Signales (ausgefallener Zwischenverstärker oder Kabelunterbruch) wird errechnet unter Benützung der Laufzeitverzögerung zwischen den Verstärkern und der gesamten Laufzeit des speziellen Signales. Es sind besondere Fälle zu betrachten:

- a) wenn überhaupt kein spezielles Signal zurückkommt, dann ist der ersten Zwischenverstärker (Zwischenverstärker 1) ausgefallen oder der Kabelabschnitt zwischen Terminal 20 und Zwischenverstärker 1 ist ausgefallen. Dies ist eine annehmbare Bedingung, da sie innerhalb der Gesamtmöglichkeit der Fehlerortungsausrüstung liegt, welche einen Ausfall innerhalb einer Kabelstrecke lokalisieren soll; und
- b) wenn keine Ausfälle im System sind, dann ist die ganze Verzögerungszeit gleich der Laufzeit vom Terminal 10 zu Terminal 11 und zurück zu Terminal 10. Um diesen speziellen Fall auswerten zu können, müssen die Terminale 10 und 11 die gleiche Möglichkeit zum Rückschlaufen besitzen wie die Zwischenverstärker 1 bis N.

Wenn einmal der letzte Zwischenverstärker bekannt ist, welcher das spezielle Signal zurückschlaucht (Zwischenverstärker [N - 1] im vorliegenden Beispiel), dann weiss man, dass sich der Fehler in einer der folgenden Ausrüstungsteile befindet:

- a) in einer Verstärkerhälfte von Zwischenverstärker (N - 1);
- b) in Zwischenverstärker N;
- c) in Kabelabschnitt zwischen dem Zwischenverstärker (N - 1) und N; oder
- d) in einem Stecker im Kabelabschnitt zwischen den Zwischenverstärkern (N - 1) und N.

In Fig. 2 ist nun die im Terminal 10 von Fig. 1 vorhandene

Schaltungsanordnung für die Erzeugung des speziellen Signales gezeigt, das für die Fehlerortung verwendet wird, und die Schaltung, die notwendig ist, um eine Angabe über den Ort des Fehlers längs der Übertragungsstrecke zu erzeugen. Wie bereits erwähnt, sind in Terminal 10 Mittel vorhanden, um anzugeben, wenn kein Verkehr mehr von der Strecke empfangen wird. Aufgrund dieser Angabe betätigt das Bedienungspersonal einen Schalter, um das Terminal 10 in den Betriebsmodus der Fehlerortung zu versetzen. In diesem Betriebsmodus wird ein spezielles Signal erzeugt und auf der ersten Übertragungsrichtung auf die Übertragungsstrecke geschickt. Jeder der Zwischenverstärker detektiert das spezielle Signal und schlaucht es in der beschriebenen Art zurück. Das auf der zweiten Übertragungsrichtung empfangene Signal wird in der Phase verglichen mit dem ursprünglich ausgesandten speziellen Signal, und eine Anzeige an der Ausrüstung gibt die Gesamtanzahl von einwandfreien Zwischenverstärkern in der Übertragungsstrecke vor dem ersten defekten Zwischenverstärker oder Kabelabschnitt an.

Wenn der Geräteschalter in den Modus Fehlerortung geschaltet wird, hat ein Fehlerortungssignal RFL einen hohen Pegel, welches Signal über einen Inverter 12 angelegt wird, um ein UND-Tor 13 zu sperren, um zu verhindern, dass ein Dateneingangssignal von Tor 13 über ODER-Tor 14 an den Bitstromgenerator 15 gelangt. Das invertierte Signal RFL wird auch über einen Inverter 16 an ein UND-Tor 17 angelegt, um dieses Tor freizuschalten, so dass ein 500-Hz-Rechtecksignal über Tor 17 an Tor 14 gelangt und so an den Bitstromgenerator 15. Im Fehlerortungsmodus erzeugt der Bitstromgenerator 15 ein Rechtecksignal mit 4,608 MHz und ein 1,152-MHz-Rechtecksignal, die mit einer Frequenz von 1 kHz wechseln. Dieses resultierende spezielle Signal wird dann an einen elektrooptischen Wandler 18 und dann an das Lichtleitfaserkabel angelegt. Das spezielle Signal läuft dann über das Kabel und wird vom am entferntesten liegenden einwandfreien Zwischenverstärker zurückgeschlaucht. Die Gesamtverzögerung pro einwandfreien Zwischenverstärker und Kabelabschnitt ist  $80 \mu\text{s}$  plus wenige  $\mu\text{s}$  für Schaltungsverzögerungen. Dabei ist eine Ausbreitungsgeschwindigkeit von 200 000 km/s für das optische Signal in Kabel und eine ein Totalweg von 16 km für einen Kabelabschnitt von 8 km angenommen.

Die totale Verzögerung von 1 bis siebenmal  $80 \mu\text{s}$  wird gemessen durch Erzeugung eines Impulses mit dem Phasenvergleichsflipflop 19, welcher das zurückgeschlauchte spezielle Signal von einem optoelektrischen Wandler 20 erhält. Das Ausgangssignal der Phasenvergleichsschaltung wird erhalten durch Setzen des Flipflops 19 mit der Vorderflanke des 500-Hz-Rechtecksignals, das verwendet wird zur Erzeugung des speziellen Signales, und Rückstellen des Flipflops 19 mit dem empfangenen 500-Hz-Signal. Die mit einer Repetitionsfrequenz von 500 Hz auftretenden Impulse am Ausgang von Flipflop 19 werden an einen Trennverstärker 21 angelegt, in einem Integrator 22 integriert und dann in einem Verstärker 23 verstärkt, bevor sie an ein Anzeigegerät auf der Frontplatte der Ausrüstung gelangen. Das Ausgangssignal von Verstärker 23 ist so eingestellt, dass für die längste mögliche Verzögerung, d.h. bei sieben guten Zwischenverstärkern, Vollausschlag erfolgt.

Der Sender oder Wandler 18 kann ein bekannter elektrooptischer Wandler sein, z.B. ein Gaslaser und ein optischer Modulator, eine Laserdiode oder eine lichtemittierende Diode, und der Empfänger 20 kann ein bekannter optoelektrischer Wandler sein, wie z.B. eine Photodetektordiode oder eine Photodiode mit Lawinendurchbruch.

Fig. 3 zeigt die Signalumhüllende des ausgesandten speziellen Signales und die beiden Extremwerte der Signalumhüllenden des empfangenen speziellen Signales für die

Arbeitsweise des Phasenvergleichsflipflop 19.

Fig. 4 zeigt eine Ausführungsform des Bitstromgenerators 15 nach Fig. 2. Generator 15 kann einen 4,608-MHz-Impuls-generator 24 und einen 1,152-MHz-Impuls-generator 24a enthalten zur Erzeugung des speziellen Signales und einen taktgesteuerten Bitstromgenerator 25 zur Erzeugung der Bitströme, die verwendet werden zur Übermittlung der Daten, wenn Daten von Tor 14 an Generator 15 angelegt werden. Der Ausgang von Generator 24 ist mit einem ersten Eingang eines UND-Tores 24b verbunden, dessen zweiter Eingang mit dem Ausgang von Tor 14 verbunden ist. Der Ausgang von Generator 24a ist mit dem ersten Eingang eines UND-Tores 24c verbunden, dessen invertierter zweiter Eingang mit dem Ausgang von Tor 14 verbunden ist. Tor 24b ist leitend und Tor 24c gesperrt, wenn das 500-Hz-Rechtecksignal auf hohem Pegel ist, während Tor 24b gesperrt und Tor 24c leitend ist, wenn das 500-Hz-Rechtecksignal auf tiefem Pegel ist, so dass die gewünschte Umtastung alle ms am Ausgang von ODER-Tor 24d von 4,608 auf 1,152 MHz erfolgt. Der Ausgang von Tor 24d ist mit einem ersten Eingang eines UND-Tores 26 verbunden, dessen zweiter Eingang mit dem Ausgang von Tor 14 und dessen dritter Eingang mit dem Ausgang von Inverter 12 in Fig. 2 verbunden ist, der das Signal RFL liefert. Der Ausgang von Generator 25 ist mit einem ersten Eingang eines UND-Tores 27 verbunden, dessen zweiter Eingang mit Tor 14 verbunden ist und das ferner einem mit dem Inverter 12 von 0070331 gekoppelten invertierten dritten Eingang aufweist. Wenn das Signal RFL auf tiefem Pegel ist und vom Tor 14 ein Datensignal angelegt wird, bewirkt das Tor 27 ein Bitstromsignal, das mit den Daten moduliert ist und über ein ODER-Tor 28 an den Sender 18 gelangt. Wenn das Signal RFL auf hohem Pegel ist, d.h. wenn der Schalter auf dem Gerät in den Fehlerortungsmodus umgeschaltet ist, wird Tor 27 gesperrt und Tor 26 freigegeben, wenn das 500-Hz-Signal auf hohem Pegel ist, und gesperrt, wenn das 500-Hz-Signal auf tiefem Pegel ist, was den mit 1 kHz modulierten Bitstrom mit 4,608 und 1,152 MHz ergibt, d.h. das resultierende spezielle Signal wird über Tor 28 an den Generator 18 gekoppelt.

Fig. 5 zeigt ein Blockschema eines Zwischenverstärkers in der Übertragungsstrecke nach Fig. 1, der die vorliegende Fehlerortungsschaltung aufweist. Der Zwischenverstärker besitzt einen optoelektrischen Empfangswandler 27, z.B. eine Photodiode mit Lawinendurchbruch, einen Impulsgenerator 28 zur Wiederherstellung der Signalamplitude und -form des von Terminal 10 übermittelten Datensignales, ein NAND-Tor 29, ein NOR-Tor 30 und einen elektrooptischen Sendewandler 31, z.B. eine Laserdiode, in der ersten Übertragungsrichtung, und einen identischen optoelektrischen Empfangswandler 32, einen Impulsregenerator 33, ein NAND-Tor 34, ein NOR-Tor 35 und einen elektrooptischen Sendewandler 36 in der zweiten Übertragungsrichtung. Die Schaltung für die Fehlerortung weist einen Signaldetektor 37 für das spezielle Signal auf, der mit der ersten Übertragungsrichtung gekoppelt ist, z.B. mit dem Ausgang des Regenerators 28, einen mit der zweiten Übertragungsrichtung gekoppelten Signaldetektor 38 für das spezielle Signal, der am Ausgang von Regenerator 33 angeschlossen ist, ferner NAND-Tore 39 und 40 und eine Steuerlogik 41.

Die Detektoren 37 und 38 für das spezielle Signal weisen je einen Frequenzdiskriminator 39 und einen 500-Hz-Tondetektor 41 auf. Die Funktion der Detektoren 37 und 38 besteht darin, den 4,608- und 1,152-MHz-Bitstrom zu detektieren, wenn dieser mit 500 Hz moduliert ist. Wenn das spezielle Signal in der ersten Übertragungsrichtung durch Detektor 37 detektiert wird, steuert die Steuerlogik 41 Tor 29 so, dass das spezielle Signal durch die Tore 29 und 30 und den Sender 31 auf das Lichtleitfaserkabel läuft, und Tor 39 so, dass eine Schlaufenverbindung für das spezielle Signal entsteht, wenn

dieses im Detektor 38 für die zweite Übertragungsrichtung nicht detektiert wurde. Wenn das spezielle Signal in Detektor 38 detektiert wird, unterbricht die Logik 41 die Schlaufenverbindung durch Sperren von Tor 39 und die Signale laufen in normaler Art durch den Zwischenverstärker. Die umgekehrte Aktion tritt ein, wenn der Zwischenverstärker von Terminal 11 aus statt von Terminal 10 aus auf einen Fehler geprüft wird, wobei die Steuerlogik dann das NAND-Tor 40 so steuert, dass die Schlaufenverbindung entsteht.

Fig. 6 zeigt ein Blockschema der Schaltung der Regeneratoren 28 und 33 von Fig. 5. Jeder der Regeneratoren 28 und 33 weist einen bipolaren Transimpedanztransistor 42 auf, weiter einen verstärkungsgradgeregelten Breitbandverstärker 43, ein Filter 44, einen Breitbandverstärker 45, eine Vergleichsschaltung 46, einen verstärkungsgradgeregelten Verstärker 47 und eine Empfängerspeiseschaltung 48. Das durch den Empfänger 27 detektierte Signal wird an die Eingangsstufe 42 angelegt, welche eine hohe Güte bei gleichzeitig hoher Stabilität und geringem Stromverbrauch aufweist. Das Ausgangssignal der Eingangsstufe 42 gelangt an den Verstärker 43, dann an das Filter 44 und endlich an einen Breitbandverstärker 45. Das Filter 44 begrenzt die Bandbreite weiter und formt den Frequenzgang des Regenerators so, dass Geräusch und Phasenzittern minimal werden. Das Filter könnte an irgendeinem Punkt im Signalweg vor dem Eingang der Vergleichsschaltung 46 angeordnet werden, es gibt aber bestimmte Vorteile bei der Anordnung in der gezeigten Lage. Wenn z.B. Filter 44 direkt nach der Eingangsstufe 42 angeordnet würde, dann würde die Abstimmung des Filters 44 die Lastimpedanz der Eingangsstufe 42 beeinflussen. Eine umgekehrte Beeinflussung wäre ebenfalls vorhanden. Wenn andererseits Filter 44 nach dem Verstärker 45 und vor der Vergleichsschaltung 46 angeordnet wäre, dann wäre das Filter in einem symmetrischen Signalpfad, was ein komplizierteres und symmetrisches Filter bedingen würde. Bei der gezeigten Lage ist das Filter 44 von Belastungseffekten durch die Verstärker 43 und 54 isoliert.

Der Verstärker 45 hat zwei Aufgaben. Zunächst bewirkt der Verstärker 45 eine zusätzliche lineare Verstärkung des ankommenden Signales und dann erzeugt er ein symmetrisches Signal für die Vergleichsschaltung 46. Der Verstärker 45 hat keine automatische Verstärkungsgradregelung, da er bei einem höheren Signalpegel als Verstärker 43 arbeitet. Eine automatische Verstärkungsgradregelung über grosse Signalpegel ist wesentlich schwieriger als eine Regelung mit tiefen Signalpegeln, da bei der Veränderung des Verstärkungsgrades einer Stufe mit hohem Signalpegel viel leichter Verzerrungen

auftreten. Wenn jedoch ein beträchtlicher Dynamikbereich notwendig sein sollte, dann wäre auch für den Verstärker 45 eine automatische Verstärkungsgradregelung notwendig, weil ohne diese die hohen Signalpegel dann Verzerrungen verursachen würden.

Die Art der pegeladaptiven Klemm- und Vergleichsschaltung 46 erfordert eine Umwandlung des asymmetrischen Signales in ein symmetrisches Signal. Das Signal könnte zwar schon bereits durch Verstärker 43 in symmetrischer Konfiguration verarbeitet werden. Dies hätte geringere Anforderungen an die Abschirmung und reduzierten Einfluss von Erdschleifen zur Folge. Diese Konfiguration wäre aber wesentlich komplizierter und würde mindestens gleichviel Speiseleistung erfordern.

Das an die Schaltung 46 angelegte Signal hat eine hinreichende Amplitude, um in der Vergleichsschaltung von Schaltung 46 verarbeitet zu werden, hat jedoch keinen Gleichstrom-Erd-Bezug, mit welchem es zu vergleichen ist. Dies bedeutet, dass der binäre Zustand «0» einer der beiden Leitungen die tiefste oder höchste Spannung ist, mit welcher diese Leitung bei irgendeinem gegebenen Signalpegel angesteuert wird. Diese minimale Spannung wird nicht nur durch die Amplitude des ankommenden Signales bestimmt, sondern auch durch die Vorspannung des Verstärkers im Ruhezustand. Sowohl die Vorspannung des Verstärkers 45 als auch der Signalpegel ändern in gewissem Umfang, so dass die übliche Art, das ankommende Signal mit einem festen Bezugspegel zu vergleichen, nicht befriedigen würde. Die Wirkung von Spannungsänderungen könnte durch nachfolgende Spitzenwertdetektion eliminiert werden. Weil jedoch der Spannungsabfall über den Klemm- und Spitzenwertdetektordioden bedeutend wäre im Vergleich zum Signalpegel, würde auch diese Art der Dynamikbereich eingegrenzt. Ein grösserer Dynamikbereich, als er möglich ist mit Klemmen und Spitzenwertdetektion, kann durch symmetrisches Klemmen erreicht werden. Bei dieser Lösung werden die beiden ankommenden Leitungen bei Spitzenwertabweichungen geklemmt und dann miteinander verglichen.

Die Steuerlogik 41 von Fig. 5 kann irgendeine geeignete Kombination von logischen Torschaltungen sein, welche auf die Ausgangssignale der Detektoren 37 und 38 anspricht, um die Tore 29, 34, 39 und 40 so zu steuern, dass sie die Fehlerortungsfunktion in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung erfüllen. Eine besondere Kombination von Toren, wie sie in der Steuerlogik 41 verwendet werden kann, ist in Blockform in Fig. 7 gezeigt und weist ein EXKLUSIV-ODER-Tor 52 und einen Inverter 53 auf.

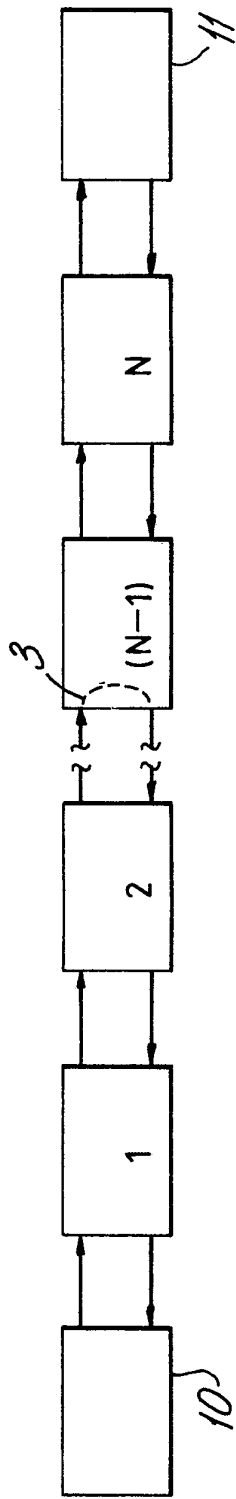


Fig. 1.

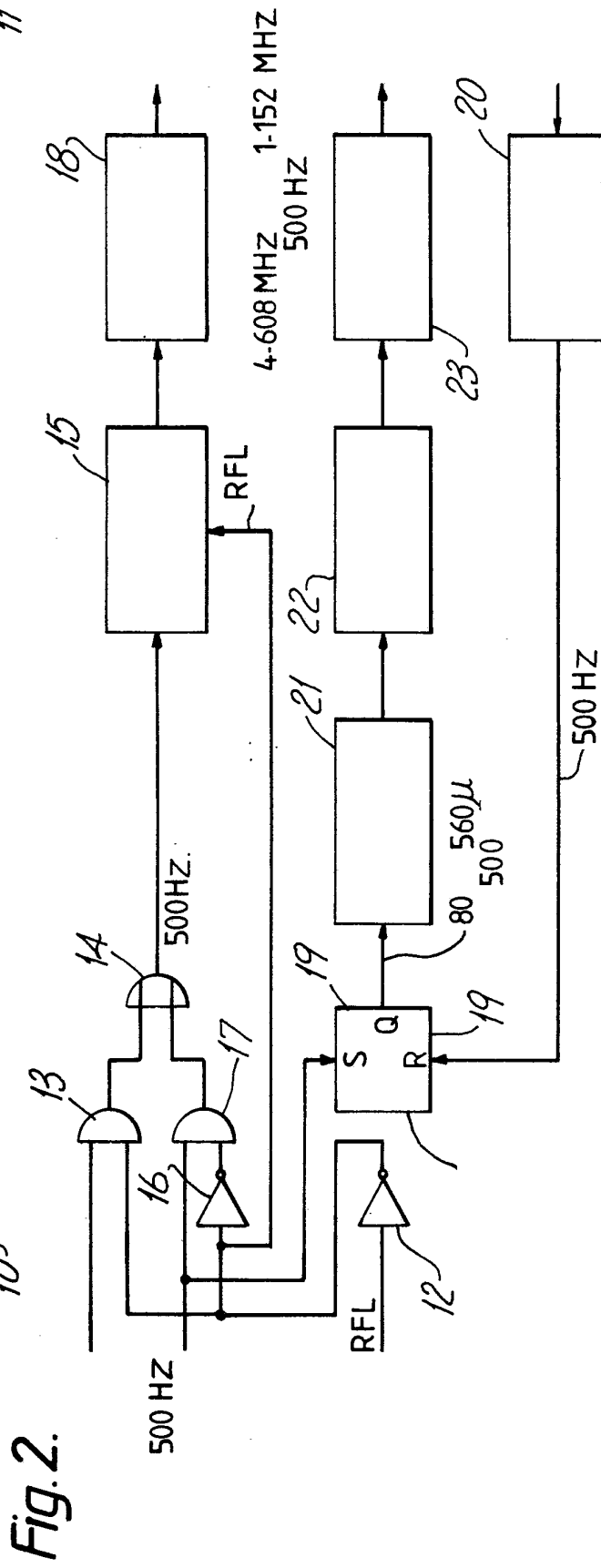
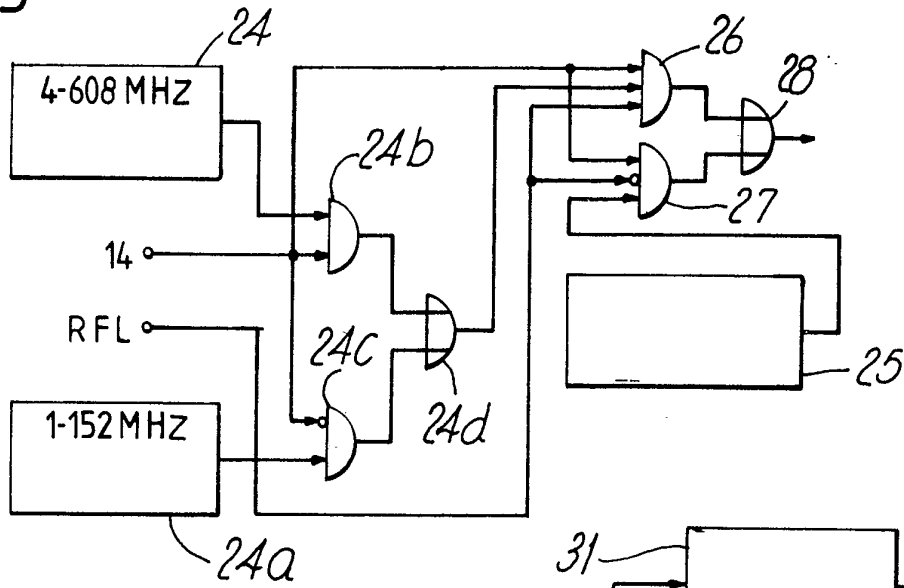


Fig. 2.



Fig. 3.

Fig.4.



18

Fig.5.

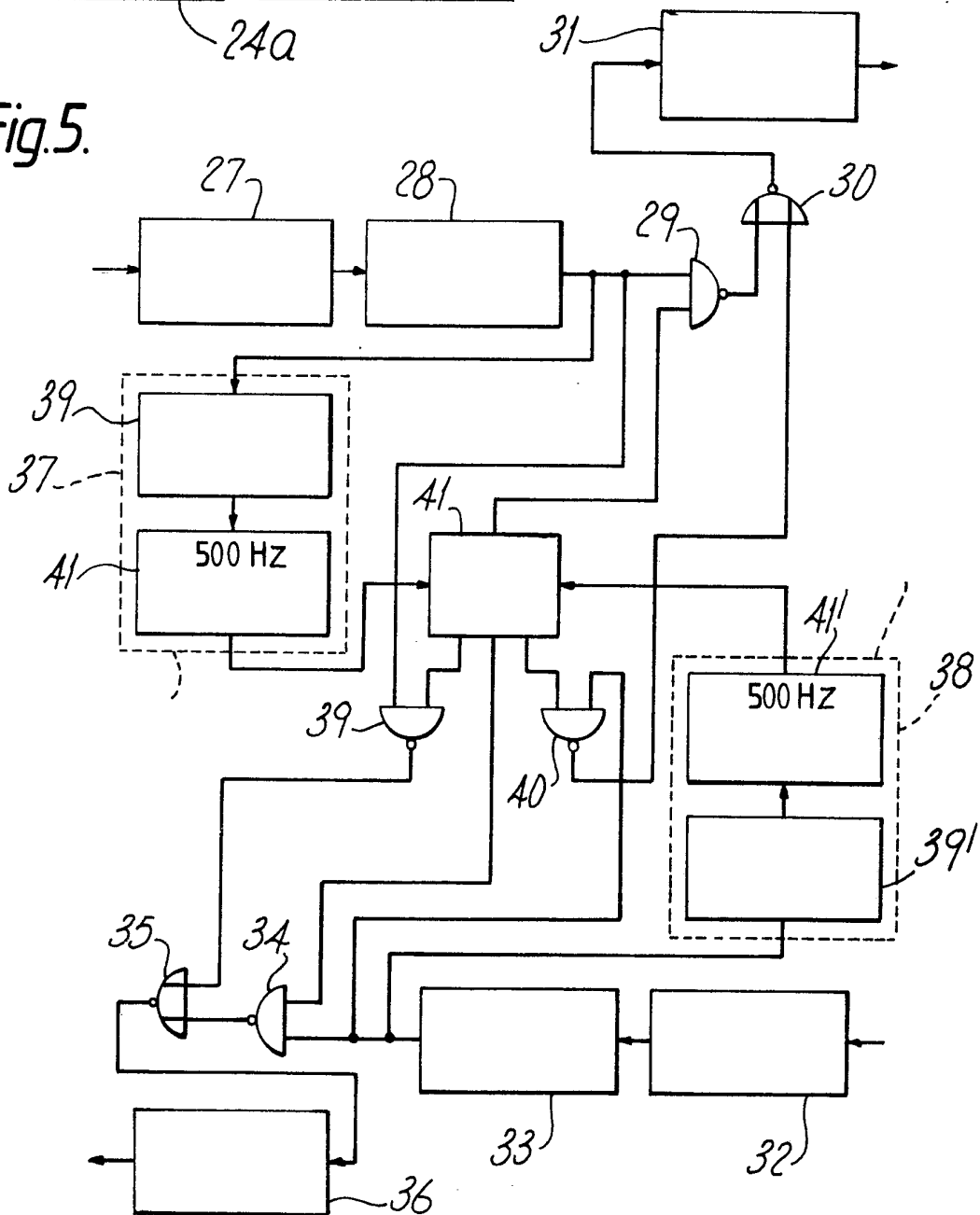


Fig. 6.

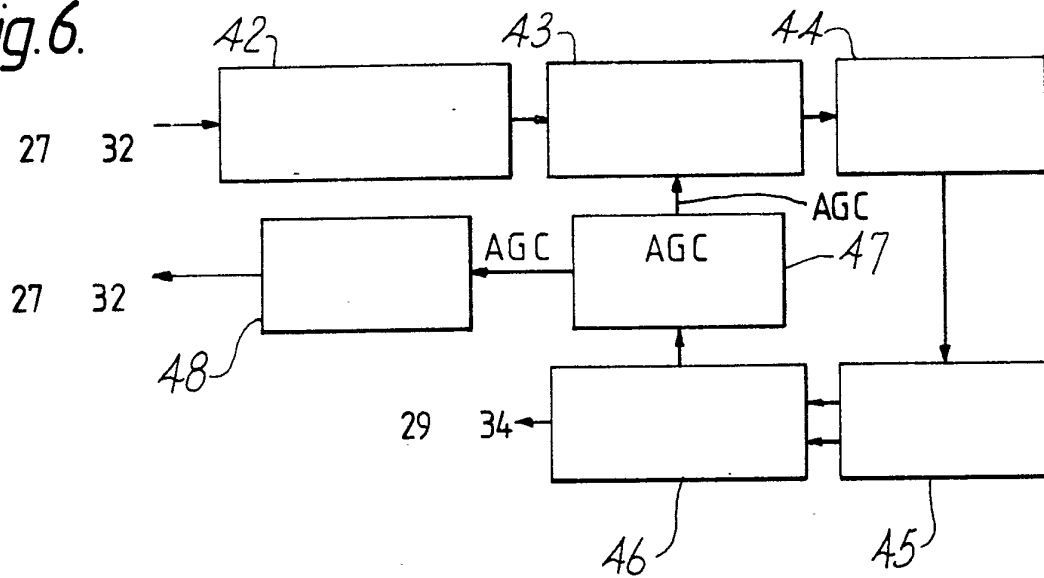


Fig. 7.

