



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 661 629 A5

⑤① Int. Cl. 4: H 04 Q 1/20  
H 04 M 1/24  
H 04 B 17/00

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

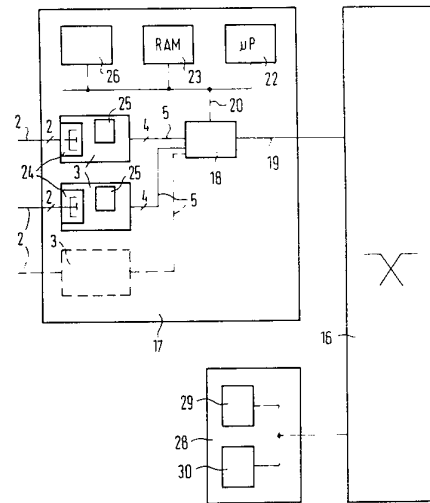
⑫ PATENTSCHRIFT A5

<p>⑳ Gesuchsnummer: 6592/83</p> <p>㉒ Anmeldungsdatum: 09.12.1983</p> <p>⑳③ Priorität(en): 09.12.1982 DE 3245588</p> <p>㉔ Patent erteilt: 31.07.1987</p> <p>④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 31.07.1987</p>	<p>⑦③ Inhaber: Alcatel N.V., Amsterdam (NL)</p> <p>⑦② Erfinder: Széchényi, Kalman, Spielberg (DE)</p> <p>⑦④ Vertreter: Dipl.-El.-Ing. Hans F. Bucher, Bern</p>
--	--

⑤④ **Verfahren und Schaltungsanordnung zur Fehlerortung bei einem digitalen Fernmelde-Teilnehmeranschluss.**

⑤⑦ Zur Fehlerortung bei digitalen Fernmelde-Teilnehmeranschlüssen werden verschiedene Prüfschleifen (A, B, C) geschlossen und mit von der Vermittlungsstelle (16) ausgesandten Signalen überprüft. Stellt sich in der sogenannten C-Schleife heraus, dass ein Fehler vorliegt, kann nicht festgestellt werden, ob der Fehler auf der Anschlussleitung (2) oder in der Teilnehmereinrichtung liegt.

Um die beiden Fehlerquellen unterscheiden zu können, werden bei einwandfreier Anschlussleitung (2) die Filterkoeffizienten, die in einem dem Echokompensator (24) der Teilnehmer-Anschlusschaltung (17) enthaltenen Rekursivfilter laufend eingestellt werden, abgespeichert. Da bei fehlerhafter Anschlussleitung (2) der Echokompensator (24) auf Grund der von dieser erhaltenen Impulsantwort geänderte Filterkoeffizienten einstellt, kann durch einen Vergleich der laufenden Koeffizienten mit den abgespeicherten Koeffizienten der Fehlerort lokalisiert werden.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Fehlerortung bei einem digitalen Fernmelde-Teilnehmeranschluss, wobei in einer Teilnehmereinrichtung eine die Teilnehmer-Anschlussleitung einschliessende Prüfschleife geschlossen und festgestellt wird, ob von der Vermittlungsstelle ausgesandte Signale ordnungsgemäss wieder empfangen werden, dadurch gekennzeichnet, dass die in einem Echo-

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein oder zwei, die Polstellen der Filterfunktion eines digitalen Rekursivfilters bestimmende Koeffizienten gespeichert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweils neu eingestellten Koeffizienten über einen PCM-Kanal zu der Vermittlungsstelle gesendet und dort ausgewertet werden.

4. Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Patentanspruch 1 bei einem digitalen Fernmelde-Teilnehmeranschluss, der eine vermittlungsseitige Teilnehmer-Abschlusschaltung (3), eine Anschlussleitung (2) und eine Teilnehmereinrichtung aufweist, in der eine Prüfschleife (C) geschlossen und mit von der Vermittlungsstelle ausgesendeten Signalen überprüft werden kann, dadurch gekennzeichnet, dass einem in der Teilnehmer-Anschlusschaltung (17) vorhandenen Echo-

5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Digitalfilter des Echokompensators (24) ein Rekursivfilter aufweist.

6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Speicher (23) und/oder die Auswerteschaltung (22) in der Teilnehmer-Anschlusschaltung (17) angeordnet ist.

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Speicher (25) in einer vermittlungsseitigen Leitungsabschlusschaltung (3) enthalten ist.

8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Speicher (30) und die Auswerteschaltung (29) in einer Bedien- und Wartungseinrichtung (28) enthalten sind.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Fehlerortung bei einem digitalen Fernmelde-Teilnehmeranschluss, in dem in einer Teilnehmereinrichtung eine die Teilnehmer-Anschlussleitung einschliessende Prüfschleife geschlossen und festgestellt wird, ob von der Vermittlungsstelle ausgesandte Signale ordnungsgemäss wieder empfangen werden.

Für Fernmeldevermittlungsanlagen mit digitalen Verbindungen bis zu dem Teilnehmer sind von internationalen Gremien (CEPT) und Fernmeldeverwaltungen verschiedene Test- oder Prüfschleifen vorgeschlagen worden, die eine selbsttätige Ortung von Fehlerstellen ermöglichen (vergleiche auch die Beschreibung zur Fig. 1). Mit diesen Prüfschleifen kann ein innerhalb der Vermittlungsstelle liegender Fehler geortet oder festge-

stellt werden, dass der Fehler ausserhalb der Vermittlungsstelle liegt. Im letzteren Fall kann aber nicht festgestellt werden, ob die Teilnehmer-Anschlussleitung beschädigt ist oder ob die Teilnehmereinrichtung schadhaf ist. Es wäre aber für die Fernmeldeverwaltung sehr nützlich, beide Fehlerarten unterscheiden zu können, da dadurch die Fehlerbeseitigung wesentlich erleichtert wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Fehlerortungsverfahren zu schaffen, mit dem sich unterscheiden lässt, ob ein Fehler in einer Teilnehmereinrichtung oder in der Anschlussleitung vorliegt.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die in einem Echokompensationsverfahren laufend selbsttätig eingestellten adaptiven Rekursivfilter-Koeffizienten mit Koeffizienten verglichen werden, die bei fehlerfreiem Teilnehmeranschluss ermittelt und gespeichert worden sind, und dass anhand der Abweichung zwischen den jeweiligen Koeffizienten festgestellt wird, ob ein Fehler in der Teilnehmer-Anschlussleitung oder in der Teilnehmereinrichtung vorliegt.

Eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens bei einem digitalen Fernmelde-Teilnehmeranschluss, der eine vermittlungsseitige Teilnehmer-Anschlusschaltung, eine Anschlussleitung und eine Teilnehmereinrichtung aufweist, in der eine Prüfschleife geschlossen und mit von der Vermittlungsstelle ausgesendeten Signalen überprüft werden kann, ist erfindungsgemäss dadurch gekennzeichnet, dass einem in der Teilnehmer-Anschlusschaltung vorhandenen adaptiven rekursiven Echokompensator ein Speicher zugeordnet ist, in den Filterkoeffizienten eingeschrieben werden, die bei fehlerfreiem Zustand der Anschlussleitung eingestellt worden sind, und dass in einer Auswerteschaltung, der die gespeicherten und die neu eingestellten Filterkoeffizienten zugeführt werden, um festzustellen, ob die Teilnehmeranschlussleitung fehlerhaft ist.

Vorteilhafte Fortbildungen der Erfindung sind in den weiteren Patentansprüchen gekennzeichnet.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines digitalen Teilnehmeranschlusses, aus der die verschiedenen Prüfschleifen ersichtlich sind;

Fig. 2 den Rahmenaufbau eines PCM-32-Systems, gemäss dem Signale und Daten zwischen der Vermittlungs-Abschlusschaltung und der Teilnehmer-Abschlusschaltung übertragen werden;

Fig. 3 die schematische Darstellung der Übertragung der Filterkoeffizienten in einem D-Kanal des PCM-Systems nach Fig. 2, und

Fig. 4 eine erfindungsgemässe Fehlerortungsschaltung.

Ein digitaler Teilnehmeranschluss (Fig. 1) weist im wesentlichen folgende Bestandteile auf:

— Eine Teilnehmereinrichtung 1 (international «network termination» genannt), die den teilnehmerseitigen Abschluss des digitalen Netzes darstellt. Teilnehmerseitig (d.h. in der Zeichnung nach links) können sich noch weitere Einrichtungen anschliessen, die aber hier nicht dargestellt sind, da sie für die Erfindung ohne Bedeutung sind.

— Eine Teilnehmer-Anschlussleitung 2 («subscriber line»), die üblicherweise zweidrähtig ausgeführt ist und auf der die Signale nach verschiedenen bekannten Verfahren zwischen dem Teilnehmer und der Vermittlungsstelle ausgetauscht werden. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird eine Zwei-Draht-Duplex-Übertragung mit Echokompensation, die auch als Gleichlageverfahren bekannt ist, durchgeführt.

— Eine Leitungsabschlusschaltung 3 («line termination»), die den vermittlungsseitigen Abschluss der Teilnehmer-Anschlussleitung darstellt.

— Eine Vermittlungsabschlusssschaltung 4 («exchange termination»), durch die mehrere Abschlusssschaltungen 3 mit den Durchschalteeinrichtungen der Vermittlungsstelle verbunden sind. Mit der Abschlusssschaltung 3 ist die Vermittlungsabschlusssschaltung durch eine Vierdrahtleitung 5 verbunden.

Für folgende Prüfschleifen liegen internationale Normierungsvorschläge vor:

— Prüfschleife A: Die Schleife wird auf der der Vermittlungsstelle zugewandten Eingangsseite der Abschlusssschaltung 3 durch einen Befehl, der automatisch erzeugt oder von einer Bedienungsperson eingegeben wird, geschlossen und ermöglicht die Prüfung der Vierdrahtleitung 5. Das Schliessen der einzelnen Prüfschleifen ist in der Zeichnung durch gekrümmte Pfeile angedeutet.

— Prüfschleife B: Sie wird auf der Ausgangsseite der Abschlusssschaltung 3 geschlossen und ermöglicht eine Überprüfung der Funktion der Abschlusssschaltung 3.

— Prüfschleife C: Sie wird auf der teilnehmerseitigen Ausgangsseite der Teilnehmereinrichtung 1 geschlossen und soll eine Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Teilnehmereinrichtung 1 ermöglichen.

Werden von der Vermittlungsstelle über die Prüfschleife C ausgesandte Daten nicht ordnungsgemäss wieder empfangen, so ist entweder die Anschlussleitung 2 fehlerhaft (z.B. Kurzschluss, Leerlauf, usw.), oder aber die Teilnehmereinrichtung 1 ist funktionsunfähig. Diese beiden möglichen Fehlerquellen können mit den Prüfschleifen nicht unterschieden werden, eine Unterscheidung wäre aber für die betreibende Fernmeldeverwaltung sehr erwünscht.

Um auf der zweidrähtigen Anschlussleitung 2 Nachrichten in beide Richtungen gleichzeitig und im gleichen Frequenzbereich (z.B. im Basisband) übertragen zu können, enthalten sowohl die Teilnehmereinrichtung 1 als auch die Abschlusssschaltung 3 einen Echokompensator [siehe z.B. ntz Band 35 (1982) Heft 1, Seite 12 bis 15]. Auch im Falle einer gestörten Prüfschleife C werden die Koeffizienten des Echokompensators in der Abschlusssschaltung 3 laufend eingestellt, und zwar entsprechend der von der Anschlussleitung erhaltenen Impulsantwort. Aus den laufend eingestellten Filterkoeffizienten lässt sich aber der Zustand der Anschlussleitung 2 ermitteln. Frägt man die laufend eingestellten Koeffizienten ab und vergleicht sie mit Koeffizienten, die bei einwandfreier Teilnehmeranschlussleitung eingestellt und gespeichert worden sind, so lässt sich feststellen, ob die Teilnehmer-Anschlussleitung einwandfrei oder defekt ist. Damit kann bei einem über die Prüfschleife C festgestellten Fehler unterschieden werden, ob er von der schadhafte Anschlussleitung 2 oder von einer gestörten Teilnehmereinrichtung 1 verursacht wird. Wird die Echokompensation oder -löschung nur mittels eines Transversalfilters durchgeführt, so muss jeweils eine grössere Anzahl von Filterkoeffizienten gespeichert werden: z.B. 20 bis 40 Koeffizienten, jeweils mit einer Genauigkeit von 16 Bit. Zweckmässiger ist es deshalb, den Echokompensator zumindest teilweise mit einem Rekursivfilter zu realisieren (vgl. DE-OS 3 120 434), da es dann genügt, nur einige wenige Rekursivfilter-Koeffizienten zu speichern.

Ein Rekursivfilter zweiten Grades lässt sich durch die folgende Beziehung beschreiben

$$F(z^{-1}) = \frac{a_0 + a_1 z^{-1}}{1 - b_1 z^{-1} - b_2 z^{-2}}$$

darin sind:

$z = e^{j\omega T_s}$  die komplexe Frequenzvariable  
 $T_s$  die Abtastperiode  
 $a_0, a_1$  die Koeffizienten des Zählerpolynoms  
 $b_1, b_2$  die Koeffizienten des Nennerpolynoms.

Bei einem solchen Filter genügt es, die zwei Koeffizienten  $b_1$  und  $b_2$  zu speichern, die die Polstelle der Filterfunktion bestimmen.

Auf der die Leitungsabschlusssschaltung 3 mit der Vermittlungsabschlusssschaltung 4 verbindenden Vierdrahtleitung 5 werden die digitalen Nachrichten gemäss dem PCM-Verfahren mit 32 Kanälen und einer Bitfolgefrequenz von 2,048 Mbit/s übertragen. Die 32 Kanäle eines PCM-Rahmens sind in Fig. 2 schematisch dargestellt.

Im digitalen Teilnehmeranschluss ist eine Nettobitfolgefrequenz oder -bitrate von 144 kbit/s, zu denen noch Synchronisierungsbits hinzukommen, normiert. Damit wird gebildet: ein transparenter Kanal  $B_1$  mit 64 kbit/s, ein transparenter Kanal  $B_2$  mit ebenfalls 64 kbit/s und ein Signalisierkanal D mit 16 kbit/s. Von den zur Verfügung stehenden 32 Kanälen werden für die Kanäle  $B_1$  und  $B_2$  zwei PCM-Kanäle und für den Kanal D lediglich 2 Bits in einem dritten PCM-Kanal belegt, wie dies in Fig. 2 angedeutet ist. Mit den restlichen sechs Bits 6 des dritten PCM-Kanals oder aber über einen vierten PCM-Kanal wird die Steuerinformation, die das Auslesen der Rekursivfilter-Koeffizienten des Echokompensators veranlasst, von der Vermittlungsabschlusssschaltung 4 der Teilnehmer-Abschlusssschaltung 3 übermittlelt. Die jeweils mit 16 Bits wiedergegebenen Koeffizienten werden dann von der Abschlusssschaltung 3 über den vierten PCM-Kanal zur Abschlusssschaltung 4 gesendet. Sie können in einem in der Abschlusssschaltung 4 enthaltenen Steuerrechner ausgewertet werden, oder aber zu dem Wartungsrechner der Vermittlungsstelle weitergeleitet und dort ausgewertet werden. Die Auswertung erfolgt im einfachsten Falle durch einen Vergleich. Übersteigt die Differenz zwischen den laufend eingestellten Koeffizienten und den abgespeicherten Koeffizienten einen vorgegebenen Wert, ist die Anschlussleitung 2 gestört.

In dem oberen Teil von Fig. 3 sind einige 8-kHz-Impulse 7 dargestellt, die z.B. den PCM-Kanal Nr. 13 markieren, in dem die Filterkoeffizienten übertragen werden. Zuerst wird ein Koeffizienten charakterisierendes Kennwort 8 ausgesendet, das z.B. aus acht Nullbits besteht. Nach 125  $\mu$ sec wird ein erstes Wort 10 übertragen, das aus den ersten acht Bits z.B. des Koeffizienten  $c_1$  besteht. Ein zweites Wort 11, das die restlichen acht Bits des Koeffizienten  $c_1$  enthält, folgt nach weiteren 125  $\mu$ sec. Ein drittes Wort 13 enthält die ersten acht Bits des Koeffizienten  $c_2$ , und ein viertes Wort 14 enthält die restlichen acht Bits dieses Koeffizienten. Anschliessend werden die nachfolgend eingestellten aktuellen Filterkoeffizienten übertragen.

Eine in Fig. 4 gezeigte digitale Vermittlungsstelle 16, z.B. eine Ortsvermittlungsstelle des Systems 12, ist mit einer grösseren Anzahl von Teilnehmer-Anschlusssschaltungen 17 versehen, von denen in der Zeichnung nur eine dargestellt ist. Jede Anschlusssschaltung 17 enthält mehrere, z.B. vier bis acht, Leitungsabschlusssschaltungen 3, von denen zwei in der Zeichnung dargestellt sind. Sie sind jeweils über eine Vierdrahtleitung 5 mit einer Steuerschnittstellenschaltung 18 verbunden. Diese ist ihrerseits über eine Mehrfachleitung 19 mit der Vermittlungsstelle, d.h. insbesondere mit deren Durchschalteeinrichtungen, und durch ein Bussystem 20 mit einer Steuerschaltung 22, die im wesentlichen aus einem Mikrorechner besteht, sowie mit einem oder mehreren Schreib-Lesespeichern 23 verbunden.

Jede Leitungsabschlusssschaltung 3 enthält einen, bereits erwähnten, Echokompensator 24 sowie einen Koeffizienten-Speicher 25, in den die bei ordnungsgemässer Teilnehmer-Anschlussleitung 2 eingestellten Rekursivfilter-Koeffizienten eingeschrieben werden. Anstelle der Koeffizienten-Speicher 25 auf den einzelnen Leitungsabschlusssschaltungen kann auch ein gemeinsamer Koeffizienten-Speicher 26 auf der Teilnehmer-Anschlussleitung 17 vorgesehen sein, der die Filterkoeffizienten sämtlicher Leitungsabschlusssschaltungen 3 aufnimmt. Dieser gemeinsame Speicher kann aber auch einen Teil des Schreib-Lesespeichers 23 bilden.

Die Steuerschaltung 22 gibt die zum Durchführen der selbsttätigen Prüfverfahren erforderlichen Signale und Daten aus und wertet die empfangenen Signale aus. Stellt sie auf der Prüfschleife C einen Fehler fest, so ruft sie die in dem einzelnen Echokompensator jeweils laufend eingestellten Filterkoeffizienten ab und vergleicht sie mit denjenigen Filterkoeffizienten, die bei einwandfreier Teilnehmer-Anschlussleitung 2 eingestellt und gespeichert worden sind. Überschreitet der Unterschied zwischen den beiden Koeffizientengruppen die vorgegebenen Werte, so gibt die Steuerschaltung 22 ein Signal ab, das eine defekte Anschlussleitung signalisiert und das z.B. an eine Bedien- und Wartungseinrichtung 28 weitergeleitet wird. Dies enthält einen Wartungsrechner 29 und einen oder mehrere Speicher 30. Die Prüfverfahren können auch von dem Wartungsrechner 29 gesteuert werden, der in diesem Fall auch die Filterkoeffizienten auswertet. Dabei können diese Filterkoeffizienten auch in einem Teil des Speichers 3 oder in einem Zusatzspeicher abgelegt werden. Das Auswerten der Filterkoeffizienten kann auch in einer entweder von der Steuerschaltung 22 oder von dem Wartungsrechner 29 gesteuerten einfachen Vergleichsschaltung durchgeführt werden.

Die ausser den Leitungsabschlusschaltungen 3 in der Teil-

nehmer-Anschlusschaltung 17 enthaltenen weiteren Schaltungsbestandteile von Fig. 4 entsprechen der Vermittlungsabschlusschaltung 4 von Fig. 1.

Die Wirkungsweise des erfindungsgemässen Verfahrens und der beschriebenen Schaltungsanordnung wird nachfolgend zusammengefasst.

Zur Fehlerortung bei digitalen Fernmelde-Teilnehmeranschlüssen werden verschiedene Prüfschleifen A, B, C geschlossen und mit von der Vermittlungsstelle 16 ausgesandten Signalen überprüft. Stellt sich in der sogenannten C-Schleife heraus, dass ein Fehler vorliegt, kann nicht festgestellt werden, ob der Fehler auf der Anschlussleitung 2 oder in der Teilnehmereinrichtung 1 liegt. Um die beiden Fehlerquellen unterscheiden zu können, werden bei einwandfreier Anschlussleitung 2 die Filterkoeffizienten, die in einem in den Echokompensator 24 der Teilnehmeranschlusschaltung 17 enthaltenen Rekursivfilter laufend eingestellt werden, abgespeichert. Da bei fehlerhafter Anschlussleitung 2 der Echokompensator 24 aufgrund der von dieser erhaltenen Impulsantwort geänderte Filterkoeffizienten eingestellt, kann durch einen Vergleich der laufenden Koeffizienten mit den abgespeicherten Koeffizienten der Fehlerort lokalisiert werden.

