



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 15 566 T2** 2007.06.28

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 235 373 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H04J 3/08** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 15 566.5**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 290 107.8**

(96) Europäischer Anmeldetag: **16.01.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **28.08.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **25.10.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **28.06.2007**

(30) Unionspriorität:

MI010381 26.02.2001 IT

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(73) Patentinhaber:

Alcatel Lucent, Paris, FR

(72) Erfinder:

**Manganini, Andrea, 20058 Villasanta (Milano), IT;
Casazza, Elena, 24045 Fara Gera d'Adda
(Bergamo), IT**

(74) Vertreter:

**Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker, 70188
Stuttgart**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Verwaltung mehrfacher Fehler verschiedener Art in einem ringförmigen Nachrichtenübertragungsnetzwerk**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Telekommunikations-Ringnetzwerke und betrifft insbesondere Netzwerke mit einer Vier-Faser Ringtopologie, deren Verkehr durch einen verteilten Mechanismus eine MS-SPRING Typs geschützt ist. Noch genauer betrifft sie einen Weg, um mögliche Szenarien mehrfacher Fehler verschiedenen Typs in solchen Netzwerken zu beherrschen.

[0002] Auf dem Gebiet der Telekommunikation sind faseroptische Netzwerke mit Ringtopologie bekannt, wobei die Netzwerke eine Anzahl von Knoten oder Netzwerkelemente umfassen, die miteinander über Faserspannen verbunden sind, um einen Ring zu bilden. Der Verkehr in solchen Netzwerken wird über so genannte Pfade abgewickelt, d.h. Circuits, die zwei oder mehr Netzwerkelemente des Rings verbinden.

[0003] Mechanismen für den Schutz des Verkehrs in solchen Netzwerken sind ebenfalls bekannt. Von diesen ist eine Art von verteiltem Mechanismus, MS-SPRING (Multiplexed Section-Shared Protection Ring) genannt, wohl bekannt.

[0004] Bei den ozeanüberquerenden SDH Kommunikationsnetzwerken mit einer Vier-Faser Ringtopologie, bei denen der Schutz vom Typ MS-SPRING ist, wird das zur Verfügung stehende Band in zwei Bereiche aufgeteilt: die Kanäle mit hoher Priorität (die im Falle eines Fehlers im Ring zu schützen sind) und die Kanäle mit niedriger Priorität (die ungeschützt sind und im Falle eines Fehlers stummgeschaltet werden). Entlang der Übertragungsrichtung werden zwei benachbarte Knoten durch vier Fasern miteinander verbunden (zwei in einer Richtung und zwei in der Gegenrichtung); die Kanäle mit hoher Priorität (als HP bezeichnet) belegen im fehlerfreien Betrieb die Betriebsfaser, während die Kanäle mit niedriger Priorität (LP) die Schutzfaser belegen, bis letztere benötigt wird, um Schutzfunktionen im Ring durchzuführen.

[0005] In solchen Netzwerken wird als ein Spannenfehler bezeichnet der Ausfall (oder die Beeinträchtigung) einer oder beider Betriebsfasern, die zwei Knoten verbinden, oder die Unterbrechung einer oder beider Schutzfasern; im ersten Fall (Betriebsfasern von der Unterbrechung betroffen) bemüht sich der Spannenchutz, den gesamten HP Verkehr wieder herzustellen durch dessen Rerouten über die Schutzfaser der gleichen Spanne. Dahingegen wird als ein Ringfehler bezeichnet die Unterbrechung (oder die Beeinträchtigung) von sowohl Betriebs- als auch Schutzfasern zwischen zwei benachbarten Knoten. In diesem Fall wird Ringschutz angestrebt, der Rerouting bereitstellt für den HP Verkehr, der auf Grund des Ausfalls verloren gehen würde, entgegen der Fehlerrichtung durch Benutzen der LP Kanäle.

[0006] Das allen Schutzmechanismen gemeinsame Problem besteht darin, die größtmögliche Menge an HP Verkehr zu schützen und zu erhalten.

[0007] Die Ringtopologie stellt sicher, dass im Falle eines einzelnen Fehlers der gesamte Verkehr hoher Priorität wieder hergestellt wird. Die Situation wird jedoch kritisch, wenn eine Vielzahl von Fehlern im Ring auftritt: um den geschützten Verkehr zu maximieren, müsste jeder Knoten in der Lage sein, alle lokalen Fehler und Befehle zu signalisieren, um seine Anforderungen dem gesamten Ring mitzuteilen.

[0008] Das Schutzmanagement in Ringnetzwerken ist genormt durch die internationalen Organisationen ITU (ITU-T Empfehlung G. 841, Anhang A) und ETSI. In beiden Spezifikationen basiert das Schutzprotokoll auf einem Paar von Bytes K1, K2 des SDH (oder SONET) Rahmens, insbesondere in dessen MSOH Abschnitt. Das Byte K1 ist codiert auf die folgende Art: dessen erste 4 Bits enthalten Anforderungscodes, während die nächsten 4 Bits die Zielknotenidentifikationen (ID) für die in den ersten vier Bits angezeigten Anforderungscodes. Die Funktionen des Bytes K2 sind folgende: die ersten 4 Bits enthalten Quellenknotenidentifikationen, die letzten drei Bits definieren den Status, während das fünfte Bit einen Pfadlängencode repräsentiert (0 = kurzer Pfad, 1 = langer Pfad).

[0009] In das Feld der Anforderungen wird ein Fehler- oder Befehlscode eingefügt, für den eine koordinierte Aktion der Ringknoten erforderlich ist.

[0010] Im Falle des Ringschutzes intervenieren die Knoten direkt, was der Signalisierung ermöglicht, durch den ganzen Ring geleitet zu werden und möglicherweise einige Aktionen am Verkehr durchzuführen. Eine notwendige Bedingung, die der Ringschutz managen muss, ist, dass die Signalisierung alle Knoten erreicht (Signalisierung über den langen Pfad), die alle in einen Durchleitungsstatus gehen (ausgenommen der Abschlussknoten, der in einem Bridge & Switch Status ist).

[0011] Andererseits ist es im Falle von Spannenchutz nicht erforderlich, dass die Signalisierung alle Knoten erreicht: die einzigen in den Schutz einbezogenen sind die, die benachbart zu der Spanne liegen, die durch den Spannenfehler betroffen ist. In diesem Falle wird davon gesprochen, dass der Spannenchutz durch Signalisierung über den kurzen Pfad gemanagt wird. Der Statuscode synchronisiert die Aktionen, die durchgeführt werden müssen, um Fehlverbindungen auf den Pfaden zu vermeiden.

[0012] Die ITU-T Empfehlung G. 841 geht davon aus, dass mehrere Spannenanforderungen oder mehrere Ringanforderungen, aber nicht Ringanforderungen und Spannenanforderungen zusammen gleichzeitig auf dem Ring bedient werden müssen; in

solchen Umständen ist der Verkehr, der durch die Spanne, der von dem Spannenfehler betroffen ist, geschützt, aber nicht der, der durch die Spanne geleitet wird, die von dem Ringfehler betroffen ist.

[0013] Darüber hinaus existieren einige Befehle, die nicht über die K-Bytes zu den anderen Knoten übertragen werden, diese bleiben lokal; wohingegen von anderen (LP, alle Spanne), selbst wenn sie nicht signalisiert werden, verlangt wird, dass sie globale Wirkung haben: sie laufen nicht mit den K-Bytes um und müssen vom Managementzentrum einzeln an jeden Knoten gegeben werden.

[0014] EP 0 456 206 (A2) offenbart ein erstes Paar von Bytes für die Anzeige der Anforderung von Ringschutz; diese Bytes werden als Benutzerbytes (UB (von User Bytes)) bezeichnet und im Overheadrahmen übertragen, wie F1, Z1 oder Z2, um eine oder mehrere Ringschutzereignisse zu verwalten (die mit „Loopback“ anstelle von „Ring“) bezeichnet werden. In **Fig. 12A–12B–12C** werden beispielsweise zwei Anforderungen von Ringschutz dargestellt (Fehler zwischen den Knoten A-B und B-C), und der Ringschutz wird dargestellt mit einer Schleife am Knoten C von **Fig. 12B–12C** und am Knoten A von **Fig. 12C**. Das Dokument offenbart auch wenigstens ein zusätzliches Paar von Bytes, das benutzt wird für ein Punkt-zu-Punkt Multiplexabschnitts-Schutzschema (MSP (von Multiplex Section Protection)) (mit K1 und K2 Bytes), dies ist ein Schutzschema für eine lineare Topologie und nicht für einen Ring.

[0015] Im Hinblick auf die Nachteile und Lücken der bekannten und genormten Lösungen, wie oben beschrieben, ist es die Hauptaufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren anzugeben zum Verwalten einer Vielzahl von Fehlern verschiedenen Typs (Ring- und Spannen) in ozeanüberquerenden Telekommunikationsnetzwerken mit einer Ringtopologie.

[0016] Diese und weitere Aufgaben werden gelöst durch ein Verfahren, das die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 aufweist, durch eine Rahmenstruktur entsprechend Anspruch 4 und ein Netzwerkelement nach Anspruch 5. Weitere vorteilhafte Merkmale werden in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0017] Die Grundidee der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine zusätzliche Signalisierung für den Schutz bereitzustellen, wobei ein zweites Paar von Bytes K1 und K2 benutzt wird, ausgesucht aus bisher in den SDH (oder SONET) Rahmen nicht benutzten Bytes. Auf diese Weise gibt es eine Möglichkeit, ein Paar für Spannsignalisierung und das zweite für Ringsignalisierung zuzuordnen. Auf diese Weise ist es möglich, verschiedene Spannanforderungen (auch mit verschiedenen Prioritäten) und Ringanforderungen gleichzeitig zu managen.

[0018] Die Erfindung wird sicher verständlich aus der folgenden detaillierten Beschreibung, die lediglich beispielhaft und nicht beschränkend gegeben wird, die in Bezug auf die anhängenden Zeichnungen zu lesen ist, wobei:

[0019] **Fig. 1** ein Telekommunikationsnetzwerk mit einer Vier-Faser Ringtopologie zeigt, das von keinem Fehler betroffen ist;

[0020] **Fig. 2** das gleiche Netzwerk von **Fig. 1** zeigt, das gleichzeitig von einem Ringfehler und einem Spannenfehler betroffen ist;

[0021] **Fig. 3** das gleiche Netzwerk von **Fig. 2** zeigt, das auch von einer Faserverschlechterung betroffen ist;

[0022] **Fig. 4** das gleiche Netzwerk von **Fig. 2** zeigt, das aber von zwei verschiedenen Fehlern betroffen ist;

[0023] **Fig. 5** das Netzwerk von **Fig. 2** zeigt, in dem die Fehler entsprechend dem Verfahren der vorliegenden Erfindung behandelt werden.

[0024] Vor dem Einstieg in die detaillierte Beschreibung der vorliegenden Erfindung erscheint es nützlich, darauf hinzuweisen, dass sie gut anwendbar ist bei allen Arten von synchronen Übertragungen, gewöhnlich SDH und SONET. Es wird jedoch im Sinne der Verständlichkeit vorgezogen, sich nur auf die SDH Umgebung zu beziehen. Somit ist jeder Bezug in dieser Beschreibung und in den Ansprüchen auf synchrone SDH Übertragungen als auch SONET Übertragungen einschließend anzusehen, es sei denn, es wird ausdrücklich auf etwas anderes hingewiesen.

[0025] **Fig. 1** zeigt ein Ringnetzwerk mit einer Vielzahl von Knoten (A, B, ..., G), die durch Vierfaser-Spannen verbunden sind, die schematisch durch Pfeile dargestellt werden: ein Paar von Pfeilen repräsentiert die Betriebskanäle (HP) und das andere Paar repräsentiert die Schutzkanäle (LP). Im Ring ist wenigstens ein geschützter Pfad für die Übertragung von Information von einem Knoten zu einem anderen installiert. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist nur ein Pfad zwischen D und F (Abschlussknoten) dargestellt, der durch die Zwischenknoten C, B, A und G verläuft.

[0026] Mit Bezug auf **Fig. 2** (in der der Pfad aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht mehr gezeigt wird) wird ein Spannenfehler (SF-S, Signal Failure Span) in einer Spanne (C-D) einfach dadurch bearbeitet, indem der Verkehr über die entsprechende Schutzfaser (LP) geleitet wird. Analog dazu wird ein Ringfehler (SF-R, Signal Failure Ring) in einer Spanne (G-F) dadurch bearbeitet, indem der nicht betrof-

fene Ringabschnitt benutzt wird, d.h. der, bei dem der Knoten E ein Zwischenknoten ist.

[0027] Weil im Protokoll der ITU-T G.841 die Koexistenz von Ringschutz und Spannschutz nicht vorgesehen ist, und nachdem die vom Spannschutz betroffenen Knoten nur Spannsanforderungen und keine Ringanforderungen senden können, ist es nicht möglich, den Pfad in dem Fall aufrechtzuhalten, wenn er von zwei Fehlern unterschiedlichen Typs (Ring und Spanne) betroffen ist.

[0028] Im gleiche Szenario ([Fig. 3](#)) wird die Existenz einer Spannenbeeinträchtigung (SD-S, Signale Degrade Span) nicht signalisiert, weil sie eine niedrigere Priorität hat als Ringsignalisierung (die ohnehin nicht bedient wird).

[0029] Es kann passieren, dass ein Knoten, beispielsweise Knoten C von [Fig. 4](#), weitgehend isoliert wird, weil er, auf einer Seite von einem Spannenfehler betroffen und auf der anderen von einem Ringfehler, dem Ring seine gesamte Alarmsituation nicht mitteilen kann.

[0030] Die oben mit Bezug auf [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) beschriebenen Situationen sind nur einige der Situationen, in denen die gegenwärtigen Spezifikationen nicht die Maximierung der HP Verkehrswiederherstellung erlaubt.

[0031] Ausgehend von der Überlegung, dass die vier Bits des Felds „Anforderung“ für das Byte K1 die Codierung von nur sechzehn verschiedenen Anforderungen (für Befehle oder Alarmsignale) erlaubt, wurde daraus geschlossen, dass es einen Bedarf gibt, die Anzahl der für Signalisierung zur Verfügung stehenden Bits zu erhöhen. Auf diese Weise wäre es auch möglich, über die K Bytes auch solche Befehle zu kommunizieren, die allen Knoten des Rings bekannt gegeben werden müssen (siehe „LP all span“).

[0032] Die Grundidee der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine zusätzliche Signalisierung für Schutzzwecke vorzusehen, indem ein zweites Paar von Bytes K1 und K2 benutzt wird, das aus bisher nicht genutzten Bytes im SDH (oder SONET) Rahmen ausgewählt wird. Auf diese Weise entsteht die Möglichkeit, ein Paar der Spannsignalisierung und das zweite der Ringsignalisierung zuzuordnen. Dabei wird es möglich, verschiedene Spannsanforderungen (auch mit unterschiedlichen Prioritäten) und Ringanforderungen gleichzeitig zu behandeln.

[0033] Wie in der Zeichnung von [Fig. 5](#) gezeigt, behandelt, übereinstimmend mit der vorliegenden Erfindung, jeder Knoten beim Empfangen und Senden zwei Paare von Bytes K1 und K2 für jede Seite, das erste Paar ist bestimmt für einen ersten Signalisierungstyp, beispielsweise der Spannsignalisierung,

und das zweite Paar für einen zweiten Signalisierungstyp, beispielsweise der Ringsignalisierung. Jeder Knoten analysiert seine Anforderungen und entscheidet, welche von diesen Spannsanforderungen die höhere Priorität hat und die Ringanforderung mit höherer Priorität.

[0034] Vorzugsweise bleiben die Codierungen der Bytes K1 und K2 die oben erwähnten und genormten: auf diese Weise wird die zusätzliche Bearbeitungskomplexität im Vergleich zu konventionellen Mechanismen reduziert.

[0035] In der Praxis wird das Schutzprotokoll auf zwei Ebenen aufgeteilt, von denen jede formal unabhängig von der anderen ist, insoweit als die Signalisierung betroffen ist; weil bei beiden der Schutz nach den Standardregeln durchgeführt wird; d.h. der Spannschutz wird weiterhin auf dem kurzen Pfad aufgebaut, während der Ringschutz über den langen Pfad abgewickelt wird. Es ist die Aufgabe jedes Knotens, die Spannsinformation mit der Ringinformation zusammenzuführen, um die Aktionen am Verkehr korrekt auszuführen: tatsächlich müssen die Aktionen, die durch die prioritätsbehafteten Anforderungen zwischen Spanne und Ring diktiert sind, durchgeführt werden, und danach muss ausgewertet werden, ob die Vorgänge, die von Anforderungen mit geringerer Priorität diktiert werden, möglich sind. Auf diese Weise wird maximaler Schutz für den Verkehr hoher Priorität bereitgestellt.

[0036] Wie in [Fig. 5](#) gezeigt, ermöglicht die Idee der Zweifachsignalisierung das gleichzeitige Management von Spanns- und Ringschutzvorgängen (was gegenwärtig von den Empfehlungen nicht erlaubt wird). Obwohl die bereits eingerichtete Priorität erhalten bleibt, wäre es möglich, die Ringsignalisierung abzuschließen und dann einige der Pfade zu schützen, die durch den Ringfehler verlaufen. Noch immer mit Bezug auf [Fig. 5](#) könnte nicht nur der Ringschutz durchgeführt werden, auch die Spannenbeeinträchtigung würde signalisiert.

[0037] Entsprechend den Prioritäten der verschiedenen Signalisierungen könnte auch der Pfad von [Fig. 1](#) geschützt und im Fall eines Ringfehlers zwischen G und F, eines Spannenfehlers zwischen C und D und von Leistungsabfall (Beeinträchtigung) zwischen E und F aufrechterhalten werden. Darüber hinaus wäre es möglich, einige Befehle, die momentan lokal sind (LP all span), zu kommunizieren und somit den gesamten Ring über die komplette Situation jedes Knotens zu informieren.

[0038] Die Idee des Verdoppelns der Signalisierungspaare bedingt ein komplexeres Verkehrsmanagement an jedem Knoten; es müssen tatsächlich die Folgeaktionen (AIS einfügen, Bridge & Switch-Aktionen) durchgeführt werden durch Integra-

tion der Information der beiden Paare von K-Bytes und darauf aufbauend das Ermitteln, welche Pfade zu schützen sind, und welche andererseits nicht geschützt werden können.

[0039] Die zusätzlichen Signalisierungsbytes (K1' und K2') können aus dem Overheadabschnitt des SDH (oder SONET) Rahmens genommen werden. Grundsätzlich können zwei beliebige Bytes des Rahmens, die nicht für andere Zwecke reserviert sind, d.h. solche, die in ITU-T G.841 für „nationale Anwendungen“ definiert wurden, benutzt werden.

[0040] Schließlich ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren das Management von Mehrfachfehlersituationen verschiedenen Typs in ozeanüberquerenden Telekommunikationsnetzwerken mit einer Ringtopologie, in denen Signale übertragen werden, die als Rahmen von Bytes organisiert sind, und in denen die übertragenen Rahmen ein Paar von Bytes (K1, K2) enthalten für das Signalisieren von Ereignissen (Fehler oder Befehle). Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass in den übertragenen Rahmen wenigstens ein weiteres Paar von Bytes (K1', K2') bereitgestellt wird, wobei das erste Paar von Bytes (K1, K2) für das Signalisieren von Ereignissen eines ersten Typs benutzt wird, während das wenigstens eine zusätzliche Paar von Bytes (K1', K2') benutzt wird, um Ereignisse eines zweiten Typs zu signalisieren. Der erste Ereignistyp umfasst entweder nur Spanneereignisse (SF-S, SD-S) oder nur Ringereignisse (SF-R, SD-R), entsprechend umfasst der zweite Ereignistyp nur Ringereignisse (SF-R, SD-R) oder Spannereignisse (SF-S, SD-S).

[0041] Genau das oben erwähnte MS-SPRING Managementverfahren kann definiert werden mit Begriffen für die Aktionen, die von den Knoten oder Netzwerkelementen durchgeführt werden. Das somit definierte Verfahren umfasst den Schritt des Empfangens der Signalrahmen, die die ersten Signalisierungsbytes (K1, K2) enthalten und ist gekennzeichnet durch den Schritt des Empfangens wenigstens eines zusätzlichen Paares von Bytes (K1', K2'), wobei das erste Paar von Bytes (K1, K2) für das Signalisieren von Ereignissen eines ersten Typs benutzt wird und wobei das wenigstens eine zusätzliche Paar von Signalisierungsbytes (K1', K2') für das Signalisieren von Ereignissen eines zweiten Typs benutzt wird. Das Verfahren umfasst den zusätzlichen Schritt der Verarbeitung der Information, die von dem ersten Paar von Bytes (K1, K2) und dem wenigstens einen zusätzlichen Paar von Signalisierungsbytes (K1', K2') übertragen wird, um Aktionen (Bridge & Switch oder Durchleiten) durchzuführen, die so eingerichtet sind, dass im Falle mehrerer Ereignisse verschiedenen Typs so viel Verkehr wie möglich aufrechterhalten wird. Solche Aktionen basieren auf prioritätsbehafteten Anforderungen zwischen Spanne und Ring und umfassen den Schritt des Auswertens, ob Betrieb auf

den Pfaden, die von den Anforderungen niedrigerer Priorität diktiert werden, möglich ist. Auf diese Weise wird der maximale Schutz für den Verkehr hoher Priorität sichergestellt.

[0042] Der Schutzbereich der vorliegenden Erfindung erstreckt sich natürlich auch auf eine Telekommunikations-Rahmenstruktur, die ein erstes Paar von Bytes (K1, K2) für Ereignissignalisierung umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Paar von Bytes (K1, K2) für das Signalisieren von Ereignissen eines ersten Typs benutzt wird, während das wenigstens eine zusätzliche Paar von Bytes (K1', K2') für das Signalisieren von Ereignissen eines zweiten Typs benutzt wird.

[0043] Schließlich erstreckt sich der Schutzbereich der vorliegenden Erfindung auch auf einen Knoten oder ein Netzwerkelement zur Bearbeitung von Telekommunikationsrahmen des obigen Typs, die in der Lage sind, die Schritte des Verfahrens auszuführen.

[0044] Das erfindungsgemäße Verfahren kann sowohl hardwaremäßig als auch softwaremäßig ausgeführt werden, und deshalb erstreckt sich der Schutzbereich auch auf ein Softwareprogramm, das in der Lage ist, das Verfahren auszuführen, und auf ein Speichermedium, auf dem das Softwareprogramm gespeichert ist.

[0045] Obwohl die vorliegende Erfindung aus Übersichtlichkeitsgründen mit Bezug auf die Situation von Ringnetzwerken, die von Mehrfachfehlern betroffen sind, beschrieben worden ist, ist offensichtlich, dass der Begriff „Fehler“ verstanden werden soll als Fehler an der Faser selbst, in den Netzwerkelementen oder deren Komponenten, aber auch als Signalbeeinträchtigungen oder Operatorbefehle, die insgesamt als „Ereignisse“ bezeichnet werden können.

[0046] Somit umfassen Spannereignisse:

- Signal Fail-Span (SF-S): es wird in einem Vier-Faser-Ring ein Fehler auf dem Betriebskanal einer Spanne erkannt, und der Verkehr kann wieder hergestellt werden durch Switching auf den Schutzkanal der gleichen Spanne;
- Signal Degrade-Span (SD-S): es wird in einem Vier-Faser-Ring eine Beeinträchtigung auf dem Betriebskanal einer Spanne erkannt, und der Verkehr kann wieder hergestellt werden durch Switching auf den Schutzkanal der gleichen Spanne;
- Signal Fail-Protection (SF-P): es wird in einem Vier-Faser-Ring ein Fehler auf dem Schutzkanal einer Spanne erkannt;
- Signal Degrade-Protection (SD-P): es wird in einem Vier-Faser-Ring eine Beeinträchtigung auf dem Schutzkanal einer Spanne erkannt,
- Manual Switch-Span (MS-S): dieser Befehl schaltet den Verkehr von den Betriebskanälen auf die Schutzkanäle auf der gleichen Spanne, über

der der Befehl ausgelöst wurde. Das tritt ein, wenn die Schutzkanäle nicht in einem SD Zustand sind und keine Anforderungen mit gleicher oder höherer Priorität erfüllen;

– Forced Switch-Span (FS-S): dieser Befehl schaltet den Verkehr von den Betriebskanälen auf die Schutzkanäle auf der gleichen Spanne, über der der Befehl ausgelöst wurde. Das tritt ein, wenn die Schutzkanäle nicht in einem SF Zustand sind und keine Anforderungen mit gleicher oder höherer Priorität erfüllen;

[0047] Ringereignisse umfassen:

– Signal Fail-Ring (SF-R): es wird ein Fehler erkannt an beiden, den Betriebskanälen und den Schutzkanälen einer Spanne, und der Verkehr kann wieder hergestellt werden durch Umschalten auf die Schutzkanäle des Rings in der Gegenrichtung der Spanne;

– Signal Degrade-Ring (SD-R): es wird eine Signalbeeinträchtigung erkannt an beiden, den Betriebskanälen und den Schutzkanälen einer Spanne, und der Verkehr kann wieder hergestellt werden durch Umschalten auf die Schutzkanäle des Rings in der Gegenrichtung der Spanne;

– Manual Switch-Ring (MS-R): dieser Befehl schaltet den Verkehr von den Betriebskanälen auf die Schutzkanäle in der Gegenrichtung der Spanne, über der der Befehl ausgelöst wurde. Das tritt ein, wenn die Schutzkanäle nicht in einem SD Zustand sind und keine Anforderungen mit gleicher oder höherer Priorität erfüllen;

– Forced Switch-Ring (FS-R): dieser Befehl schaltet den Verkehr von den Betriebskanälen auf die Schutzkanäle in der Gegenrichtung der Spanne, über der der Befehl ausgelöst wurde. Das tritt ein, wenn die Schutzkanäle nicht in einem SF Zustand sind und keine Anforderungen mit gleicher oder höherer Priorität erfüllen.

[0048] Es ist offensichtlich, dass mehrere Modifikationen, Anpassungen und Varianten an dem Verfahren, dem Rahmen und dem Knoten nach der vorliegenden Erfindung durchgeführt werden können, ohne von dem Schutzbereich abzuweichen, der von den folgenden Ansprüchen definiert wird, die alle als integraler Bestandteil der vorliegenden Beschreibung anzusehen sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verwalten einer Vielzahl von Anforderungen von Spannen- und Ringschutz in Telekommunikationsnetzwerken mit einer Vier-Faser Ringtopologie, die durch einen Verkehrsschutzmechanismus geschützt sind, bei dem Signale, die als in Rahmen angeordnete Bytes vorliegen, übertragen werden, und bei dem der übertragene Rahmen ein erstes Paar von Bytes enthält, das eine Anforderung von Ringschutz (SF_R) wenigstens eines Typs an-

zeigt, wobei das Verfahren **dadurch gekennzeichnet** ist, dass wenigstens ein weiteres Paar von Bytes in den übertragenen Rahmen bereitgestellt wird, wobei das wenigstens eine zusätzliche Paar von Bytes benutzt wird, um die Anforderungen von Spannen-schutz (SD_S, SF_S) von wenigstens zwei verschiedenen Typen gleichzeitig mit der Anforderung von Ringschutz anzuzeigen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die besagten Telekommunikationsnetzwerke ozeanüberquerende optische Netzwerke sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Netzwerk wenigstens einen Pfad aufweist, der durch den Verkehrsschutzmechanismus geschützt ist, und wobei das Verfahren weiterhin folgende Schritte umfasst:

– Verarbeiten des ersten Pairs von Bytes und des wenigstens einen zusätzlichen Pairs von Bytes;
– Auswertung, ob der wenigstens eine Pfad (PATH) unter Berücksichtigung der verarbeiteten Bytes geschützt werden kann.

4. Rahmen für ein Telekommunikationsnetzwerk mit einer Vier-Faser Ringtopologie, das durch einen Verkehrsschutzmechanismus geschützt ist, wobei der Rahmen ein erstes Paar von Bytes enthält, das eine Anforderung von Ringschutz (SF_R) wenigstens eines Typs anzeigt, wobei der besagte Rahmen dadurch gekennzeichnet ist, dass er wenigstens ein weiteres Paar von Bytes enthält, das zur Anzeige von Anforderungen von Spannen-schutz (SF_S, SD_S) von wenigstens zwei verschiedenen Typen gleichzeitig mit der Anforderung von Ringschutz benutzt wird.

5. Netzwerkelement (D) für ein Telekommunikationsnetzwerk mit einer Vier-Faser Ringtopologie, das durch einen Verkehrsschutzmechanismus geschützt ist, wobei in Rahmen angeordnete Signale über das besagte Netzwerk übertragen werden, wobei das Netzwerkelement Mittel umfasst, die eingerichtet sind zum Empfangen von Signalrahmen, die ein erstes Paar von Bytes enthalten, das eine Anforderung von Ringschutz (SF_R) wenigstens eines Typs anzeigt, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel weiterhin eingerichtet sind, die Rahmen zu empfangen, die wenigstens ein zusätzliches Paar von Bytes enthalten, um die Anforderungen von Spannen-schutz (SF_S, SD_S) von wenigstens zwei verschiedenen Typen gleichzeitig mit der Anforderung von Ringschutz anzuzeigen.

6. Computerprogramm, enthaltend Computerprogrammcodemittel, die eingerichtet sind, alle Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3 durchzuführen, wenn das besagte Programm auf einem Computer läuft.

7. Computerlesbares Medium, das ein auf ihm aufgezeichnetes Programm enthält, wobei das besagte computerlesbare Medium Computerprogrammcodemittel enthält, die eingerichtet sind, alle Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3 durchzuführen, wenn das besagte Programm auf einem Computer läuft.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

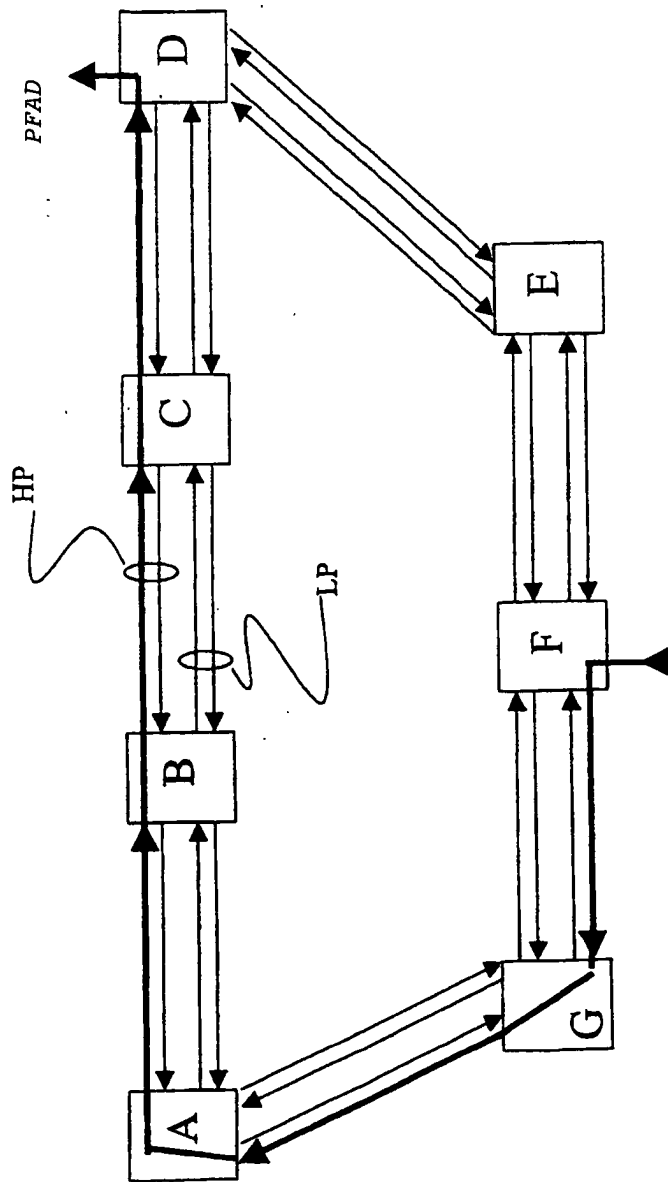


Fig. 1

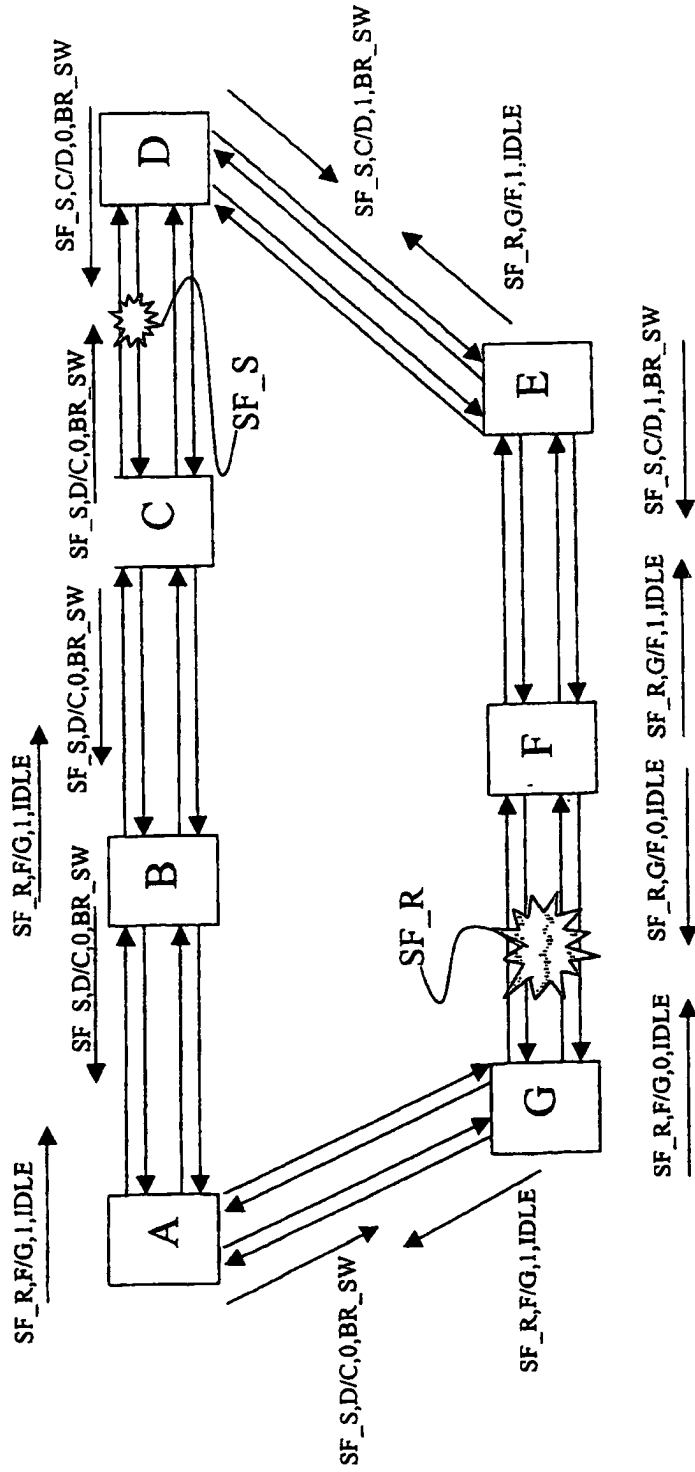


Fig. 2

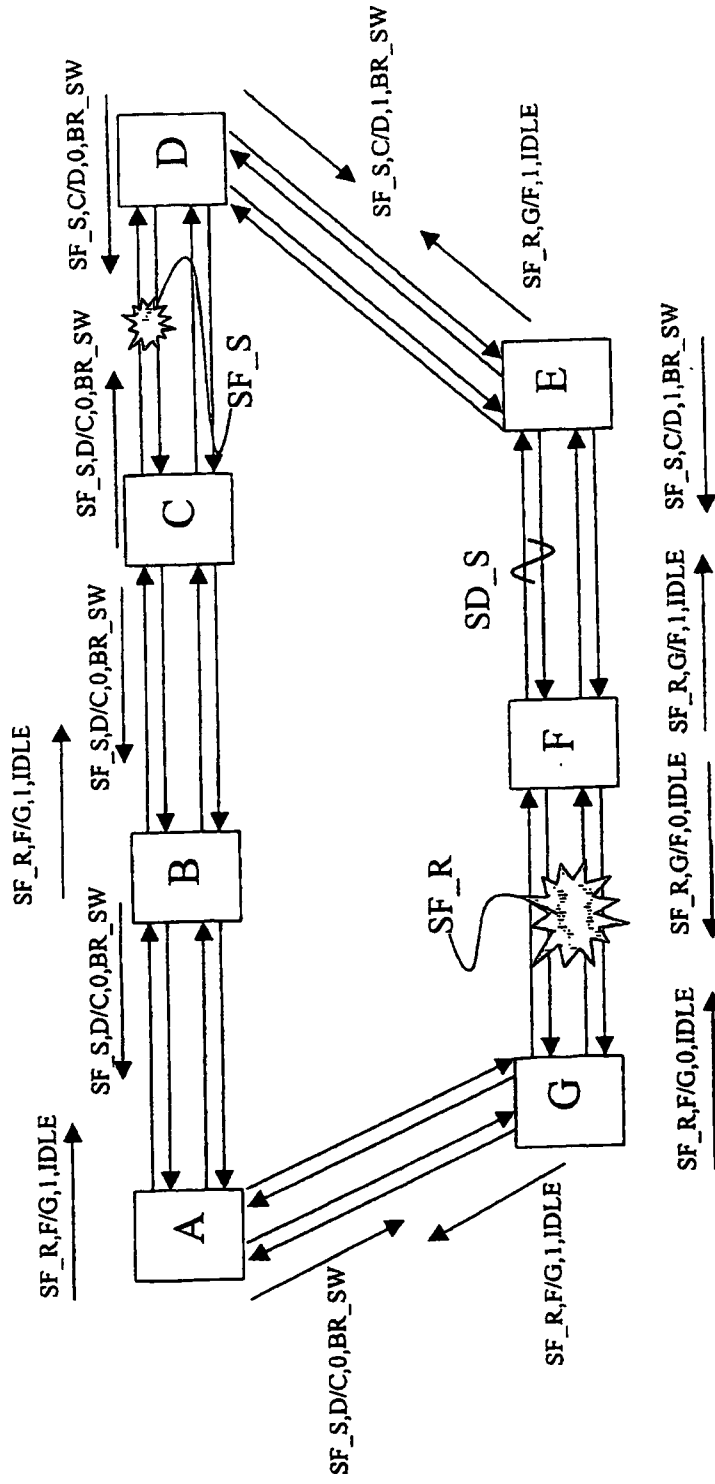


Fig. 3

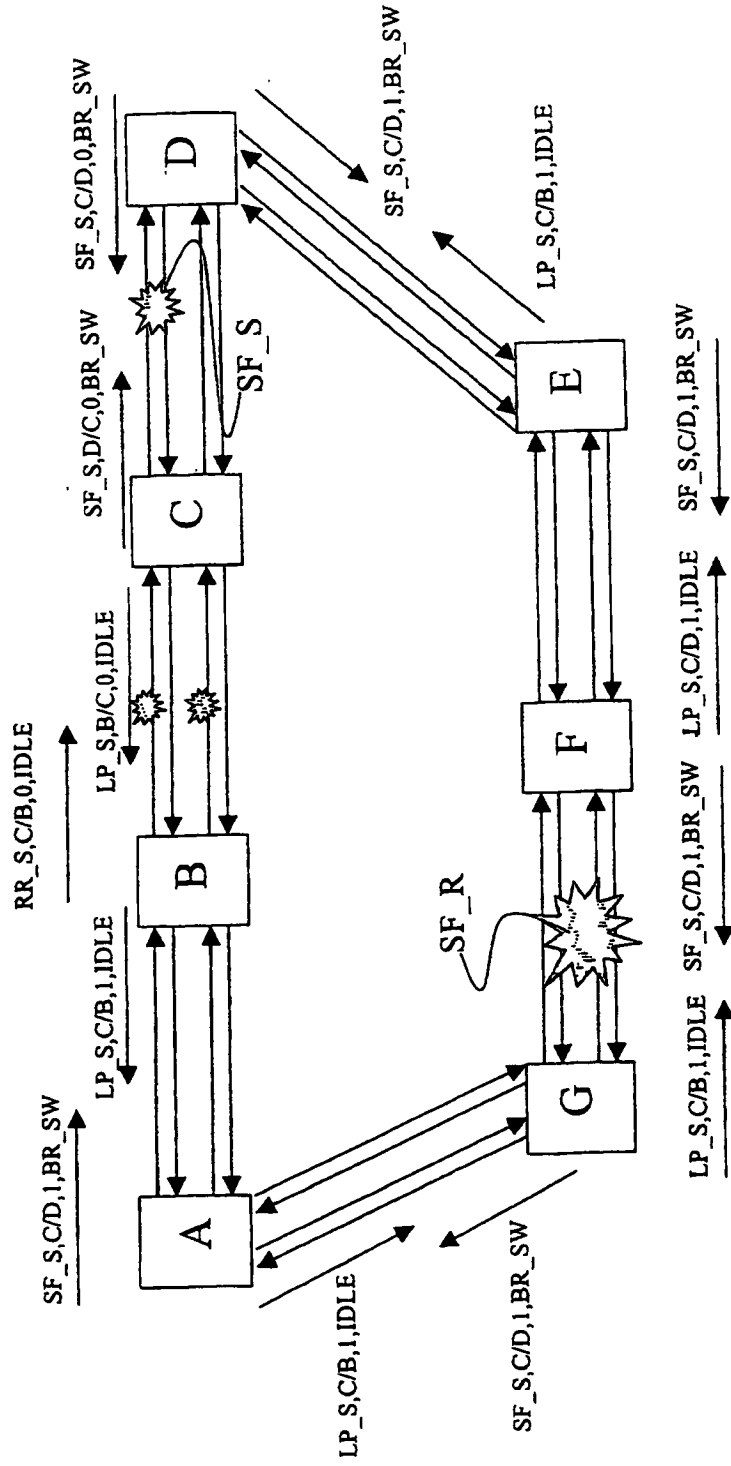


Fig. 4

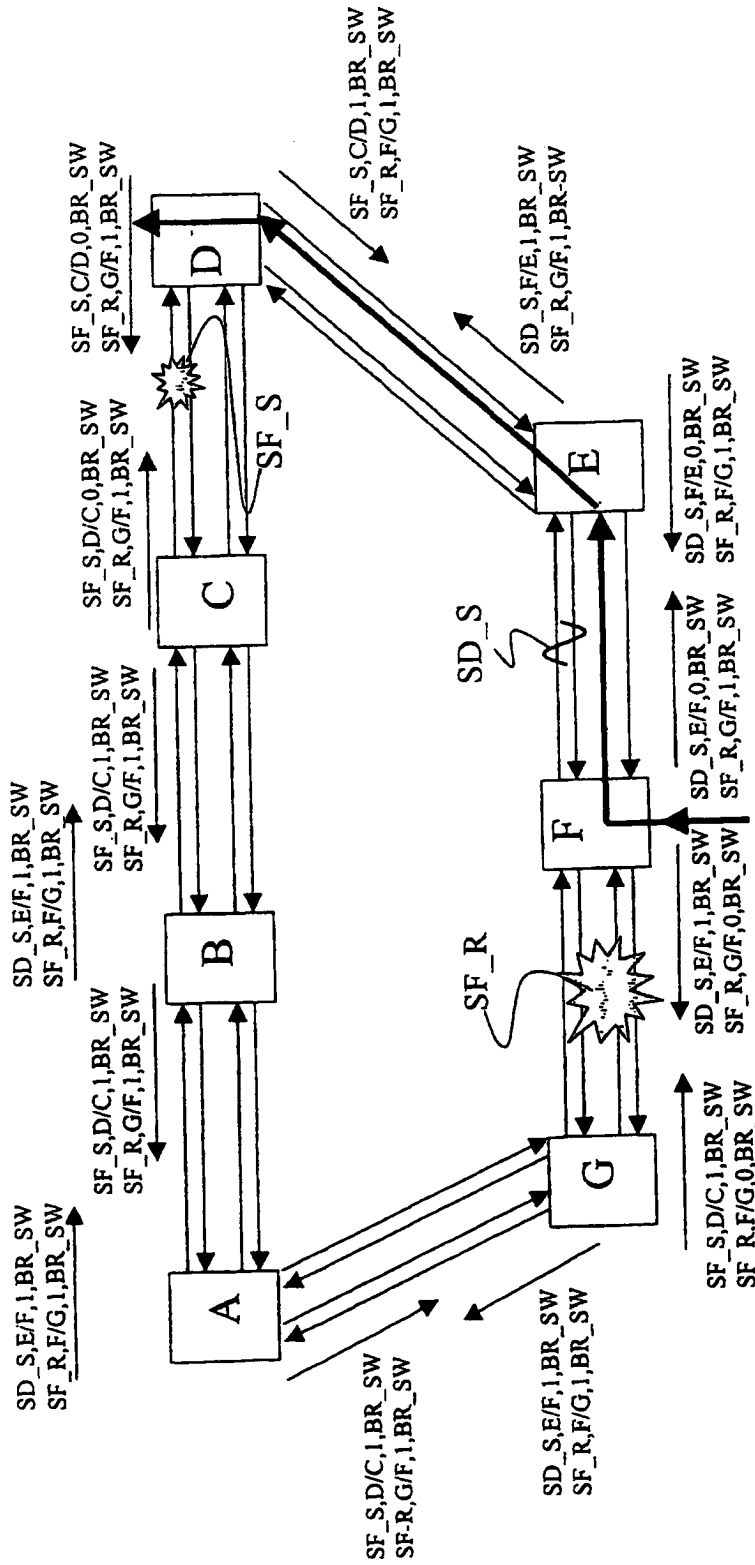


Fig. 5