(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
4. September 2003 (04.09.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/073703 A2

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: H04L 12/407, 12/437, 12/26

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE03/00553

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. Februar 2003 (21.02.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 07 527.1 22. Februar 2002 (22.02.2002) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **KÖSTNER, Michael** [DE/DE]; Julius-Bergmann-Strasse 6, 76187 Karlsruhe (DE). **THRUM, Harald** [DE/DE]; Gartenstr. 20, 76297 Stutensee (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

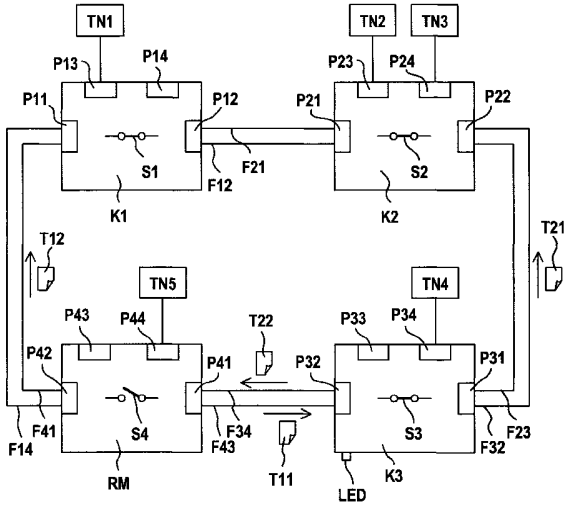
(81) Bestimmungsstaat *(national)*: US.

(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** LOCAL NETWORK, PARTICULARLY ETHERNET NETWORK HAVING REDUNDANCY PROPERTIES, AND COUPLING DEVICE FOR SUCH A NETWORK

(54) **Bezeichnung:** LOKALES NETZWERK, INSBESONDERE ETHERNET-NETZWERK MIT REDUNDANZEIGENSCHAFTEN SOWIE KOPPELGERÄT FÜR EIN DERARTIGES NETZWERK



(57) **Abstract:** The invention relates to a local network, particularly an Ethernet network having redundancy properties, in which coupling devices (K1, K2, K3) and a redundancy manager (RM) are interconnected in a ring-shaped topology. The redundancy manager opens the ring to create a linear topology if test messages (T11, T12) which said redundancy manager emitted are received at the other port (P42, P41) within a given period of time, otherwise the redundancy manager closes the connection. At least one of the coupling devices (K3) is configured as a so-called redundancy manager observer, which monitors the status of the network by means of test messages (T21, T22) emitted by said redundancy manager observer. The redundancy manager observer also opens the ring to create a linear topology if the test messages (T21, T22) thereof are received at the other port (P32, P31) within a given period of time, otherwise the redundancy manager observer closes the connection, whereby messages are prevented from circulating on the ring.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/073703 A2

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein lokales Netzwerk, insbesondere Ethernet-Netzwerk mit Redundanzeigenschaften, in welchem Koppelgeräte (K1, K2, K3) und ein Redundanzmanager (RM) in einer ringförmigen Topologie miteinander verschaltet sind. Zur Herstellung einer linienförmigen Topologie trennt der Redundanzmanager den Ring auf, falls von ihm ausgesendete Testtelegramme (T11, T12) innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls am jeweils anderen Port (P42, P41) empfangen werden und schließt andernfalls die Verbindung. Zumindest eines der Koppelgeräte (K3) ist als so genannter Redundanzmanager-Observer ausgebildet und überwacht durch eigene Testtelegramme (T21, T22) den Zustand des Netzwerks. Zur Herstellung einer linienförmigen Topologie trennt es ebenfalls den Ring auf, falls seine Testtelegramme (T21, T22) innerhalb eines vorgegebenen Zeitinvervalls am jeweils anderem Port (P32, P31) empfangen werden und schließt andernfalls die Verbindung. Dadurch werden auf dem Ring kreisende Telegramme vermieden.

Beschreibung

Lokales Netzwerk, insbesondere Ethernet-Netzwerk mit Redundanzeigenschaften sowie Koppelgerät für ein derartiges Netzwerk

Die Erfindung betrifft ein lokales Netzwerk, insbesondere ein Ethernet-Netzwerk, mit Redundanzeigenschaften nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Koppelgerät für ein derartiges Netzwerk nach dem Oberbegriff des Anspruchs 6.

Aus der WO 99/46908 ist bereits ein lokales Ethernet-Netzwerk mit Redundanzeigenschaften bekannt. In dem dort beschriebenen Netzwerk sind Koppelgeräte und ein Redundanzmanager, die jeweils zumindest zwei Ports aufweisen und als Layer-2-Komponenten ausgeführt sind, jeweils durch Verbindung zweier Ports einander benachbarter Geräte in einer ringförmigen Topologie miteinander verschaltet. Der Ausdruck "Layer-2-Komponenten" hat dabei die Bedeutung, dass in den Geräten zumindest die Schichten 1 und 2 des ISO-OSI-7-Schichtenmodells implementiert sind. Die Geräte führen somit eine Adressauswertung und Telegrammweglenkung durch. Im Normalbetrieb, d. h. wenn kein Fehler im Netzwerk aufgetreten ist, ist der Ring durch den Redundanzmanager aufgetrennt. Dies bedeutet, dass Telegramme, die der Redundanzmanager an seinem einen, im Ring befindlichen Port empfängt, nicht über den anderen, im Ring befindlichen Port weitergeleitet sondern blockiert werden. Dieser Zustand wird durch einen geöffneten Schalter symbolisiert. Aus logischer Sicht handelt es sich somit um ein Netzwerk mit linienförmiger Topologie, bei welchem die beiden Linienenden des Netzwerks an einen Redundanzmanager angeschlossen sind, der im fehlerfreien Fall die beiden Linienenden voneinander trennt. Im Fehlerfall, d. h. wenn außerhalb des Redundanzmanagers an irgendeiner Stelle des Netzwerks eine Unterbrechung entsteht, verbindet der Redundanzmanager die beiden Linienenden, so dass wiederum eine linienförmige Topologie entsteht.

Physikalisch gesehen handelt es sich dabei jedoch um eine ringförmige Netzwerktopologie, bei welcher die Geräte jeweils durch Verbinden zweier Ports einander benachbarter Geräte einen Ring bilden. Der Redundanzmanager stellt dabei sicher, dass der Ring zu jedem Zeitpunkt an lediglich einer Stelle unterbrochen ist. Zur Prüfung, ob außerhalb des Redundanzmanagers bereits eine Unterbrechung des Rings vorliegt, d. h. ob das Netzwerk fehlerfrei arbeitet, speist der Redundanzmanager in vorgegebenen Zeitintervallen Testtelegramme über die beiden Ports, mit welchen er in den Ring geschaltet ist, in den Ring ein und trennt den Ring zur Herstellung einer im Hinblick auf die Übertragungslogik linienförmigen Topologie auf, falls innerhalb eines weiteren vorgegebenen Zeitintervalls die Testtelegramme am jeweils anderen Port empfangen werden. Andernfalls, d. h., wenn innerhalb des weiteren Zeitintervalls zumindest ein Testtelegramm am jeweils anderen Port empfangen wurde, schließt der Redundanzmanager die Verbindung, so dass das Netzwerk wiederum in einer logisch linienförmigen Topologie aus einer zusammenhängenden Linie besteht. Bezüglich weiterer Ausgestaltungen und Vorteile eines derartigen lokalen Netzwerks und eines Redundanzmanagers wird auf die eingangs bereits genannte WO 99/46908 verwiesen.

Netzwerke, in welchen Telegramme von Knoten zu Knoten verteilt werden und in welchen auf den Ausfall einer Kommunikationsstrecke zwischen zwei Knoten mit dem Zuschalten eines redundanten Kommunikationsweges reagiert wird, sind mit der Gefahr behaftet, dass Nachrichten vervielfältigt werden oder im Netzwerk kreisen. Derartige Fehlerfälle können dadurch ausgelöst werden, dass ein redundanter Kommunikationsweg fälschlicherweise zugeschaltet wird. Durch eine Fehlfunktion des bekannten Redundanzmanagers könnte es zu einem versehentlichen Verbinden der beiden Linienenden kommen und somit eine auch in logischer Hinsicht ringförmige Topologie des Netzwerks entstehen. Dies kann dazu führen, dass Telegramme in dem Ring kreisen. Im schlimmsten Fall wird die maximal für den Datenverkehr zur Verfügung stehende Bandbreite des Netz-

werks belegt, so dass weiterer Nutzdatenverkehr zwischen den am Netzwerk angeschlossenen Teilnehmern nicht mehr übertragen werden kann. Bei Auftreten eines derartigen Fehlers ist das Netzwerk für angeschlossene Teilnehmer somit nicht oder in geringerem Maße verfügbar.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein lokales Netzwerk, insbesondere ein Ethernet-Netzwerk, mit Redundanzeigenschaften zu schaffen, das sich durch eine weiter erhöhte Verfügbarkeit des Netzwerks für die Übertragung von Nutzdaten daran angeschlossener Teilnehmer auszeichnet. Zudem soll ein Koppelgerät geschaffen werden, mit welchem diese Aufgabe in einem Netzwerk gelöst werden kann.

Zur Lösung dieser Aufgabe weist das neue lokale Netzwerk der eingangs genannten Art die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale auf. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben. In Anspruch 6 ist ein Koppelgerät für ein derartiges Netzwerk angegeben.

Die Erfindung hat den Vorteil, dass die Überwachung des Redundanzmanagers auf korrekte Funktion unabhängig von diesem erfolgt. Die Überwachung kann somit nicht durch Fehler innerhalb des Redundanzmanagers gestört oder unmöglich gemacht werden. Ein versehentliches Schließen der Netzwerkverbindung durch den Redundanzmanager wird durch den so genannten Redundanzmanager-Observer anhand eigener Testtelegramme schnell erkannt, die der Redundanzmanager-Observer versendet und auswertet. Auftretende Fehler werden durch Auftrennen des Rings ohne größere Verzögerungen behoben. Damit wird die Verfügbarkeit des lokalen Netzwerks erhöht.

Eine Signalisierung eines derartigen Fehlers durch den Redundanzmanager-Observer hat den Vorteil, dass geeignete Maßnahmen zur Fehlerbehebung, beispielsweise ein Austausch oder eine Reparatur des Redundanzmanagers, ergriffen werden kön-

nen. Zudem werden Fehler während der Inbetriebnahme, beispielsweise eine falsche Projektierung des Redundanzmanagers, erkannt.

Im Normalfall, d. h. im fehlerfreien Betrieb, werden erste Testtelegramme des Redundanzmanagers durch den Redundanzmanager-Observer transparent weitergeleitet und zweite Testtelegramme, die der Redundanzmanager-Observer in den Ring eingespeist hat, bei Empfang durch den Redundanzmanager-Observer vom Ring heruntergenommen, d. h. nicht weitergeleitet. In entsprechender Weise werden zweite Testtelegramme durch den Redundanzmanager transparent weitergeleitet, falls dieser die Verbindung geschlossen hat. Die zweiten Testtelegramme werden jedoch durch den Redundanzmanager blockiert, d. h. nicht weitergeleitet, falls dieser den Ring aufgetrennt hat. Die zweiten Testtelegramme von den ersten Testtelegrammen verschieden auszuführen hat den Vorteil, dass diese Funktionen des Redundanzmanagers und des Redundanzmanager-Observers bereits nach Erkennen des jeweiligen Telegrammtyps entsprechend ausgeführt werden können. Eine aufwendige Abstimmung der Sendezeitpunkte von ersten und zweiten Testtelegrammen zwischen Redundanzmanager und Redundanzmanager-Observer und eine Unterscheidung anhand der zeitlichen Lage der Testtelegramme, die alternativ zur Unterscheidung der Telegrammtypen anhand der Telegramme selbst durchgeführt werden könnte, ist somit nicht erforderlich.

In vorteilhafter Weise wird eine weitere Verringerung der Ausfallwahrscheinlichkeit erreicht, wenn alle Koppelgeräte, die in der ringförmigen Topologie miteinander verschaltet sind, als Redundanzmanager-Observer ausgebildet werden. Damit ist auch eine Überwachung der Funktion eines Redundanzmanager-Observers durch andere Redundanzmanager-Observer gewährleistet. Hierbei können sich die Redundanzmanager-Observer untereinander mit Hilfe eines Protokolls abstimmen, um die gültige Netzwerktopologie festzulegen. Im einfachsten Fall

genügt aber bereits das Austauschen von Synchronisationstelegrammen zwischen den Redundanzmanager-Observern.

Ein weiteres Überwachungsprinzip, das zudem in vorteilhafter Weise ohne Belastung des Netzwerks mit zusätzlichen Testtelegrammen auskommt, wird darin gesehen, dass der Redundanzmanager in den ersten Testtelegrammen den jeweiligen Zustand "Ring aufgetrennt" oder "Verbindung geschlossen" anzeigt und dass ein Koppelgerät, welches im Ring dem Redundanzmanager benachbart ist, den Ring auftrennt, wenn mehr als nur erste Testtelegramme an dem Port empfangen werden, an welchem der Redundanzmanager angeschlossen ist, und wenn in dem zuletzt empfangenen ersten Testtelegramm der Zustand "Ring aufgetrennt" vom Redundanzmanager angezeigt wurde. Dieses Überwachungsprinzip ergänzt in vorteilhafter Weise die Überwachung des Redundanzmanagers durch den Redundanzmanager-Observer mit eigenen, zweiten Testtelegrammen und führt somit zu einer weiteren Verringerung der Ausfallwahrscheinlichkeit des Netzwerks.

Anhand der Zeichnung, in der ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt ist, werden im Folgenden die Erfindung sowie Ausgestaltungen und Vorteile näher erläutert.

In einem Netzwerk sind vier Koppelgeräte K1, K2, K3 und RM, wobei das Koppelgerät RM als Redundanzmanager betrieben wird, miteinander verbunden. Die Koppelgeräte weisen jeweils vier Ports P11...P14, P21...P24, P31...P34 bzw. P41...P44 auf, an welche Verbindungsleitungen zum Empfang und zum Senden von Telegrammen anschließbar sind. Die Koppelgeräte K1 bis K3 und RM sind als Layer-2-Komponenten ausgeführt, d. h. sie führen entsprechend einer intern abgelegten Adresstabelle eine Telegrammweglenkung durch. Sie sind durch Verbinden zweier Ports einander benachbarter Geräte in einer ringförmigen Topologie miteinander verschaltet. Dazu sind die Ports P12 und P21 durch Fasern F12 und F21 eines Glasfaserkabels miteinander verbunden. Alternativ dazu kann selbstverständlich Kupfer-

kabel benutzt werden. Die Faser F12 dient zur Übertragung von Telegrammen vom Port P12 des Koppelgeräts K1 zum Port P21 des Koppelgeräts K2. In der Gegenrichtung werden Telegramme vom Port P21 des Koppelgeräts K2 über die Faser F21 zum Port P12 des Koppelgeräts K1 übertragen. Auf diese Weise ist eine so genannte Fullduplex-Übertragung möglich, bei welcher Telegramme in beiden Richtungen gleichzeitig übertragen werden können. In entsprechender Weise sind die Ports P22 und P31 durch Fasern F23 und F32, die Ports P32 und P41 durch Fasern F34 und F43 sowie die Ports P42 und P11 durch Fasern F41 und F14 miteinander verbunden. An den Port P13 des Koppelgeräts K1 ist ein Teilnehmer TN1, an den Port P23 des Koppelgeräts K2 ein Teilnehmer TN2, an den Port P24 des Koppelgeräts K2 ein Teilnehmer TN3, an den Port P34 des Koppelgeräts K3 ein Teilnehmer TN4 und an dem Port P44 des Koppelgeräts RM ein Teilnehmer TN5 angeschlossen. Diese Teilnehmer können z. B. Automatisierungsgeräte, Bedien- und Beobachtungsstationen, Server, Drucker, weitere Netzsegmente usw. sein.

In logischer Hinsicht handelt es sich bei fehlerfreiem Betrieb des Netzwerks um ein lokales Netzwerk mit linienförmiger Topologie, da der Ring beim Koppelgerät RM, das als Redundanzmanager betrieben wird, unterbrochen ist. Diese Unterbrechung ist durch einen Schalter S4 angedeutet. Entsprechende Schalter S1, S2 und S3 in den Koppelgeräten K1, K2 bzw. K3 sind geschlossen. Beispielsweise bedeutet ein geschlossener Schalter S1 des Koppelgeräts K1, dass durch das Koppelgerät K1 in der Linie durchzuschaltende Telegramme vom Empfangsport, beispielsweise dem Port P11, zum Sendeport, beispielsweise dem Port P12, transparent durchgeschaltet werden. Dasselbe ist auch in umgekehrter Richtung der Fall. Im Fehlerfall, d. h. wenn eine Unterbrechung in der dargestellten Linie entsteht, verbindet der Redundanzmanager die beiden Linienenden miteinander, d. h., er leitet am Port P41 empfangene Nachrichten über den Port P42 weiter und umgekehrt, wenn diese durchzuschalten und nicht an den Teilnehmer TN5 gerichtet sind. Das entspricht einem Schalter S4 in geschlossener

Stellung. Zur Überwachung der Linie auf Unterbrechungsfreiheit speist der Redundanzmanager RM in ersten vorgegebenen Zeitintervallen erste Testtelegramme T11 und T12 über die beiden Ports P41 bzw. P42, mit welchen er in den Ring geschaltet ist, in den Ring ein. Falls innerhalb eines zweiten vorgegebenen Zeitintervalls diese ersten Telegramme T11 und T12 am jeweils anderen Port P42 bzw. P41 empfangen werden, liegt keine Unterbrechung der Linie vor und der Ring wird zur Herstellung oder - je nach Vorzustand - Beibehaltung einer linienförmigen Topologie aufgetrennt, d. h. der Schalter S4 wird bzw. bleibt geöffnet. Wenn innerhalb des zweiten Zeitintervalls die ersten Testtelegramme T11 oder T12 nicht am jeweils anderen Port P42 bzw. P41 empfangen werden, liegt ein Fehlerfall vor und die Linie ist unterbrochen. Der Fehler wird somit erkannt und der Schalter S4 geschlossen, so dass eine funktionsfähige Linie wieder hergestellt und die Kommunikation weiterhin gewährleistet ist. Bei der Vorgabe des ersten und des zweiten Zeitintervalls sind die maximale Umlaufzeit von Telegrammen im Netzwerk sowie die maximal zulässige Rekonfigurationszeit zu berücksichtigen. Da diese Rekonfiguration des Netzwerks bei geeigneter Wahl der Zeitintervalle vergleichsweise schnell erfolgt, ist sichergestellt, dass die angeschlossenen Teilnehmer keine logischen Kommunikationsverbindungen abbauen und die Kommunikation ohne Störungen weiterläuft sowie eine mit dem Netzwerk realisierte Automatisierungslösung unbeeinflusst bleibt.

Wenn nun der Redundanzmanager RM aufgrund eines inneren Fehlers auch ohne Unterbrechung im übrigen Teil des Rings den Schalter S4 schließen würde, könnten im Ring kreisende Telegramme entstehen. Dies wäre beispielsweise der Fall, wenn die Software des Redundanzmanagers RM aufgrund eines Software- oder Logikfehlers fälschlicherweise Telegramme durchschalten würde, obwohl im übrigen Teil des Rings keine Unterbrechung vorliegt. Solche Fehler könnten somit die Verfügbarkeit des Netzwerks beeinträchtigen. Um dies zu vermeiden, wird beispielsweise das Koppelgerät K3 als so genannter Redundanz-

manager-Observer betrieben. In analoger Weise könnten auch sämtliche Koppelgeräte im gezeigten Ausführungsbeispiel auch die Koppelgeräte K1 und K2, betrieben werden. Zum Verständnis der Erfindung genügt jedoch die Beschreibung anhand des Koppelgeräts K3. Dieses sendet zur Überwachung des Redundanzmanagers RM ebenfalls in dritten vorgegebenen Zeitintervallen zweite Testtelegramme T21 und T22 über die Ports P31 bzw. P32 in den Ring. Erreichen die beiden Testtelegramme T21 und T22 innerhalb eines vierten vorgegebenen Zeitintervalls nicht den jeweils anderen Port P32 bzw. P31 des Koppelgeräts K3, so liegt im verbleibenden Rest des Rings eine Unterbrechung vor. Der Schalter S3 bleibt geschlossen. Sollte der Redundanzmanager RM fälschlicherweise den Ring schließen, so gelangen die zweiten Testtelegramme T21 und T22 zum Port P32 bzw. P31. Damit würde ein Kurzschluss des Rings erkannt. Das Koppelgerät K3 öffnet in diesem Fall den Schalter S3, so dass in logischer Hinsicht insgesamt wieder eine linienförmige Netzwerktopologie entsteht. Die Festlegung des dritten und des vierten Zeitintervalls kann analog zur Wahl des ersten und des zweiten Zeitintervalls erfolgen. Nach einer kurzen Rekonfigurationszeit ist das Netzwerk somit weiter betriebsbereit. Wie bereits oben angeführt, können in analoger Weise auch die Koppelgeräte K1 und K2 die beschriebene Funktion eines Redundanzmanager-Observers erfüllen. Das hat den Vorteil, dass auch Fehler des Koppelgeräts K3 erkannt werden. Ein erkannter Fehler des Redundanzmanagers RM wird durch das Koppelgerät K3 mit einer Leuchtdiode LED angezeigt. Damit können geeignete Maßnahmen zur Fehlerbehebung eingeleitet werden. Eine andere Möglichkeit zur Fehleranzeige ist beispielsweise das Senden eines Fehlermeldetelegramms an eine zentrale Netzwerk-Management-Station.

Durch die beschriebene Überwachung des Redundanzmanagers durch einen Redundanzmanager-Observer können auch Fehler erkannt werden, bei welchen zwar die Software des Redundanzmanagers RM einen fehlerfreien Betrieb des verbleibenden Rests des Rings erkennt, sich die Hardware des Redundanzmanagers RM

jedoch fehlerhaft verhält und fälschlicherweise den Schalter S4 schließt. Wenn für derartige Fehler keine eindeutigen Indikatoren im Redundanzmanager RM selbst vorhanden sind, kann dieser den Fehler nicht feststellen. Ein solcher Fehler ist kaum völlig zu vermeiden, da bereits ein einziger Bitfehler in den komplexen Hardware-Schaltungsteilen des Redundanzmanagers RM, die den hier vereinfacht als Schalter S4 dargestellten Teil realisieren, zu einem solchen Fehler führen können. Ein schnelles Erkennen derartiger Fehler wird mit der folgenden Überwachungsart erreicht. Dabei wird vorausgesetzt, dass der Redundanzmanager RM in den Testtelegrammen T11 und T12 den jeweiligen Zustand, beispielsweise "Ring aufgetrennt" oder "Verbindung geschlossen" anzeigt. Das Koppelgerät K3, das als Redundanzmanager-Observer ausgebildet ist, wertet die an seinem Port P32, über welchen es direkt mit dem Redundanzmanager RM verbunden ist, eingehenden Telegramme aus. Eine Fehlfunktion des Redundanzmanagers RM liegt dann vor, wenn in den Testtelegrammen T11 der Zustand "Ring aufgetrennt" angezeigt wird und wenn auch andere Telegramme als die Testtelegramme T11 am Port P32 empfangen werden. Wenn diese beiden Bedingungen erfüllt sind, öffnet das Koppelgerät K3 seinen Schalter S3 und zeigt mit seiner Leuchtdiode LED einen Fehler des Redundanzmanagers RM an. Ist eine der beiden Bedingungen nicht mehr erfüllt, schließt das Koppelgerät K3 erneut seinen Schalter S3. Damit ist eine Überprüfung der Funktion des Redundanzmanagers RM möglich, ohne das Netzwerk mit zusätzlichen Testtelegrammen eines Redundanzmanager-Observers zu belasten. Zudem werden eine schnelle Erkennung derartiger Fehler und eine schnelle Netzrekonfiguration erreicht.

Der Redundanzmanager-Observer (Koppelgerät K3) überprüft die Entscheidung des Redundanzmanagers RM, den Ring zu schließen, indem er selbst zweite Telegramme T21 und T22 aussendet. Wenn er vom Redundanzmanager RM die Information erhalten hat, dass dieser den Ring geschlossen hat, der Redundanzmanager-Observer selbst jedoch seine an einem Ringport, beispielsweise dem Port P31, ausgesendeten zweiten Testtelegramme am anderen

Ringport, für dieses Beispiel der Port P32, wieder empfängt, geht der Redundanzmanager-Observer davon aus, dass der Redundanzmanager unberechtigterweise den Schalter S4 geschlossen hat. Als Reaktion hierauf öffnet der Redundanzmanager-Observer (Koppelgerät K3) den Ring mit seinem Schalter S3 und signalisiert das Fehlverhalten des Redundanzmanagers.

Patentansprüche

1. Lokales Netzwerk, insbesondere Ethernet-Netzwerk, mit Redundanzeigenschaften, in welchem Koppelgeräte (K1, K2, K3) und ein Redundanzmanager (RM), die jeweils zumindest zwei Ports (P11, P12, P21, P22, P31, P32, P41, P42) aufweisen, als Layer-2-Komponenten ausgeführt sind und jeweils durch Verbinden zweier Ports einander benachbarter Geräte in einer ringförmigen Topologie miteinander verschaltet sind, wobei der Redundanzmanager (RM) dazu ausgebildet ist, in vorgegebenen Zeitintervallen erste Testtelegramme (T11, T12) über die beiden Ports (P41, P42), mit welchen er in den Ring geschaltet ist, in den Ring einzuspeisen und zur Herstellung einer linienförmigen Topologie, falls innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls die ersten Testtelegramme (T11, T12) am jeweils anderen Port (P42, P41) empfangen werden, den Ring aufzutrennen und andernfalls die Verbindung zu schließen, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass zumindest eines der Koppelgeräte (K3) als so genannter Redundanzmanager-Observer dazu ausgebildet ist, zur Überwachung des Redundanzmanagers (RM) ebenfalls in vorgegebenen Zeitintervallen zweite Testtelegramme (T21, T22) über die beiden Ports (P31, P32), mit welchen es in den Ring geschaltet ist, in den Ring einzuspeisen und zur Herstellung einer linienförmigen Topologie, falls innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls die zweiten Testtelegramme (T21, T22) am jeweils anderen Port (P32, P31) empfangen werden, den Ring aufzutrennen und andernfalls die Verbindung zwischen den Ports (P31, P32) zu schließen.

2. Lokales Netzwerk nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der Redundanzmanager-Observer dazu ausgebildet ist, im Falle des Empfangs eines zweiten Testtelegramms einen Fehler des Redundanzmanagers zu signalisieren.

3. Lokales Netzwerk nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Testtelegramme (T21, T22) von den ersten Testtelegrammen (T11, T12) verschieden sind.

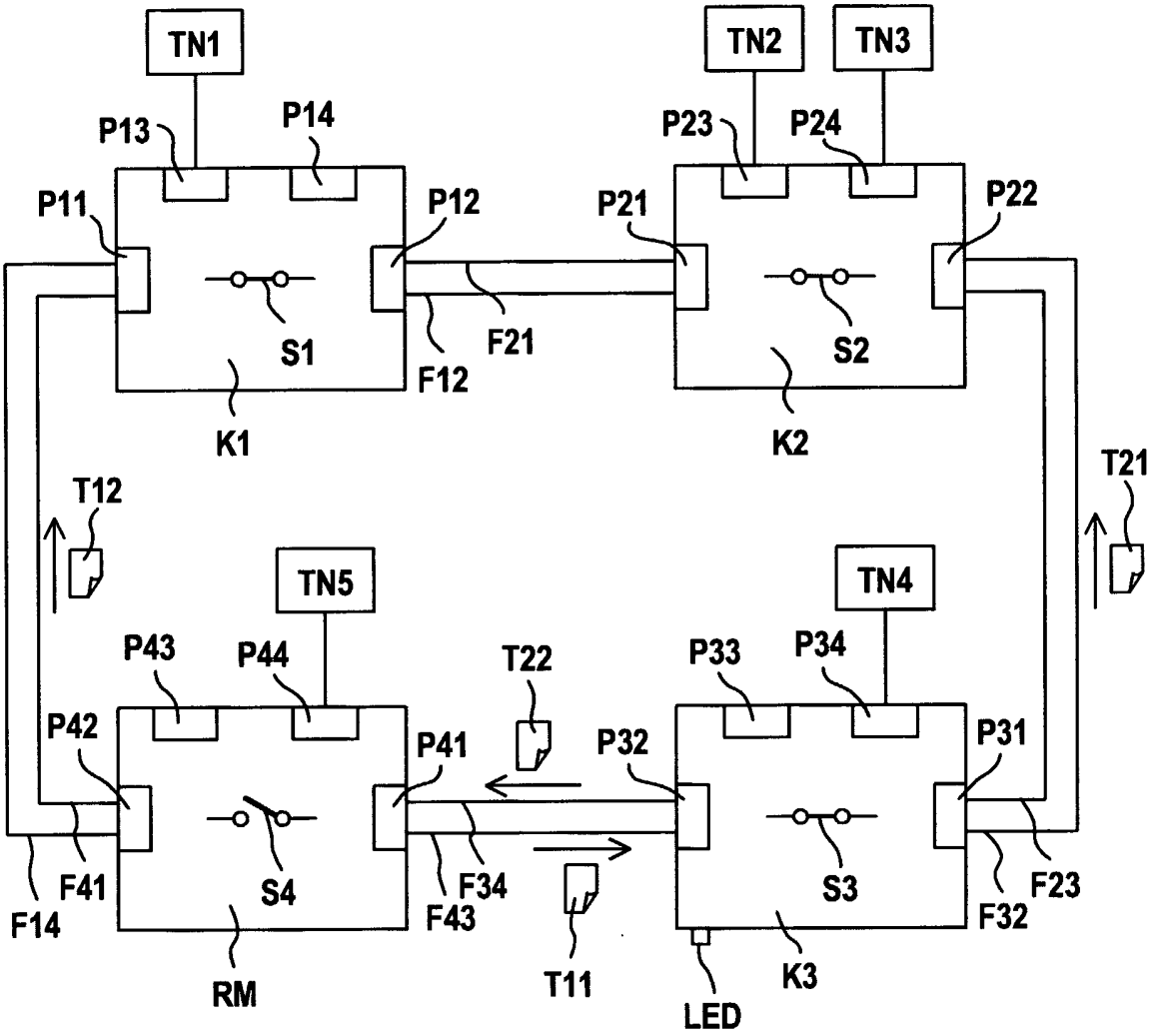
4. Lokales Netzwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass alle Koppelgeräte (K1, K2, K3), die mit dem Redundanzmanager (RM) in einer ringförmigen Topologie verschaltet sind, als Redundanzmanager-Observer ausgebildet sind.

5. Lokales Netzwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Redundanzmanager (RM) dazu ausgebildet ist, in den ersten Testtelegrammen (T11, T12) den jeweiligen Zustand "Ring aufgetrennt" oder "Verbindung geschlossen" anzuzeigen und dass ein Koppelgerät (K3), welches im Ring dem Redundanzmanager (RM) benachbart ist, als Redundanzmanager-Observer weiterhin dazu ausgebildet ist, Telegramme, welche es an seinem mit dem Redundanzmanager (RM) verbundenen Port (P32) empfängt, auszuwerten, und den Ring zur Herstellung einer linienförmigen Topologie aufzutrennen und einen Fehler zu signalisieren, wenn mehr als nur erste Testtelegramme (T11) an diesem Port (P32) empfangen wurden und wenn in dem zuletzt empfangenen ersten Testtelegramm (T11) der Zustand "Ring aufgetrennt" vom Redundanzmanager (RM) angezeigt wurde.

6. Koppelgerät für ein lokales Netzwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es als so genannter Redundanzmanager-Observer dazu ausgebildet ist, zur Überwachung des Redundanzmanagers (RM) ebenfalls in vorgegebenen Zeitintervallen zweite Testtelegramme (T21, T22) über die beiden Ports (P31, P32), mit welchen es in den Ring geschaltet ist, in den Ring einzuspeisen und zur Herstellung einer linienförmigen Topologie, falls innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls die zweiten Testtelegramme (T21, T22) am jeweils anderen Port

(P32, P31) empfangen werden, den Ring aufzutrennen und andernfalls die Verbindung zu schließen.

1/1


TN1
TN2
TN3
P13
P14
P23
P24
P11
P12
P21
P22
S1
S2
F21
F12
K1
K2
T12
T21
TN5
TN4
P43
P44
T22
P33
P34
P42
P41
P32
P31
F41
F14
S4
S3
F34
F43
F23
F32
RM
T11
LED
K3