

(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  
04. März 2021 (04.03.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2021/037466 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
H04L 12/437 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/071365

(22) Internationales Anmeldedatum:  
29. Juli 2020 (29.07.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
19194686.2 30. August 2019 (30.08.2019) EP

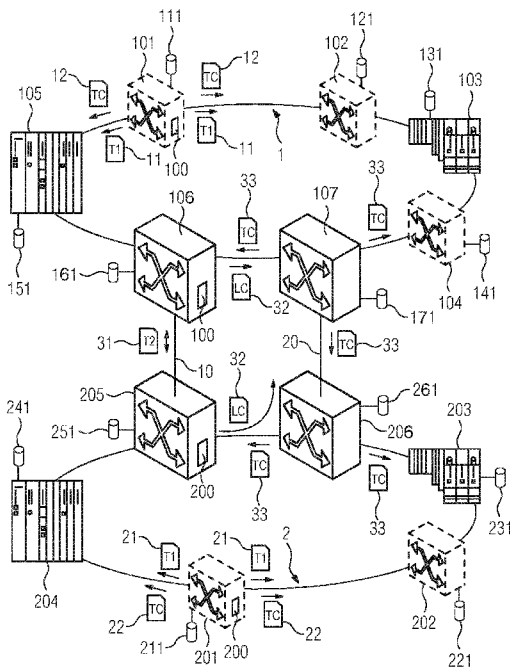
(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
[DE/DE]; Werner-von-Siemens-Straße 1, 80333 München  
(DE).

(72) Erfinder: SCHLENNERT, Dieter; Lindenweg 43, 90587  
Obermichelbach (DE). MÜLLER, Christian; Fabrikstraße  
14a, 90530 Wendelstein (DE). WEICHLEIN, Thomas;  
Liebigstr. 14, 91052 Erlangen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,  
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,  
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,  
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,  
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM,  
ZW.

(54) Title: METHOD FOR DATA TRANSMISSION IN A REDUNDANTLY OPERABLE COMMUNICATIONS NETWORK AND COUPLING COMMUNICATION DEVICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR DATENÜBERMITTLUNG IN EINEM REDUNDANT BETREIBBAREN KOMMUNIKATIONSNETZ UND KOPPEL-KOMMUNIKATIONSGERÄT



(57) Abstract: For data transmission in a redundantly operable communications network, which comprises at least one first and one second subnetwork, which each comprise communication devices connected to one another within a ring topology, a communication device with an activated ring control unit is provided in each of the two subnetworks. The two subnetworks are connected to one another via two coupling line sections, to each of which two coupling communication devices are connected. The coupling line section to which a selected coupling communication device is connected is operated as an inactive reserve coupling line section until a disruption occurs, whilst the other coupling line section is operated as an active main coupling line section. The coupling communication devices connected to the main coupling line section transmit status datagrams to the selected coupling communication device, these datagrams additionally comprising an item of configuration information about whether the particular coupling communication device connected to the main coupling line section comprises an activatable ring control unit.

(57) Zusammenfassung: Zur Datenübermittlung in einem redundant betriebbaren Kommunikationsnetz, das zumindest ein erstes und ein zweites Teilnetz umfasst, die jeweils innerhalb einer Ringtopologie miteinander verbundene Kommunikationsgeräte umfassen, ist in beiden Teilnetzen jeweils ein Kommunikationsgerät mit einer aktivierten Ring-Steuerungseinheit vorgesehen. Die beiden Teilnetze sind über zwei Koppel-Strecken miteinander verbunden, an die jeweils zwei Koppel-Kommunikationsgeräte angeschlossen sind. Die Koppel-Strecke, an die ein ausgewähltes Koppel-Kommunikationsgerät angeschlossen ist, wird bis zu einem Störungseintritt als inaktive Reserve-Koppel-Strecke betrieben, während die andere



WO 2021/037466 A1

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

Koppel-Strecke als aktive Haupt-Koppel-Strecke betrieben wird. Die an die Haupt-Koppel-Strecke angeschlossenen Koppel-Kommunikationsgeräte übermitteln Status-Datagramme an das ausgewählte Koppel-Kommunikationsgerät, die zusätzlich eine Konfigurationsinformation umfassen, ob das jeweilige an die Haupt-Koppel-Strecke angeschlossene Koppel-Kommunikationsgerät eine aktivierbare Ring- Steuerungseinheit umfasst.

## Beschreibung

Verfahren zur Datenübermittlung in einem redundant betreibbaren Kommunikationsnetz und Koppel-Kommunikationsgerät

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Datenübermittlung in einem redundant betreibbaren Kommunikationsnetz und ein Koppel-Kommunikationsgerät insbesondere für ein industrielles Automatisierungssystem.

10

Ein industrielles Automatisierungssystem umfasst üblicherweise eine Vielzahl von über ein industrielles Kommunikationsnetz miteinander vernetzten Automatisierungsgeräten und dient im Rahmen einer Fertigungs- oder Prozessautomatisierung zur Steuerung oder Regelung von Anlagen, Maschinen bzw. Geräten. Aufgrund zeitkritischer Rahmenbedingungen in industriellen Automatisierungssystemen werden zur Kommunikation zwischen Automatisierungsgeräten überwiegend Echtzeit-Kommunikationsprotokolle, wie PROFINET, PROFIBUS, Real-Time-Ethernet oder Time-Sensitive Networking (TSN), verwendet.

20

Unterbrechungen von Kommunikationsverbindungen zwischen Rechereinheiten eines industriellen Automatisierungssystems oder Automatisierungsgeräten können zu einer unerwünschten oder unnötigen Wiederholung einer Übermittlung einer Dienstanforderung führen. Außerdem können nicht oder nicht vollständig übermittelte Nachrichten beispielsweise einen Übergang oder Verbleib eines industriellen Automatisierungssystems in einen sicheren Betriebszustand verhindern. Dies kann schließlich zu einem Ausfall einer kompletten Produktionsanlage und einem kostspieligen Produktionsstillstand führen. Eine besondere Problematik resultiert in industriellen Automatisierungssystemen regelmäßig aus einem Meldungsverkehr mit verhältnismä-

30

ßig vielen, aber relativ kurzen Nachrichten, wodurch obige Probleme verstärkt werden.

Aufgrund einer Nutzung für häufig äußerst unterschiedliche  
5 Anwendungen können in Ethernet-basierten Kommunikationsnetzen beispielsweise Probleme entstehen, wenn Netzressourcen für eine Übermittlung von Datenströmen oder von Datenrahmen mit Echtzeitanforderungen konkurrierend für eine Übermittlung von Datenrahmen mit großem Nutzdateninhalt ohne spezielle Dienst-  
10 güteanforderungen beansprucht werden. Dies kann dazu führen, dass Datenströme oder Datenrahmen mit Echtzeitanforderungen nicht entsprechend einer angeforderten bzw. benötigten Dienstgüte übermittelt werden.

15 Media Redundancy Protocol (MRP) ist im Standard IEC 62439 definiert und ermöglicht eine Kompensation einzelner Verbindungsausfälle in Netzen mit einfacher Ringtopologie bei stoßbehafteter redundanter Übertragung von Nachrichten. Stoßbehaftete Medienredundanzverfahren lassen sich grundsätzlich  
20 mit relativ geringem Aufwand realisieren, weisen aber gegenüber stoßfreien Redundanzverfahren, bei denen stets zwei oder mehrere redundante Pfade zeitgleich genutzt werden, grundsätzlich erhöhte Rekonfigurationszeiten auf. PROFINET (IEC 61158 Type 10) referenziert MRP als stoßbehaftetes Medienredundanzverfahren innerhalb eines Kommunikationsnetzes mit  
25 Ringtopologie.

In EP 1 062 787 B1 ist ein Ethernet-basiertes Kommunikationsnetz mit Redundanzeigenschaften beschrieben, bei dem ein an  
30 Linienenden des Kommunikationsnetzes angeschlossener Redundanz-Manager durch Test-Telegramme einen Zustand des Kommunikationsnetzes prüft. Bei einer Netzunterbrechung verbindet der Redundanzmanager die Linienenden und stellt auf diese

Weise im Millisekundenbereich einen weiteren Netzbetrieb sicher.

Aus EP 1 476 987 B1 ist ein Ethernet-Kommunikationsnetz mit  
5 Redundanzeigenschaften bekannt, in dem mehrere Koppelgeräte  
und ein als Redundanzmanager betriebenes Koppelgerät in einer  
Ringtopologie miteinander verbunden sind. Zur Herstellung ei-  
ner linienförmigen Topologie trennt der Redundanzmanager die  
10 Ringtopologie auf, falls von ihm ausgesendete Testtelegramme  
innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls am jeweils ande-  
ren Port empfangen werden. Zumindest ein Koppelgerät wird als  
Redundanzmanager-Observer betrieben und ermittelt anhand ei-  
gener Testtelegramme Unterbrechungen innerhalb der Ringtopo-  
logie. Zur Herstellung einer linienförmigen Topologie trennt  
15 der Redundanzmanager-Observer die Ringtopologie auf, falls  
seine Testtelegramme innerhalb eines vorgegebenen Zeitinver-  
valls am jeweils anderen Port empfangen werden.

EP 1 476 988 B1 betrifft ein Ethernet-Kommunikationsnetz mit  
20 Redundanzeigenschaften, in dem mehrere Koppelgeräte und ein  
als Redundanzmanager betriebenes Koppelgerät in einer Ringto-  
pologie miteinander verbunden sind. Zur Herstellung einer li-  
nienförmigen Topologie trennt der Redundanzmanager die Ring-  
topologie auf, falls von ihm ausgesendete Testtelegramme in-  
25 nerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls am jeweils anderen  
Port empfangen werden. Zumindest ein Koppelgerät wird als Re-  
dundanzmanager-Observer betrieben und wertet Telegramme aus,  
die es an seinem mit dem Redundanzmanager verbundenen Port  
empfängt. In Abhängigkeit von einem Auswertungsergebnis  
30 trennt der Redundanzmanager-Observer die Ringtopologie zur  
Herstellung einer linienförmigen Topologie auf und signali-  
siert einen Fehler, wenn ein in einem Testtelegramm angegebe-  
ner Topologie-Zustand in Widerspruch zu einem durch den Re-  
dundanzmanager-Observer ermittelten Topologie-Zustand steht.

In EP 1 955 480 B1 ist ein Ethernet-Kommunikationsnetz mit Redundanzeigenschaften beschrieben, bei dem zumindest zwei Netzsegmente mit jeweils mehreren Ethernet-Switches über eine durch zumindest zwei Koppelkanäle gebildete redundante Verbindung miteinander verbunden sind. Durch ein Programmiergerät wird bei einer Konfigurierung der redundanten Verbindung zugeordneter Koppelgeräte ein logischer Name für die redundante Verbindung jeweils in einem Speicher der Koppelgeräte hinterlegt. Die Koppelgeräte ermitteln in einer Netzwerkanlaufphase durch Verteilen von Sondertelegrammen, die den logischen Namen der redundanten Verbindung umfassen, zur selben redundanten Verbindung gehörige Verbindungspartner. Anhand eines Ordnungskriteriums legen sie fest, welcher Koppelkanal in einem störungsfreien Betrieb aktiviert bzw. deaktiviert ist.

Aus EP 2 413 538 B1 ist ein Verfahren zur redundanten Kommunikation in einem Kommunikationssystem bekannt, bei dem das Kommunikationssystem ein erstes und ein zweites Kommunikationsnetz umfasst, die über zumindest einen Kopplungsknoten miteinander verbunden sind. Dabei wird eine Rückübertragung von Daten, die aus dem ersten Kommunikationsnetz stammen, aus dem zweiten Kommunikationsnetz zurück in das erste Kommunikationsnetz auf Grund einer vor Übertragung definierten Information verhindert.

EP 2 854 345 B1 betrifft ein Verfahren zur Nachrichtenübermittlung in einem redundant betreibbaren industriellen Kommunikationsnetz mit zumindest einem ersten und einem zweiten Teilnetz mit Ringtopologie, die über eine Teilnetz-Kopplung miteinander verbunden sind. Dabei wählen Koppel-Kommunikationsgeräte anhand eines ihnen jeweils zugeordneten Prioritätskennwerts untereinander ein Koppel-Kommunikationsgerät

aus, dessen Kopplungssteuerungseinheit aktiviert wird. Die  
anderen Koppel-Kommunikationsgeräte deaktivieren dagegen ihre  
Kopplungssteuerungseinheit. Ein erstes Koppel-Kommunikations-  
gerät des ersten Teilnetzes und ein erstes Koppel-Kommuni-  
5 kationsgerät des zweiten Teilnetzes tauschen untereinander  
Test-Nachrichten zur Detektion einer Unterbrechung zwischen  
den beiden ersten Koppel-Kommunikationsgeräten aus, während  
ein zweites Koppel-Kommunikationsgerät des ersten Teilnetzes  
und ein zweites Koppel-Kommunikationsgerät des zweiten Teil-  
10 netzes untereinander Test-Nachrichten zur Detektion einer Un-  
terbrechung zwischen den beiden zweiten Koppel-Kommunika-  
tionsgeräten austauschen.

Bei einer MRP-Interconnection entsprechend IEC 62439-2, Edi-  
15 tion 2 zur Kopplung von MRP-Ringnetzen kann ein als MRP-In-  
terconnection-Client genutzter Koppel-Switch gleichzeitig als  
Medien-Redundanz-Manager betrieben werden. Im ungünstigsten  
Fall muss bei einem Ausfall einer Haupt-MRP-Interconnection  
bzw. eines MRP-Interconnection-Client neben einem Umschalten  
20 auf eine Reserve-MRP-Interconnection auch eine relativ zeit-  
aufwändige Auswahl eines Switches erfolgen, der als neuer Me-  
dien-Redundanz-Manager betrieben wird. Dies kann zu erheblich  
verlängerten Zeitdauern zur Rekonfiguration eines MRP-Ringes  
bzw. einer MRP-Interconnection führen. Im Rahmen einer die  
25 Rekonfiguration auslösenden störungsbedingten Topologie-  
Änderung löschen üblicherweise sämtliche Switches in einem  
MRP-Ringnetz ihre lokalen Quell-Adress-Tabellen (Forwarding  
Databases). Sinnvollerweise sollte die Auswahl des Switches,  
der als neuer Medien-Redundanz-Manager betrieben wird, vor  
30 einem Löschen der Quell-Adress-Tabellen abgeschlossen sein,  
da diese ansonsten eine jeweils aktuelle Netztopologie nicht  
richtig abbilden.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Datenübermittlung in einem redundant betriebbaren Kommunikationsnetz zu schaffen, das eine zuverlässige, fehlersichere Kopplung von zwei Teilnetzen mit Ringtopologie sowie verkürzte Rekonfigurationszeiten nach Störungen ermöglicht, und ein zur Durchführung des Verfahrens geeignetes Koppel-Kommunikationsgerät anzugeben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen sowie durch ein Koppel-Kommunikationsgerät mit den in Anspruch 13 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Datenübermittlung in einem redundant betriebbaren Kommunikationsnetz umfasst das Kommunikationsnetz zumindest ein erstes und ein zweites Teilnetz. Beide Teilnetze umfassen jeweils innerhalb einer Ringtopologie miteinander verbundene Kommunikationsgeräte, die jeweils zumindest ein Koppellement sowie einen ersten und einen zweiten Ring-Anschluss aufweisen, die durch das Koppellement schaltbar miteinander verbindbar sind. Das Koppellement kann beispielsweise mittels eines Backplane-Switches oder eines Matrix-Switches realisiert werden. Die beiden Teilnetze umfassen außerdem jeweils ein Kommunikationsgerät mit einer aktivierten Ring-Steuerungseinheit, die eine Unterbrechung innerhalb der jeweiligen Ringtopologie detektiert sowie eine Weiterleitung von Nutzdaten zwischen den Ring-Anschlüssen des jeweiligen Kommunikationsgeräts in Abhängigkeit von einer detektierten Unterbrechung steuert.

Vorzugsweise detektiert eine aktivierte Ring-Steuerungseinheit eine Unterbrechung innerhalb der jeweiligen Ringtopologie anhand erster Test-Datagramme, die durch das jeweilige



bzw. als Redundanz-Manager betriebene Kommunikationsgerät versendet und in ungestörtem Ring-Zustand wieder empfangen werden. Entsprechend einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung werden Datagramme innerhalb  
5 des ersten und des zweiten Teilnetzes entsprechend Media Redundancy Protocol übermittelt.

Die beiden Teilnetze sind erfindungsgemäß über zwei Koppel-Strecken miteinander verbunden und umfassen jeweils zwei den  
10 an die Koppel-Strecken angeschlossene Koppel-Kommunikationsgeräte, die jeweils zusätzlich einen Koppel-Anschluss und eine Koppel-Steuerungseinheit aufweisen. Insbesondere kann der Koppel-Anschluss durch das Koppel-Element mit den beiden Ring-Anschlüssen des jeweiligen Koppel-Kommunikationsgeräts  
15 schaltbar verbunden werden. Des Weiteren wird ein Koppel-Kommunikationsgerät ausgewählt, dessen Koppel-Steuerungseinheit aktiviert wird, während die Koppel-Steuerungseinheiten der anderen Koppel-Kommunikationsgeräte deaktiviert werden. Die Koppel-Strecke, an die das ausgewählte Koppel-Kommunikations-  
20 gerät angeschlossen ist, wird bis zu einem Störungseintritt als inaktive Reserve-Koppel-Strecke betrieben, während die andere Koppel-Strecke als aktive Haupt-Koppel-Strecke zur Übermittlung von Nutzdaten betrieben wird.

25 Erfindungsgemäß detektieren die an die Haupt-Koppel-Strecke angeschlossenen Koppel-Kommunikationsgeräte einen Störungseintritt an der Haupt-Koppel-Strecke und übermitteln Status-Datagramme an das ausgewählte Koppel-Kommunikationsgerät. Dabei umfassen die Status-Datagramme zusätzlich eine Konfigurationsinformation, ob das jeweilige an die Haupt-Koppel-Strecke  
30 angeschlossen Koppel-Kommunikationsgerät eine aktivierbare Ring-Steuerungseinheit umfasst.

Vorzugsweise tauschen die an die Haupt-Koppel-Strecke angeschlossenen Koppel-Kommunikationsgeräte untereinander zweite Test-Datagramme zur Detektion eines Störungseintritts an der Haupt-Koppel-Strecke aus. Entsprechend einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird das ausgewählte Koppel-Kommunikationsgeräte als Media Redundancy Interconnection Manager entsprechend IEC 62439-2 betrieben, und die an die Haupt-Koppel-Strecke angeschlossenen Koppel-Kommunikationsgeräte werden jeweils im Link Check Modus entsprechend IEC 62439-2 betrieben.

Das ausgewählte Koppel-Kommunikationsgerät aktiviert erfindungsgemäß bei einem durch ein Status-Datagramm signalisierten Störungseintritt an der Haupt-Koppel-Strecke die Reserve-Koppel-Strecke zur Übermittlung von Nutzdaten und sendet jeweils ein Topologieänderungs-Datagramm in die beiden Teilnetze. Durch ein solches Topologieänderungs-Datagramm werden die Kommunikationsgeräte zumindest mittelbar zu einem Löschen von gespeicherten Inhalten ihrer jeweiligen lokalen Quell-Adress-Tabelle bzw. Forwarding Database nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitdauer veranlasst. Die vorgegebene Zeitdauer wird gegenüber einem Referenzwert verkürzt, wenn kein an die Haupt-Koppel-Strecke angeschlossenes Koppel-Kommunikationsgerät eine aktivierbare Ring-Steuerungseinheit umfasst. Auf diese Weise können die Konfigurationsinformationen, die von den an die Haupt-Koppel-Strecke angeschlossenen Koppel-Kommunikationsgeräten mittels der Status-Datagramme übermittelt werden, gezielt zur Adaption der vorgegebenen Zeitdauer genutzt werden. Bis auf wenige Ausnahmefälle können Ring- bzw. Interconnection-Rekonfigurationszeiten damit deutlich verkürzt werden.

Vorzugsweise wird die vorgegebene Zeitdauer durch das ausgewählte Koppel-Kommunikationsgerät im Topologieänderungs-Data-

ogramm angegeben und in Abhängigkeit von der Konfigurationsinformation im jeweiligen Status-Datagramm verkürzt. Entsprechend einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung steuert die aktivierte Kopplungssteuerungseinheit eine Weiterleitung von Nutzdaten vom bzw. zum Koppel-Anschluss des ausgewählten Koppel-Kommunikationsgeräts in Abhängigkeit von einem detektierten Störungseintritt an der Haupt-Koppel-Strecke. Insbesondere kann der Koppel-Anschluss damit zwischen einen Forwarding-Zustand und einem Blocked-Zustand umgeschaltet werden. Darüber hinaus wird durch ein Status-Datagramm vorteilhafterweise ein am jeweiligen Koppel-Anschluss auf- oder abgebauter Link angezeigt. Damit können Topologie-Änderungen an der Haupt-Koppel-Strecke zuverlässig und schnell nachverfolgt werden.

15

Entsprechend einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung sind die Status-Datagramme MRP\_InLinkChange-Datenrahmen entsprechend IEC 62439-2, während die Topologieänderungs-Datagramme MRP\_InTopologyChange-Datenrahmen entsprechend IEC 62439-2 sind. Damit kann die vorliegende Erfindung vollständig konform zu IEC 62439-2 implementiert werden. Darüber hinaus versenden die Kommunikationsgeräte mit aktivierter Ring-Steuerungseinheit bei Empfang des MRP\_InTopologyChange-Datenrahmens vorteilhafterweise einen MRP\_TopologyChange-Datenrahmen entsprechend IEC 62439-2 an die Kommunikationsgeräte innerhalb ihres jeweiligen Teilnetzes. Dabei umfasst der MRP\_TopologyChange-Datenrahmen eine Angabe der durch das ausgewählte Koppel-Kommunikationsgerät vorgegebenen Zeitdauer. Dementsprechend löschen die Kommunikationsgeräte bei Empfang des MRP\_TopologyChange-Datenrahmens ihre jeweilige lokale Quell-Adress-Tabelle nach Ablauf der vorgegebenen Zeitdauer ab Empfang des MRP\_TopologyChange-Datenrahmens. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass eine Rekonfi-

30

guration von Ring und Interconnection bzw. Ring-Kopplung synchron zueinander erfolgt.

Das erste bzw. das zweite Teilnetz können jeweils mehrere  
5 Kommunikationsgeräte mit einer aktivierbaren Ring-Steuerungseinheit umfassen. In diesem Fall wählen die Kommunikationsgeräte mit einer aktivierbaren Ring-Steuerungseinheit anhand eines ihnen jeweils zugeordneten Prioritätskennwerts untereinander für das jeweilige Teilnetz ein Kommunikationsgerät  
10 aus, dessen Ring-Steuerungseinheit aktiviert wird, während die anderen Kommunikationsgeräte innerhalb des jeweiligen Teilnetzes ihre Ring-Steuerungseinheit deaktivieren. Somit ist sichergestellt, dass auch ein Ausfall eines Kommunikationsgeräts mit einer aktivierten Ring-Steuerungseinheit kompensiert werden kann. Analog dazu können die Koppel-Kommunikationsgeräte anhand eines ihnen jeweils zugeordneten Prioritätskennwerts untereinander ein Koppel-Kommunikationsgerät auswählen, dessen Kopplungssteuerungseinheit aktiviert wird,  
15 während die anderen Koppel-Kommunikationsgeräte ihre Kopplungssteuerungseinheit deaktivieren. Dementsprechend kann auch ein Ausfall des ausgewählten Koppel-Kommunikationsgeräts kompensiert werden, indem unter den verbleibenden Koppel-Kommunikationsgeräten ein Koppel-Kommunikationsgerät neu ausgewählt wird, dessen Kopplungssteuerungseinheit aktiviert  
20 wird.  
25 wird.

Das erfindungsgemäße Koppel-Kommunikationsgerät ist zur Durchführung eines Verfahrens entsprechend vorangehenden Ausführungen vorgesehen und weist zumindest ein Koppellement  
30 sowie einen ersten und einen zweiten Ring-Anschluss und einen Koppel-Anschluss auf, die durch das Koppellement schaltbar miteinander verbindbar sind. Außerdem weist das Koppel-Kommunikationsgerät eine aktivierbare Koppel-Steuerungseinheit auf, die dafür ausgestaltet und eingerichtet ist, eine

Koppel-Strecke, an die das Koppel-Kommunikationsgerät angeschlossen ist, bis zu einem Störungseintritt als inaktive Reserve-Koppel-Strecke und eine andere Koppel-Strecke als aktive Haupt-Koppel-Strecke zur Übermittlung von Nutzdaten zu betreiben. Darüber hinaus ist das Koppel-Kommunikationsgerät  
5 dafür ausgestaltet und eingerichtet, als an die Haupt-Koppel-Strecke angeschlossenes Koppel-Kommunikationsgerät einen Störungseintritt an der Haupt-Koppel-Strecke zu detektieren und Status-Datagramme an ein ausgewähltes Koppel-Kommunikations-  
10 gerät mit aktivierter Koppel-Steuerungseinheit zu übermitteln. Dabei umfassen die Status-Datagramme zusätzlich eine Konfigurationsinformation, ob das Koppel-Kommunikationsgerät eine aktivierbare Ring-Steuerungseinheit umfasst.

15 Des Weiteren ist das erfindungsgemäße Koppel-Kommunikationsgerät dafür ausgestaltet und eingerichtet, als ausgewähltes Koppel-Kommunikationsgerät bei einem durch ein Status-Datagramm signalisierten Störungseintritt an der Haupt-Koppel-Strecke die Reserve-Koppel-Strecke zur Übermittlung von Nutz-  
20 daten zu aktivieren und jeweils ein Topologieänderungs-Datagramm zu senden, durch das weitere Kommunikationsgeräte zu einem Löschen ihrer jeweiligen lokalen Quell-Adress-Tabelle nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitdauer veranlasst werden. Zusätzlich ist das Koppel-Kommunikationsgerät dafür ausge-  
25 staltet und eingerichtet, als ausgewähltes Koppel-Kommunikationsgerät die vorgegebene Zeitdauer gegenüber einem Referenzwert zu verkürzen, wenn kein an die Haupt-Koppel-Strecke angeschlossenes Koppel-Kommunikationsgerät eine aktivierbare Ring-Steuerungseinheit umfasst. Vorzugsweise umfasst das Koppel-  
30 Koppel-Kommunikationsgerät einen Switch oder eine Bridge.

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt die

Figur ein Kommunikationsnetz mit zwei Teilnetzen, die jeweils innerhalb einer Ringtopologie miteinander verbundene Kommunikationsgeräte umfassen, und mit vier Koppel-Kommunikationsgeräten für eine redundante Teilnetz-Kopplung.

Das in der Figur dargestellte industrielle Kommunikationsnetz umfasst zwei Teilnetze 1, 2, die über vier Koppel-Switches 106-107, 205-206 bzw. zwei Koppel-Strecken 10, 20 redundant miteinander gekoppelt sind. Innerhalb der beiden Teilnetze 1, 2, die jeweils mehrere innerhalb einer Ringtopologie miteinander verbundene Kommunikationsgeräte 101-107, 201-206 umfassen, werden Datarahmen entsprechend Media Redundancy Protocol (MRP) übermittelt. Die Kommunikationsgeräte 101-107, 201-206 weisen im vorliegenden Ausführungsbeispiel jeweils eine Switch- bzw. Bridge-Funktionalität sowie zumindest einen ersten und zweiten Ring-Anschluss und einen Backplane-Switch auf, durch den die Ring-Anschlüsse schaltbar miteinander verbindbar sind. Die an die beiden Koppel-Strecken 10, 20 angeschlossenen Koppel-Switches 106-107, 205-206 weisen zusätzlich jeweils einen Koppel-Anschluss und eine Koppel-Steuerungseinheit für eine redundante Teilnetz-Kopplung auf. Dabei kann der Koppel-Anschluss durch den Backplane-Switch mit den beiden Ring-Anschlüssen des jeweiligen Koppel-Switches 106-107, 205-206 schaltbar verbunden werden.

Im ersten und zweiten Teilnetz 1, 2 wird jeweils ein Kommunikationsgerät 101, 201 als Medien-Redundanz-Manager betrieben. Hierzu umfassen die als Medien-Redundanz-Manager betriebenen Kommunikationsgeräte 101, 201 jeweils eine aktivierte Ring-Steuerungseinheit 100, 200. Diese Ring-Steuerungseinheit 100, 200 detektiert eine Unterbrechung innerhalb der jeweiligen Ringtopologie anhand durch das jeweilige Kommunikationsgerät

101, 201 versendeter und wieder empfangener erster Test-Datenrahmen 11, 21. Darüber hinaus steuert die Ring-Steuerungseinheit 100, 200 eine Weiterleitung von Datenrahmen mit Nutzdaten zwischen den Ring-Anschlüssen des jeweiligen Kommunikationsgeräts 101, 201 in Abhängigkeit von einer detektierten  
5 Unterbrechung.

Grundsätzlich können auch die übrigen Kommunikationsgeräte 102-107, 202-206 als Medien-Redundanz-Manager betrieben werden, sofern sie eine aktivierbare Ring-Steuerungseinheit aufweisen. Haben mehrere Kommunikationsgeräte innerhalb einer Ringtopologie eine entsprechende Funktionalität, so wird unter diesen Kommunikationsgeräten in einem Auswahlverfahren bestimmt, welches Kommunikationsgerät als Medien-Redundanz-  
10 Manager betrieben wird, bzw. welches Kommunikationsgerät seine Ring-Steuerungseinheit 100, 200 aktiviert. Beispielsweise können die Kommunikationsgeräte mit einer aktivierbaren Ring-Steuerungseinheit anhand eines ihnen jeweils zugeordneten  
15 Prioritätskennwerts untereinander für das jeweilige Teilnetz ein Kommunikationsgerät auswählen, dessen Ring-Steuerungseinheit aktiviert wird, während die anderen Kommunikationsgeräte innerhalb des jeweiligen Teilnetzes ihre Ring-Steuerungseinheit deaktivieren.  
20

25 Die Kommunikationsgeräte 101-106, 201-206 können insbesondere einem industriellen Automatisierungsgerät, wie einer speicherprogrammierbaren Steuerung oder einem Feldgerät, zugeordnet oder in ein industrielles Automatisierungsgerät integriert sein. Entsprechend der Figur sind im vorliegenden Ausführungsbeispiel die Kommunikationsgeräte 103, 105, 203, 204  
30 in eine speicherprogrammierbare Steuerung bzw. in ein dezentrales Peripheriegerät integriert.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird genau ein Koppel-Switch 107 ausgewählt, dessen Koppel-Steuerungseinheit aktiviert wird, während die Koppel-Steuerungseinheiten der anderen Koppel-Switches 106, 205-206 deaktiviert werden. Grundsätzlich können die Koppel-Switches 106-107, 205-206 anhand eines ihnen jeweils zugeordneten Prioritätskennwerts untereinander einen Koppel-Switch auswählen, dessen Kopplungssteuerungseinheit aktiviert wird, während die anderen Koppel-Switches ihre Kopplungssteuerungseinheit selbständig deaktivieren.

Die Koppel-Strecke 20, an die der ausgewählte Koppel-Switch 107 angeschlossen ist, wird bis zu einem Störungseintritt als inaktive Reserve-Koppel-Strecke betrieben, während die andere Koppel-Strecke 10 als aktive Haupt-Koppel-Strecke zur Übermittlung von Nutzdaten betrieben wird. Der ausgewählte Koppel-Switch 107 wird als Media Redundancy Interconnection Manager (MIM) betrieben, während die an die Haupt-Koppel-Strecke 10 angeschlossenen Koppel-Switches 106, 205 im vorliegenden Ausführungsbeispiel jeweils als Media Redundancy Interconnection Clients (MIC) im Link Check Modus entsprechend IEC 62439-2, Edition 2 betrieben werden.

Die an die Haupt-Koppel-Strecke 10 angeschlossenen Koppel-Switches 106, 205 detektieren einen Störungseintritt an der Haupt-Koppel-Strecke 10 und übermitteln MRP\_InLinkChange-Datenrahmen 32 an den ausgewählten Koppel-Switch 107. Zur Detektion eines Störungseintritts an der Haupt-Koppel-Strecke 10 tauschen die an die Haupt-Koppel-Strecke 10 angeschlossenen Koppel-Switches 106, 205 untereinander zweite Test-Datenrahmen 31 aus. Durch die MRP\_InLinkChange-Datenrahmen 32 werden am jeweiligen Koppel-Anschluss auf- oder abgebaute Links (Link Up, Link Down) angezeigt. Auch bei einem Booten eines an die Haupt-Koppel-Strecke 10 angeschlossenen Koppel-Swit-



ches 106, 205 wird beispielsweise ein MRP\_InLinkChange-Datenrahmen 32 gesendet. Darüber hinaus umfassen die MRP\_InLinkChange-Datenrahmen 32 zusätzlich eine Konfigurationsinformation, ob der jeweilige an die Haupt-Koppel-Strecke 10 angeschlossene Koppel-Switch 106, 205 eine aktivierbare Ring-Steuerungseinheit 100, 200 umfasst. Vorzugsweise wird diese Konfigurationsinformation als Projektierungsbit in die MRP\_InLinkChange-Datenrahmen 32 eingefügt.

10 Der ausgewählte Koppel-Switch 107 aktiviert bei einem durch einen MRP\_InLinkChange-Datenrahmen 32 signalisierten Störungseintritt an der Haupt-Koppel-Strecke 10 die Reserve-Koppel-Strecke 20 zur Übermittlung von Nutzdaten und sendet jeweils einen MRP\_InTopologyChange-Datenrahmen 33 in die beiden Teilnetze 1, 2. Durch den MRP\_InTopologyChange-Datenrahmen 33 werden die Kommunikationsgeräte 101-107, 201-206 mittelbar zu einem Löschen von gespeicherten Inhalten ihrer jeweiligen lokalen Quell-Adress-Tabelle bzw. Forwarding Database 111, 121, 131, 141, 151, 161, 171, 211, 221, 231, 241, 251, 261, die mitunter auch als Filtering Database bezeichnet wird, nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitdauer veranlasst. Dieses Löschen umfasst vorzugsweise nur die Ring- und ggf. Koppel-Anschlüsse der Kommunikationsgeräte 101-107, 201-206. Die vorgegebene Zeitdauer wird gegenüber einem Referenzwert verkürzt, wenn kein an die Haupt-Koppel-Strecke 10 angeschlossener Koppel-Switch 106, 205 eine aktivierbare Ring-Steuerungseinheit 100, 200 umfasst.

Vorzugsweise wird die vorgegebene Zeitdauer durch den ausgewählten Koppel-Switch 107 im MRP\_InTopologyChange-Datenrahmen 33 angegeben und in Abhängigkeit von der Konfigurationsinformation im jeweiligen MRP\_InLinkChange-Datenrahmen 32 verkürzt. Darüber hinaus steuert die aktivierte Kopplungssteuerungseinheit des ausgewählten Koppel-Switches 107 im vorlie-

genden Ausführungsbeispiel eine Weiterleitung von Nutzdaten bzw. zum Koppel-Anschluss des ausgewählten Koppel-Switches 107 in Abhängigkeit von einem detektierten Störungseintritt an der Haupt-Koppel-Strecke 10.

5

Die als Medien-Redundanz-Manager betriebenen Kommunikationsgeräte 101, 201 versenden bei Empfang eines MRP\_InTopologyChange-Datenrahmens 33 einen MRP\_TopologyChange-Datenrahmen 12 an die Kommunikationsgeräte 102-107, 202-206 innerhalb ihres jeweiligen Teilnetzes 1, 2. Dabei umfasst der MRP\_TopologyChange-Datenrahmen 12 eine Angabe der durch den ausgewählten Koppel-Switch 107 vorgegebenen Zeitdauer. Bei Empfang eines solchen MRP\_TopologyChange-Datenrahmens 12 löschen die Kommunikationsgeräte 101-107, 201-206 ihre jeweilige lokale Quell-Adress-Tabelle 111, 121, 131, 141, 151, 161, 171, 211, 221, 231, 241, 251, 261 nach Ablauf der vorgegebenen Zeitdauer ab Empfang des MRP\_TopologyChange-Datenrahmens 12. Durch beschriebene Weiterleitung des MRP\_InTopologieChange-Datenrahmens 12 und ein hierdurch ausgelöstes Versenden des MRP\_TopologieChange-Datenrahmens wird insbesondere eine im wesentlichen synchrone Umkonfigurierung in den über die redundante Teilnetz-Kopplung miteinander verbundenen Teilnetzen 1, 2 erzielt.

Der MRP\_InTopologyChange-Datenrahmen 33 und der MRP\_TopologyChange-Datenrahmen 12 können beispielsweise innerhalb eines definierten Zeitintervalls MRP\_IN\_TOPchgT bzw. MRP\_TOPchgT bis zu einer definierten maximalen Wiederholungszahl MRP\_IN\_TOPNRmax bzw. MRP\_TOPNRmax wiederholt gesendet werden. Durch jede Wiederholung wird in den Kommunikationsgeräten 101-107, 201-206 jeweils ein Timer zum Löschen ihrer jeweiligen lokalen Quell-Adress-Tabelle 111, 121, 131, 141, 151, 161, 171, 211, 221, 231, 241, 251, 261 zurückgesetzt, so dass die Kommunikationsgeräte ihre Quell-Adress-Tabellen zumindest wäh-

30

rend des jeweiligen definierten Zeitintervalls MRP\_IN\_TOPchgT bzw. MRP\_TOPchgT nicht löschen. Obige vorgegebene Zeitdauer, nach deren Ablauf ein Löschen der Quell-Adress-Tabellen erfolgt, entspricht maximal also einem Produkt aus dem definierten Zeitintervall MRP\_IN\_TOPchgT=MRP\_TOPchgT und der definierten maximalen Wiederholungszahl MRP\_IN\_TOPNRmax=MRP\_TOPNRmax.

Grundsätzlich ist es möglich, dass ein oder beide an die Haupt-Koppel-Strecke 10 angeschlossenen Koppel-Switches 106, 205 zugleich als Primary MIC und als Medien-Redundanz-Manager projiziert sind. Fällt ein Primary MIC 106, 205 mit Rolle als Medien-Redundanz-Manager aus, so startet der ausgewählte Koppel-Switch 107 als MIM einen Rekonfigurationsvorgang. Da ein neuer Medien-Redundanz-Manager erst dann in einem MRP-Ring aktiv wird, wenn die ersten Test-Datenrahmen 11 bzw. 21 des ausgefallenen Medien-Redundanz-Managers ausbleiben, muss der MIM 107 die MRP\_InTopologyChange-Datenrahmen 33 solange senden, bis ein neuer Medien-Redundanz-Manager aktiv ist, längstens also bis zum Ablauf obiger maximaler vorgegebener Zeitdauer.

Der MIM 107 wertet also in MRP\_InTopologyChange-Datenrahmen 32 angegebene Projektierungsinformationen der Primary MIC 106, 205 aus und setzt Vorgaben für das definierte Zeitintervall MRP\_IN\_TOPchgT und für die definierte maximale Wiederholungszahl MRP\_IN\_TOPNRmax beispielsweise adaptiv entsprechend nachstehender Tabelle um, wobei MRM für Medien-Redundanz-Manager steht.

MRM aktiv	MRP_IN_TOPchgT	MRP_IN_TOPNRmax
NEIN	10	3
JA	20	4

Falls also kein Primary MIC 106, 205 eine Rolle als Medien-Redundanz-Manager hat, ergeben sich bereits aus diesem Beispiel deutlich verkürzte Rekonfigurationszeiten.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Datenübermittlung in einem redundant betriebbaren Kommunikationsnetz, bei dem

- 5       - das Kommunikationsnetz zumindest ein erstes und ein zweites Teilnetz (1, 2) umfasst, die jeweils innerhalb einer Ringtopologie miteinander verbundene Kommunikationsgeräte (101-107, 201-206) umfassen, die jeweils zumindest ein Koppелеlement sowie einen ersten und einen
- 10       zweiten Ring-Anschluss aufweisen, die durch das Koppелеlement schaltbar miteinander verbindbar sind,
- die beiden Teilnetze jeweils ein Kommunikationsgerät (101, 201) mit einer aktivierten Ring-Steuerungseinheit (100, 200) umfassen, die eine Unterbrechung innerhalb
- 15       der jeweiligen Ringtopologie detektiert sowie eine Weiterleitung von Nutzdaten zwischen den Ring-Anschlüssen des jeweiligen Kommunikationsgeräts in Abhängigkeit von einer detektierten Unterbrechung steuert,
- die beiden Teilnetze über zwei Koppel-Strecken (10, 20)
- 20       miteinander verbunden sind und jeweils zwei den an die Koppel-Strecken angeschlossene Koppel-Kommunikationsgeräte (106-107, 205-206) umfassen, die jeweils zusätzlich einen Koppel-Anschluss und eine Koppel-Steuerungseinheit aufweisen,
- 25       - ein Koppel-Kommunikationsgerät (107) ausgewählt wird, dessen Koppel-Steuerungseinheit aktiviert wird, während die Koppel-Steuerungseinheiten der anderen Koppel-Kommunikationsgeräte deaktiviert werden,
- die Koppel-Strecke (20), an die das ausgewählte Koppel-Kommunikationsgerät angeschlossen ist, bis zu einem Störungseintritt als inaktive Reserve-Koppel-Strecke be-
- 30       trieben wird, während die andere Koppel-Strecke (10) als

aktive Haupt-Koppel-Strecke zur Übermittlung von Nutzdaten betrieben wird,

- die an die Haupt-Koppel-Strecke angeschlossenen Koppel-Kommunikationsgeräte (106, 205) einen Störungseintritt an der Haupt-Koppel-Strecke detektieren und Status-Datagramme (32) an das ausgewählte Koppel-Kommunikationsgerät übermitteln, wobei die Status-Datagramme zusätzlich eine Konfigurationsinformation umfassen, ob das jeweilige an die Haupt-Koppel-Strecke angeschlossene Koppel-Kommunikationsgerät eine aktivierbare Ring-Steuerungseinheit umfasst,

- das ausgewählte Koppel-Kommunikationsgerät bei einem durch ein Status-Datagramm signalisierten Störungseintritt an der Haupt-Koppel-Strecke die Reserve-Koppel-Strecke zur Übermittlung von Nutzdaten aktiviert und jeweils ein Topologieänderungs-Datagramm (33) in die beiden Teilnetze sendet, durch das die Kommunikationsgeräte zu einem Löschen ihrer jeweiligen lokalen Quell-Adress-Tabelle (111, 121, ..., 171, 211, 221, ..., 271) nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitdauer veranlasst werden,

- die vorgegebene Zeitdauer gegenüber einem Referenzwert verkürzt wird, wenn kein an die Haupt-Koppel-Strecke angeschlossenes Koppel-Kommunikationsgerät eine aktivierbare Ring-Steuerungseinheit umfasst.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

bei dem die aktivierte Kopplungssteuerungseinheit eine Weiterleitung von Nutzdaten vom und/oder zum Koppel-Anschluss des ausgewählten Koppel-Kommunikationsgeräts in Abhängigkeit von einem detektierten Störungseintritt an der Haupt-Koppel-Strecke steuert.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,  
bei dem durch ein Status-Datagramm ein am jeweiligen Koppel-  
Anschluss auf- oder abgebauter Link angezeigt wird.

5 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
bei dem die vorgegebene Zeitdauer durch das ausgewählte Kopp-  
pel-Kommunikationsgerät im Topologieänderungs-Datagramm ange-  
geben und in Abhängigkeit von der Konfigurationsinformation  
im jeweiligen Status-Datagramm verkürzt wird.

10

5. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 4,  
bei dem die Status-Datagramme (32) MRP\_InLinkChange-Daten-  
rahmen entsprechend IEC 62439-2 sind und bei dem die Topolo-  
gieänderungs-Datagramme (33) MRP\_InTopologyChange-Datenrahmen  
15 entsprechend IEC 62439-2 sind.

6. Verfahren nach Patentanspruch 5,  
bei dem die Kommunikationsgeräte (101, 201) mit aktivierter  
Ring-Steuerungseinheit (100, 200) bei Empfang des MRP\_In-  
20 TopologyChange-Datenrahmens (33) einen MRP\_TopologyChange-Da-  
tenrahmen (12, 22) entsprechend IEC 62439-2 an die Kommunika-  
tionsgeräte (101-107, 201-206) innerhalb ihres jeweiligen  
Teilnetzes (1, 2) versenden, bei dem der MRP\_TopologyChange-  
Datenrahmen eine Angabe der durch das ausgewählte Koppel-  
25 Kommunikationsgerät (107) vorgegebenen Zeitdauer umfasst und  
bei dem die Kommunikationsgeräte bei Empfang des MRP\_Topo-  
logyChange-Datenrahmens ihre jeweilige lokale Quell-Adress-  
Tabelle (111, 121, ..., 171, 211, 221, ..., 271) nach Ablauf der  
vorgegebenen Zeitdauer ab Empfang des MRP\_TopologyChange-  
30 Datenrahmens löschen.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
bei dem das erste und/oder das zweite Teilnetz (1, 2) jeweils  
mehrere Kommunikationsgeräte (101, 106; 201, 205) mit einer

aktivierbaren Ring-Steuerungseinheit (100, 200) umfassen und bei dem die Kommunikationsgeräte mit einer aktivierbaren Ring-Steuerungseinheit anhand eines ihnen jeweils zugeordneten Prioritätskennwerts untereinander für das jeweilige Teil-

5 netz ein Kommunikationsgerät auswählen, dessen Ring-Steuerungseinheit aktiviert wird, während die anderen Kommunikationsgeräte innerhalb des jeweiligen Teilnetzes ihre Ring-Steuerungseinheit deaktivieren.

10 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem eine aktivierte Ring-Steuerungseinheit (100, 200) eine Unterbrechung innerhalb der jeweiligen Ringtopologie anhand durch das jeweilige Kommunikationsgerät (101, 201) versendeter und wieder empfangener erster Test-Datagramme (11,

15 21) detektiert.

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem Datagramme innerhalb des ersten und des zweiten Teilnetzes entsprechend Media Redundancy Protocol übermittelt

20 werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die an die Haupt-Koppel-Strecke (10) angeschlossenen Koppel-Kommunikationsgeräte (106, 205) untereinander zweite

25 Test-Datagramme (31) zur Detektion eines Störungseintritts an der Haupt-Koppel-Strecke austauschen.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem das ausgewählte Koppel-Kommunikationsgeräte als Media

30 Redundancy Interconnection Manager entsprechend IEC 62439-2 betrieben wird und bei dem die an die Haupt-Koppel-Strecke angeschlossenen Koppel-Kommunikationsgeräte jeweils im Link Check Modus entsprechend IEC 62439-2 betrieben werden.



12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
bei dem die Koppel-Kommunikationsgeräte anhand eines ihnen  
jeweils zugeordneten Prioritätskennwerts untereinander ein  
Koppel-Kommunikationsgerät auswählen, dessen Kopplungssteue-  
5 rungseinheit aktiviert wird, während die anderen Koppel-  
Kommunikationsgeräte ihre Kopplungssteuerungseinheit deakti-  
vieren.

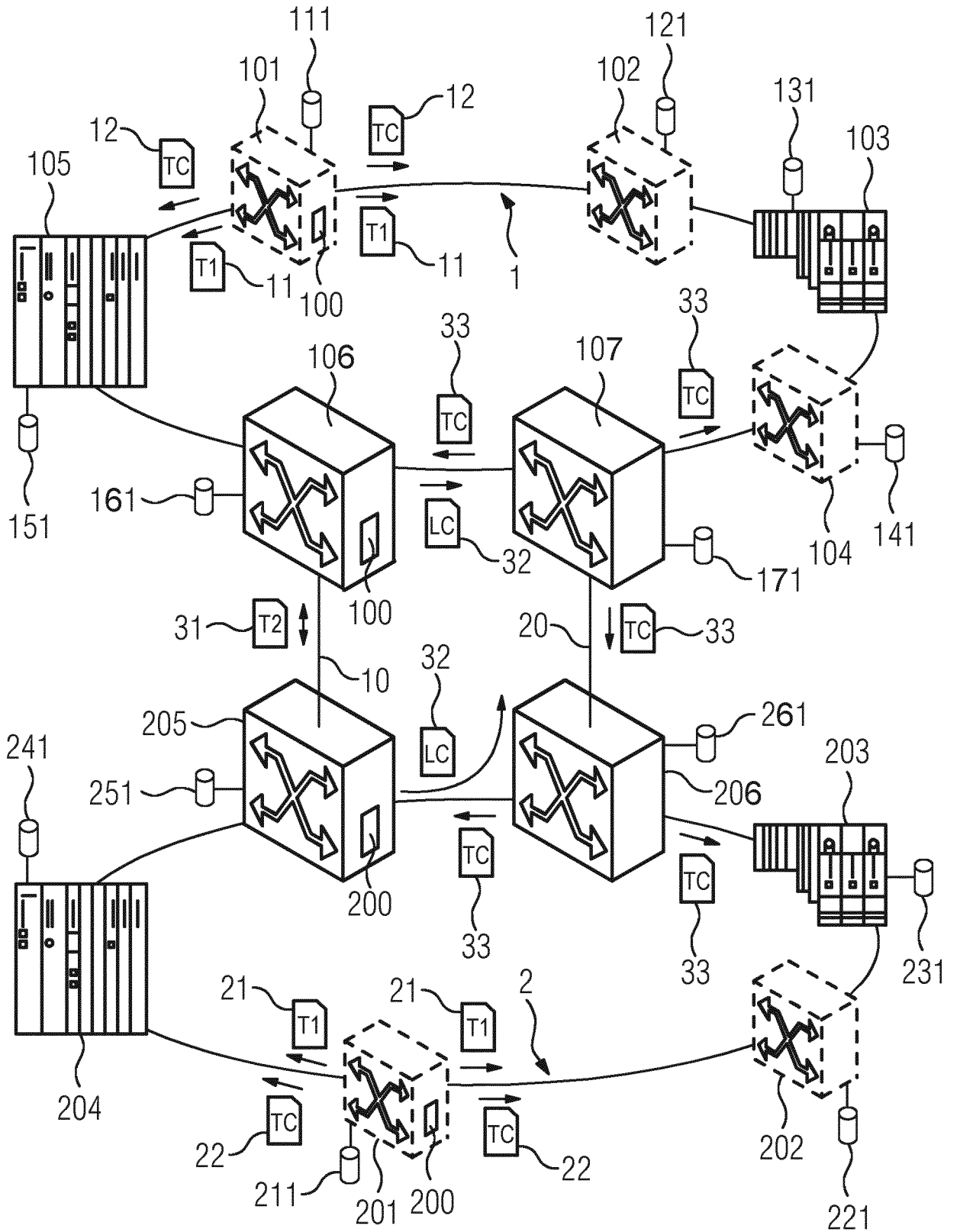
13. Koppel-Kommunikationsgerät mit

- 10 - zumindest einem Koppel-element sowie einem ersten und ei-  
nem zweiten Ring-Anschluss und einem Koppel-Anschluss,  
die durch das Koppel-element schaltbar miteinander ver-  
bindbar sind,
- einer aktivierbaren Koppel-Steuerungseinheit, die dafür  
15 ausgestaltet und eingerichtet ist, eine Koppel-Strecke,  
an die das Koppel-Kommunikationsgerät angeschlossen ist,  
bis zu einem Störungseintritt als inaktive Reserve-Kop-  
pel-Strecke und eine andere Koppel-Strecke als aktive  
Haupt-Koppel-Strecke zur Übermittlung von Nutzdaten zu  
20 betreiben,
- wobei das Koppel-Kommunikationsgerät dafür ausgestaltet  
und eingerichtet ist, als an die Haupt-Koppel-Strecke  
angeschlossenes Koppel-Kommunikationsgerät einen Stö-  
rungseintritt an der Haupt-Koppel-Strecke zu detektieren  
25 und Status-Datagramme an ein ausgewähltes Koppel-  
Kommunikationsgerät mit aktivierter Koppel-Steuerungs-  
einheit zu übermitteln, wobei die Status-Datagramme zu-  
sätzlich eine Konfigurationsinformation umfassen, ob das  
Koppel-Kommunikationsgerät eine aktivierbare Ring-  
30 Steuerungseinheit umfasst,
- wobei das Koppel-Kommunikationsgerät dafür ausgestaltet  
und eingerichtet ist, als ausgewähltes Koppel-Kommunika-  
tionsgerät bei einem durch ein Status-Datagramm signali-

sierten Störungseintritt an der Haupt-Koppel-Strecke die Reserve-Koppel-Strecke zur Übermittlung von Nutzdaten zu aktivieren und jeweils ein Topologieänderungs-Datagramm zu senden, durch das weitere Kommunikationsgeräte zu einem Löschen ihrer jeweiligen lokalen Quell-Adress-Tabelle nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitdauer veranlasst werden,

- wobei das Koppel-Kommunikationsgerät dafür ausgestaltet und eingerichtet ist, als ausgewähltes Koppel-Kommunikationsgerät die vorgegebene Zeitdauer gegenüber einem Referenzwert zu verkürzen, wenn kein an die Haupt-Koppel-Strecke angeschlossenes Koppel-Kommunikationsgerät eine aktivierbare Ring-Steuerungseinheit umfasst.

14. Koppel-Kommunikationsgerät nach Anspruch 13, bei dem das Koppel-Kommunikationsgerät einen Switch oder eine Bridge umfasst.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/071365

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>H04L 12/437</i> (2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04L  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2009022168 A1 (SAKAUCHI MASAHIRO [JP] ET AL) 22 January 2009 (2009-01-22) figures 1,9-11 paragraphs [0144] - [0162] paragraphs [0226] - [0233]	1-14
A	US 2009109841 A1 (NOZAKI SHINJI [JP] ET AL) 30 April 2009 (2009-04-30) figures 3-5 paragraphs [0026] - [0037]	1-14
A	EP 2854345 A1 (SIEMENS AG [DE]) 01 April 2015 (2015-04-01) cited in the application figure paragraphs [0021] - [0027]	1-14
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>24 August 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>14 September 2020</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Bonnet, Jérôme T.</b>  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/EP2020/071365</b>
---

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2009022168	A1	22 January 2009	CA	2599326	A1	08 September 2006
				CN	101129026	A	20 February 2008
				JP	4743201	B2	10 August 2011
				JP	WO2006092915	A1	07 August 2008
				US	2009022168	A1	22 January 2009
				WO	2006092915	A1	08 September 2006
US	2009109841	A1	30 April 2009	JP	2009105690	A	14 May 2009
				US	2009109841	A1	30 April 2009
EP	2854345	A1	01 April 2015	EP	2854345	A1	01 April 2015
				ES	2686443	T3	17 October 2018

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. H04L12/437  
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 H04L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2009/022168 A1 (SAKAUCHI MASAHIRO [JP] ET AL) 22. Januar 2009 (2009-01-22) Abbildungen 1,9-11 Absätze [0144] - [0162] Absätze [0226] - [0233]	1-14
A	US 2009/109841 A1 (NOZAKI SHINJI [JP] ET AL) 30. April 2009 (2009-04-30) Abbildungen 3-5 Absätze [0026] - [0037]	1-14
A	EP 2 854 345 A1 (SIEMENS AG [DE]) 1. April 2015 (2015-04-01) in der Anmeldung erwähnt Abbildung Absätze [0021] - [0027]	1-14



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. August 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

14/09/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bonnet, Jérôme T.

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/071365

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2009022168 A1	22-01-2009	CA 2599326 A1 CN 101129026 A JP 4743201 B2 JP W02006092915 A1 US 2009022168 A1 WO 2006092915 A1	08-09-2006 20-02-2008 10-08-2011 07-08-2008 22-01-2009 08-09-2006
US 2009109841 A1	30-04-2009	JP 2009105690 A US 2009109841 A1	14-05-2009 30-04-2009
EP 2854345 A1	01-04-2015	EP 2854345 A1 ES 2686443 T3	01-04-2015 17-10-2018