

(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
6. März 2014 (06.03.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/032736 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H04L 12/46 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/067090

(22) Internationales Anmeldedatum:
3. September 2012 (03.09.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(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): **HEINE, Holger** [DE/DE]; Amendestraße 5, 13409 Berlin (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

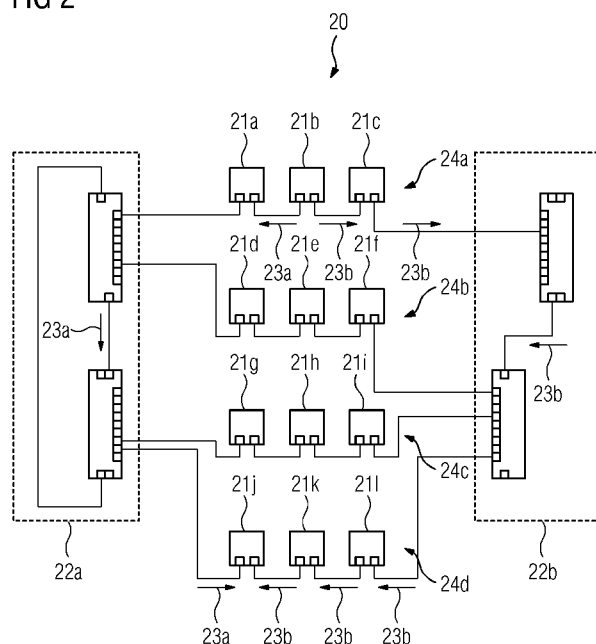
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: INTERFERENCE-IMMUNE TRANSMISSION OF DATA TELEGRAMS IN A COMMUNICATIONS NETWORK

(54) Bezeichnung : STÖRFESTE ÜBERTRAGUNG VON DATENTELEGRAMMEN IN EINEM KOMMUNIKATIONSNETZWERK

FIG 2



(57) Abstract: The invention relates to a communications network (20, 30) comprising a plurality of network components (21a-l, 31a-l) that are interconnected for exchanging data telegrams, the communications network (20, 30) having a first partial network (22a, 32a) and a second partial network (22b, 32b) and each network component (21a-l, 31a-l) being connected to the two partial networks (22a-b, 32a-b). In order to design such a communications network (20, 30) with few devices and so as to be as reliable as possible, the communications network (20, 30) should comprise at least some network components (21a-l, 31a-l) that are interconnected in a chain-like manner, each chain (24a-d, 34a-d) of network components (21a-l, 31a-l) having a first network component (e.g. 21a, 31a), which is directly connected to the first partial network (22a, 32a), and a second network component (e.g. 21c, 31c), which is directly connected to the second partial network (22b, 32b). The invention also relates to a corresponding network component (21a-l, 31a-l) for operation in a communications network (20, 30), and a method for the interference-immune transmission of data telegrams in a communications network (20, 30).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/032736 A1



Die Erfindung betrifft ein Kommunikationsnetzwerk (20, 30) mit einer Mehrzahl von Netzwerkkomponenten (21a-l, 31a-l), die zum Austausch von Datentelegrammen miteinander in Verbindung stehen, wobei das Kommunikationsnetzwerk (20, 30) ein erstes Teilnetzwerk (22a, 32a) und ein zweites Teilnetzwerk (22b, 32b) aufweist und jede Netzwerkkomponente (21a-l, 31a-l) mit beiden Teilnetzwerken (22a-b, 32a-b) in Verbindung steht. Um ein solches Kommunikationsnetzwerk (20, 30) bei geringem Geräteaufwand möglichst ausfallsicher auszugestalten, wird vorgeschlagen, dass das Kommunikationsnetzwerk (20, 30) zumindest einige Netzwerkkomponenten (21a-l, 31a-l) umfasst, die kettenartig miteinander verbunden sind, wobei jede Kette (24a-d, 34a-d) von Netzwerkkomponenten (21a-l, 31a-l) eine erste Netzwerkkomponente (z.B. 21a, 31a) aufweist, die unmittelbar mit dem ersten Teilnetzwerk (22a, 32a) in Verbindung steht, und eine zweite Netzwerkkomponente (z.B. 21c, 31c) aufweist, die unmittelbar mit dem zweiten Teilnetzwerk (22b, 32b) in Verbindung steht. Die Erfindung betrifft auch eine entsprechende Netzwerkkomponente (21a-l, 31a-l) zum Betrieb in einem Kommunikationsnetzwerk (20, 30) und ein Verfahren zum störstesten Übertragen von Datentelegrammen in einem Kommunikationsnetzwerk (20, 30).

Beschreibung

Störfeste Übertragung von Datentelegrammen in einem Kommunikationsnetzwerk

5

Die Erfindung betrifft ein Kommunikationsnetzwerk mit einer Mehrzahl von Netzwerkkomponenten, die zum Austausch von Datentelegrammen miteinander in Verbindung stehen, wobei das Kommunikationsnetzwerk ein erstes Teilnetzwerk und ein zweites Teilnetzwerk aufweist und jede Netzwerkkomponente mit beiden Teilnetzwerken in Verbindung steht. Die Erfindung betrifft auch eine Netzwerkkomponente zum Betreiben in einem solchen Kommunikationsnetzwerk sowie ein Verfahren zum stör-
sicheren Übertragen von Datentelegrammen in einem solchen
Kommunikationsnetzwerk.

Netzwerkkomponenten, also netzwerkfähige Geräte, die an ein Kommunikationsnetzwerk angeschlossen werden können und über dieses Daten durch Übertragung entsprechender Datentelegramme austauschen, werden heutzutage in vielen Bereichen der Technik, z.B. bei der Automatisierung von Anlagen, eingesetzt. Als Netzwerkkomponenten werden nachfolgend sowohl netzwerkfähige Endgeräte als auch solche Geräte angesehen, die zur Steuerung und Verwaltung der Übertragung von Datentelegrammen in dem Kommunikationsnetzwerk verwendet werden, also beispielsweise sogenannte „Switches“, „Bridges“, „Hubs“, „Router“.

Viele automatisiert betriebene Anlagen erfordern eine hohe Ausfallsicherheit. Diese Anforderung besitzt starke Auswirkungen auf das Kommunikationsnetzwerk, mit dem die Netzwerkkomponenten einer solchen Anlage miteinander verbunden sind. Daher werden solche Kommunikationsnetzwerke üblicherweise redundant ausgelegt, d.h., dass auch bei dem Ausfall einer Kommunikationsverbindung innerhalb des Kommunikationsnetzes die zuverlässige Übertragung von Datentelegrammen zwischen den einzelnen Netzwerkkomponenten gewährleistet ist. Der Begriff „Kommunikationsverbindung“ soll im Folgenden die komplette

Übertragungsstrecke zwischen den jeweiligen Netzwerkkomponenten umfassen, also sowohl ein vorhandenes (drahtgebundenes oder drahtloses) Übertragungsmedium als auch dessen physikalische, kommunikationstechnische und logische Anbindung zu
5 der jeweiligen Netzwerkkomponente (z.B. Schnittstellen, Kommunikationseinrichtungen, Protokollstacks) umfassen.

Ein Beispiel für den Einsatz eines solchen ausfallsicher aus-
zulegenden Kommunikationsnetzwerkes ist eine Automatisie-
10 rungsanlage, in der netzwerkfähige Automatisierungsgeräten über das Kommunikationsnetzwerk miteinander zum Austausch von Datentelegrammen verbunden sind. Automatisierungsanlagen dienen zur Automatisierung von Systemen, z.B. elektrischen Energieversorgungsnetzen oder elektrischen Schaltanlagen, und um-
15 fassen üblicherweise Automatisierungsgeräte (z.B. sogenannte Feldgeräte), die in der Nähe von Primärkomponenten der entsprechenden Anlage, also z.B. des elektrischen Energieversorgungsnetzes, angeordnet sind. Solche Primärkomponenten können im Falle eines elektrischen Energieversorgungsnetzes bei-
20 spielsweise elektrische Kabel und Leitungen, Transformatoren, Generatoren, Motoren oder Umrichter sein. Bei den Automatisierungsgeräten kann es sich beispielsweise um sogenannte elektrische Schutzgeräte oder Feldleitgeräte handeln, die in Unterstationen elektrischer Energieversorgungsnetze instal-
25 liert sind. In der Fachsprache werden solche Automatisierungsgeräte oft auch als sogenannte „IEDs“ („Intelligent Electronic Devices“) bezeichnet. Die Automatisierungsgeräte sind hierbei mit dem Kommunikationsnetzwerk verbunden und tauschen darüber Datentelegramme aus, die als Nutzdaten bei-
30 spielsweise Steuerbefehle, Meldungen über Ereignisse (z. B. Schwellenwertverletzungen), Messwerte oder Statusmeldungen umfassen.

Eine Möglichkeit, ein Kommunikationsnetzwerk ausfallsicher
35 auszugestalten und dabei auch im Falle einer Störung einer Kommunikationsverbindung einen weitgehend nahtlosen Weiterbetrieb der Automatisierungsanlage zu gewährleisten, ist im Standard IEC 62439-3:2012 als sogenanntes „Parallel Redundan-

cy Protocol" (PRP) beschrieben. Hierbei wird eine nahtlose Redundanz dadurch erreicht, dass das Kommunikationsnetzwerk zwei voneinander unabhängige Teilnetzwerke beliebiger Topologie aufweist und jede Netzwerkkomponente mit beiden Teilnetzwerken in Verbindung steht. Beide Teilnetzwerke arbeiten im Parallelbetrieb, wobei eine Netzwerkkomponente zum Versenden eines Datentelegramms dieses einerseits an das erste Teilnetzwerk und andererseits an das zweite Teilnetzwerk sendet. Die als Empfänger des Datentelegramms vorgesehene Netzwerkkomponente empfängt beide Datentelegramme aus den Teilnetzwerken, wobei sie das zuerst bei ihr eintreffende Datentelegramm verwendet und das später eintreffende Datentelegramm als Duplikat verwirft. Da die beiden Datentelegramme hierbei zwei voneinander unabhängige Übertragungswege nutzen, ist auch bei Vorliegen einer Störung auf einem der Übertragungswege sichergestellt, dass über den anderen - üblicherweise noch intakten - Übertragungsweg die mit dem Datentelegramm übermittelte Nutzinformation an die Empfänger-Netzwerkkomponente gelangt.

Die Verwendung eines gemäß dem PRP-Standard aufgebauten Kommunikationsnetzwerkes ist beispielsweise aus der Beschreibungseinleitung der Europäischen Patentanmeldung EP 2148473 A1 bekannt.

Der PRP-Standard ermöglicht die Verwendung einfach aufgebauter Netzwerkkomponenten mit handelsüblichen Kommunikationsanschlüssen, weil hierbei keine besonderen Anforderungen an die Steuerung der Datenkommunikation gestellt werden. Nachteilig beim Aufbau eines PRP-Kommunikationsnetzwerkes ist hingegen die Tatsache, dass PRP eine strikte parallele Struktur der beiden Teilnetzwerke vorschreibt, wodurch der Hardwareaufwand zum Aufbau eines solchen Kommunikationsnetzwerkes, also zum Beispiel die Anzahl benötigter Kommunikationskabel und Switches, deutlich erhöht wird. Der Aufbau eines PRP-Kommunikationsnetzwerkes ist folglich auch mit vergleichsweise hohen Kosten für dessen Infrastruktur verbunden.

Als Alternativlösung für ein PRP-Kommunikationsnetzwerk schlägt die bereits genannte EP 2148473 A1 die Verwendung eines Kommunikationsnetzwerkes gemäß des ebenfalls in der IEC 62439-3:2012 beschriebenen Standards zur High-availability, Seamless Redundancy (HSR) vor. Ein HSR-Kommunikationsnetzwerk ist in einer Ringtopologie aufgebaut, wobei jede Netzwerkkomponente mit zwei Kommunikationsanschlüssen in den Ring eingebunden ist. Eine Netzwerkkomponente sendet ein Datentelegramm in beide Richtungen des Rings aus, die Empfänger-
5 Netzwerkkomponente empfängt das zuerst eintreffende Datentelegramm und verwirft das zweite als Duplikat. Aufgrund der geschlossenen Ringstruktur existieren zwischen allen Netzwerkkomponenten immer zwei voneinander unabhängige Kommunikationswege, so dass auch bei einer Störung eines der beiden
10 Kommunikationswege die Übertragung des Datentelegramms über den jeweiligen anderen Übertragungsweg sichergestellt ist.
15

Ein gemäß dem HSR-Standard aufgebautes Kommunikationsnetzwerk kommt im Vergleich zum PRP-Standard mit einer geringeren Anzahl von Kabeln und Switchen aus, jedoch erfordert er von den eingebundenen Netzwerkkomponenten einen vergleichsweise hohen Verwaltungsaufwand zur Steuerung der Kommunikation, insbesondere da eine Erkennung und Eliminierung in dem ringförmigen Kommunikationsnetzwerk kreisender Datentelegramme („Loop Prevention“) erfolgen muss. Die einsetzbaren Netzwerkkomponenten sind daher relativ teuer.
20
25

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit zur redundanten Übertragung von Datentelegrammen in einem Kommunikationsnetzwerk anzugeben, die einerseits eine ausreichende Ausfallsicherheit gewährleistet ist und andererseits Geräte- bzw. Hardwareaufwand - und damit Kostenaufwand - zum Aufbau der Kommunikationsnetzwerks verringert sind.
30

Diese Aufgabe wird durch ein Kommunikationsnetzwerk der oben genannten Art gelöst, bei dem das Kommunikationsnetzwerk zumindest einige Netzwerkkomponenten umfasst, die kettenartig miteinander verbunden sind, wobei jede Kette von Netzwerkkom-
35

ponenten eine erste Netzwerkkomponente aufweist, die unmittelbar mit dem ersten Teilnetzwerk in Verbindung steht, und eine zweite Netzwerkkomponente aufweist, die unmittelbar mit dem zweiten Teilnetzwerk in Verbindung steht.

5

Durch die kettenförmige Verbindung zumindest einiger Netzwerkkomponenten untereinander kann der Aufwand, der für den Aufbau der beiden Teilnetzwerke getrieben werden muss, deutlich verringert werden. Während bei einem klassischen PRP-Netzwerkaufbau beispielsweise für 60 Netzwerkkomponenten in den Teilnetzwerken Switches mit insgesamt 120 Kommunikationsanschlüssen vorgesehen werden müssen, kann bereits bei einem erfindungsgemäßen Aufbau des Kommunikationsnetzwerkes mit einer Kettenlänge von drei Netzwerkkomponenten eine Reduzierung der notwendigen Kommunikationsschnittstellen auf 40 erreicht werden. Bei einer Kettenlänge von 20 Netzwerkkomponenten werden sogar nur noch 6 Kommunikationsanschlüsse benötigt. Durch die Verringerung des benötigten Aufwandes kann eine deutliche Hardware- und Kosteneinsparung erreicht werden. Da bei einem kettenförmigen Aufbau zudem - im Unterschied zur Ringstruktur des HSR-Standards - keine Erkennung kreisender Telegramme vorgenommen werden muss, können weiterhin relativ einfach aufgebaute Netzwerkkomponenten verwendet werden.

Die Erfindung ist nicht darauf beschränkt, dass alle Netzwerkkomponenten in Ketten angeordnet sind. Ebenso können im Rahmen der Erfindung Ketten unterschiedlicher Länge eingesetzt werden.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kommunikationsnetzwerks ist vorgesehen, dass alle Netzwerkkomponenten dazu eingerichtet sind, beim redundanten Versenden von Datentelegrammen Datentelegramme sowohl in Richtung des ersten als auch in Richtung des zweiten Teilnetzwerks auszusenden, wobei die ausgesendeten Datentelegramme bezüglich ihres Nutzdateninhaltes identisch sind und einen Netzwerkkennzeichner umfassen, der dasjenige Teilnetzwerk angibt, in dessen Richtung sie ausgesendet werden.

Auf diese Weise können die Datentelegramme durch Nutzung der beiden unabhängigen Teilnetzwerke vergleichsweise störsicher übertragen werden, da bei einer Störung in einem der Teil-

5 netzwerke das fragliche Datentelegramm über das intakte andere Teilnetzwerk an die Empfänger-Netzwerkkomponente gelangt.

In diesem Zusammenhang kann gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kommunikationsnetz-

10 werks vorgesehen sein, dass die erste Netzwerkkomponente der Kette von Netzwerkkomponenten dazu eingerichtet ist, ausschließlich solche Datentelegramme in das erste Teilnetzwerk zu versenden, deren Netzwerkkennzeichner das erste Teilnetzwerk angibt, und die zweite Netzwerkkomponente der Kette von

15 Netzwerkkomponenten dazu eingerichtet ist, ausschließlich solche Datentelegramme in das zweite Teilnetzwerk zu versenden, deren Netzwerkkennzeichner das zweite Teilnetzwerk angibt.

20 Durch Implementierung dieser einfachen Kommunikationsregel kann wirksam ein Auftreten von kreisenden Datentelegrammen verhindert werden, da in das jeweilige Teilnetzwerk immer nur solche Datentelegramme weitergeleitet werden, die den entsprechenden Netzwerkkennzeichner aufweisen. Hierdurch kann in

25 den einzelnen Netzwerkkomponenten auf eine aufwendige Erkennung von kreisenden Datentelegrammen verzichtet werden.

In diesem Zusammenhang wird es außerdem als vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Kommunikationsnetzwerks angesehen, wenn die Netzwerkkomponenten dazu eingerichtet sind,

30 beim Empfangen von Datentelegrammen von zwei an sie gerichteten, hinsichtlich ihres Nutzdateninhaltes identischen Datentelegrammen das erste Datentelegramm zu empfangen und das zweite zu verwerfen.

35

Auf diese Weise wird sichergestellt, dass es nicht zu Doppelungen der empfangenen Informationen kommen kann. Die Erkennung eines Duplikates kann beispielsweise anhand der MAC-

Adresse der Absender-Netzwerkkomponente des Datentelegramms und einer in dem Datentelegramm enthaltenen eindeutigen Sequenznummer geschehen.

5 Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kommunikationsnetzwerks sieht zudem vor, dass zwischen der ersten und der zweiten Netzwerkkomponente einer Kette von Netzwerkkomponenten eine beliebige Anzahl von weiteren Netzwerkkomponenten angeordnet ist.

10

Durch Einfügen möglichst vieler Netzwerkkomponenten in die Ketten lässt sich die Anzahl der insgesamt benötigten Kommunikationsanschlüsse (Ports) an den Switches in den Teilnetzwerken und damit der für das Kommunikationsnetzwerk aufzuwendende Hardwarebedarf verringern.

15

Da bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Kommunikationsnetzwerkes zugunsten eines geringeren Hardwareaufwandes (und damit auch geringeren Kosten für den Aufbau der Teilnetzwerke) bewusst in Kauf genommen wird, dass für diejenigen Netzwerkkomponenten, die innerhalb derselben Kette angeordnet sind, keine redundante Kommunikationsverbindung vorliegt, ist gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kommunikationsnetzwerkes vorgesehen, dass die

20 Netzwerkkomponenten derart in den Ketten angeordnet sind, dass eine Anzahl von direkten Übertragungen von Datentelegrammen zwischen Netzwerkkomponenten derselben Kette minimiert ist.

25

Mit anderen Worten werden bei dieser Ausführungsform innerhalb derselben Kette solche Netzwerkkomponenten zusammengeschlossen, die ohnehin nie oder nur selten direkt miteinander kommunizieren, da bei solchen Netzwerkkomponenten eine Redundanz bei der Übertragung von Datentelegrammen nicht unbedingt erforderlich ist. Die endgültige Entscheidung, welche Netzwerkkomponenten aufgrund ihres direkten Kommunikationsverhaltens innerhalb derselben Kette angeordnet werden, obliegt jedoch dem Betreiber des Kommunikationsnetzwerkes; beispiels-

30

35

weise sollten auch solche Netzwerkkomponenten nicht innerhalb derselben Kette angeordnet werden, die zwar selten direkt miteinander kommunizieren, zwischen denen aber bei stattfindender Kommunikation wichtige Informationen ausgetauscht werden müssen.

Alternativ oder zusätzlich dazu kann gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kommunikationsnetzwerks auch vorgesehen sein, dass solche Netzwerkkomponenten in derselben Kette angeordnet sind, zwischen denen die kürzesten Übertragungstrecken vorliegen.

Auf diese Weise kann die Fehleranfälligkeit der Übertragungswege, meist Netzkabel, innerhalb derselben Kette weiter reduziert werden, so dass durch diese Maßnahme die Wahrscheinlichkeit einer Störung eines der Übertragungswege innerhalb einer Kette verringert wird.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kommunikationsnetzwerks ist ferner vorgesehen, dass die Netzwerkkomponenten jeweils zwei Kommunikationsanschlüsse aufweisen, mit denen sie mit dem Kommunikationsnetzwerk verbunden sind.

Solche Netzwerkkomponenten mit zwei Kommunikationsanschlüssen bzw. Ports können direkt in das Kommunikationsnetzwerk eingebunden werden, da ihr einer Port zur mittelbaren oder unmittelbaren Verbindung mit dem ersten Teilnetzwerk und ihr weiterer Port zur mittelbaren oder unmittelbaren Verbindung mit dem zweiten Teilnetzwerk verwendet werden kann. Üblicherweise weisen solche Netzwerkkomponenten einen internen Switch auf, der mit den beiden Kommunikationsanschlüssen in Verbindung steht.

Konkret kann die Erfindung beispielsweise bei einem solchen Kommunikationsnetzwerk eingesetzt werden, bei dem zumindest eine der Netzwerkkomponenten ein netzwerkfähiges Automatisierungsgerät einer Automatisierungsanlage ist.

Beispielsweise kann es sich bei der Automatisierungsanlage um eine Anlage zur Steuerung und/oder Überwachung eines Energieversorgungsnetzes und bei den Automatisierungsgeräten um sogenannte IEDs („Intelligent Electronic Devices“), z.B. elektrische Schutz-, Mess- oder Feldleitgeräte, handeln.

Um in diesem Zusammenhang auch solche Automatisierungsgeräte in das Kommunikationsnetzwerk einbinden zu können, die lediglich einen Kommunikationsanschluss bzw. Port aufweisen, wird gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kommunikationsnetzwerks vorgeschlagen, dass das Kommunikationsnetzwerk zumindest ein netzwerkfähiges Automatisierungsgerät umfasst, das genau einen Kommunikationsanschluss aufweist, wobei dieses zumindest eine Automatisierungsgerät über eine der Netzwerkkomponenten mit dem Kommunikationsnetzwerk verbunden ist und wobei die fragliche Netzwerkkomponente einen Kommunikationsanschluss zur Verbindung mit dem Automatisierungsgerät und zwei Kommunikationsanschlüsse zur Verbindung mit dem Kommunikationsnetzwerk aufweist.

Hierbei stellt die fragliche Netzwerkkomponente quasi einen mindestens drei Kommunikationsanschlüsse aufweisenden Switch zur Verfügung, mit dem einerseits - mittelbar oder unmittelbar - die beiden Teilnetzwerke verbunden werden und an den andererseits das Automatisierungsgerät angeschlossen wird.

Die oben genannte Aufgabe wird auch durch eine Netzwerkkomponente zum Betreiben in einem Kommunikationsnetzwerk gemäß einer der voranstehend beschriebenen Ausführungsformen gelöst, wobei, das Kommunikationsnetzwerk ein erstes Teilnetzwerk und ein zweites Teilnetzwerk umfasst und wobei die Netzwerkkomponente zwei Kommunikationsanschlüsse zur Verbindung mit dem Kommunikationsnetzwerk aufweist.

Erfindungsgemäß ist bezüglich der Netzwerkkomponente vorgesehen, dass sie dazu eingerichtet ist, mit einem der beiden

Kommunikationsanschlüsse unmittelbar mit einem der Teilnetzwerke und mit dem anderen der beiden Kommunikationsanschlüsse mit einer anderen Netzwerkkomponente verbunden zu werden, und dass die Netzwerkkomponente dazu eingerichtet ist, ausschließlich solche Datentelegramme mittels des mit dem Teilnetzwerk verbindbaren Kommunikationsanschlusses zu versenden, die einen das entsprechende Teilnetzwerk angehenden Netzwerkkennzeichner umfassen.

10 Da die Netzwerkkomponente lediglich auf einer Seite direkt mit einem der beiden Teilnetzwerke verbunden ist, werden hierbei folglich Ketten aus mindestens zwei Netzwerkkomponenten gebildet. Durch die einfache Regel, dass die Netzwerkkomponenten jeweils nur solche Datentelegramme mit passendem
15 Netzwerkkennzeichner in das direkt angeschlossene Teilnetzwerk versenden, kann ein Entstehen von kreisenden Telegrammen wirksam verhindert werden.

Um die Parametrierung der Netzwerkkomponenten hinsichtlich
20 der Verwendung ihrer Kommunikationsanschlüsse möglichst einfach auszugestalten, wird vorgeschlagen, dass die Netzwerkkomponente eine Erkennungseinrichtung aufweist, die dazu eingerichtet ist, nach erfolgter Verbindung mit dem Kommunikationsnetzwerk zu erkennen, welcher der beiden Kommunikationsanschlüsse mit dem Teilnetzwerk und welcher mit einer anderen
25 Netzwerkkomponente verbunden ist.

Konkret kann zudem beispielsweise vorgesehen sein, dass die Netzwerkkomponente ein Automatisierungsgerät zur Verwendung
30 in einer Automatisierungsanlage ist.

Eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Netzwerkkomponente sieht zudem vor, dass die Netzwerkkomponente einen Kommunikationsanschluss zur Verbindung mit zumindest einem,
35 einen einzigen Kommunikationsanschluss aufweisenden Automatisierungsgerät und zwei Kommunikationsanschlüsse zur Verbindung mit dem Kommunikationsnetzwerk aufweist.

Hierbei bildet die Netzwerkkomponente eine Anschlusseinrichtung für ein Automatisierungsgerät mit lediglich einem Kommunikationsanschluss aus, so dass auch ein solches Automatisierungsgerät in ein entsprechendes Kommunikationsnetz eingebunden werden kann.

Die oben genannte Aufgabe wird schließlich auch durch ein Verfahren zum störfesten Übertragen von Datentelegrammen in einem Kommunikationsnetzwerk gelöst, wobei das Kommunikationsnetzwerk eine Mehrzahl von Netzwerkkomponenten sowie ein erstes Teilnetzwerk und ein zweites Teilnetzwerk aufweist, wobei jede Netzwerkkomponente mit beiden Teilnetzwerken in Verbindung steht und wobei zum redundanten Übertragen eines Datentelegramms von einer Netzwerkkomponente an eine weitere Netzwerkkomponente die erste Netzwerkkomponente Datentelegramme sowohl in Richtung des ersten als auch in Richtung des zweiten Teilnetzwerks aussendet, und wobei die ausgesendeten Datentelegramme bezüglich ihres Nutzdateninhaltes identisch sind und einen Netzwerkkennzeichner umfassen, der dasjenige Teilnetzwerk angibt, in dessen Richtung sie ausgesendet werden, und wobei die weitere Netzwerkkomponente das erste bei ihr eintreffende Datentelegramm empfängt und das zweite verwirft.

Erfindungsgemäß ist bezüglich des Verfahrens vorgesehen, dass das Kommunikationsnetzwerk zumindest einige Netzwerkkomponenten umfasst, die kettenartig miteinander verbunden sind, wobei jede Kette von Netzwerkkomponenten eine erste Netzwerkkomponente aufweist, die unmittelbar mit dem ersten Teilnetzwerk in Verbindung steht, und eine zweite Netzwerkkomponente aufweist, die unmittelbar mit dem zweiten Teilnetzwerk in Verbindung steht, wobei die erste Netzwerkkomponente der Kette von Netzwerkkomponenten ausschließlich solche Datentelegramme in das erste Teilnetzwerk versendet, deren Netzwerkkennzeichner das erste Teilnetzwerk angibt, und die zweite Netzwerkkomponente der Kette von Netzwerkkomponenten ausschließlich solche Datentelegramme in das zweite Teilnetzwerk

versendet, deren Netzwerkkennzeichner das zweite Teilnetzwerk angibt.

5 Bezüglich der Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens wird auf die zu dem erfindungsgemäßen Kommunikationsnetzwerk voranstehend gemachten Ausführungen verwiesen.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Hierzu zeigen

10

Figur 1 ein Kommunikationsnetzwerk nach IEC 62439-3: 2012 (PRP) gemäß dem Stand der Technik;

15

Figur 2 ein erstes Ausführungsbeispiel eines Kommunikationsnetzwerks mit verringerten Hardwareaufwand; und

20

Figur 3 ein zweites Ausführungsbeispiel eines Kommunikationsnetzwerks mit verringertem Hardwareaufwand.

Figur 1 zeigt beispielhaft den Aufbau eines Kommunikationsnetzwerks 10 nach dem Standard IEC 62439-3:2012 (PRP) gemäß dem Stand der Technik, beispielsweise in Form eines Ethernet-Kommunikationsnetzwerks. Das Kommunikationsnetzwerk 10 dient zur redundanten Ankopplung von Netzwerkkomponenten 11a-1, die untereinander Datentelegramme austauschen. Bei den Netzwerkkomponenten 11a-1 kann es sich z.B. um Automatisierungsgeräte einer Automatisierungsanlage handeln, z.B. einer Energieautomatisierungsanlage zur Steuerung und/oder Überwachung eines elektrischen Energieversorgungsnetzes.

Um eine redundante und störteste Übertragung der Datentelegramme zwischen den Netzwerkkomponenten 11a-1 zu gewährleisten, weist das Kommunikationsnetzwerk 10 zwei voneinander unabhängige Teilnetzwerke 12a und 12b auf, die parallel betrieben werden. Die beiden Teilnetzwerke 12a und 12b stimmen hin-

sichtlich ihrer verwendeten Kommunikationsprotokolle auf der MAC-LLC Ebene (MAC = Media Access Control - Medienzugangsteuerung; LLC = Logical Link Control - Logische Verbindungssteuerung) überein, können sich aber hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit und ihrer Topologie durchaus unterscheiden; lediglich beispielhaft ist in Figur 1 das erste Teilnetzwerk 12a in einer Ringstruktur aufgebaut, während das zweite Teilnetzwerk 12b eine Baumstruktur aufweist. Zwischen den beiden Teilnetzwerken 12a und 12b besteht keine direkte Verbindung, so dass Datentelegramme aus dem ersten Teilnetzwerk 12a nicht in das andere Teilnetzwerk 12b und umgekehrt gelangen können. Hierzu ist in den Netzwerkkomponenten die Regel implementiert, dass keine Datentelegramme von dem einen Kommunikationsanschluss an den anderen Kommunikationsanschluss weitergeleitet werden dürfen (eine Bridge-Funktionalität, z.B. nach Standard IEEE 802.1D ist daher deaktiviert). Jede der Netzwerkkomponenten 11a-1 ist über separate Kommunikationsanschlüsse bzw. Ports mittels vollduplexfähigen Kommunikationsverbindungen, z.B. Netzwerkkabeln, direkt mit beiden Teilnetzwerken 12a und 12b verbunden.

Zur störfesten und redundanten Übertragung von Datentelegrammen in dem Kommunikationsnetzwerk 10 sendet eine Sender-Netzwerkkomponente, z.B. die Netzwerkkomponente 11a, eine Information an eine Empfänger-Netzwerkkomponente, z.B. die Netzwerkkomponente 11i. Die zu übertragende Information wird als Nutzdateninhalt in zwei Datentelegramme 13a und 13b eingebettet, die hinsichtlich des Nutzdateninhaltes übereinstimmen. Konkret sendet die Netzwerkkomponente 11a das erste Datentelegramm 13a in Richtung des ersten Teilnetzwerks 12a aus, während es das zweite Datentelegramm 13b in Richtung des zweiten Teilnetzwerks 12b aussendet. Die Datentelegramme 13a und 13b sind in Figur 1 durch von der Netzwerkkomponente 11a ausgehende Blockpfeile angedeutet.

35

Die Datentelegramme 13a und 13b werden unabhängig voneinander über die beiden Teilnetzwerke 12a und 12b an die Empfänger-Netzwerkkomponente 11i übertragen. Diese empfängt die Daten-

telegramme und verwendet die in dem Nutzdateninhalt des zuerst eintreffenden Datentelegramms (z.B. Datentelegramm 13b) enthaltene Information, während das später eintreffende Datentelegramm (z.B. Datentelegramm 13a) als Duplikat verworfen wird. Die Duplikateerkennung kann beispielsweise anhand von in dem jeweiligen Datentelegramm 13a bzw. 13b enthaltenen Angaben über die MAC-Adresse der Sender-Netzwerkkomponente 11a und einer eindeutigen Sequenznummer erfolgen.

Das in Figur 1 dargestellt Kommunikationsnetzwerk 10 erlaubt eine störffeste und redundante Übertragung von Datentelegrammen zwischen allen Netzwerkkomponenten 11a-1, da auch bei einer Störung eines Übertragungsweges, z.B. bei einem Defekt eines Kommunikationsanschlusses einer Netzwerkkomponente oder einem Kabelbruch innerhalb eines der beiden Teilnetzwerke 12a oder 12b, das jeweils andere Datentelegramm über den intakten Übertragungsweg übermittelt wird. Die Störsicherheit wird jedoch über einen verhältnismäßig hohen Hardwareaufwand erkauft. Im Beispiel der Figur 1 werden zum redundanten Anschluss von 12 Netzwerkkomponenten 12a-1 an die beiden Teilnetzwerke 12a, 12b entsprechend insgesamt 24 (2 Teilnetzwerke x 12 Netzwerkkomponenten) Kommunikationsanschlüsse von Switches in den Teilnetzwerken 12a und 12b benötigt. Da Switches, insbesondere „gehärtete“ Switches, die für den Einsatz in oftmals widrigen Umgebungsbedingungen in Automatisierungsanlagen (z.B. sehr hohe oder sehr niedrige Temperaturen, hohe Luftfeuchtigkeit, starke EMV-Einflüsse) geeignet sind, vergleichsweise teuer sind, verursacht die in Figur 1 gezeigte Netzwerkinfrastruktur relativ hohe Kosten.

Figur 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Kommunikationsnetzwerks 20 mit im Vergleich zum Kommunikationsnetzwerk 10 der Figur 1 verringertem Hardwareaufwand und damit auch geringeren Kosten für die Netzwerkinfrastruktur.

Das Kommunikationsnetzwerk 20 berücksichtigt die Tatsache, dass häufig nicht für alle Kommunikationsverbindungen in einem Kommunikationsnetzwerk derselbe hohe Grad an Redundanz

und Störfestigkeit erforderlich ist. Hierzu weist zwar auch das Kommunikationsnetzwerk 20 zwei voneinander unabhängig betriebene Teilnetzwerke 22a und 22b auf, die Netzwerkkomponenten 21a-1 sind hier allerdings in Ketten 24a-d zu je drei
5 Netzwerkkomponenten angeordnet.

Konkret sind z.B. die Netzwerkkomponenten 21a-c derart in einer Kette 24a angeordnet, dass eine erste Netzwerkkomponente 21a mit einem Kommunikationsanschluss direkt mit dem ersten
10 Teilnetzwerk 22a verbunden ist und mit dem anderen Kommunikationsausgang direkt mit einem Kommunikationsanschluss einer mittleren Netzwerkkomponente 21b verbunden ist. Die mittlere Netzwerkkomponente 21b steht mit ihrem anderen Kommunikationsausgang direkt mit einem Kommunikationsanschluss einer
15 zweiten Netzwerkkomponente 21c in Verbindung, die mit ihrem anderen Kommunikationsanschluss direkt an das zweite Teilnetzwerk 22b angeschlossen ist.

Damit steht zwar immer noch jede Netzwerkkomponente 21a-c mit beiden Teilnetzwerken 22a und 22b in Verbindung, im Gegensatz
20 zum Kommunikationsnetzwerk 10 nach Figur 1 sind im Kommunikationsnetzwerk 20 jedoch auch mittelbare Verbindungen zugelassen. So steht beispielsweise die Netzwerkkomponente 21b lediglich mittelbar - nämlich über die Netzwerkkomponente 21a -
25 mit dem ersten Teilnetzwerk 22a in Verbindung.

In entsprechender Weise sind die übrigen Netzwerkkomponenten 21d-1 in den Ketten 24b-d angeordnet. Durch die Zusammenfassung zumindest einiger Netzwerkkomponenten zu Ketten lässt
30 sich die Anzahl der von den Switches in den Teilnetzwerken 22a und 22b bereitzustellenden Kommunikationsanschlüsse drastisch reduzieren. Man erkennt im Beispiel der Figur 2, dass durch die Zusammenfassung von je drei Netzwerkkomponenten zu Ketten im Vergleich zu dem in Figur 1 gezeigten Kommunikationsnetzwerk 10 zwei Drittel der Kommunikationsanschlüsse in
35 den Teilnetzwerken eingespart werden können (nur noch 8 benötigte Kommunikationsanschlüsse anstelle 24 wie bei Figur 1).

Nachfolgend wird an einem Beispiel die Vorgehensweise beim Übertragen einer Information von einer Sender-Netzwerkkomponente (z.B. Netzwerkkomponente 21b) an eine Empfänger-Netzwerkkomponente (z.B. Netzwerkkomponente 21j) beschrieben.

Die Netzwerkkomponente 21b bündelt die zu an die Netzwerkkomponente 21j zu übertragende Information in zwei Datentelegramme 23a und 23b ein, die hinsichtlich ihres Nutzdateninhalts identisch sind, sich jedoch durch einen unterschiedlichen Netzwerkkenzeichner unterscheiden. Dieser gibt an, über welches Teilnetzwerk 22a oder 22b das jeweilige Datentelegramm 23a bzw. 23b versendet wird. Konkret enthält folglich das Datentelegramm 23a einen das Teilnetzwerk 22a angegebenden Netzwerkkenzeichner und wird von der Netzwerkkomponente 21b entsprechend zunächst an die in der Kette 24a benachbarte Netzwerkkomponente 21a gesendet und von dieser an das erste Teilnetzwerk 22a weitergeleitet. In entsprechender Weise umfasst das zweite Datentelegramm 23b einen das zweite Teilnetzwerk 22b angegebenden Netzwerkkenzeichner und wird zunächst an die benachbarte Netzwerkkomponente 21c übermittelt und von dieser an das zweite Teilnetzwerk 22b weitergeleitet.

Das erste Datentelegramm 23a wird über das erste Teilnetzwerk 22a an die vierte Kette 24d übermittelt und gelangt dort direkt zur ersten Netzwerkkomponente 21j der Kette 24d. In entsprechender Weise leitet das zweite Teilnetzwerk 22b das zweite Datentelegramm 23b an die vierte Kette 24d weiter. Dort gelangt das zweite Datentelegramm 23b über die Netzwerkkomponenten 21i und 21k schließlich zur Empfänger-Netzwerkkomponente 21j. Die Netzwerkkomponente 21j verwendet die im Nutzdateninhalt des zuerst eintreffenden Datentelegramms enthaltene Information und verwirft das später eintreffende Datentelegramm. Die Duplikateerkennung kann auch bei dem Kommunikationsnetzwerk 20 nach Figur 2 beispielsweise anhand von in dem jeweiligen Datentelegramm 23a bzw. 23b enthaltenen Angaben über die MAC-Adresse der Sender-

Netzwerkkomponente 21b und einer eindeutigen Sequenznummer erfolgen.

Zur ordnungsgemäßen Ausführung der oben erläuterten Vorgehensweise bei der Übertragung von Datentelegrammen sind in
5 den Netzwerkkomponenten 21a-1 einer Kette 24a-d folgende Kommunikationsregeln implementiert:

Randständige Netzwerkkomponenten, also Netzwerkkomponenten,
10 die einerseits mit einem Teilnetzwerk und andererseits mit einer anderen Netzwerkkomponente verbunden sind (z.B. die erste Netzwerkkomponente 21a und die zweite Netzwerkkomponente 21c der ersten Kette 24a) leiten gemäß einer ersten Kommunikationsregel alle Datentelegramme, die sie direkt von einem
15 der Teilnetzwerke 22a oder 22b erhalten an die Netzwerkkomponente selbst (z.B. zur eigenen Verwendung einer in dem Datentelegramm enthaltenen Information in einer Applikationsebene der Netzwerkkomponente) und den anderen Kommunikationsanschluss, an den die andere Netzwerkkomponente angeschlossen
20 ist, weiter. Beispielsweise leitet also die erste Netzwerkkomponente 21a als randständige Netzwerkkomponente der ersten Kette 24a alle vom ersten Teilnetzwerk 22a eintreffenden Datentelegramme an ihre eigene Applikationsebene und den weiteren Kommunikationsanschluss, an den die mittlere Netzwerkkomponente 21b angeschlossen ist, weiter.
25

Gemäß einer zweiten Kommunikationsregel versenden randständige Netzwerkkomponenten alle Datentelegramme, die sie selbst erzeugt haben, unter Beachtung des Netzwerkzeichners über
30 beide Kommunikationsanschlüsse in Richtung der Teilnetzwerke 22a und 22b. Beispielsweise sendet die Netzwerkkomponente 21a ein Datentelegramm mit einem das erste Teilnetzwerk 22a angegebenden Netzwerkzeichner über den einen Kommunikationsanschluss in Richtung des ersten Teilnetzwerkes 22a aus, während sie ein zweites Datentelegramm mit einem das zweite
35 Teilnetzwerk 22b angegebenden Netzwerkzeichner über den anderen Kommunikationsanschluss in Richtung des zweiten Teilnetzwerkes 22b aussendet.

Gemäß einer dritten Kommunikationsregel leiten randständige Netzwerkkomponenten nur diejenigen Datentelegramme, die an ihrem mit der anderen Netzwerkkomponente verbundenen Kommunikationsanschluss empfangen werden, einerseits an die Netzwerkkomponente selbst (z.B. ihre Applikationsebene) weiter. Die Datentelegramme werden aber nur dann auch an das Teilnetzwerk weitergeleitet, wenn sie einen das fragliche Teilnetzwerk angegebenden Netzwerkkennzeichner aufweisen; Datentelegramme mit einem nicht passenden Netzwerkkennzeichner werden folglich nicht weitergeleitet, sondern blockiert. Hierdurch wird das Auftreten von kreisenden Datentelegrammen, die die Kommunikationslast des Kommunikationsnetzwerks erhöhen würden, wirksam vermieden. Beispielsweise leitet die erste Netzwerkkomponente 21a der ersten Kette 24a alle an ihrem mit der Netzwerkkomponente 21b verbundenen Kommunikationsanschluss eintreffenden Datentelegramme an ihre Applikationsebene weiter. Eine Weiterleitung über den anderen Kommunikationsanschluss an das erste Teilnetzwerk 22a erfolgt jedoch nur dann, wenn der Netzwerkkennzeichner des fraglichen Datentelegramms tatsächlich das erste Teilnetzwerk 22a angibt. Ist dies nicht der Fall, so blockiert die erste Netzwerkkomponente 21a die Weiterleitung des Datentelegramms an das erste Teilnetzwerk.

25

In mittleren Netzwerkkomponenten, also solchen Netzwerkkomponenten, die innerhalb einer Kette angeordnet sind und mit beiden Kommunikationsanschlüssen direkt mit anderen Netzwerkkomponenten (und nicht mit einem der Teilnetzwerke 22a oder 22b) verbunden sind, sind die nachfolgend erläuterten Kommunikationsregeln implementiert.

Gemäß einer ersten Kommunikationsregel leiten die mittleren Netzwerkkomponenten alle Datentelegramme, die an einem ihrer Kommunikationsanschlüsse eintreffen an die Netzwerkkomponente selbst (z.B. zur Verwendung in einer Applikationsebene der Netzwerkkomponente) und den jeweils anderen Kommunikationsanschluss zum Versenden an eine andere daran angeschlossene

35

Netzwerkkomponente weiter. Beispielsweise leitet die Netzwerkkomponente 21b alle an ihrem mit der Netzwerkkomponente 21a verbundenen Kommunikationsanschluss eintreffenden Datentelegramme an ihre Applikationsebene weiter und versendet es
5 zudem über ihren anderen Kommunikationsanschluss an die Netzwerkkomponente 21c.

Gemäß einer zweiten Kommunikationsregel versenden mittlere Netzwerkkomponenten alle Datentelegramme, die sie selbst erzeugt haben, unter Beachtung des Netzwerkkenzeichners über
10 beide Kommunikationsanschlüsse in Richtung der Teilnetzwerke 22a und 22b. Beispielsweise sendet die Netzwerkkomponente 21b ein Datentelegramm mit einem das erste Teilnetzwerk 22a angeben-
15 den Netzwerkkenzeichner über den einen Kommunikationsanschluss in Richtung des ersten Teilnetzwerkes 22a aus, während sie ein zweites Datentelegramm mit einem das zweite
Teilnetzwerk 22b angeben den Netzwerkkenzeichner über den anderen Kommunikationsanschluss in Richtung des zweiten Teil-
netzwerkes 22b aussendet.

20 Da es folglich von der Rolle der Netzwerkkomponente in der Kette (randständige oder mittlere Netzwerkkomponente) abhängt, welche Kommunikationsregeln anzuwenden sind, muss die Information über diese Rolle in den Geräten eine Parameter-
25 einstellung festgelegt werden. Dies kann entweder manuell beim Aufbau des Kommunikationsnetzwerks erfolgen oder automatisch durchgeführt werden. Für letztere Alternative weisen die Netzwerkkomponenten eine Erkennungseinrichtung auf, die
30 beispielsweise in einer ohnehin vorhandenen Kommunikationssteuerung integriert sein kann. Diese Erkennungseinrichtung verwendet ein spezielles Kommunikationsprotokoll, um von den Nachbargeräten der jeweiligen Netzwerkkomponente Informationen abzufragen. Handelt es sich bei den Nachbargeräten in
35 beiden Fällen um andere Netzwerkkomponenten, so wird der zu parametrierenden Netzwerkkomponente die Rolle einer mittleren Netzwerkkomponente zugewiesen. Erkennt die Erkennungseinrichtung hingegen nur an einem Kommunikationsanschluss der Netzwerkkomponente eine andere Netzwerkkomponente und an dem an-

deren Kommunikationsanschluss einen Switch eines der Teilnetzwerke 22a bzw. 22b, so wird der zu parametrierenden Netzwerkkomponente die Rolle einer randständigen Netzwerkkomponente zugewiesen. Die Erkennungseinrichtung kann sich zur Abfrage der jeweiligen Nachbargeräte beispielsweise dem „Link Layer Discovery Protocol“ (LLDP) gemäß IEEE 802.1AB bedienen.

Wie weiter oben bereits erwähnt, besteht in einem Kommunikationsnetzwerk, in dem zumindest einige der Netzwerkkomponenten zu Ketten zusammengefasst sind (z.B. Kommunikationsnetzwerk 20 gemäß Figur 2), nicht für jede Netzwerkkomponente derselbe Grad von Redundanz und Störfestigkeit wie bei einem Kommunikationsnetzwerk, bei dem jede Netzwerkkomponente direkt mit beiden Teilnetzwerken in Verbindung steht. Für eine Übertragung von Datentelegrammen zwischen Netzwerkkomponenten, die innerhalb derselben Kette angeordnet sind, besteht nämlich keine Redundanz, da hierbei nur ein Übertragungsweg (nämlich der Übertragungsweg über die jeweilige Kette selbst) existiert. Der zweite Übertragungsweg wird für solche Netzwerkkomponenten aufgrund der Kommunikationsregel für randständige Netzwerkkomponenten, die nur ein Versenden von Datentelegrammen mit passendem Netzwerkkennzeichner in ein jeweiliges Teilnetzwerk erlaubt, verhindert. Für Netzwerkkomponenten in unterschiedlichen Ketten besteht hingegen weiterhin eine hohe Redundanz und Störsicherheit, da hierbei jeweils zwei unabhängig Übertragungswege vorliegen.

So kann beispielsweise die Netzwerkkomponente 21a mit der Netzwerkkomponente 21c nur durch kettenintern (also über die Netzwerkkomponente 21b) übertragenes Datentelegramm kommunizieren; der andere denkbare Übertragungsweg, nämlich von der Netzwerkkomponente 21a über das erste Teilnetzwerk 22a, eine andere Kette (z.B. Kette 24b) und das zweite Teilnetzwerk 22b an die Netzwerkkomponente 21c, ist hingegen versperrt. Dies liegt daran, dass das fragliche Datentelegramm aufgrund seiner Versendung von der Netzwerkkomponente 21a in das erste Teilnetzwerk einen dieses erste Teilnetzwerk 22a angehenden Netzwerkkennzeichner enthält, der es ihm hingegen nicht er-

laubt, in das zweite Teilnetzwerk 22b übertragen zu werden. Folglich würde das Datentelegramm aufgrund der entsprechenden Kommunikationsregel für randständige Netzwerkkomponenten von den Netzwerkkomponenten 21f, 21i und 21l wegen des nicht passenden Netzwerkkennzeichners an einer Weiterleitung in das
5 zweite Teilnetzwerk gehindert werden. Liegt daher beispielsweise ein Kabelbruch der Kommunikationsverbindung zwischen den Netzwerkkomponenten 21a und 21b vor, so besteht kein gültiger Übertragungsweg mehr zwischen den Netzwerkkomponenten
10 der ersten Kette 24a.

Für die Übertragung eines Datentelegramms zwischen der Netzwerkkomponente 21 und einer beliebigen anderen Netzwerkkomponente außerhalb der Kette 24a bestehen hingegen jeweils zwei
15 unabhängige Übertragungswege, da hierbei keine Datentelegramme mit nicht passendem Netzwerkkennzeichner in den Teilnetzwerken übertragen werden müssten.

Da wie erläutert die Übertragung von Datentelegrammen innerhalb einer Kette keine Redundanz aufweist, sollten entsprechende Maßnahmen zur Beibehaltung einer hohen Störfestigkeit des gesamten Kommunikationsnetzwerks getroffen werden. Hierfür kann zunächst vorgesehen sein, dass die Kommunikationsverbindungen zwischen den Netzwerkkomponenten einer gemeinsamen Kette nur mit vergleichsweise kurzen und qualitativ hochwertigen Kommunikationsmedien (z.B. kurzen Netzwerkkabeln) verbunden werden und die Verlegung der Kommunikationsmedien möglichst sicher gegen äußere Einflüsse ausgeführt wird (z.B. in Kabelkanälen). Außerdem kann beim Aufbau des Kommunikationsnetzwerks berücksichtigt werden, welche Netzwerkkomponenten häufiger und welche seltener oder sogar nie direkt miteinander Datentelegramme austauschen müssen. Fasst man in den Ketten nur solche Netzwerkkomponenten zusammen, die selten oder nie miteinander kommunizieren müssen, so stellt die fehlende Redundanz der Übertragung zwischen diesen keinen (oder
35 nur einen akzeptablen) Nachteil dar. Daher sollte bei der Auswahl der Netzwerkkomponenten für die Zusammenfassung in den jeweiligen Ketten darauf geachtet werden, dass der vor-

aussichtliche direkte Datenverkehr innerhalb der Ketten (d.h. Sender und Empfänger eines Datentelegramms befinden sich in derselben Kette) möglichst minimiert ist.

5 Figur 3 zeigt schließlich ein zweites Ausführungsbeispiel eines Kommunikationsnetzwerks mit vergleichsweise geringem Hardwareaufwand.

Figur 3 zeigt ein Kommunikationsnetzwerk 30 mit mehreren
10 Netzwerkkomponenten 31a-l und zwei Teilnetzwerken 32a und 32b. Die Funktionsweise der Übertragung von Datentelegrammen entspricht weitgehend der bereits zu Figur 2 erläuterten Funktionsweise, daher wird nachfolgend lediglich auf die Unterschiede zum Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 eingegangen.

15

Auch in Figur 3 sind die Netzwerkkomponenten in vier Ketten 34a-d angeordnet, abweichend vom Kommunikationsnetzwerk 20 der Figur 2 weisen die Ketten 34a-d jedoch unterschiedliche Längen, d.h. unterschiedliche Anzahlen von Netzwerkkomponenten auf. Konkret umfassen die erste Kette 34a drei Netzwerkkomponenten 31a-c, die zweite und dritte Kette 34b und 34c jeweils zwei Netzwerkkomponenten 31e-f und 31g-h und die vierte Kette 34d vier Netzwerkkomponenten 31i-l. Die Netzwerkkomponente 31d ist wie in einem herkömmlichen PRP-
20 Kommunikationsnetzwerk direkt mit beiden Teilnetzwerken 32a und 32b verbunden und ist folglich nicht in einer der Ketten 34a-d angeordnet. Man erkennt, dass die Teilnetzwerke 32a und 32b im Vergleich zum Beispiel nach Figur 2 eine etwas erhöhte Anzahl von Kommunikationsanschlüssen (nämlich insgesamt 10)
25 bereitstellen müssen.
30

Während es sich bei den Netzwerkkomponenten 31a-b und 31d-l beispielsweise um Automatisierungsgeräte mit jeweils zwei Kommunikationsanschlüssen zur Einbindung in das Kommunikationsnetzwerk 30 handeln kann, können über die Netzwerkkomponente 31c auch solche Endgeräte in das Kommunikationsnetzwerk 30 eingebunden werden, die lediglich einen Kommunikationsanschluss aufweisen. Hierzu weist die Netzwerkkomponente 31c
35

einerseits zwei Kommunikationsanschlüsse zum Anschluss an das Kommunikationsnetzwerk 30 und andererseits zumindest einen Kommunikationsanschluss (im vorliegenden Beispiel: zwei Kommunikationsanschlüsse) zur Verbindung mit dem jeweiligen Endgerät mit nur einem Kommunikationsanschluss auf. Damit stellt die Netzwerkkomponenten 31c quasi eine Anschlusseinrichtung für solche Endgeräte mit nur einem Kommunikationsanschluss dar und sorgt für deren redundante Einbindung in das Kommunikationsnetzwerk entsprechend der voranstehend zu Figur 2 erläuterten Kommunikationsregeln für Netzwerkkomponenten.

Patentansprüche

1. Kommunikationsnetzwerk (20, 30) mit einer Mehrzahl von Netzwerkkomponenten (21a-1, 31a-1), die zum Austausch von Datentelegrammen miteinander in Verbindung stehen, wobei das
5 Kommunikationsnetzwerk (20, 30) ein erstes Teilnetzwerk (22a, 32a) und ein zweites Teilnetzwerk (22b, 32b) aufweist und jede Netzwerkkomponente (21a-1, 31a-1) mit beiden Teilnetzwerken (22a-b, 32a-b) in Verbindung steht,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
- das Kommunikationsnetzwerk (20, 30) zumindest einige Netzwerkkomponenten (21a-1, 31a-1) umfasst, die kettenartig miteinander verbunden sind, wobei jede Kette (24a-d, 34a-d) von Netzwerkkomponenten (21a-1, 31a-1) eine erste Netzwerkkomponente (z.B. 21a, 31a) aufweist, die unmittelbar mit dem ersten Teilnetzwerk (22a, 32a) in Verbindung steht, und eine
15 zweite Netzwerkkomponente (z.B. 21c, 31c) aufweist, die unmittelbar mit dem zweiten Teilnetzwerk (22b, 32b) in Verbindung steht.
20
2. Kommunikationsnetzwerk (20, 30) 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
- alle Netzwerkkomponenten (21a-1, 31a-1) dazu eingerichtet sind, beim redundanten Versenden von Datentelegrammen Datentelegramme sowohl in Richtung des ersten (22a, 32a) als auch
25 in Richtung des zweiten Teilnetzwerks (22b, 32b) auszusenden, wobei die ausgesendeten Datentelegramme bezüglich ihres Nutzeninhaltes identisch sind und einen Netzwerkkennzeichner umfassen, der dasjenige Teilnetzwerk (22a-b, 32a-b) angibt,
30 in dessen Richtung sie ausgesendet werden.
3. Kommunikationsnetzwerk (20, 30) nach Anspruch 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
- die erste Netzwerkkomponente (z.B. 21a, 31a) der Kette
35 (24a-d, 34a-d) von Netzwerkkomponenten (21a-1, 31a-1) dazu eingerichtet ist, ausschließlich solche Datentelegramme in das erste Teilnetzwerk (22a, 32a) zu versenden, deren Netz-

werkkennzeichner das erste Teilnetzwerk (22a, 32a) angibt, und

- die zweite Netzwerkkomponente (z.B. 21b, 31b) der Kette (24a-d, 34a-d) von Netzwerkkomponenten (21a-1, 31a-1) dazu eingerichtet ist, ausschließlich solche Datentelegramme in das zweite Teilnetzwerk (22b, 32b) zu versenden, deren Netzwerkkennzeichner das zweite Teilnetzwerk (22b, 32b) angibt.

4. Kommunikationsnetzwerk (20, 30) nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Netzwerkkomponenten (21a-1, 31a-1) dazu eingerichtet sind, beim Empfangen von Datentelegrammen von zwei an sie gerichteten, hinsichtlich ihres Nutzdateninhaltes identischen Datentelegrammen das erste Datentelegramm zu empfangen und das zweite zu verwerfen.

5. Kommunikationsnetzwerk (20, 30) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- zwischen der ersten (z.B. 21a, 31a) und der zweiten Netzwerkkomponente (z.B. 21b, 31b) einer Kette (24a-d, 34a-d) von Netzwerkkomponenten (21a-1, 31a-1) eine beliebige Anzahl von weiteren Netzwerkkomponenten (z.B. 21b, 32b) angeordnet ist.

6. Kommunikationsnetzwerk (20, 30) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Netzwerkkomponenten (21a-1, 31a-1) derart in den Ketten (24a-d, 34a-d) angeordnet sind, dass eine Anzahl von direkten Übertragungen von Datentelegrammen zwischen Netzwerkkomponenten (21a-1, 31a-1) derselben Kette (24a-d, 34a-d) minimiert ist.

7. Kommunikationsnetzwerk (20, 30) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- solche Netzwerkkomponenten (21a-1, 31a-1) in derselben Kette (24a-d, 34a-d) angeordnet sind, zwischen denen die kürzesten Übertragungstrecken vorliegen.

5 8. Kommunikationsnetzwerk (20, 30) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
- die Netzwerkkomponenten (21a-1, 31a-1) jeweils zwei Kommunikationsanschlüsse aufweisen, mit denen sie mit dem Kommunikationsnetzwerk (20, 30) verbunden sind.
10

9. Kommunikationsnetzwerk (20, 30) nach Anspruch 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
- zumindest eine der Netzwerkkomponenten (21a-1, 31a-1) ein
15 netzwerkfähiges Automatisierungsgerät einer Automatisierungsanlage ist.

10. Kommunikationsnetzwerk (30) nach Anspruch 8 oder 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
20 - das Kommunikationsnetzwerk (20, 30) zumindest ein netzwerkfähiges Automatisierungsgerät umfasst, das genau einen Kommunikationsanschluss aufweist, wobei dieses zumindest eine Automatisierungsgerät über eine der Netzwerkkomponenten (31c) mit dem Kommunikationsnetzwerk (30) verbunden ist und wobei
25 die fragliche Netzwerkkomponente (31c) einen Kommunikationsanschluss zur Verbindung mit dem Automatisierungsgerät und zwei Kommunikationsanschlüsse zur Verbindung mit dem Kommunikationsnetzwerk (30) aufweist.

30 11. Netzwerkkomponente (21a-1, 31a-1) zum Betreiben in einem Kommunikationsnetzwerk (20, 30) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche 1 - 10, das ein erstes Teilnetzwerk (22a, 32a) und ein zweites Teilnetzwerk (22b, 32b) umfasst, wobei die Netzwerkkomponente (21a-1, 31a-1) zwei Kommunikationsanschlüsse
35 zur Verbindung mit dem Kommunikationsnetzwerk (20, 30) aufweist,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

- die Netzwerkkomponente (21a-1, 31a-1) dazu eingerichtet ist, mit einem der beiden Kommunikationsanschlüsse unmittelbar mit einem der Teilnetzwerke (22a, 32a) und mit dem anderen der beiden Kommunikationsanschlüsse mit einer anderen
5 Netzwerkkomponente (21a-1, 31a-1) verbunden zu werden, und
- die Netzwerkkomponente (21a-1, 31a-1) dazu eingerichtet ist, ausschließlich solche Datentelegramme mittels des mit dem Teilnetzwerk verbindbaren Kommunikationsanschlusses zu versenden, die einen das entsprechende Teilnetzwerk (22a,
10 32a) angehenden Netzwerkkennzeichner umfassen.

12. Netzwerkkomponente (21a-1, 31a-1) nach Anspruch 11,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
- die Netzwerkkomponente (21a-1, 31a-1) eine Erkennungseinrichtung aufweist, die dazu eingerichtet ist, nach erfolgter
15 Verbindung mit dem Kommunikationsnetzwerk (20, 30) zu erkennen, welcher der beiden Kommunikationsanschlüsse mit dem Teilnetzwerk (22a, 32a) und welcher mit einer anderen Netzwerkkomponente (21a-1, 31a-1) verbunden ist.

20
13. Netzwerkkomponente (21a-1, 31a-1) nach Anspruch 11 oder 12,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
- die Netzwerkkomponente (21a-1, 31a-1) ein Automatisierungsgerät zur Verwendung in einer Automatisierungsanlage ist.
25

14. Netzwerkkomponente (21a-1, 31a-1) nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
30 - die Netzwerkkomponente (21a-1, 31a-1) einen Kommunikationsanschluss zur Verbindung mit zumindest einem, einen einzigen Kommunikationsanschluss aufweisenden Automatisierungsgerät und zwei Kommunikationsanschlüsse zur Verbindung mit dem Kommunikationsnetzwerk (20, 30) aufweist.

35
15. Verfahren zum störfesten Übertragen von Datentelegrammen in einem Kommunikationsnetzwerk (20, 30), das eine Mehrzahl von Netzwerkkomponenten (21a-1, 31a-1) sowie ein erstes Teil-

netzwerk (22a, 32a) und ein zweites Teilnetzwerk (22b, 32b) aufweist, wobei jede Netzwerkkomponente (21a-1, 31a-1) mit beiden Teilnetzwerken (22a-b, 32a-b) in Verbindung steht und wobei zum Übertragen eines Datentelegramms von einer Netzwerkkomponente (21a-1, 31a-1) an eine weitere Netzwerkkomponente (21a-1, 31a-1) die sendende Netzwerkkomponente (21a-1, 31a-1) Datentelegramme sowohl in Richtung des ersten (22a, 32a) als auch in Richtung des zweiten Teilnetzwerks (22b, 32b) aussendet, wobei die ausgesendeten Datentelegramme bezüglich ihres Nutzdateninhaltes identisch sind und einen Netzwerkkennzeichner umfassen, der dasjenige Teilnetzwerk (22a-b, 32a-b) angibt, in dessen Richtung sie ausgesendet werden, und wobei die empfangende Netzwerkkomponente (21a-1, 31a-1) das erste bei ihr eintreffende Datentelegramm empfängt und das zweite verwirft,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

- das Kommunikationsnetzwerk (20, 30) zumindest einige Netzwerkkomponenten (21a-1, 31a-1) umfasst, die kettenartig miteinander verbunden sind, wobei jede Kette (24a-d, 34a-d) von Netzwerkkomponenten (21a-1, 31a-1) eine erste Netzwerkkomponente (z.B. 21a, 31a) aufweist, die unmittelbar mit dem ersten Teilnetzwerk (22a, 32a) in Verbindung steht, und eine zweite Netzwerkkomponente (z.B. 21c, 31c) aufweist, die unmittelbar mit dem zweiten Teilnetzwerk (22a, 32a) in Verbindung steht, wobei die erste Netzwerkkomponente (z.B. 21a, 31a) der Kette (24a-d, 34a-d) von Netzwerkkomponenten (21a-1, 31a-1) ausschließlich solche Datentelegramme in das erste Teilnetzwerk (22a, 32a) versendet, deren Netzwerkkennzeichner das erste Teilnetzwerk (22a, 32a) angibt, und die zweite Netzwerkkomponente (z.B. 21c, 31c) der Kette (24a-d, 34a-d) von Netzwerkkomponenten (24a-d, 34a-d) ausschließlich solche Datentelegramme in das zweite Teilnetzwerk (22b, 32b) versendet, deren Netzwerkkennzeichner das zweite Teilnetzwerk (22b, 32b) angibt.

FIG 1

Stand der Technik

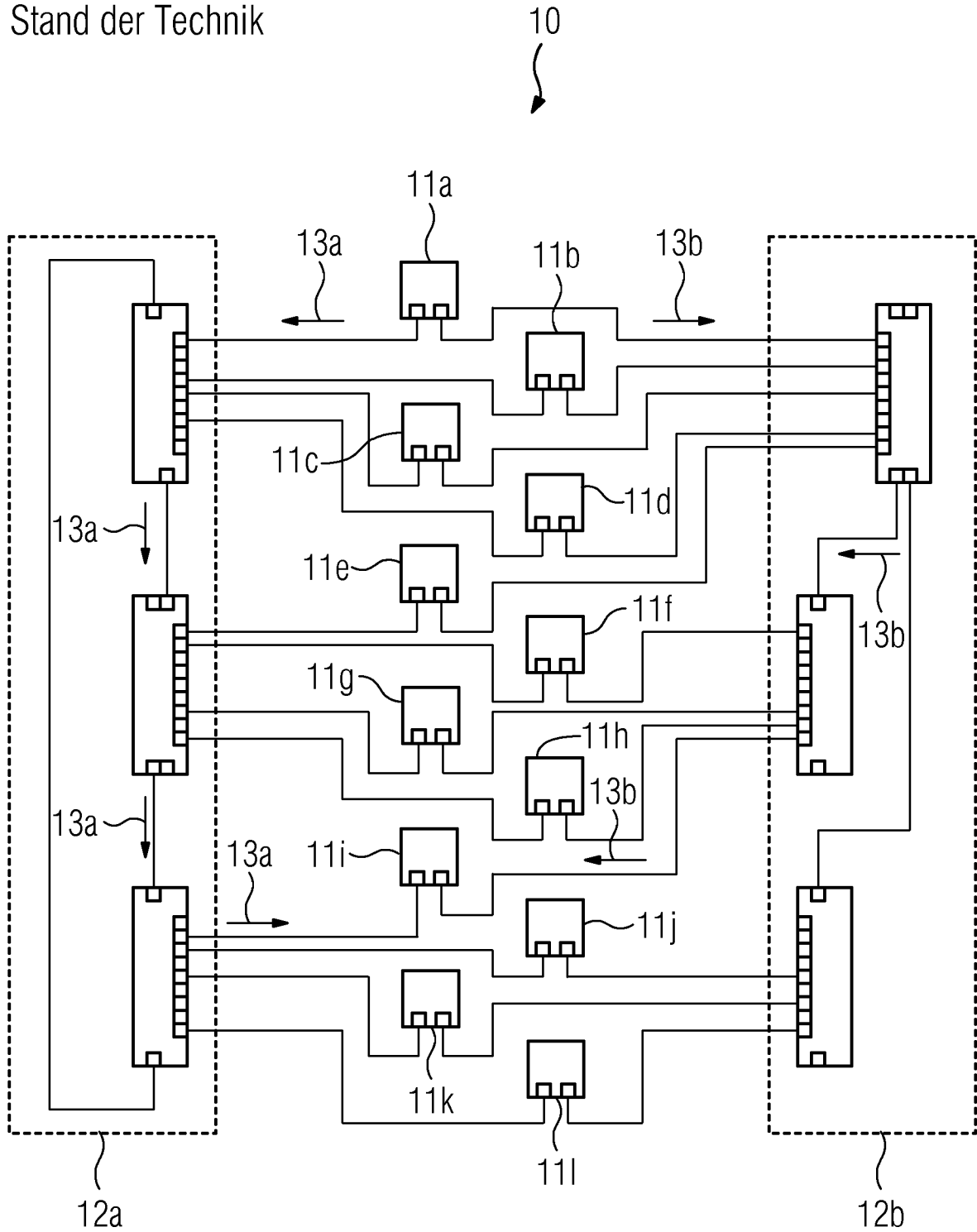


FIG 2

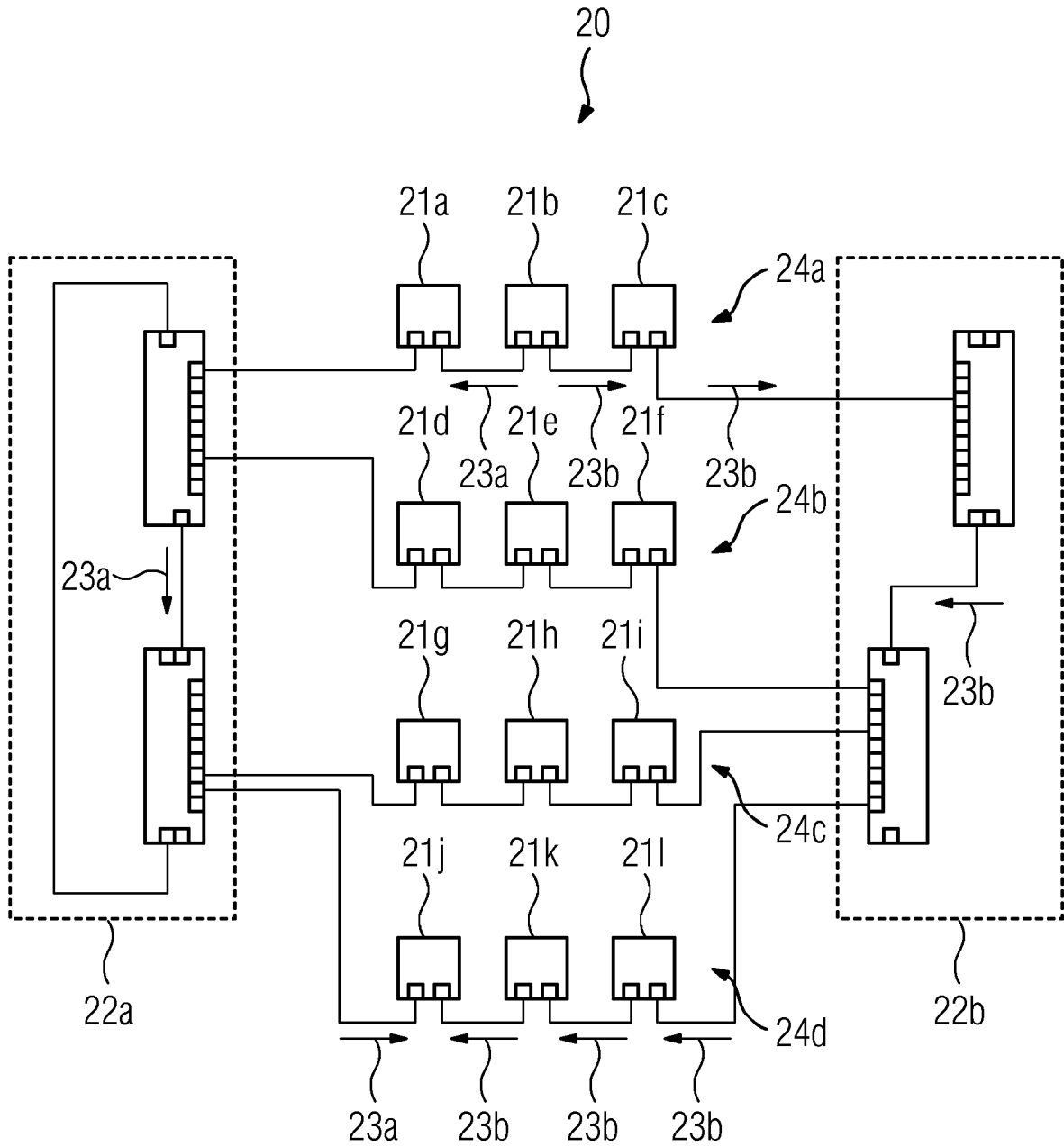
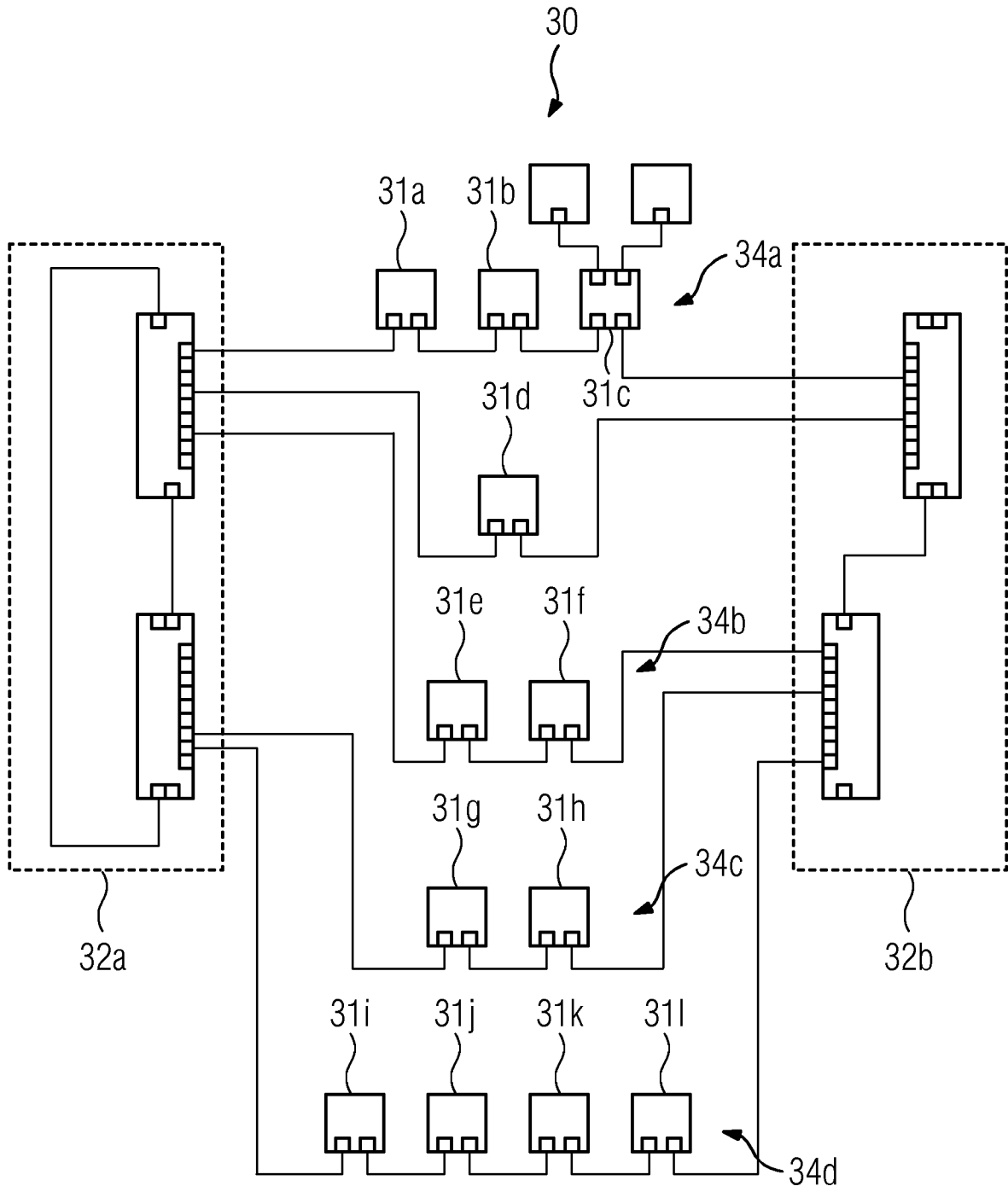


FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/067090

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H04L12/46
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X | EP 2 242 214 A2 (SIEMENS SCHWEIZ AG [CH]) 20 October 2010 (2010-10-20) the whole document | 1-15 |
| X | CLEMENS HOGA: "Seamless communication redundancy of IEC 62439", ADVANCED POWER SYSTEM AUTOMATION AND PROTECTION (APAP), 2011 INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, 16 October 2011 (2011-10-16), pages 489-494, XP032162391, DOI: 10.1109/APAP.2011.6180451 ISBN: 978-1-4244-9622-8 the whole document | 1-15 |
| | ----- -/-- | |

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

| | |
|---|---|
| <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>"&" document member of the same patent family</p> |
|---|---|

| | |
|--|--|
| Date of the actual completion of the international search 25 January 2013 | Date of mailing of the international search report 01/02/2013 |
|--|--|

| | |
|--|---|
| Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016 | Authorized officer Schneider, Gernot |
|--|---|

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/067090

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|--|---|-----------------------|
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | <p>HUBERT KIRRMANN ET AL: "Seamless and low-cost redundancy for substation automation systems (high availability seamless redundancy, HSR)", POWER AND ENERGY SOCIETY GENERAL MEETING, 2011 IEEE, IEEE, 24 July 2011 (2011-07-24), pages 1-7, XP032054983, DOI: 10.1109/PES.2011.6038906 ISBN: 978-1-4577-1000-1 the whole document -----</p> | 1-15 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/067090

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|------------------|
| EP 2242214 | A2 | NONE | 20-10-2010 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/067090

| A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H04L12/46 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. |
| X | EP 2 242 214 A2 (SIEMENS SCHWEIZ AG [CH]) 20. Oktober 2010 (2010-10-20) das ganze Dokument | 1-15 |
| X | CLEMENS HOGA: "Seamless communication redundancy of IEC 62439", ADVANCED POWER SYSTEM AUTOMATION AND PROTECTION (APAP), 2011 INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, 16. Oktober 2011 (2011-10-16), Seiten 489-494, XP032162391, DOI: 10.1109/APAP.2011.6180451 ISBN: 978-1-4244-9622-8 das ganze Dokument | 1-15 |
| | ----- -/-- | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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 25. Januar 2013 | | Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 01/02/2013 |
| 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 Schneider, Gernot |

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A | <p>HUBERT KIRRMANN ET AL: "Seamless and low-cost redundancy for substation automation systems (high availability seamless redundancy, HSR)", POWER AND ENERGY SOCIETY GENERAL MEETING, 2011 IEEE, IEEE, 24. Juli 2011 (2011-07-24), Seiten 1-7, XP032054983, DOI: 10.1109/PES.2011.6038906 ISBN: 978-1-4577-1000-1 das ganze Dokument</p> <p style="text-align: center;">-----</p> | 1-15 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/067090

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 2242214 | A2 | 20-10-2010 | KEINE |
| ----- | | | |