



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **701 344 A1**

(51) Int. Cl.: **B61L 27/00** (2006.01)
B61L 19/06 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

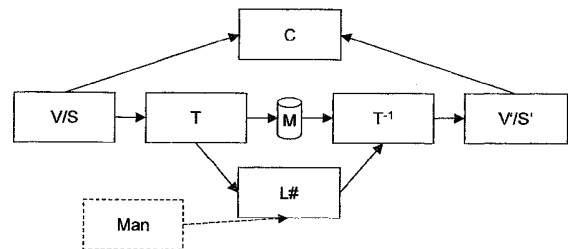
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 00974/09	(71) Anmelder: Anton Gunzinger, Mühlebachstrasse 138 8008 Zürich (CH)
(22) Anmeldedatum: 23.06.2009	(72) Erfinder: Markus Montigel, 6044 Udligenswil (CH) David Müller, 8340 Hinwil (CH) Markus Herrli, 3005 Bern (CH) Anton Gunzinger, 8008 Zürich (CH)
(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.12.2010	(74) Vertreter: Frei Patentanwaltsbüro AG, Postfach 1771 8032 Zürich (CH)

(54) **STELLWERKSTEUERUNG.**

(57) Gemäss einem Aspekt der Erfindung wird die Schaltlogik eines bestehenden Relaisstellwerks auf eine funktionell äquivalente Schaltung elektronischer Bauteile abgebildet. Es kommen also vorzugsweise zu den Bauteilen der Relaischaltung funktionell identische Halbleiterbausteine zum Einsatz. Die Schaltlogik wird bspw. erstellt, indem ein Verschlussplan oder Spurplan (V/S) durch einen automatischen Übersetzer (T) nach vordefinierten Regeln in eine logische Schaltung transformiert wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Stellwerke für den Eisenbahnverkehr. Sie betrifft insbesondere ein Verfahren zum Erstellen eines elektronischen Stellwerks sowie ein elektronisches Stellwerk.

[0002] Ein Grossteil der heute im Einsatz stehenden Stellwerke für den Eisenbahnverkehr sind Relaisstellwerke, d.h. elektrische Stellwerke. Bei Relaisstellwerken werden die sicherungstechnischen Abhängigkeiten vollständig elektrisch durch Signalrelais hergestellt.

[0003] Unterhalt und Betrieb dieser Stellwerke kann zunehmend kostspielig und problematisch werden. Ausserdem ist die Integration der bestehenden Relaisstellwerke in Fernsteuerungs- und Automatisierungseinrichtungen ist mit grossen Kosten verbunden.

[0004] Daher werden die Relaisstellwerke zunehmend durch elektronische Stellwerke ersetzt. Bei elektronischen Stellwerken werden die sicherungstechnischen Abhängigkeiten durch eine Software in dafür vorgesehenen Computern realisiert. Zu diesem Zweck basieren elektronische Stellwerke gemäss dem Stand der Technik auf einem zentralen Rechner, auf welchem das gesamte Gleisbild in Form von Software abgebildet wird. Dementsprechend aufwendig ist die entsprechende Software und diese muss für jeden Bahnhof spezifisch angepasst und parametrierbar werden, was zu einem immensen Aufwand für die Zertifizierung führt.

[0005] Ein Ersatz von Relaisstellwerken durch elektronische Stellwerke erfordert auch aus diesem Grund grosse Investitionen für die Projektierung, den Neubau des Stellwerkes und insbesondere für den Ersatz der Aussenanlage sowie die neue Zertifizierung.

[0006] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, hier Abhilfe zu schaffen. Erfindungsgemäss sollen ein Verfahren zum Erstellen eines elektronischen Stellwerks sowie ein elektronisches Stellwerk zur Verfügung gestellt werden, welche die Ersetzung von Relaisstellwerken durch moderne Technologie erlauben, ohne dass ein zu grosser Aufwand für Änderungen gemacht werden müsste und ohne dass der Zertifizierungsaufwand zu gross wird.

[0007] Gemäss einem ersten Aspekt der Erfindung wird die Schaltlogik eines bestehenden Relaisstellwerks auf eine funktionell äquivalente Schaltung elektronischer Bauteile abgebildet. Es kommen also vorzugsweise zu den Bauteilen der Relaischaltung funktionell identische Halbleiterbausteine zum Einsatz.

[0008] Es wird also gemäss dem Ansatz der Erfindung kein - an sich funktionierendes, aber in der Implementierung mit grossem Aufwand verbundenes - Ersetzen der Relaischaltung durch eine Software angestrebt, sondern die Relaischaltung wird elektronisch, aber in Hardwareform durch eine die gleichen Funktionen und die gleiche Charakteristik liefernde Schaltung auf Halbleiterbasis ersetzt.

[0009] Eine funktionell äquivalente Schaltung kann gemäss einem Ansatz vorliegen, wenn für jeden Ein- und Ausgang der Relaisstellwerk-Schaltlogik ein entsprechender Ein- bzw. Ausgang der funktionell äquivalenten Schaltung vorhanden ist und für den gleichen binären Input ein gleicher binärer Output erfolgt.

[0010] Zusätzlich zur Schaltung, welche die Logikeinheit bildet, weist das Stellwerk vorzugsweise eine Mehrzahl von Eingabe- und/oder Ausgabeeinheiten auf, welche die Interfaces zu den Elementen (Weichen, Signalen, Gleisfreimeldeeinheiten, Streckenblocküberwachungseinheiten) der Aussenanlage bilden. Diese enthalten keine «Intelligenz» (d.h. keine Logik), sind abhängig vom Typ des anzusteuern Elements und dienen nur der Umwandlung des Logiksignals in die physische Ansteuerung des entsprechenden Elements und damit bspw. der Verstärkung und der Potentialkopplung zwischen der Logikeinheit und der Aussenanlage. Sie können ein Relais, einen Optokoppler und/oder einen Schütz und/oder andere an sich bekannte Bauteile aufweisen. Die Eingabe- und/oder Ausgabeeinheiten können im Stellwerk zentral angeordnet sein, d.h. im das Stellwerk beherbergende Gebäude und im Wesentlichen am Ort der Logikeinheit. Damit müssen beim Ersatz des Relaisstellwerks im Idealfall nur Komponenten ersetzt und installiert werden, die innerhalb des Gebäudes sind.

[0011] Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform weist die Schaltung als Logikeinheit mindestens einen programmierbaren Logikbaustein in der Form eines so genannten, Field Programmable Gate Arrays' (FPGA) auf.

[0012] Zum erfindungsgemässen Vorgehen kann auch das Implementieren der Schaltung in einem Stellwerk gehören.

[0013] Die Ausgänge der funktionell äquivalenten Schaltung werden mit den bestehenden anzusteuern Komponenten (Weichen(-steuerungen), Signale, Barrieren (-steuerungen)) verbunden, ohne dass diese markant angepasst oder gar ausgetauscht werden müssten.

[0014] Der Ansatz gemäss dem hier diskutierten Aspekt der Erfindung nimmt also im Unterscheid zum Stand der Technik Abstand vom an sich sehr mächtigen Werkzeug einer softwaremässigen Implementierung der Logikeinheit und macht einen Schritt hin zur vermeintlich aufwändigeren und weniger flexiblen Implementierung in Form einer programmierbaren Hardware.

[0015] Obwohl im Prinzip die Funktionalität einer Hardwareelektronik auch durch eine entsprechende Software zur Verfügung gestellt werden könnte, ist der von ersten Aspekten der Erfindung gemachte, an sich einfache Schritt hin zu einer Schaltung elektronischer Bauteile von enormem Vorteil. Der Einsatz von Software ist nämlich immer mit dem Einsatz von Computersystemen verbunden, auf denen die Software läuft, und diese sind notwendigerweise sehr komplex. Auch ein

einfacher moderner Computer hat buchstäblich Milliarden von Transistoren, verschiedene Datenspeicher, etc. und all diese Bauteile sind Teil des Stellwerks und müssen bei der Zertifizierung mit berücksichtigt werden. Daher sind, um entsprechenden Sicherheitsanforderungen trotzdem zu genügen, konventionelle auf Software basierte elektronische Stellwerke zwar sehr mächtige Werkzeuge, beruhen jedoch auf ganz anderen Prinzipien als die Relaisstellwerke, und entsprechend aufwändig ist das Umrüsten und insbesondere das Zertifizieren, welches alle Teilsysteme mit umfasst. Beim Ansatz gemäss dem ersten Aspekt der Erfindung hingegen muss die Sicherheit der übernommenen Relais-Schaltlogik nicht neu nachgewiesen werden, da diese bereits nachgewiesen ist.

[0016] Durch den verblüffend einfachen Ansatz gemäss der Erfindung kann die Architektur des Relaisstellwerks im Wesentlichen beibehalten werden und somit entfällt ein wesentlicher Anteil der Projektierungskosten, und auch der gesamte Zertifizierungsprozess kann vereinfacht werden. Ausserdem kann das Stellwerk mit programmierbaren Bausteinen so realisiert werden, dass nur geringfügige Änderungen an den Aussenanlagen gemacht werden müssen. Die Wartung ist deutlich weniger aufwändig als bei herkömmlichen Relaisstellwerken. Schliesslich können Fernsteuer- und Automatisierungsaufgaben und die Integration in übergeordnete Systeme wie beispielsweise in das ETCS (Electronic Train Control System) relativ einfach durch die eingesetzten Logikbausteine erfolgen.

[0017] Ein weiterer Vorteil gegenüber elektronischen Stellwerken ist die Geschwindigkeit. Im Vergleich zu der Software eines konventionellen elektronischen Stellwerks schaltet das gemäss dem ersten Aspekt der Erfindung ausgestaltete Stellwerk mit der logischen Schaltung um Grössenordnungen schneller.

[0018] Der erste Aspekt der Erfindung ist beispielsweise für Relaisstellwerke nach dem Verschlussplanprinzip aber auch für Relaisstellwerke nach dem Spurplanprinzip anwendbar. Aufgrund der Vorteile des erfindungsgemässen Vorgehens gegenüber elektronischen Stellwerken kann das zu ersetzende Stellwerk auch ein auf Software basierendes elektronisches Stellwerk sein, dessen Kernfunktion (Binäre Ausgabe in Funktion der binären Eingabe) ebenfalls durch eine feststehende elektronische Schaltung von Halbleiterbauteilen (i.A. mindestens ein FPGA) ersetzt wird.

[0019] Gemäss einem zweiten Aspekt der Erfindung wird die Architektur einer zum Relaisstellwerk funktionell äquivalenten Schaltung erstellt, indem ein Verschlussplan oder ein Spurplan durch einen automatischen Übersetzer in eine logische Schaltung transformiert wird. Dabei kann der Verschlussplan bzw. der Spurplan in der Form einer Zeichnung, einer Tabelle oder in einer anderen technischen Form vorliegen.

[0020] Der automatische Übersetzer kann in der Form einer Computersoftware vorhanden sein, welche anhand von eindeutigen, vordefinierten Vorschriften dem Verschlussplan/Spurplan eine elektronische Schaltung zuordnet. Die Vorschriften sind somit jederzeit nachvollziehbar und können so ausgebildet sein, dass sie den Anforderungen sicherheitsrelevanter Systeme entsprechen. Sie können auch von einer für die Zertifizierung verantwortlichen Stelle überprüft werden.

[0021] Ein analoges Vorgehen kann auch für zu ersetzende, auf Software basierende elektronische Stellwerke gewählt werden, wobei für das Schaltungslayout der logischen Schaltung, in welche die Logik transformiert wird, ein entsprechend alternatives, sich an der input-output-Logik der Software orientierendes Übersetzungsprogramm verwendet würde.

[0022] Besonders günstig ist eine Kombination des ersten Aspekts der Erfindung mit dem zweiten Aspekt.

[0023] Um die Korrektheit einer durch Transformation erhaltenen logischen Schaltung zu verifizieren, kann diese optional mit einem Rückübersetzungsalgorithmus wieder in eine vergleichbare Form zum ursprünglichen Verschlussplan/Spurplan zurücktransformiert werden. Der Vergleich zwischen Verschlussplan/Spurplan und zurücktransformiertem Vergleichsplan kann ein Teil der sicherheitsrelevanten Überprüfung sein.

[0024] Gemäss einer ersten Ausführungsform nimmt nach der Rücktransformation ein Benutzer (bspw. eine Fachperson der Bahn) den Vergleich zwischen dem ursprünglichen Verschlussplan V/S und dem durch Rücktransformation erhaltenen Vergleichsplan V7S' vor. Die Darstellung des Vergleichsplans V7S' erfolgt dann sinnvollerweise wieder auf dieselbe Art, wie die Darstellung des ursprünglichen Verschlussplans/Spurplans V/S. Es ist also sinnvoll, dass bei einer Zeichnung beispielsweise eine ähnliche Darstellung erfolgt, beispielsweise mit gleicher örtlicher Position in der Darstellung oder gleicher Nummerierung oder Bezeichnung, oder dass bei der Verwendung von Namen für Variablen oder Signale dieselben Namen verwendet werden. Um diese Abbildung einfacher zu gestalten, werden vom Übersetzer Metadaten erzeugt, die dann für die Rücktransformation wieder eingesetzt werden. Es versteht sich von selbst, dass diese Metadaten keine funktionale Aufgabe erfüllen; sie dienen lediglich der besseren Lesbarkeit des Vergleichsplans V7S' für den Menschen.

[0025] Gemäss einer zweiten Ausführungsform kann der Vergleich zwischen dem Verschlussplan/Spurplan und dem Vergleichsplan durch den Computer vorgenommen werden.

[0026] Das Stellwerk weist beispielsweise - wie an sich bekannt - eine Logikeinheit und Eingabe-Ausgabe-Einheiten auf, welche wie erwähnt in ihren Charakteristiken denjenigen des ersetzten Relaisstellwerks entsprechen. Die Logikeinheit verfügt vorzugsweise über mindestens einen Kommunikationseingang zur Steuerung, Automation, ETCS etc. Die Logikeinheit ist im Kern (d.h. in den Elementen, die aus einem binären Input einen binären Output ermitteln) vorzugsweise frei von Mikroprozessoren, d.h. von frei programmierbaren Einheiten.

[0027] Die Logikeinheit kann über Zusatzsysteme verfügen, die immer gewährleisten, dass die momentane Logikfunktion der ursprünglichen, bspw. durch die erwähnte Übersetzung ermittelte, Logikfunktion entspricht.

[0028] Die Eingabe-Ausgabe-Einheiten der elektronischen Schaltung verfügen wie erwähnt vorzugsweise über ähnliche Verbindungsstrukturen zu den Aussenanlagen (Weichensteuerungen, Signalen, Barrierensteuerungen etc.) wie die ersetzten Relaiseinheiten. Ebenfalls bevorzugt ist, dass die Eingabe-Ausgabe-Einheiten ähnliche äussere Abmessungen wie die Relaiseinheiten. Jedes bevorzugten Merkmale kann dazu beitragen, dass nur geringfügige oder gar keine Änderungen an den Aussenanlagen durchgeführt werden müssen.

[0029] Die Architektur der elektronischen Schaltung und der Eingabe-Ausgabeeinheiten kann gemäss einer ersten Ausführungsform vorsehen, dass die Logikeinheit sternförmig mit den Eingabe-Ausgabe-Einheiten verbunden ist.

[0030] In einer weiteren möglichen Architektur ist die Logikfunktion L ringförmig mit den Eingabe-Ausgabe-Einheiten verbunden. Dies vereinfacht vor allem die Verdrahtung. Der Ring kann als paralleles oder serielles System, elektrisch oder optisch, ohne oder mit Fehlerkorrektur, Einweg oder Zweiweg ausgeführt sein. Die möglichen Ausprägungen der Kommunikation haben unterschiedliche Kosten und unterschiedliche Eigenschaften: so kann ein optisch geführter Ring eine grosse Ausdehnung haben. Die Zweiwegkommunikation hat eine gewisse Fehlerredundanz.

[0031] Natürlich sind auch Kombinationen zwischen Stern- und Ringarchitekturen denkbar, bspw. eine Mehrzahl von Untereinheiten mit je einem oder mehreren Eingabe-Ausgabe-Einheiten, die unter sich ringförmig verbunden sind, wobei die Verbindung zwischen Logikeinheit und Untereinheit sternförmig ist.

[0032] Bei seriellen Systemen wird üblicherweise mit Datenpaketen gearbeitet, die periodisch übertragen werden. Es ist deshalb technisch einfach möglich, diesen Systemzustand in einer Protokollierungseinheit (bspw. einer separaten «Black Box») mitzuhören und dann mitzuschreiben (zu speichern). Damit lassen sich alle Abläufe später durch einen Computer analysieren, der direkt mit der «Black-Box» B verbunden ist. Diese Analyse kann dabei sinnvollerweise auch während dem Betrieb erfolgen.

[0033] Um die Sicherheit des Systems zu erhöhen, können auch zwei Logikeinheiten hintereinander geschaltet werden. Die erste und die zweite Logikeinheit haben dabei vorzugsweise einen identischen Aufbau und verfügen über identische Steuereingänge. Im normalen Betriebsfall sollten die Signale von beiden Logikeinheiten identisch sein. Sind sie nicht identisch, so liegt ein Fehler in einer der Logikeinheiten, oder in einem der übergeordneten System vor. Die Eingabe-Ausgabe-Einheiten können in diesem Fall in einen «sicheren Zustand» gehen (z.B. Signal auf rot stellen) und/oder einen Alarm auslösen. Der Alarm kann ggf. natürlich auch von der «Black-Box» B ausgelöst werden.

[0034] Nachfolgend werden Ausführungsformen der Erfindung anhand von schematischen Zeichnungen eingehender Beschrieben. In den Zeichnungen bezeichnen gleiche Bezugszeichen (Kennzeichnungsbuchstaben) gleiche oder analoge Elemente. Es zeigen:

- Fig. 1 ein Verfahren gemäss dem ersten Aspekt der Erfindung zum Erstellen eines elektronischen Stellwerks;
- Fig. 2 ein Verfahren gemäss dem zweiten Aspekt der Erfindung zum Entwerfen einer logischen Schaltung für ein elektronisches Stellwerk;
- Fig. 3 eine erste Ausführungsform der Architektur der elektronischen Schaltung;
- Fig. 4 eine zweite, alternative Ausführungsform der Architektur der elektronischen Schaltung;
- Fig. 5 eine Variante der Ausführungsform gemäss Fig. 4, mit zwei Logikeinheiten; und
- Fig. 6 ausgehend von der Ausführungsform gemäss Fig. 4 schematisch die Anbindung an Elemente der Aussenanlage; und
- Fig. 7 eine Stellwerkarchitektur der erfindungsgemässen Art in einem Beispiel.

[0035] Gemäss Fig. 1 wird ein Verschlussplan V (oder, nicht dargestellt, ein Spurplan S) durch einen Computer Comp erfasst, wobei optional eine spezielle Eingabeeinheit I vorgesehen sein kann. Die Eingabeeinheit kann gegebenenfalls auf das Format des Verschlussplans abgestimmt sein und bspw. einen Scanner sowie eine entsprechende Software zum Erkennen und Erfassen der Symbole im Verschlussplan aufweisen.

[0036] Selbstverständlich kann auch der Verschlussplan schon von vorneherein in elektronisch lesbarer Form vorhanden sein. Aus dem erfassten Verschlussplan erstellt der Computer Comp eine Logikfunktion IM. Die Logikfunktion entspricht der elektronischen Darstellung einer logischen Schaltung. Sie wird auf eine physische logische Schaltung abgebildet, die einem programmierbaren Logikbaustein (FPGA) implementiert wird.

[0037] Das Verfahren zum Erstellen der Logikfunktion L# aus dem Verschlussplan V (bzw. einem Spurplan S) ist in einer speziellen, eine Verifikation ermöglichenden Ausführungsform schematisch in Fig. 2 dargestellt. Aus dem Verschlussplan V bzw. dem Spurplan S wird ein geeignetes Übersetzungsprogramm T die Logikfunktion L# ermitteln. Das Übersetzungsprogramm legt in der hier dargestellten Ausführungsform auch noch eine Datei M mit Metadaten an, die nicht sicherheitsrelevant sind und beispielsweise Informationen enthält, welche die Darstellung des Verschlussplans betreffen. Um eine Verifikation zu ermöglichen, wird aus der Logikfunktion L# durch ein Rückübersetzungsprogramm T1 im Sinne

eines Reverse Engineering' ein Vergleichsplan V7S' erstellt, welcher auf Basis der Metadaten so ausgestaltet wird, dass beispielsweise eine ähnliche Darstellung erfolgt oder dass bei der Verwendung von Namen für Variablen oder Signale dieselben Namen verwendet werden. Der Vergleich C wird durch eine überprüfende Person vorgenommen oder kann alternativ auch durch den/einen Computer erfolgen, wobei in diesem Fall die Metadaten anstatt für die Erstellung des Vergleichsplans V7S' verwendet zu werden auch dem vergleichenden Programm zur Verfügung gestellt werden können.

[0038] In Spezialfällen - bspw. bei einem nicht standardmässigen Signalstandort) kann ein Benutzer über eine entsprechende manuell zu bedienende Eingabemöglichkeit (Man) eine manuelle Anpassung vornehmen.

[0039] Die Umsetzung einer Logikfunktion L# auf einem FPGA, welches anschliessend als Logikeinheit ausgerüstet ist, ist an sich bekannt.

[0040] Als Variante zum vorstehend beschriebenen Verfahren ist es auch möglich, die implementierte Logikeinheit L anstatt die Logikfunktion L# reverse zu engineeren.

[0041] Fig. 3 zeigt eine sternförmige Verbindung der Logik-Einheit L (auf der die Logikfunktion L# implementiert ist) mit den Eingabe-Ausgabe-Einheiten $IO_1 \dots IO_n$. Wie erwähnt haben in allen Ausführungsformen vorzugsweise die Eingabe-Ausgabe-Einheiten ähnliche Abmessung wie die ursprünglichen Relaisseinheiten und verfügen auch über ähnliche Verbindungsstrukturen zu den Aussenanlagen, so dass nur geringfügige oder gar keine Änderungen an den Aussenanlagen durchgeführt werden müssen.

[0042] Das Bezugszeichen S bezeichnet einen Kommunikationseingang für die Kommunikation mit einer Eingabeeinheit und/oder mit einem übergeordneten System.

[0043] Die Architektur gemäss Fig. 4 ist eine ringförmige Architektur. Die Logikeinheit L ist ringförmig mit den Eingabe-Ausgabe-Einheiten $IO_1 \dots IO_n$ verbunden. Während bei einer sternförmigen Architektur die Verdrahtung konstruktionsgemäss parallel ist, kann sie bei einer ringförmigen Architektur sowohl parallel als auch seriell ausgestaltet sein. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Kommunikation seriell, d.h. das von der Logikeinheit bspw. periodisch ausgesandte Datenpaket beinhaltet Daten, die den gesamten Systemzustand (Schaltzustand jeder anzusteuernenden Komponente) beinhalten. Jede Eingabe-Ausgabeeinheit wird adressiert und entnimmt dem Datenpaket die für sie benötigte Information. Weil jedes Datenpaket die gesamte Information beinhaltet, eignet es sich auch für die Überwachung des Systems und/oder die Protokollierung. Zu diesem Zweck wird das Signal über das Kommunikationssystem CB auch an eine «Blackbox» B weitergegeben. Dort werden die nacheinander eintreffenden Datenpakete abgespeichert und/oder analysiert, sinnvollerweise während dem Betrieb.

[0044] Durch ein weiteres Interface kann der so geloggte Zustand zuverlässig an Leitsysteme oder für den Betrieb unter ETCS an das Radio Block Center' (RBC) übermittelt werden. Auf demselben weg können Fahrstrassen welche vom Leitsystem oder von einer Automatisierung angefordert werden an das digitale Stellwerk übermittelt werden.

[0045] Die Ausführungsform gemäss Fig. 5 weist nebst der Logikeinheit L eine zweite, identische Logikeinheit L* auf. Auch die Steuereingänge S, S* der Logikeinheiten sind identisch und werden identisch angesteuert. Die Steuersignale von L und L' werden durch das Kommunikationssystem CB an die Eingabe-Ausgabe-Einheiten $IO_0 \dots IO_n$ weitergegeben. Im normalen Betriebsfall sollten die Signale von L und L' identisch sein. Sind sie nicht identisch, so liegt ein Fehler in einer der Logikeinheiten L oder L', oder in einem der übergeordneten System S oder S' vor. Die Eingabe-Ausgabe-Einheiten $IO_0 \dots IO_n$ können in diesem Fall in einen «sicheren Zustand» gehen (z.B. Signal auf rot stellen) und einen Alarm auslösen. Der Alarm kann natürlich auch von der «Black-Box» B ausgelöst werden.

[0046] Ausführungsformen mit zwei Redundanz gewährleistenden Logikeinheiten können an sich auch bei Sternarchitekturen oder gemischten Architekturen verwendet werden.

[0047] Fig. 6 zeigt schematisch anhand des Beispiels von Fig. 4 die Anbindung an die Aussenanlage. Die fettgedruckte schwarze Linie symbolisiert die Grenze zwischen dem Gebäude, in welchem das Stellwerk vorhanden ist, und dem «Draussen». Die Eingabe- und/oder Ausgabeeinheiten sind jeweils einem anzusteuernenden Element der Aussenanlage zugeordnet, bspw. die Einheit IO_{B1} dem Block B1, die Einheit IO_{W1} der Weiche W1, die Einheit IO_{S11} dem Signal S11 etc. Die Schnittstelle zwischen der bestehenden Verkabelung der Aussenanlage und des ersetzten Stellwerks bildet ein Kabelverteiler V, der ebenfalls bevorzugt im Gebäudeinneren vorhanden ist.

[0048] Fig. 7 zeigt als Beispiel eine einfache Aussenanlage mit dem in der Figur unten dargestellten Schienenverlauf. Die Kästen B1 und B2 bezeichnen in der unteren Figurenhälfte die Streckenblöcke 1 und 2, W1 und W2 bezeichnen Weichen, Sij sind Signale, und GFM1 und GFM2 Gleisfreimeldeeinheiten. In der oberen Figurenhälfte (in der Innenanlage) bezeichnen die entsprechend beschrifteten Kästen die den jeweiligen Elementen zugeordneten Eingabe- und/oder Ausgabeeinheiten.

[0049] Die die Logikeinheit (FPGA) in einer Ringarchitektur mit den Eingabe- und/oder Ausgabeeinheiten Verkabelung ist im hier gezeichneten Beispiel als Ethernetbus seriell ausgebildet. Die vom Kabelverteiler nach aussen weggehende Aussenverkabelung kann unverändert vom Relaisstellwerk übernommen werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erstellen eines elektronischen Stellwerks als Ersatz eines bestehenden Stellwerks wobei die Schaltlogik des bestehenden Stellwerks mittels einer Transformation auf eine funktionell äquivalente Schaltung elektronischer Halbleiterbauteile abgebildet wird, und die Ausgänge dieser Schaltung mit mindestens einigen der bestehenden anzusteuernenden Komponenten verbunden werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die elektronischen Halbleiterbauteile mindestens ein Field Programmable Gate Array (FPGA) aufweisen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Verbindung der Ausgänge dieser Schaltung mit den anzusteuernenden Komponenten über komponentenspezifische Eingabe- und/oder Ausgabeeinheiten ohne integrierte Logik erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das zu ersetzende Stellwerk ein Relaisstellwerk ist.
5. Verfahren, insbesondere nach einem der vorangehenden Ansprüche, zum Erstellen eines elektronischen Stellwerks als Ersatz eines Relaisstellwerks, wobei ein Verschussplan (V) oder ein Spurplan (S) des Relaisstellwerks mittels eines Übersetzers unter Anwendung vordefinierter eindeutiger Regeln (T) in eine logische Schaltung transformiert wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die logische Schaltung durch Anwendung invertierter Regeln (T^1) wieder in einen Vergleichsplan (V' , S') zurückübersetzt wird, welcher mit dem Verschussplan (V) bzw. Spurplan (S) vergleichbar ist, und wobei ein Vergleich (C) zwischen dem Verschussplan (V) bzw. Spurplan (S) und dem Vergleichsplan (V') durchgeführt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der Übersetzer ferner nicht sicherheitsrelevante Metadaten (M) erzeugt und wobei beim Zurückübersetzen die Metadaten (M) verwendet werden, um den Vergleichsplan mit dem Verschussplan (V) vergleichbar darzustellen.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Schaltung eine Logikeinheit (L) und eine Mehrzahl von Ein- und/oder Ausgabeeinheiten (IO_k) aufweist, wobei die logische Schaltung sternförmig mit den Ein- und/oder Ausgabeeinheiten verbunden ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-7, wobei die Schaltung eine Logikeinheit (L) und eine Mehrzahl von Ein- und/oder Ausgabeeinheiten (IO_k) aufweist, wobei die logische Schaltung in einer Ring-Architektur mit den Ein- und/oder Ausgabeeinheiten verbunden ist, wobei vorzugsweise eine Kommunikation gleichzeitig in beide Richtungen entlang des Ringes erfolgt.
10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Kommunikation CB in Datenpaketen erfolgt, die jeweils den gesamten Zustand des Systems repräsentieren, wobei die Kommunikation beispielsweise periodisch erfolgt.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Kommunikation durch einen Beobachter (B) mitgeschrieben wird.
12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltung zwei redundante Logikeinheiten aufweist, die beide je dieselbe Logikfunktion ausführen und die Resultate ausgeben, wobei vorzugsweise, falls die Resultate nicht übereinstimmen, in einen sicheren Zustand geschaltet wird und/oder ein Alarm ausgelöst wird.
13. Stellwerk, insbesondere erstellt nach einem Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, aufweisend eine elektronische Logikeinheit und eine Mehrzahl von Ein- und/oder Ausgabeeinheiten zum Ansteuern von Komponenten wie Weichen, Signale, Barrieren und dergleichen, dadurch gekennzeichnet, dass die Logikeinheit mindestens teilweise als programmierter Halbleiter-Logikbaustein ausgebildet ist.
14. Stellwerk nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Halbleiter-Logikbaustein ein Field Programmable Gate Array (FPGA) ist.
15. Stellwerk nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Logikeinheit frei von Mikroprozessoren ist.

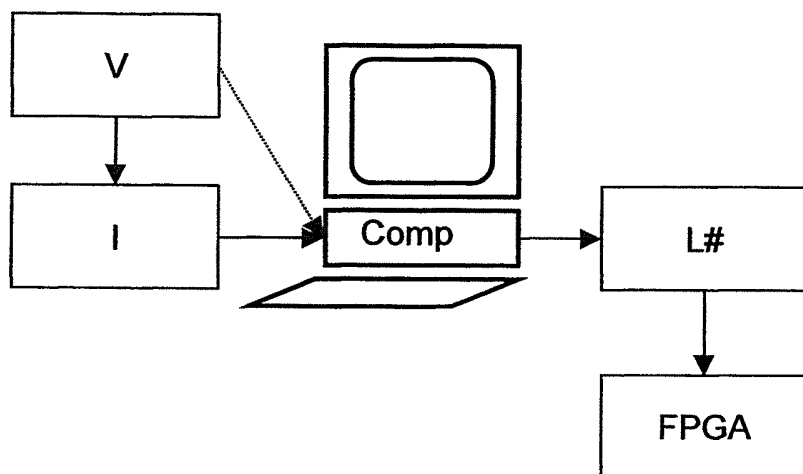


Fig. 1

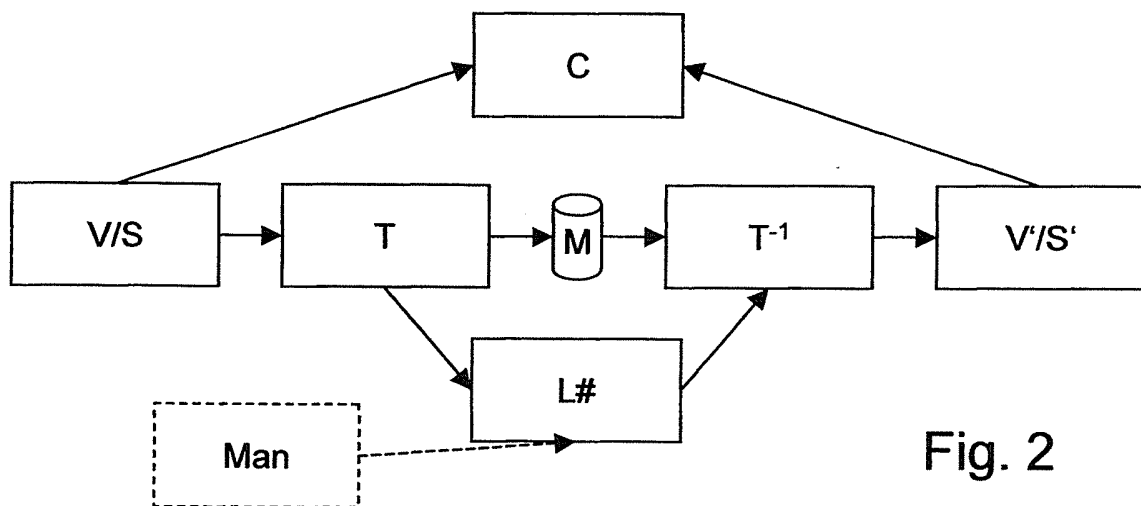


Fig. 2

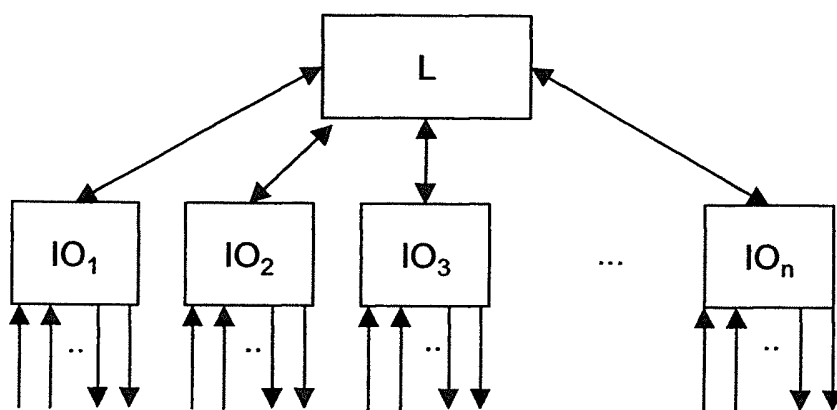
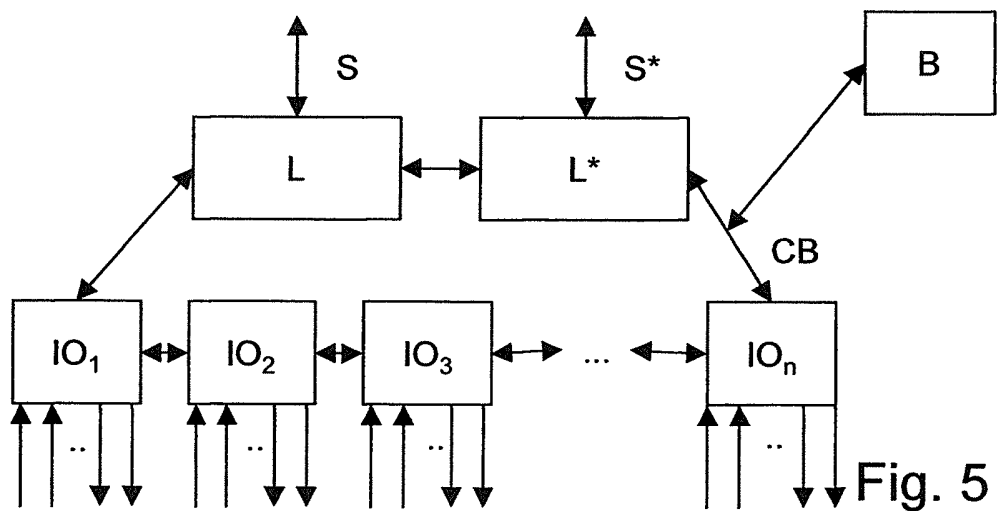
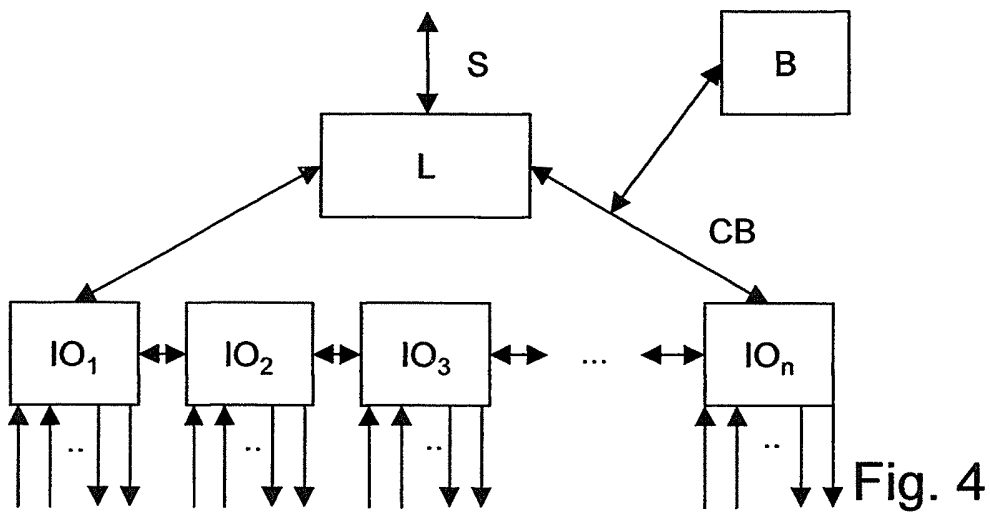


Fig. 3



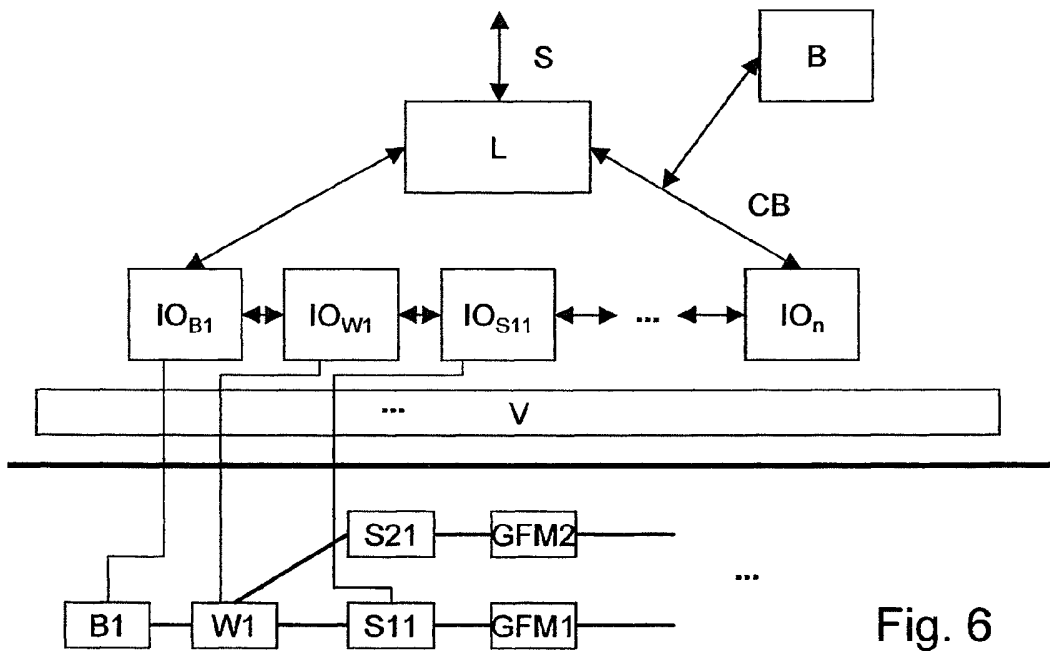


Fig. 6

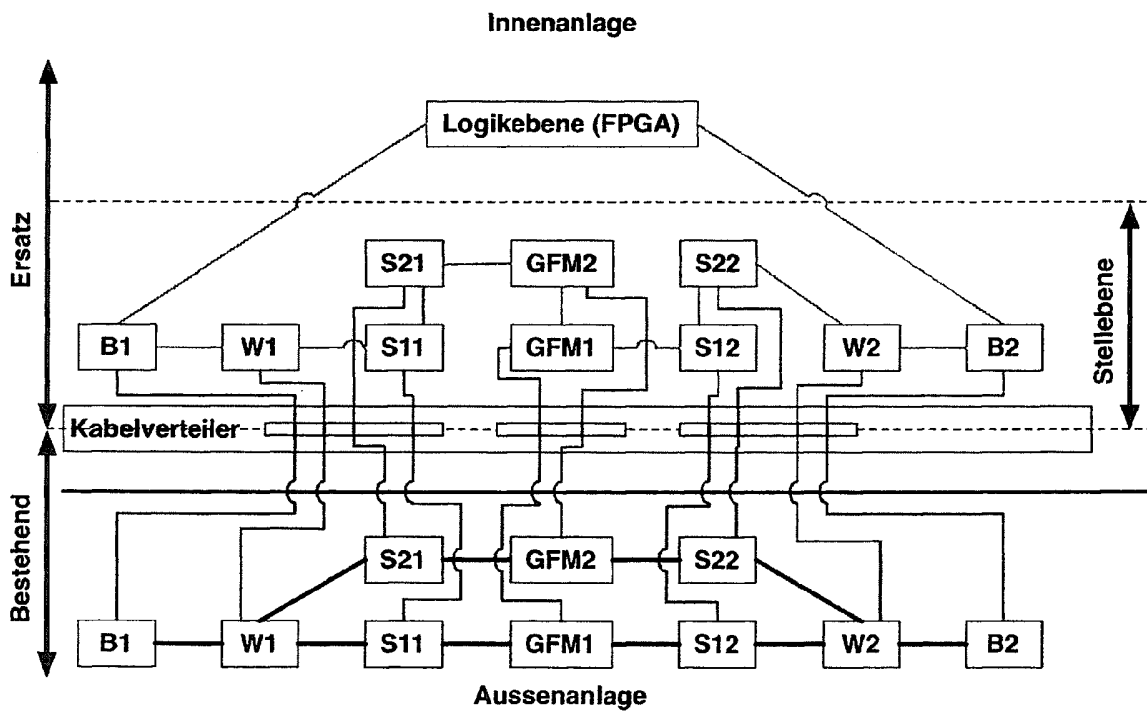


Fig. 7

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

KENNZEICHNUNG DER NATIONALEN ANMELDUNG	AKTENZEICHEN DES ANMELDERS ODER ANWALTS
	P3206 CH
Nationales Aktenzeichen	Anmeldedatum
0974/2009	23-06-2009
Anmeldeland	Beanspruchtes Prioritätsdatum
CH	
Anmelder (Name)	
Anton Gunzinger	
Datum des Antrags auf eine Recherche internationaler Art	Nummer, die die internationale Recherchenbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugewahrt hat
23-07-2009	SN 52601
I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (treffen mehrere Klassifikationssymbole zu, so sind alle anzugeben)	
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC	
B61L19/06	B61L27/00
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE	
Recherchiertes Mindestprüfstoff	
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole
IPC. 8	B61L
Recherchierte, nicht zum Mindestprüfstoff gehörige Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen	
III. <input type="checkbox"/> EINIGE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RECHERCHIERBAR ERWIESEN (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)	
IV. <input type="checkbox"/> MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)	

Formblatt PCT/SA 201 a (11/2000)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 9742009

<p>A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B61L19/06 B61L27/00</p>	
<p>Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IFC</p>	
<p>B. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE Recherchiertes Mindestprüfobjekt (Klassifikationsystem und Klassifikationssymbole) B61L</p>	
<p>Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfobjekt gebundene Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen</p>	
<p>Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data</p>	
<p>C. ALS WESENTLICH ANGESIEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN</p>	
<p>Kategorie*</p>	<p>Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile</p>
<p>Bez. Anspruch Nr.</p>	
<p>X A</p>	<p>WO 2005/113315 A1 (BALFOUR BEATTY PLC [GB]; JOHNSON NIGEL [GB]; COX STEPHEN [GB]) 1. Dezember 2005 (2005-12-01) * Seite 1, Zeile 27 - Seite 3, Zeile 16 * * Seite 6, Zeile 6 - Seite 6, Zeile 25 * * Seite 7, Zeile 25 - Seite 7, Zeile 28 * * Seite 8, Zeile 1 - Seite 8, Zeile 5 * * Seite 8, Zeile 24 - Seite 8, Zeile 31 * * Seite 9, Zeile 20 - Seite 12, Zeile 11 * * Seite 18, Zeile 7 - Seite 18, Zeile 29 * * Seite 20, Zeile 1 - Seite 20, Zeile 8 * * Abbildungen 3-5,7-9 *</p>
	<p>1-4,8, 12-15 5-7,9-11</p>
<p><input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind die Fortsetzung von Feld C zu entnehmen</p>	
<p><input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie</p>	
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen</p>	
<p>*A* Veröffentlichung, die den abgemessenen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam angesehen ist</p>	
<p>*E* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p>	
<p>*I* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Rechercherebericht genannten Veröffentlichung beeinträchtigt werden soll, oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie angegeben)</p>	
<p>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Ausstellung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p>	
<p>*P* Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p>	
<p>*S* Spätere Veröffentlichung, die nach dem Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und die die Anwesenheit nicht kumuliert, sondern nur zum Vorabschluss der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Thematik beigetragen hat</p>	
<p>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindungsetzlicher Tätigkeit beruht betrachtet werden</p>	
<p>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindungsetzlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung betrachtet wird und diese Verbindung für diese Fachmann naheliegend ist</p>	
<p>*Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>	
<p>Datum des letztgültigen Abschlusses der Recherche internationaler Art</p>	<p>Absendedatum des Berichts über die Recherche internationaler Art</p>
<p>21. Oktober 2009</p>	<p>21.10.09</p>
<p>Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel (+31-70) 385-2540, Fax (+31-70) 380-3035</p>	<p>Bevollmächtigter Beauftragter Massalski, Matthias</p>

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 9742009

C (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANZUSEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der zu Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 922 034 A (FEELY BENNETT R [US]) 13. Juli 1999 (1999-07-13)	1-4,9, 13-15
A	* Spalte 3, Zeile 9 - Spalte 3, Zeile 44 * * Spalte 4, Zeile 35 - Spalte 6, Zeile 60 * * * Abbildungen 2-5 *	5-8, 10-12
E	EP 2 090 492 A2 (DEUTSCHE BAHN AG [DE]) 19. August 2009 (2009-08-19) * Absätze [0005] - [0009], [0012] * * Abbildungen 1-4 *	1-4,8, 12-15
A	WO 03/070537 A1 (ALSTOM TRANSP S P A [IT]; MINKOWITZ CYDNEY; TRAMONTANA FRANCESCO [IT]) 28. August 2003 (2003-08-28) * Seite 3, Zeile 21 - Seite 3, Zeile 27 * * Seite 5, Zeile 21 - Seite 6, Zeile 16 * * Seite 13, Zeile 24 - Seite 18, Zeile 14 * * * Abbildungen 1,2 *	1-15
A	BAHR D ET AL: "Speicherprogrammierbare Steuerungen - Die Neuausrichtung in der Signaltechnik" 20081101, Bd. 100, Nr. 11, 1. November 2008 (2008-11-01), Seiten 6-14, XPO01516517 * das ganze Dokument *	1-15
A	EP 1 273 499 A1 (CIT ALCATEL [FR]) 8. Januar 2003 (2003-01-08) * Absätze [0005], [0000] - [0010], [0019] - [0036] * * Abbildungen 1-5 *	1-15
A	WO 00/02760 A2 (SIEMENS AG [DE]) 20. Januar 2000 (2000-01-20) * Seite 3, Zeile 23 - Seite 4, Zeile 29 * * Abbildung 3 *	1-15
A	DE 20 2005 016151 U1 (ELPRO GMBH BERLIN INDUSTRIEHQGL [DE]) 9. Februar 2006 (2006-02-09) * Absätze [0006], [0007], [0022], [0027] * * Abbildung 1 *	1,5,13

1

Formblatt PCT/ISA/201 (Fortsetzung von Blatt 2) (Januar 2004)

Seite 2 von 2

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nr. des Antrags auf Recherche
CH 9742009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2005113315	A1	01-12-2005	AT 417773 T 15-01-2009
			AU 2005245171 A1 01-12-2005
			EP 1750988 A1 14-02-2007
			GB 2414327 A 23-11-2005
US 5922034	A	13-07-1999	US 5259978 B1 10-07-2001
EP 2090492	A2	19-08-2009	DE 102008009746 A1 27-08-2009
WO 03070537	A1	28-08-2003	AT 399692 T 15-07-2008
			AU 2003210294 A1 09-09-2003
			BR 0307261 A 07-12-2004
			CA 2476400 A1 28-08-2003
			CN 1620382 A 25-05-2005
			EP 1490253 A1 29-12-2004
			ES 2307954 T3 01-12-2008
			IT S920020009 A1 22-08-2003
			KR 20080019734 A 04-03-2008
			US 2005107890 A1 19-05-2005
EP 1273499	A1	08-01-2003	FR 2826921 A1 10-01-2003
			JP 2003110607 A 11-04-2003
			US 2003056005 A1 20-03-2003
WO 0002760	A2	20-01-2000	AT 249956 T 15-10-2003
			CN 1316959 A 10-10-2001
			DE 19832601 C1 05-01-2000
			EP 1094963 A2 02-05-2001
			PL 346153 A1 28-01-2002
DE 202005016151 U1		09-02-2006	KEINE

Formblatt PD 3786/201 (Anhang Patentfamilie) (Juli 2004)