(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR AUTOMATICALLY CONTROLLING A TECHNICAL SYSTEM OPERATION

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM AUTOMATISIERTEN STEUERN EINES BETRIEBSABLAUFES BEI EINER TECHNISCHEN ANLAGE

(57) Abstract: The invention relates to a device and method for automatically controlling a technical system (54) operation. The inventive device comprises a first control unit (12) for generating first control commands (24) for initiating an operation. A second control unit (14), preferably error-protected, is used for generating second control commands (26) for carrying out safety functions. Said device also comprises at least one controlled actuator (46, 48, 50) and an I/O unit (16) which is remote from the first (12) and second (14) units. Said I/O unit (16) drives the actuator (46, 48, 50) and is connected to the first control unit (12) by means of a first interface (40). In one embodiment, said I/O unit (16) comprises a second interface (42) for connecting to the second control unit (14) and drive the actuator (46, 48, 50) according to the first and second control commands (24, 26).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

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

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum automatisierten Steuern eines Betriebsablaufs bei einer technischen Anlage (54). Die Vorrichtung besitzt eine erste Steuereinheit (12) zum Erzeugen von ersten Steuerbefehlen (24), die dazu ausgelegt sind, den vorgesehenen Betriebsablauf zu bewirken. Eine zweite, vorzugsweise fehlersichere Steuereinheit (14) dient zum Erzeugen von zweiten Steuerbefehlen (26), die dazu ausgelegt sind, Sicherheitsfunktionen auszuführen. Des Weiteren ist zumindest ein zu steuernder Aktor (46, 48, 50) sowie eine von der ersten und der zweiten Steuereinheit (12, 14) abgesetzte E/A-Einheit (16) vorhanden. Die E/A-Einheit (16) treibt den Aktor (46, 48, 50) an und ist dazu über eine erste Schnittstelle (40) mit der ersten Steuereinheit (12) verbunden. Gemäß einem Aspekt der Erfindung besitzt die E/A-Einheit (16) zudem eine zweite Schnittstelle (42) zum Anschluss an die zweite Steuereinheit (14), und sie ist dazu ausgebildet, den Aktor (46, 48, 50) abhängig von den ersten und den zweiten Steuerbefehlen (24, 26) anzutreiben (Fig. 1).
Vorrichtung und Verfahren zum automatisierten Steuern eines Betriebsablaufs bei einer technischen Anlage

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum automatisierten Steuern eines Betriebsablaufs bei einer technischen Anlage, mit

- einer ersten Steuereinheit zum Erzeugen von ersten Steuerbefehlen, die dazu ausgelegt sind, den Betriebsablauf zu bewirken,

- einer zweiten, vorzugsweise fehlersicheren Steuereinheit zum Erzeugen von zweiten Steuerbefehlen, die dazu ausgelegt sind, Sicherheitsfunktionen auszuführen,

- zumindest einem zu steuernden Aktor, und

- einer von der ersten und der zweiten Steuereinheit abgesetzten E/A-Einheit, die den Aktor antreibt, wobei die E/A-Einheit über eine erste Schnittstelle mit der ersten Steuereinheit verbunden ist.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum automatisierten Steuern eines Betriebsablaufs bei einer technischen Anlage, mit den Schritten:
- Erzeugen von ersten Steuerbefehlen, die dazu ausgelegt sind, den Betriebsablauf zu bewirken,

- Erzeugen von zweiten Steuerbefehlen, die dazu ausgelegt sind, Sicherheitsfunktionen auszuführen,

- Übertragen der ersten Steuerbefehle an eine räumlich abgesetzte E/A-Einheit, und

- Antreiben eines Aktors der technischen Anlage mit Hilfe der E/A-Einheit.


Antriebe oder auch elektromagnetisch angesteuerte Ventile. Die Zustandssignale der Anlage werden über Sensoren, beispielsweise Drehzahlssensoren, erfasst und ebenfalls über die E/A-Einheiten an die Steuereinheit gemeldet.

Die Verwendung von Feldbussen besitzt den Vorteil, dass eine Vielzahl von räumlich verteilten E/A-Einheiten vergleichsweise einfach mit einer oder sogar mehreren übergeordneten Steuereinheiten vernetzt werden können.

Betriebssteuerung der Anlage keinen sicherheitsgefährdenden Einfluss auf die Sicherheitskreise der Anlage nehmen kann.


Als dritte Möglichkeit zur Kopplung von Betriebskreis und Sicherheitskreis kommt in Betracht, die Steuerbefehle des Betriebskreises durch die Steuereinheit des Sicherheitskreises zu

Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein alternatives Konzept anzugeben, um bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art konventionelle Steuervorgänge (Betriebssteuerung) und sicherheitsgerichtete Steuervorgänge miteinander zu verknüpfen.

Diese Aufgabe wird gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung durch eine Vorrichtung der eingangs genannten Art gelöst, bei der die E/A-Einheit eine zweite Schnittstelle zum Anschluss an die zweite Steuereinheit aufweist und bei der die E/A-Einheit dazu ausgebildet ist, den Aktor abhängig von den ersten und den zweiten Steuerbefehlen anzutreiben.

Die Aufgabe wird ferner durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, das weitere Schritte aufweist:

- Übertragen der zweiten Steuerbefehle an die räumlich abgesetzte E/A-Einheit, und
Verknüpfen der ersten und der zweiten Steuerbefehle in der abgesetzten E/A-Einheit und Treiben des Aktors abhängig von den verknüpften ersten und zweiten Steuerbefehlen.


ein ausführendes Element ist, ist die Aufgabe des Trennungsprinzips hier entgegen den bisherigen Gepflogenheiten möglich.

Im einfachsten Fall führt die neue E/A-Einheit eine UND-Verknüpfung der Art durch, dass ein Aktor jeweils nur dann in Betrieb sein und genommen werden kann, wenn von keiner der beiden Steuereinheiten ein Stopp-Befehl vorliegt. Anders ausgedrückt sind die Steuerbefehle der Sicherheitssteuerung (der zweiten Steuereinheit in der Terminologie der vorliegenden Anmeldung) eine Art Freigabesignal, welches den Steuerbefehlen der Betriebssteuerung (erste Steuereinheit) überlagert wird. Die neue E/A-Einheit besitzt eine interne Verarbeitungslogik, die in der Lage ist, Betriebssteuerbefehl und Freigabesignal zu verknüpfen. Damit erhält sie eine bei bislang bekannten E/A-Einheiten nicht erforderliche und nicht vorhandene Intelligenz.

Das neue Konzept besitzt den Vorteil, dass der Verkabelungsaufwand gegenüber den oben beschriebenen Konzepten deutlich reduziert ist. Des Weiteren können zusätzliche externe Sicherheitsschaltelemente entfallen, was auch die Bauteilkosten reduziert. Da die Verknüpfung von Betriebssteuerung und Sicherheitsfunktionen andererseits „im Feld“, d.h. in der dezentral angeordneten E/A-Einheit, erfolgt, wird die Betriebssteuerung der Anlage allenfalls geringfügig verzögert.

Insgesamt ermöglicht das neue Konzept damit eine kostengünstige und effiziente Kopplung zwischen Betriebssteuerkreis und Sicherheitskreis einer technischen Anlage. Die oben genannte Aufgabe ist damit vollständig gelöst.
In einer Ausgestaltung der Erfindung ist die zweite Steuereinheit fehlersicher (im Sinne der Kategorie 3 oder höher der EN 954-1 oder im Sinne einer vergleichbaren Sicherheitsstufe, also zumindest einfehlersicher) ausgebildet. Bevorzugs ist die erste Steuereinheit demgegenüber eine Standard-Steuereinheit, die also keine hinreichende Fehlersicherheit zum Steuern von sicherheitskritischen Vorgängen gewährleistet.


In dieser Ausgestaltung ist die E/A-Einheit eine Baugruppe, die bereits von sich aus die im Bereich der Sicherheitstechnik geforderten Kriterien erfüllt. „Fehlersicher“ bedeutet hier insbesondere, dass die E/A-Einheit zumindest die Kategorie 3, bevorzugt sogar die Kategorie 4, der europäischen Norm EN 954-1 oder eine vergleichbare Sicherheitsnorm erfüllt. Diese Ausgestaltung besitzt den Vorteil, dass der Verkabelungsaufwand und die Kommunikation zwischen der E/A-Einheit und der zweiten Steuereinheit (Sicherheitssteuerung) reduziert bzw. vereinfacht werden kann, da die zweite Steuereinheit hiernach auf die Eigenfehlersicherheit der E/A-Einheit vertrauen kann.
In einer weiteren Ausgestaltung weist die E/A-Einheit zumindest ein Ausgangsschaltelement zum Antreiben des Aktors sowie einen Rückführkreis auf, mit dessen Hilfe ein Betriebszustand des Ausgangsschaltelements bestimmbar ist.


logische Adressierung, die vom Kopfteil erzeugt wird und die von der räumlichen Position der einzelnen Modulsteckplätze insoweit unabhängig ist, als dass E/A-Module, die räumlich nicht unmittelbar nebeneinander liegen, gemeinsam ein- oder ausgeschaltet werden können, ohne dass dazwischen liegende E/A-Module zwangsläufig mit angesteuert werden.

Durch den modulartigen Aufbau kann die neue E/A-Einheit sehr einfach an wechselnde Anlagenanforderungen angepasst werden. Insbesondere kann eine sehr flexible Blockabschaltung von Bereichen einer größeren Anlage realisiert werden, wie dies weiter unten anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels noch näher erläutert ist. Um eine maximale Flexibilität zu erreichen, sind in einer besonders bevorzugten Ausgestaltung sämtliche E/A-Module (ein-)fehlersicher ausgebildet.

In einer weiteren Ausgestaltung sind die E/A-Einheit und die zweite Steuereinheit über eine fehlersichere Kommunikationsverbindung miteinander verbunden.

In einer weiteren Ausgestaltung sind die E/A-Einheit und die erste Steuereinheit über eine nicht-fehlersichere Kommunikationsverbindung miteinander verbunden.


In einer weiteren Ausgestaltung sind die erste und die zweite Schnittstelle in Form von zwei physikalisch getrennten Anschlussmöglichkeiten realisiert.

In einer anderen Ausgestaltung sind die fehlersichere Kommunikationsverbindung und die nicht-fehlersichere Kommunikationsverbindung mit Hilfe eines gemeinsamen Übertragungsmediums realisiert. Dabei ist es bevorzugt, wenn die erste und zweite Schnittstelle als logisch getrennte Schnittstellen mit gemeinsamer Hardware realisiert sind.


In einer weiteren Ausgestaltung weist die E/A-Einheit zumindest einen Ausgangsanschluss zum Anschließen des Aktors auf, wobei der Ausgangsanschluss parallel sowohl von der ersten Steuereinheit als auch von der zweiten Steuereinheit adressierbar ist.

In einer weiteren Ausgestaltung weist die E/A-Einheit zumindest einen Eingangsanschluss zum Anschließen eines Meldegerätes auf, wobei der Eingangsanschluss parallel sowohl von der ersten Steuereinheit als auch von der zweiten Steuereinheit adressierbar ist.

In einer weiteren Ausgestaltung weist die E/A-Einheit zumindest einen weiteren Eingangsanschluss zum Anschließen eines weiteren Meldegerätes auf, wobei der weitere Eingangsanschluss nur von der ersten Steuereinheit oder nur von der zweiten Steuereinheit adressierbar ist.

Diese Ausgestaltung stellt dedizierte Eingänge zur Verfügung, über die sich Informationen ganz gezielt nur an jeweils eine der Steuereinheiten übermitteln lassen. Vorteil ist, dass sich hierüber gewissermaßen eine „geheime“ bzw. abgeschottete Kommunikation zwischen der jeweils befugten Steuereinheit und der E/A-Einheit auf einfache Weise realisieren lässt. Infolge dessen kann die bewährte Trennung von Sicherheitskreis und Standardkreis zuverlässiger beibehalten werden.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** ein vereinfachtes Blockschaltbild einer neuen Vorrichtung zum automatisierten Steuern einer technischen Anlage,

**Fig. 2** ein vereinfachtes Blockschaltbild einer neuen E/A-Einheit in der Vorrichtung aus Fig. 1, und
Fig. 3 eine modulartige E/A-Einheit gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

In Fig. 1 ist ein Ausführungsbeispiel der neuen Vorrichtung in seiner Gesamtheit mit der Bezugsziffer 10 bezeichnet.

Die Vorrichtung 10 besitzt eine erste Steuereinheit 12, eine zweite Steuereinheit 14 sowie zwei beispielhaft dargestellte E/A-Einheiten 16 und 18. Die erste Steuereinheit 12 ist mit den beiden E/A-Einheiten 16, 18 über einen ersten Feldbus 20 verbunden. Die zweite Steuereinheit 14 ist mit den beiden E/A-Einheiten 16, 18 über einen zweiten Feldbus 22 verbunden. Die Steuereinheiten 12, 14 können mit den E/A-Einheiten 16, 18 über die Feldbusse 20, 22 Nachrichten in Form von so genannten Bustelegrammen austauschen, die in Fig. 1 bei den Bezugsziffern 24, 26 angedeutet sind. Die Bustelegramme 24, 26 transportieren Steuerbefehle von den Steuereinheiten 12, 14 zu den E/A-Einheiten 16, 18 und in umgekehrter Richtung Daten und Zustandsmeldungen von den E/A-Einheiten 16, 18 zu den Steuereinheiten 12, 14. Diese bidirektionale Kommunikation ist in Fig. 1 an Hand der Pfeile 28, 30 dargestellt.

Die beiden Feldbusse 20, 22 sind in einem Ausführungsbeispiel an sich bekannte Bustechnologien. Beispielsweise ist der Feldbus 20 ein standardmäßiger CAN-Bus oder auch ein Profibus oder Interbus. Der Feldbus 22 ist in der bevorzugten Ausführung demgegenüber ein Feldbus speziell für sicherheitskritische Anwendungen, wie insbesondere der unter der Bezeichnung SafetyBUS p® bekannte Bus der Anmelderin der vorliegenden Erfindung. Grundsätzlich ist die Erfindung jedoch nicht auf diese speziellen Kommunikationsmedien beschränkt, d.h. die E/A-Einheiten 16,
18 können grundsätzlich auch auf andere Weise mit den Steuereinheiten 12 und 14 in Verbindung stehen, beispielsweise über eine gemeinsame Ethernetverbindung oder einen gemeinsamen Profibus.

In einem besonderen Ausführungsbeispiel sind die beiden Feldbusse 20, 22 unter Verwendung eines einzigen Kabels realisiert, das von den Steuereinheiten 12, 14 zu den E/A-Einheiten 16, 18 verlegt ist. Dies ist in Fig. 1 bei der Bezugsziffer 32 symbolisiert. Die Erfindung ist jedoch auch auf diese Ausführung nicht beschränkt, d.h. die beiden Feldbusse 20, 22 könnten auch mit getrennten Kabeln und mit gänzlich unterschiedlichen Übertragungsmedien realisiert sein.

Die zweite Steuereinheit 14 ist hier eine fehlersichere Steuereinheit im Sinne der Kategorie 4 der europäischen Norm EN 954-1. Sie ist dementsprechend mit einem mehrkanalig-redundanten Aufbau dargestellt, der hier stellvertretend für die übrigen Komponenten mit zwei getrennten Prozessoren 34, 36 symbolisiert ist. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel handelt es sich um eine fehlersichere SPS, wie sie von der Anmelderin der vorliegenden Erfindung unter der Bezeichnung PSS® angeboten wird.

Demgegenüber ist die erste Steuereinheit 12 hier eine standardmäßige Steuereinheit, konkret eine Standard-SPS. Dies ist in Fig. 1 stellvertretend für die anderen Komponenten mit Hilfe eines einzelnen Prozessors 38 symbolisiert.

Die E/A-Einheiten 16, 18 besitzen gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung eine erste Schnittstelle 40 und eine zweite Schnittstelle 42 (hier der Einfachheit halber nur für die E/A-
Einheit 16 dargestellt). In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind die beiden Schnittstellen 40, 42 in Form von physikalisch getrennten Anschlussmöglichkeiten realisiert, und zwar hier einmal als Standardschnittstelle zum Anschluss an den handelsüblichen Feldbus 20 sowie als Schnittstelle zum Anschluss an den SafetyBUS p® 22 der Anmelderin.

Mit der Bezugsziffer 44 ist ein Verarbeitungs- und Ausgangskreis der E/A-Einheit 16 bezeichnet, der nachfolgend an Hand Fig. 2 noch näher erläutert wird.


Der vorgesehene Betriebsablauf der Anlage 54 wird anschließend vollständig mit Hilfe der Steuereinheit 12 realisiert, die die Aktoren 46-50 über die E/A-Einheit 16 anspricht und umgekehrt Prozessgrößen mit Hilfe der Sensoren 52 einliest. Da von einer derartig automatisiert arbeitenden Anlage grundsätzlich eine Gefahr ausgeht, sind im Bereich von Gefährdungsstellen Sicherheitsmaßnahmen installiert. Typische Beispiele beinhalten die Absicherung der Anlage mit Hilfe von Schutzgittern und Schutztüren 56, das Anordnen von Not-Aus-Schaltern 58 an neuralgi-

Fig. 2 zeigt in einem schematischen Blockschaltbild wesentliche Bestandteile der neuen E/A-Einheit 16, wobei gleiche Bezugszeichen dieselben Elemente bedeuten wie bisher.

Die E/A-Einheit 16 besitzt eine Reihe von Ausgangsschaltkreisen 68, die jeweils einen Ausgangsanschluss 70 aufweisen. An die Ausgangsanschlüsse 70 werden die Aktoren 46, 48, 50 angeschlos-sen. In bevorzugten Ausführungsbeispielen ist vorgesehen, dass zumindest einige der Ausgangsschaltkreise 68 Hochstromausgänge
bereitstellen, so dass auch größere Lasten direkt von der E/A-Einheit 16 angesteuert werden können. Abweichend hiervon ist es jedoch grundsätzlich auch möglich, mit den Ausgängen 70 der E/A-Einheit 16 Schütze zu treiben, über die dann die eigentlichen Aktoren ein- oder ausgeschaltet werden.

In dem hier dargestellten, bevorzugten Ausführungsbeispiel sind die Ausgangsschaltkreise 68 jeweils mehrkanalig-redundant aufgebaut, und sie besitzen zudem einen internen Rückführkreis. In Fig. 2 ist dies an Hand von jeweils zwei in Reihe zueinander angeordneten Schließerkontakten 72, 74 dargestellt, die jeweils mit einem zwangsgeführten Öffnerkontakt 76, 78 gekoppelt sind. Die Öffnerkontakte 76, 78 sind typischerweise in einem Rückführkreis angeordnet, der aufgrund der zwangsgeführten Kopplung eine Aussage über die Schaltstellung der Schließerkontakte 72, 74 ermöglicht. Eine derartige Verschaltung von Öffner- und Schließerkontakten ist den einschlägigen Fachleuten auf dem Gebiet der Sicherheitstechnik hinreichend bekannt. Abweichend von der hier der Einfachheit halber gewählten Darstellung können die Ausgangsschaltkreise 68 der E/A-Einheit 16 jedoch auch in Halbleitertechnik realisiert sein, wobei Rückführkreise dann beispielsweise mit Hilfe von Optokopplern realisiert sind. In jedem Fall erfolgt die Ansteuerung der Aktoren 46-50 hier jedoch über fehlersichere Ausgangsschaltkreise 68, die direkt in der neuen E/A-Einheit 16 implementiert sind.

Mit den Bezugsziffern 80, 82, 84 sind drei beispielhaft dargestellte Eingangskreise der E/A-Einheit 16 bezeichnet. Die Eingangskreise 80-84 besitzen jeweils einen Anschluss 86 zum Anschließen von Sensoren 52 und/oder Sicherheitsgebern 56-60. In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Eingangs-
kreis 80 derartig ausgebildet, dass er nur von der ersten Steuereinheit 12 adressiert werden kann. Dementsprechend kann ein am Eingangskreis 80 angeschlossener Sensor nur von der ersten Steuereinheit 12 aus gelesen werden. Der Eingangskreis 82 kann demgegenüber sowohl von der ersten Steuereinheit 12 als auch der zweiten Steuereinheit 14 adressiert werden, so dass ein hieran angeschlossener Sensor von beiden Steuereinheiten aus gelesen werden kann. Der Eingangskreis 84 kann demgegenüber nur von der zweiten Steuereinheit 14 aus gelesen werden. Es versteht sich, dass eine beliebige Kombination der Eingangskreise 80, 82, 84 möglich ist, wobei der Eingangskreis 82, der von beiden Steuereinheiten adressiert werden kann, grundsätzlich bevorzugt ist.

Mit der Bezugsziffer 88 sind weitere Ausgangskreise bezeichnet, die insbesondere verschiedene Taktsignale an entsprechenden Anschlüssen 90 liefern. Derartige Taktsignale werden im Bereich der Sicherheitstechnik beispielsweise verwendet, um eine Querschlusserkennung zwischen zwei Leitungen zu realisieren.


In einer besonderen Ausführung sind die beiden Schnittstellen 40, 42 der neuen E/A-Einheit mit gemeinsamer Hardware als allein logisch getrennte Schnittstellen realisiert. Dies ist in Fig. 2 symbolisch durch den Kasten 104 angedeutet. Konkret handelt es sich hier beispielsweise um eine Schnittstellenhardware für einen Ethernet-Anschluß. Ein Zuordnungskreis, der bevorzugt in Form einer geeigneten Adressauswertungssoftware 106 realisiert ist, ordnet die erhaltenen und zu versendenden Telegramme 24, 26 jeweils der gewünschten Steuereinheit bzw. dem zugehörigen Speicher 92, 96 bzw. 94, 98 zu. In dieser Ausführung kann die neue E/A-Einheit dann über ein gemeinsames Ethernetkabel (oder ein anderes leitungsgebundenes oder drahtloses Übertragungsmedium) an die beiden Steuereinheiten 12, 14 angeschlossen werden.

Fig. 3 zeigt in einer vereinfachten Darstellung den konzeptionellen Aufbau einer bevorzugten modularen E/A-Einheit 110 nach der vorliegenden Erfindung. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen dabei dieselben Elemente wie zuvor.
Die E/A-Einheit 110 besitzt ein Kopfteil 112 mit den Schnittstellen 40, 42 und dem Verarbeitungsteil 44. Der Verarbeitungsteil 44 beinhaltet hier zu dem Logikteil 100 noch eine Adressumsetzung 114, die auch Bestandteil des Logikteils 100 sein kann. An das Kopfteil reihen sich Modulsteckplätze, in die E/A-Module 116, 118, 120 wahlweise einsetzbar sind. Die E/A-Module beinhalten die Eingangskreise und Ausgangskreise 68, 80, 82, 84, 88 gemäß der funktionalen Beschreibung aus Fig. 2. Sie können unterschiedlich aufgebaut sein, also beispielsweise reine Eingangsmodule oder reine Ausgangsmodule, oder auch alle zuvor beschriebenen Funktionen beinhalten.

Die Adressumsetzung 114 ist dazu ausgebildet, die einzelnen
E/A-Module 116, 118, 120 wahlweise anzusprechen, um die von den
Steuereinheiten 12, 14 kommenden Steuerbefehle weiterzuleiten.
Dabei wird die logische Verknüpfung zwischen Standardteil und
Sicherheitsteil, bspw. in Form der erläuterten UND-Verknüpfung,
berücksichtigt. Durch diese Adressumsetzung im Kopfteil 112
kann auf einfache Weise aus einer Blockabschaltung von dezentra-
ler Stelle erreicht werden, d.h. es können mehrere E/A-Module
gleichzeitig fehlersicher abgeschaltet werden.

In einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel sind die
blockweise adressierbaren E/A-Module nebeneinander gruppiert.
Im gezeigten Ausführungsbeispiel beginnt jede dieser Gruppen
mit einem fehlersicheren E/A-Modul mit einer Betriebsspannungseinspeisung.
Patentansprüche

1. Vorrichtung zum automatisierten Steuern eines Betriebsablaufs bei einer technischen Anlage (54), mit

- einer ersten Steuereinheit (12) zum Erzeugen von ersten Steuerbefehlen (24), die dazu ausgelegt sind, den Betriebsablauf zu bewirken,

- einer zweiten, vorzugsweise fehlersicheren Steuereinheit (14) zum Erzeugen von zweiten Steuerbefehlen (26), die dazu ausgelegt sind, Sicherheitsfunktionen auszuführen,

- zumindest einem zu steuernden Aktor (46, 48, 50), und

- einer von der ersten und der zweiten Steuereinheit (12, 14) abgesetzten E/A-Einheit (16), die den Aktor (46, 48, 50) antreibt, wobei die E/A-Einheit (16) über eine erste Schnittstelle (40) mit der ersten Steuereinheit (12) verbunden ist,

dadurch gekennzeichnet, dass die E/A-Einheit (16) eine zweite Schnittstelle (42) zum Anschluss an die zweite Steuereinheit (14) aufweist, und dass die E/A-Einheit (16) dazu ausgebildet ist, den Aktor (46, 48, 50) abhängig von den ersten und den zweiten Steuerbefehlen (24, 26) anzutreiben.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Steuereinheit (14) fehlersicher ausgebildet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die E/A-Einheit (16) zumindest teilweise als fehlersichere Baugruppe ausgebildet ist, insbesondere mehrkanalig-redundante Ausgangsschaltelemente (72, 74) zum Antreiben des Aktors (46, 48, 50) aufweist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die E/A-Einheit (16) zumindest ein Ausgangsschaltelement (72, 74) zum Antreiben des Aktors (46, 48, 50) sowie einen Rückführkreis (76, 78) aufweist, mit dessen Hilfe ein Betriebszustand des Ausgangsschaltelements (72, 74) bestimmbar ist.


6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die E/A-Einheit (16) und die zweite Steuereinheit (14) über eine fehlersichere Kommunikationsverbindung (22) miteinander verbunden sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die E/A-Einheit (16) und die erste Steuereinheit (12) über eine nicht-fehlersichere Kommunikationsverbindung (20) miteinander verbunden sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die fehlersichere Kommunikationsverbindung (22) und die nicht-fehlersichere Kommunikationsverbindung (20) mit Hilfe von separaten Übertragungsmedien (20, 22) realisiert sind, insbesondere separate Busverbindungen sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die separaten Übertragungsmedien (20, 22) in einem gemeinsamen Kabel (32) kombiniert sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die fehlersichere Kommunikationsverbindung (22) und die nicht-fehlersichere Kommunikationsverbindung (20) mit Hilfe eines gemeinsamen Übertragungsmediums (20, 22) realisiert sind, insbesondere ein gemeinsame Busverbindung beinhalten.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und zweite Schnittstelle (40, 42) als logisch getrennte Schnittstellen mit gemeinsamer Hardware (104) realisiert sind.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und zweite Schnittstelle (40, 42) in Form von zwei physikalisch getrennten Anschlussmöglichkeiten realisiert sind.

13. Vorrichtung nach
einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass
die E/A-Einheit (16) zumindest einen Ausgangsanschluss
(70) zum Anschließen des Aktors (46, 48, 50) aufweist, wo-
bei der Ausgangsanschluss (70) parallel sowohl von der
ersten Steuereinheit (12) als auch von der zweiten Steuer-
einheit (14) adressierbar ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch
gekennzeichnet, dass die E/A-Einheit (16) zumindest einen
Eingangsanschluss (86) zum Anschließen eines Meldegerätes
(52, 56, 58, 60) aufweist, wobei der Eingangsanschluss
(86) parallel sowohl von der ersten Steuereinheit (12) als
auch von der zweiten Steuereinheit (14) adressierbar ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass
die E/A-Einheit (16) zumindest einen weiteren Eingangs-
ananschluss (86) zum Anschließen eines weiteren Meldegerätes
(52, 56, 58, 60) aufweist, wobei der weitere Eingangs-
ananschluss (86) nur von der ersten Steuereinheit (12) oder
nur von der zweiten Steuereinheit (14) adressierbar ist.

16. E/A-Einheit zur Verwendung in einer Vorrichtung nach einem
der Ansprüche 1 bis 15, mit einer ersten Schnittstelle
(40) zum Aufnehmen von ersten Steuerbefehlen (24) einer
ersten Steuereinheit (12) und mit zumindest einem Ausgang
(70) zum Anschließen eines anzutreibenden Aktors (46, 48,
50), dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite Schnittstel-
le (42) zum Aufnehmen von zweiten Steuerbefehlen (26)
einer zweiten Steuereinheit (14) vorhanden ist und dass
die E/A-Einheit (16) dazu ausgebildet ist, den Aktor (46,
48, 50) abhängig von den ersten und zweiten Steuerbefehlen (24, 26) anzutreiben.

17. Verfahren zum automatisierten Steuern eines Betriebsablaufes bei einer technischen Anlage (54), mit den Schritten:

- Erzeugen von ersten Steuerbefehlen (24), die dazu ausgelegt sind, den Betriebsablauf zu bewirken,

- Erzeugen von zweiten Steuerbefehlen (26), die dazu ausgelegt sind, Sicherheitsfunktionen auszuführen,

- Übertragen der ersten Steuerbefehle (24) an eine räumlich abgesetzte E/A-Einheit (16), und

- Antreiben eines Aktors (46, 48, 50) der technischen Anlage (54) mit Hilfe der E/A-Einheit (16), gekennzeichnet durch die Schritte:

- Übertragen der zweiten Steuerbefehle (26) an die räumlich abgesetzte E/A-Einheit (16), und

- Verknüpfen der ersten und zweiten Steuerbefehle (24, 26) in der abgesetzten E/A-Einheit (16) und Treiben des Aktors (46, 48, 50) abhängig von den verknüpften ersten und den zweiten Steuerbefehlen (24, 26).
**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

IPC 7 G05B19/042 G05B19/05

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)

IPC 7 G05B

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 practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Category</th>
<th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th>
<th>Relevant to claim No</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>X</td>
<td>EP 0 155 213 A (MERLIN GERIN) 18 September 1985 (1985-09-18) page 5, line 1 - page 13, line 33; figures 1-3</td>
<td>1-5, 11-17</td>
</tr>
<tr>
<td>Y</td>
<td>page 5, line 1 - page 13, line 33; figures 1-3</td>
<td>6-10</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>WO 96/28769 A (LEHNER WERNER; HABERER HERMANN (DE); HARTL PAUL (DE); LEUZE ELECTRONI) 19 September 1996 (1996-09-19)</td>
<td>1, 17</td>
</tr>
<tr>
<td>A</td>
<td>page 3, line 17 - page 9, line 16; figures 1, 2</td>
<td>2-16</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>WO 00/79353 A (RUPP ROLAND; HECKEL ANDREAS (DE); PILZ GMBH &amp; CO (DE); WOHNHAAS KLAUS) 28 December 2000 (2000-12-28) page 13, paragraph 4 - page 23, last paragraph; figure 1</td>
<td>6-10</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Date of the actual completion of the international search: 6 December 2004

Date of mailing of the international search report: 14/12/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P B 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk, Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Nettesheim, J
<table>
<thead>
<tr>
<th>Patent document cited in search report</th>
<th>Publication date</th>
<th>Patent family member(s)</th>
<th>Publication date</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>EP 0155213 A1</td>
<td>18-09-1985</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>AT 192859 T</td>
<td>15-05-2000</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>DE 4441070 A1</td>
<td>30-05-1996</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>DE 59605178 D1</td>
<td>15-06-2000</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>WO 9628769 A1</td>
<td>19-09-1996</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>US 5777834 A</td>
<td>07-07-1998</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>AT 237150 T</td>
<td>15-04-2003</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>AU 6428300 A</td>
<td>09-01-2001</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>DE 50001721 D1</td>
<td>15-05-2003</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>WO 0079353 A1</td>
<td>28-12-2000</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>EP 1188096 A1</td>
<td>20-03-2002</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>JP 2003502770 T</td>
<td>21-01-2003</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>US 2002126620 A1</td>
<td>12-09-2002</td>
</tr>
</tbody>
</table>
INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

A. KLASSEIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7  605819/042  605819/05

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

B. RECHERCIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprozef (Klassifikatiori- und Klassifikationssymbole)

IPK 7  6058

Recherchierte aber nicht zum Mindestprozef 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

C. ALS WESENTLICH ANGEGEHENE UNTERLAGEN

<table>
<thead>
<tr>
<th>Kategorie</th>
<th>Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile</th>
<th>Betr. Anspruch Nr</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>X</td>
<td>EP 0 155 213 A (MERLIN GERIN) 18. September 1985 (1985-09-18) Seite 5, Zeile 1 - Seite 13, Zeile 33; Abbildungen 1-3</td>
<td>1-5, 11-17, 6-10</td>
</tr>
<tr>
<td>X</td>
<td>WO 96/28769 A (LEHNER WERNER; HABERER HERMANN (DE); HATUL PAUL (DE); LEUZE ELECTRONI) 19. September 1996 (1996-09-19) Seite 3, Zeile 17 - Seite 9, Zeile 16; Abbildungen 1,2</td>
<td>1,17</td>
</tr>
<tr>
<td>Y</td>
<td>WO 00/79353 A (RUPP ROLAND; HECKEL ANDREAS (DE); PILZ GMBH &amp; CO (DE); WOHNHAAS KLAUS) 28. Dezember 2000 (2000-12-28) Seite 13, Absatz 4 - Seite 23, letzter Absatz; Abbildung 1</td>
<td>6-10</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Weitere Veröffentlichungen sind in der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen
* A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
* E* alleres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
* L* Veröffentlichung, die geprügt ist, einen Promilanspruch 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 (ausgeführt)
* O* Veröffentlichung, die sich auf eine mundliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
* O* Veröffentlichung, die von dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. Dezember 2004

Abschließendes Datum des internationalen Recherchenberichts

14/12/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenberichte

Eurpopeisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaun 2 NL-2280 HJ Rijswijk, Tel (+31-70) 340-2040, Tw 31 651 epi nl, Fax (+31-70) 340-3016

Netzeheim, J

Bevollmächtigter Bediensteter
<table>
<thead>
<tr>
<th>Im Recherchebericht angeführtes Patentdokument</th>
<th>Datum der Veröffentlichung</th>
<th>Mitglied(e) der Patentfamilie</th>
<th>Datum der Veröffentlichung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>EP 0155213 A1</td>
<td>18-09-1985</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>AT 192859 T</td>
<td>15-05-2000</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>DE 4441070 A1</td>
<td>30-05-1996</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>DE 59605178 D1</td>
<td>15-06-2000</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>WO 9628769 A1</td>
<td>19-09-1996</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>US 5777834 A</td>
<td>07-07-1998</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>AT 237150 T</td>
<td>15-04-2003</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>AU 6428300 A</td>
<td>09-01-2001</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>DE 50001721 D1</td>
<td>15-05-2003</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>WO 0079353 A1</td>
<td>28-12-2000</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>EP 1188096 A1</td>
<td>20-03-2002</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>JP 2003502770 T</td>
<td>21-01-2003</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>US 2002126620 A1</td>
<td>12-09-2002</td>
</tr>
</tbody>
</table>