



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 100 49 504 B4 2009.09.10**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **100 49 504.4**
 (22) Anmeldetag: **06.10.2000**
 (43) Offenlegungstag: **10.05.2001**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **10.09.2009**

(51) Int Cl.⁸: **G05B 19/04 (2006.01)**
G06F 13/12 (2006.01)
G05B 19/418 (2006.01)
H04L 12/46 (2006.01)
H04L 12/12 (2006.01)
G06F 3/048 (2006.01)
H04L 29/06 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
09/420,356 18.10.1999 US

(72) Erfinder:
Christensen, Daniel D., Austin, Tex., US;
Dienstbier, Steven L., Round Rock, Tex., US

(73) Patentinhaber:
Fisher-Rosemount Systems, Inc., Austin, Tex., US

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
siehe Folgeseite

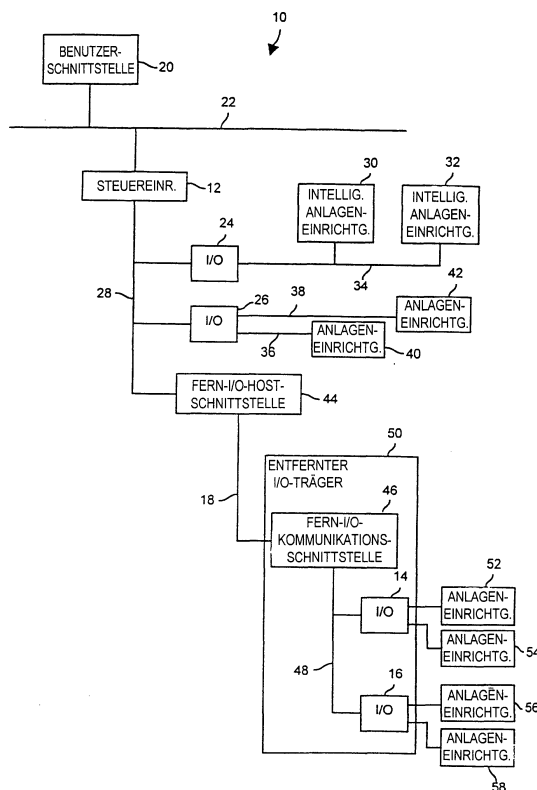
(74) Vertreter:
Meissner, Bolte & Partner GbR, 80538 München

(54) Bezeichnung: **Verfahren und System zur transparenten Unterstützung von entfernten Eingabe-/Ausgabeeinrichtungen in einem Prozeßsteuersystem**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum automatischen Konfigurieren einer Kommunikationsverbindung zur Verwendung in einem verteilten Prozesssteuersystem, das enthält:

- eine Steuereinrichtung, die konfiguriert ist, einen oder mehrere Steueralgorithmen auszuführen, um ein oder mehrere Feldgeräte zu steuern,
- eine erste Fern-I/O-Schnittstelle, die in Kommunikationsverbindung mit der Steuereinrichtung und einer Fern-I/O-Kommunikationsverbindung steht,
- eine zweite Fern-I/O-Schnittstelle, die in Kommunikationsverbindung mit der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung steht, und
- eine I/O-Einrichtung, die mit der zweiten Fern-I/O-Schnittstelle in Kommunikationsverbindung steht, wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

Empfangen einer Eingabe von einem Benutzer über eine graphische Benutzerschnittstelle, die mit der Steuereinrichtung verbunden ist, die eine Verbindung zwischen der Steuereinrichtung und der I/O-Einrichtung spezifiziert;
 Verwenden der Steuereinrichtung zum Erkennen, dass die Verbindung zwischen der Steuereinrichtung und der I/O-Einrichtung Kommunikation über Fern-I/O-Kommunikationsverbindung erfordert;
 Verwenden der Steuereinrichtung zum automatischen Erzeugen eines ersten Kommunikationsobjekts basierend auf der Verbindung zwischen der Steuereinrichtung und der I/O-Einrichtung, das automatisch die Kommunikation...





(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 100 49 504 B4** 2009.09.10

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

US	58 38 563	A
US	58 28 851	A
US	59 40 294	A
EP	07 54 322	B1

LUMPP, T.

GRUHLER, G.

KUCHLIN, W.: "Virtual Java devices. Integration of
fieldbus based systems in the Internet", 24th
Annual Conference of the IEEE Industrial
Electronics Society, Bd. 1, 31 Aug.-4 Sept. 1998,
176-181, Vol. 1, Doi 10.1109/IECON.1998.723972

SOLVIE, M.J.: "Configuration of distributed
time-critical fieldbus systems", 2nd
International Workshop on Configurable
Distributed Systems, 21-23 March 1994, 211, Doi
10.1109/IWCDS.1994.289917

WOLLSCHLAEGER, M.: "Planning, configuration
and management of industrial communication
networks using Internet technology", IEEE
Global Telecommunications Conference, Bd. 2,
8-12 Nov. 1998, 1184-1189, Vol. 2, Doi
10.1109/GLOCOM.1998.776910

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft allgemein Prozeßsteuersysteme und insbesondere ein System und ein Verfahren zum automatischen Konfigurieren einer Fern-Eingabe-/Ausgabekommunikationsverbindung (I/O) in einem Prozeßsteuersystem.

[0002] Moderne Prozeßsteuersysteme sind typischerweise verteilte Steuersysteme auf Mikroprozessorbasis (DCSs). Eine herkömmliche DCS-Konfiguration enthält eine oder mehrere Benutzerschnittstellen, wie etwa Workstations, die durch einen Datenbus (z. B. Ethernet) mit einer oder mehreren Steuereinrichtungen verbunden sind. Die Steuereinrichtungen sind allgemein physisch nahe an einem gesteuerten Prozeß und stehen in Kommunikation mit zahlreichen elektronischen Überwachungseinrichtungen und Anlageneinrichtungen, wie etwa elektronischen Sensoren, Übertragungseinrichtungen bzw. Gebern, Strom-Druck-Transducern, Ventilpositioniereinrichtungen etc., die über den Prozeß verteilt sind.

[0003] In einem herkömmlichen DCS werden Steueraufgaben verteilt, indem innerhalb jeder der Steuereinrichtungen ein Steueralgorithmus vorgesehen wird. Die Steuereinrichtungen führen unabhängig die Steueralgorithmen aus, um die mit den Steuereinrichtungen verbundenen Anlageneinrichtungen zu steuern. Diese Dezentralisierung von Steueraufgaben bietet eine insgesamt größere Systemflexibilität. Wenn beispielsweise ein Benutzer einen neuen Prozeß oder einen Teil eines neuen Prozesses zu dem DCS hinzufügen möchte, kann der Benutzer eine zusätzliche Steuereinrichtung (die einen geeigneten Steueralgorithmus hat) hinzufügen, die mit den entsprechenden Sensoren, Betätigungseinrichtungen etc. verbunden wird. Wenn alternativ der Benutzer einen vorhandenen Prozeß modifizieren möchte, können neue Steuerparameter oder Steueralgorithmen beispielsweise aus einer Benutzerschnittstelle über einen Datenbus auf die geeignete Steuereinrichtung heruntergeladen werden.

[0004] Um eine verbesserte Modularität und Kompatibilität zwischen Herstellern zu schaffen, geht die Tendenz bei Herstellern von Prozeßsteueranlagen in jüngerer Zeit zu einer weiteren Dezentralisierung der Steuerung eines Prozesses. Diese Lösungsansätze der jüngeren Vergangenheit basieren auf "intelligenten" Anlageneinrichtungen, die unter Verwendung eines offenen Protokolls kommunizieren, wie etwa des HART[®]-, PROFIBUS[®]-, WORLDVIP[®]-, Device-Net[®]-, CAN- und FIELDBUS[®]-Protokolls. Diese intelligenten Anlageneinrichtungen sind im wesentlichen auf Mikroprozessoren basierende Einrichtungen, wie etwa Sensoren, Betätigungseinrichtungen etc., die in einigen Fällen, wie beispielsweise bei Fieldbus-Einrichtungen, auch Steuerschleifen- bzw. Regelkreisfunktionen ausführen, die traditionell von einer DCS-Steuer-

einrichtung ausgeführt wurden. Da einige intelligente Anlageneinrichtungen eine Steuerfähigkeit bieten und unter Verwendung eines offenen Protokolls kommunizieren, können Anlageneinrichtungen von einer Vielzahl von Herstellern miteinander auf einem gemeinsamen digitalen Datenbus kommunizieren und können zusammenwirken, um einen Regelkreis ohne den Eingriff einer herkömmlichen DCS-Steuer-einrichtung auszuführen.

[0005] In herkömmlichen Prozeßsteuersystemen können Anlageneinrichtungen direkt mit einer Steuereinrichtung verbunden werden oder alternativ mit einer oder mehreren Eingabe-/Ausgabeeinrichtungen (I/O-Einrichtungen) verbunden werden, die mit der Steuereinrichtung über einen Datenbus in Kommunikationsverbindung stehen. Allgemein ausgedrückt verarbeiten diese I/O-Einrichtungen analoge und/oder digitale Informationen, die von den Anlageneinrichtungen abgegeben werden, und senden die verarbeitete Information als digitale Mitteilung, die Steuersignale, Einrichtungsinformationen etc. enthält, über den Steuereinrichtungsdatenbus zu der Steuereinrichtung. Zusätzlich kann die Steuereinrichtung digitale Mitteilungen, die Konfigurationsinformationen, Befehle etc. enthalten, über den Steuereinrichtungsdatenbus an die I/O-Einrichtungen senden. Die von der Steuereinrichtung an die I/O-Einrichtungen gesendeten digitalen Mitteilungen können verwendet werden, um die Art und Weise zu verändern, in der die I/O-Einrichtungsprozeßsignale, die von den Anlageneinrichtungen empfangen werden, verwendet werden können, um Signale an die Anlageneinrichtungen zu senden. Herkömmliche I/O-Einrichtungen senden und empfangen analoge und digitale Signale, wie etwa 4–20 mA Signale, 0–10 V Gleichstromsignale, Trockenkontaktschlußsignale etc. zu und von Standardanlageneinrichtungen. In jüngerer Zeit sind jedoch verbindende bzw. Brücken-I/O-Einrichtungen verfügbar, die es einem Netzwerk aus intelligenten Anlageneinrichtungen, wie etwa den vorstehend beschriebenen Fieldbus-Einrichtungen, ermöglichen, mit der Steuereinrichtung unter der Verwendung von digitalen Mitteilungen über den Steuereinrichtungsdatenbus zu kommunizieren.

[0006] In der Praxis sind I/O-Einrichtungen typischerweise physisch nahe an den Anlageneinrichtungen angeordnet, mit welchen sie verbunden sind, und können auf einer gemeinsamen Montageschiene sitzen, die ihren Anschluß an eine Leistungsquelle und den Steuereinrichtungsdatenbus erleichtert. Auf diese Weise ist es bei Anwendungen, bei welchen einige der Anlageneinrichtungen von dem Ort des Prozeßsteuersystems physisch entfernt sind, wünschenswert, einige der I/O-Einrichtungen so zu positionieren, daß diese I/O-Einrichtungen nahe an den entfernt gelegenen Anlageneinrichtungen sind. Das einfache Erweitern des Steuereinrichtungsdatenbuses zum Anschluß von entfernt gelegenen I/O-Ein-

richtungen stellt jedoch beträchtliche Schwierigkeiten dar, da der Steuereinrichtungsdatenbus typischerweise nicht für zuverlässige Kommunikation über die erforderliche Distanz zu den entfernten I/O-Einrichtungen geeignet ist.

[0007] Eine Vielzahl von bekannten Kommunikationsmedien (beispielsweise drahtlose, Lichtwellenleiter-, Koaxialkabel- und ähnliche Medien) und Kommunikationsprotokolle (beispielsweise High Speed Ethernet) sind für Langstreckenkommunikation verfügbar und können allgemein ausgedrückt eine zuverlässige Fernkommunikationsverbindung zwischen entfernten I/O-Einrichtungen und einer Steuereinrichtung bilden. Während diese bekannten Techniken zum Erzielen der Fernkommunikation es ermöglichen, daß Steuereinrichtungen mit entfernten I/O-Einrichtungen (und den zu den I/O-Einrichtungen gehörenden Anlageneinrichtungen) kommunizieren, erlauben sie keine nahtlose Integration der entfernten I/O-Einrichtungen in das Prozeßsteuersystem. Da beispielsweise der Steuereinrichtungsdatenbus und die Kommunikationsverbindung zu den entfernten I/O-Einrichtungen typischerweise verschiedene Medien und/oder unterschiedliche Kommunikationsprotokolle verwenden, kann die Steuereinrichtung mit den entfernten I/O-Einrichtungen über eine Fern-I/O-Schnittstelleneinrichtung kommunizieren, die eine aufwendige manuelle Integration durch den Benutzer erfordert.

[0008] Die Integration von Fern-I/O-Schnittstellen kann eine Konfiguration für jede einzelne Einrichtung beeinhaltend, wobei der Benutzer komplexe Kommunikationsverbindungen manuell definieren und einsetzen muß, um Informationen zwischen der Steuereinrichtung und den entfernten I/O-Einrichtungen über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung weiterzuleiten. Das hat zur Folge, daß der Systembenutzer intensive Kenntnisse der jeweiligen Kommunikationskonfigurationsattribute haben muß, die zu den lokalen I/O-Einrichtungen gehören, und zusätzlich mit den jeweiligen Kommunikationskonfigurationsattributen der Fern-I/O-Schnittstelleneinrichtung vertraut sein muß, die von den Kommunikationskonfigurationsattributen der lokalen I/O-Einrichtungen stark verschieden sein können. Diese aufwendige manuelle Integration von entfernten I/O-Einrichtungen ist nicht wünschenswert, da das Erscheinungsbild des Systems inkonsistent wird, wenn der Benutzer versucht, entfernte I/O-Einrichtungen in Steuerschleifen einer lokalen Steuereinrichtung zu integrieren. Beispielsweise kann eine grafische Oberfläche einem Benutzer das Zuweisen von Symbolen, die Einrichtungen darstellen, zum Herstellen von Verbindungen (beispielsweise unter Verwendung einer Maus oder einer anderen herkömmlichen Computer-Zeigeeinrichtung) in einer Steuerschleife zwischen lokalen I/O-Einrichtungen erlauben, wobei es jedoch erforderlich sein kann, daß der Benutzer Steuerschleifen-

verbindungen mit entfernten I/O-Einrichtungen unter Verwendung eines völlig anderen Verfahrens definiert, beispielsweise durch Eingeben einer Reihe von Textbefehlen über die Tastatur, die mit der Benutzerschnittstelle verbunden ist.

[0009] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein System und ein Verfahren zum Konfigurieren einer Kommunikationsverbindung in einem Prozeßsteuersystem zu schaffen, bei dem die im Stand der Technik auftretenden Probleme vermieden werden.

[0010] Die Lösung der Aufgabe ergibt sich aus den Patentansprüchen. Unteransprüche beziehen sich auf bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung. Dabei sind auch andere Kombinationen von Merkmalen als in den Ansprüchen beansprucht möglich.

[0011] Das hier beschriebene System und Verfahren ermöglicht die nahtlose Integration von entfernt gelegenen I/O-Einrichtungen innerhalb eines Prozeßsteuersystems. Allgemein ausgedrückt konfigurieren das System und Verfahren automatisch eine entfernte bzw. Fern-I/O-Schnittstelleneinrichtung an jedem Ende einer Fern-I/O-Kommunikationsverbindung, so daß alle Kommunikationsaktivitäten (beispielsweise Konfiguration, Laufzeit, Berichterstattungen, Benutzeranforderungen von Informationen über die Benutzerschnittstelle etc.) mit den Fern-I/O-Einrichtungen über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung aus der Perspektive des Benutzers an einer Benutzerschnittstelle und einer Steuereinrichtung, die über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung kommuniziert, transparent erscheinen. Genauer ausgedrückt richten das System und das Verfahren Kommunikationsobjekte in einem Paar von I/O-Schnittstelleneinrichtungen ein, die an den jeweiligen Enden der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung angeordnet sind. Insbesondere wird ein lokales Kommunikationsobjekt in der Fern-I/O-Schnittstelle eingerichtet, die mit der Steuereinrichtung verbunden ist, und ein entferntes Kommunikationsobjekt wird in der Fern-I/O-Schnittstelle eingerichtet, die mit den entfernten I/O-Einrichtungen verbunden ist. Die Kommunikationsobjekte stellen Kommunikationsverbindungen her, welche das Weiterleiten der Kommunikation zwischen der Steuereinrichtung und den entfernten I/O-Einrichtungen über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung erlauben.

[0012] Ein besonders wichtiger Aspekt des hier beschriebenen Systems und Verfahrens ist, daß der Benutzer auf Systemebene durch eine grafische Schnittstelle bzw. Oberfläche, die auf der Benutzerschnittstelle abläuft, eingreifen kann, um beispielsweise Regelkreise oder Steuerschleifen zu konfigurieren, Prozeßparameter zu überwachen und dergleichen, die zu einer Kombination von lokalen und entfernten I/O-Einrichtungen gehören, welche unter Verwendung einer oder mehrerer Kommunikationstech-

niken (d. h. Medien und/oder Protokolle) kommunizieren können, ohne daß dem Benutzer die zugrundeliegenden Kommunikationstechniken verständlich sein müssen oder auch nur bewußt sein müssen. Mit anderen Worten isolieren das System und das Verfahren, die hier beschrieben werden, den Benutzer von den Implementierungsdetails der darunterliegenden Fern-I/O-Kommunikationstechniken durch automatisches Erzeugen und Instanzieren von geeigneten Kommunikationsobjekten (z. B. den lokalen und den entfernten Kommunikationsobjekten) in den Fern-I/O-Schnittstelleneinrichtungen ansprechend auf eine Anforderung eines Benutzers, eine Steuer Schleife mit einer entfernten I/O-Einrichtung zu verbinden. In einer Ausführungsform erkennen das System und das Verfahren automatisch, daß der Benutzer eine Kommunikation (beispielsweise über eine Steuerschleifenverbindung) mit einer entfernten I/O-Einrichtung angefordert hat, welche die Kommunikation über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung benötigt, erstellt Kommunikationsobjekte, um diese Fern-Kommunikation zu ermöglichen und durchzuführen, und lädt diese Kommunikationsobjekte in die geeigneten I/O-Einrichtungen während der Konfiguration, um die von dem Benutzer angegebene Kommunikation zu ermöglichen. Das hat zur Folge, daß der Benutzer nur verstehen muß, wie die grafische Oberfläche bzw. Schnittstelle zu benutzen ist, um beispielsweise mit dem Steuersystem zu arbeiten, und die Arbeit des Benutzers am System hat ein konsistentes Erscheinungsbild, unabhängig davon, ob der Benutzer eine Verbindung mit einer entfernten oder mit einer lokalen I/O-Einrichtung wünscht, und ungeachtet der darunterliegenden Kommunikationstechniken, die zum Erzielen der Fern-I/O-Kommunikation verwendet werden.

[0013] Gemäß einem Aspekt der Erfindung legt ein Verfahren zum Konfigurieren einer Kommunikationsverbindung zur Verwendung in einem verteilten Prozeßsteuersystem, das eine Steuereinrichtung, eine erste entfernte bzw. Fern-I/O-Schnittstelle, die mit der Steuereinrichtung und einer Fern-I/O-Kommunikationsverbindung kommunikativ verbunden ist, eine zweite Fern-I/O-Schnittstelle, die mit der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung kommunikativ verbunden ist, und eine I/O-Einrichtung hat, die mit der zweiten Fern-I/O-Schnittstelle kommunikativ verbunden ist, eine Verbindung zwischen der Steuereinrichtung und der I/O-Einrichtung fest. Das Verfahren kann erkennen, daß die Fernverbindung eine Kommunikation über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung benötigt und automatisch ein erstes Kommunikationsobjekt erzeugen, das automatisch die Kommunikation zwischen der Steuereinrichtung und der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung weiterleitet, und kann ebenso automatisch ein zweites Kommunikationsobjekt erzeugen, das automatisch die Kommunikation zwischen der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung und der I/O-Einrichtung weiterleitet.

[0014] Das Verfahren kann ferner automatisch das erste Kommunikationsobjekt erzeugen, so daß das erste Kommunikationsobjekt die Kommunikation, die ein erstes Signalprotokoll hat, empfängt und die zu sendende Kommunikation unter Verwendung eines zweiten Signalprotokolls umwandelt, und kann das zweite Kommunikationsobjekt erzeugen, so daß das zweite Kommunikationsobjekt die Kommunikation, die das zweite Signalprotokoll hat, empfängt und die zu sendende Kommunikation unter Verwendung des ersten Signalprotokolls umwandelt.

[0015] Nachfolgend werden Ausführungsformen der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert.

[0016] [Fig. 1](#) ist ein schematisches Blockdiagramm, das ein Prozeßsteuersystem zeigt, das eine Steuereinrichtung hat, die mit entfernten I/O-Einrichtungen über eine Fernkommunikationsverbindung kommunikativ verbunden ist;

[0017] [Fig. 2](#) ist ein beispielhaftes Blockdiagramm, das Kommunikationsobjekte zeigt, welche die automatische Kommunikation zwischen der Steuereinrichtung und den entfernten I/O-Einrichtungen von [Fig. 1](#) ermöglichen;

[0018] [Fig. 3](#) ist ein beispielhaftes Flußdiagramm, das ein Verfahren zum Erzeugen und Instanzieren der Kommunikationsobjekte von [Fig. 2](#) darstellt;

[0019] [Fig. 4](#) ist ein beispielhaftes Flußdiagramm, das ein Verfahren zeigt, durch welches die Informationen von den entfernten I/O-Einrichtungen unter Verwendung der Kommunikationsobjekte von [Fig. 2](#) zu der Steuereinrichtung gesendet werden;

[0020] [Fig. 5](#) ist ein beispielhaftes Flußdiagramm, das ein Verfahren darstellt, durch welches die Informationen von der Steuereinrichtung unter Verwendung der Kommunikationsobjekte von [Fig. 2](#) zu den entfernten I/O-Einrichtungen gesendet werden;

[0021] [Fig. 6](#) ist ein schematisches Blockdiagramm, das eine grafische Schnittstelle zeigt, die zum Konfigurieren von Steuerschleifen in dem Prozeßsteuersystem von [Fig. 1](#) verwendet werden kann;

[0022] [Fig. 7](#) ist ein schematisches Blockdiagramm, das Routinen zur automatischen Erfassung zeigt, die in den Fern-I/O-Schnittstellen verwendet werden können, um die automatische Erfassung und Kommunikation mit den entfernten I/O-Einrichtungen von [Fig. 1](#) zu ermöglichen; und

[0023] [Fig. 8](#) ist ein beispielhaftes Flußdiagramm, das ein Verfahren zum Einrichten von Routinen zur automatischen Erfassung von [Fig. 7](#) zeigt.

[0024] Es wird ein System und ein Verfahren zum

automatischen Konfigurieren einer Fern-I/O-Kommunikationsverbindung und zum Ausführen von Kommunikationsvorgängen zwischen entfernt angeordneten Eingabe-/Ausgabeeinrichtungen (I/O) über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung im Detail in Verbindung mit einem bestimmten Prozeßsteuersystem beschrieben. Es sei jedoch angemerkt, daß das hier beschriebene System und Verfahren mit einer Vielzahl von Prozeßsteuersystemen vorteilhaft verwendet werden kann, die eine Fern-I/O-Kommunikationsverbindung haben, die eines aus einer Vielzahl von Kommunikationsmedien, wie etwa drahtlose/Spread Spectrum-Medien, Lichtwellenleiter und dergleichen, sowie Kommunikationsprotokolle, wie etwa Fieldbus, AS-Interface, Profibus, DeviceNet etc. verwenden.

[0025] **Fig. 1** ist ein schematisches Blockdiagramm, das ein Prozeßsteuersystem **10** darstellt, das eine Steuereinrichtung **12** hat, die in Kommunikationsverbindung mit entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** über eine Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** steht. Das Steuersystem **10** enthält eine Benutzerschnittstelle **20**, bei der es sich um eine Workstation handeln kann, die in einem Kommunikationsnetzwerk mit der Steuereinrichtung **12** über einen Datenbus **22** auf Systemebene verbunden ist. Der Datenbus **22** auf Systemebene kann ein Standard-Ethernet-Datenbus oder jeder andere Datenbus sein, der zur Datenübertragung geeignet ist. Die Steuereinrichtung **12** kann eine DCS-Steuereinrichtung sein und kann mit der Benutzerschnittstelle **20** unter Verwendung eines proprietären Kommunikationsprotokolls oder in jeder anderen geeigneten Weise über den Datenbus **22** auf Systemebene in Kommunikationsverbindung stehen. Beispielsweise kann die Steuereinrichtung **12** Alarm- und Statusinformationen an die Benutzerschnittstelle **20** senden und kann zusätzlich Befehle und Anfragen des Benutzers von der Benutzerschnittstelle **20** über den Datenbus **22** auf Systemebene erhalten. Die Steuereinrichtung **12** kann ferner Steueralgorithmien zur Verwendung bei der Steuerung von Anlageneinrichtungen enthalten, die in einer beliebigen herkömmlichen oder gewünschten Weise mit der Steuereinrichtung **12** verbunden sind.

[0026] In diesem Beispiel ist die Steuereinrichtung **12** in Kommunikation mit I/O-Einrichtungen **24** und **26** über einen Steuereinrichtungsdatenbus **28**, der typischerweise ein proprietäres Signalprotokoll verwendet. Die I/O-Einrichtung **24** kann als eine Kommunikationsbrücke bzw. Verbindungseinrichtung mit intelligenten Anlageneinrichtungen **30** und **32** dienen, die miteinander und mit der I/O-Einrichtung **24** über einen Datenbus **34** mit nicht proprietärem Protokoll verbunden sind. Die intelligenten Anlageneinrichtungen **30** und **32** können beispielsweise Fieldbus-Einrichtungen sein und demgemäß kann der Datenbus **34** mit nicht proprietärem Protokoll das Fieldbus-Signal

verwenden. Es ist bekannt, daß die intelligenten Anlageneinrichtungen **30** und **32** so konfiguriert sein können, daß sie eine oder mehrere Prozeßsteuerschleifen entweder in Verbindung mit der Steuereinrichtung **12** oder unabhängig von dieser ausführen. Andere Arten von Einrichtungen und Protokollen könnten jedoch verwendet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen. Im Gegensatz dazu kann die I/O-Einrichtung **26** eine Standard-I/O-Einrichtung sein, wie etwa eine analoge Eingabekarte (AI), eine analoge Ausgabekarte (AO) etc., die über Leitungen **36** und **38** mit den jeweiligen herkömmlichen Anlageneinrichtungen **40** und **42** in Kommunikation steht.

[0027] Die Steuereinrichtung **12** steht auch in Kommunikation mit einer Fern-I/O-Hostschnittstelle **44**, die es der Steuereinrichtung **12** ermöglicht, transparent mit den entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** über die Fernkommunikationsverbindung **18** zu kommunizieren. Genauer ausgedrückt kommuniziert die Fern-I/O-Schnittstelle **44** mit der Steuereinrichtung **12** über den Steuereinrichtungsdatenbus **28** unter Verwendung des geeigneten proprietären Signalprotokolls und sendet/empfängt Informationen über die Fernkommunikationsverbindung **18** zu/von einer Fern-Kommunikationsschnittstelle **46** unter Verwendung eines herkömmlichen Fernkommunikationssignalprotokolls (beispielsweise High Speed Ethernet), das sich typischerweise von dem proprietären Signalprotokoll des Steuereinrichtungsdatenbusses **28** unterscheidet. In ähnlicher Weise sendet und empfängt die Fern-Kommunikationsschnittstelle **46** Signale über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** unter Verwendung des herkömmlichen Fernkommunikationsprotokolls und leitet dieses Signal zu und von den entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** über einen entfernten Datenbus **48** weiter, der ein proprietäres Signalprotokoll verwenden kann. Tatsächlich kann dieses proprietäre Signalprotokoll dasselbe Protokoll wie das Signalprotokoll sein, das auf dem Steuereinrichtungsdatenbus **28** verwendet wird.

[0028] Genauer ausgedrückt kommuniziert die Fern-I/O-Hostschnittstelle **44** mit der Steuereinrichtung **12** über den Steuereinrichtungsdatenbus **28** unter Verwendung des proprietären Signalprotokolls, das auf dem Steuereinrichtungsdatenbus **28** verwendet wird, und verarbeitet diese Kommunikationsdaten (d. h. wandelt sie) unter Verwendung von Kommunikationsobjekten (die weiter unten im Detail erörtert werden), um die verarbeiteten Kommunikationsdaten über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** unter Verwendung des herkömmlichen Fernsignalkommunikationsprotokolls zu senden. Entsprechend wandelt die Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle **46** Kommunikationsdaten unter Verwendung von Kommunikationsobjekten über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** um, um die Kommunikation über den entfernten Datenbus **48** unter Verwendung des

selben proprietären Signalprotokolls, das auf dem Steuereinrichtungsdatenbus **28** verwendet wird, zu senden. Auf diese Weise führen die Fern-I/O-Kommunikationsschnittstellen **44** und **46** (zusammen mit den Kommunikationsobjekten) eine Umwandlung bzw. Rückumwandlung des Signalprotokolls an den jeweiligen Enden der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** durch, so daß das über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** verwendete Signalprotokoll für die Steuereinrichtung **12** transparent ist, die beispielsweise über die Verbindung **18** mit einer der entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** in Verbindung stehen kann. Tatsächlich kann die Steuereinrichtung **12** mit einer oder mehreren der I/O-Einrichtungen **14** und **16** kommunizieren, so als ob die I/O-Einrichtungen **14** und **16** direkt die Kommunikation über den Steuereinrichtungsdatenbus **28** durchführen. Zusätzlich können die Fern-Kommunikationsschnittstelle **46** und die entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** in einem entfernten I/O-Träger **50** montiert werden, der die mechanische Befestigung der Fern-Kommunikationsschnittstelle **46** und der entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** erleichtert und der die elektrischen Verbindungen der I/O-Einrichtungen **14** und **16** mit der Fern-Kommunikationsschnittstelle **46** und mit den Anlageneinrichtungen **52-58** erleichtert.

[0029] **Fig. 2** ist ein beispielhaftes Blockdiagramm, das ein lokales Kommunikationsobjekt **70** und ein entferntes Kommunikationsobjekt **72** darstellt, welche eine transparente Kommunikation zwischen der Steuereinrichtung **12** und den entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** aus **Fig. 1** ermöglichen. Allgemein ausgedrückt wirken die Kommunikationsobjekte **70** und **72** zusammen, um die Kommunikationsverbindungen zu schaffen, die zum Übertragen von Informationen zwischen den entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** und Steuereinrichtung **12** über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** erforderlich sind. Genauer ausgedrückt erlaubt das lokale Kommunikationsobjekt **70** das Übertragen von Informationen zwischen dem Steuereinrichtungsdatenbus **28** und der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18**, und das entfernte Kommunikationsobjekt **72** ermöglicht, daß die Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle **46** Informationen zwischen der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** und dem entfernten Datenbus **48** überträgt. Beispielsweise kann die Steuereinrichtung **12** so konfiguriert sein, daß sie periodisch Steuerinformationen über den Steuereinrichtungsdatenbus **28** für die entfernte I/O-Hostschnittstelle **44** veröffentlicht, und die entfernte I/O-Hostschnittstelle **44** verwendet das lokale Kommunikationsobjekt **70**, um diese Steuerinformationen über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** zu der Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle **46** zu leiten. Die Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle **46** kann dann das entfernte Kommunikationsobjekt **72** verwenden, um die Steuerinformationen periodisch über den entfernten Daten-

bus **48** den entsprechenden I/O-Einrichtungen **14** und **16** zu veröffentlichen. In ähnlicher Weise kann die Steuereinrichtung **12** so konfiguriert sein, daß sie die Steuerinformation abonniert, die von einer der entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** abgegeben werden, und in diesem Fall wird die Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle **46** so konfiguriert, daß sie periodisch die von der Steuereinrichtung **12** benötigte Steuerinformation von einer der entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** über den entfernten Datenbus **48** abrufen. Die Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle **46** kann dann das entfernte Kommunikationsobjekt **72** verwenden, um Steuerinformationen über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** zu der entfernten I/O-Hostschnittstelle **44** zu senden. Bei Erhalt der Steuerinformation von der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** verwendet die Fern-I/O-Schnittstelle **44** das lokale Kommunikationsobjekt **70**, um die Steuerinformationen über den Steuereinrichtungsdatenbus **28** periodisch für die Steuereinrichtung **12** zu veröffentlichen.

[0030] Wie allgemein bekannt ist, empfangen Kommunikationsobjekte, wie etwa die Kommunikationsobjekte **70** und **72**, Informationen in Form von digitalen Nachrichten bzw. Mitteilungen, und leiten diese digitalen Mitteilungen an Bestimmungsorte auf der Basis von Adressen oder Pfaden, die in den Mitteilungen angegeben sind, weiter. Beispielsweise kann das lokale Kommunikationsobjekt **70** eine Mitteilung empfangen, die eine Adresse enthält, die einen Weiterleitungs- oder Kommunikationspfad über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18**, durch die Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle **46** und weiter zu der I/O-Einrichtung **14** vollständig angibt. Wenn somit die Fern-I/O-Hostschnittstelle **44** diese Mitteilung unter Verwendung des lokalen Kommunikationsobjekts **70** empfängt und verarbeitet, erkennt die Fern-I/O-Hostschnittstelle **44**, daß ein Abschnitt der Adresse, die in der Mitteilung angegeben ist, anzeigt, daß die Mitteilung zu der Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle **46** zu übertragen ist, und überträgt anschließend die Mitteilung über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** an die Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle **46**. Die Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle **46** empfängt die Mitteilung und verwendet das entfernte Kommunikationsobjekt **72**, um zu bestimmen, daß ein anderer Abschnitt der angegebenen Adresse angibt, daß die Mitteilung für I/O-Einrichtung **14** zu veröffentlichen ist. Die Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle **46** veröffentlicht die Mitteilung anschließend auf dem entfernten Datenbus **48**, so daß sie von der entfernten I/O-Einrichtung **14** empfangen wird.

[0031] Die Steuereinrichtung **12** kann ferner eine Fern-I/O-Konfigurationsroutine **74** enthalten, welche automatisch die Kommunikationsobjekte **70** und **72** ansprechend auf eine Angabe des Benutzers (über die Benutzerschnittstelle) einer Steuerschleifenver-

bindung beispielsweise zu einer oder mehreren der entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** erzeugt. Da die Fern-I/O-Kommunikationsroutine **74** automatisch die Kommunikationsobjekte **70** und **72** erstellt, muß der Benutzer die speziellen Kommunikationsattribute, die zu der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** gehören, nicht verstehen. Der Benutzer muß vielmehr nur die Steuerschleifenverbindung zu einer entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** angeben und die Fern-I/O-Kommunikationsroutine erkennt automatisch, daß die von dem Benutzer angegebene Verbindung Kommunikation über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** erfordert und richtet automatisch die geeigneten Kommunikationsobjekte **70** und **72** in den entsprechenden Fern-I/O-Schnittstellen **44** und **46** ein. Obgleich die automatische Erzeugung der Kommunikationsobjekte **70** und **72** vorstehend im Zusammenhang mit der Spezifizierung einer Steuerschleifenverbindung durch den Benutzer mit einer der entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** erörtert wurde, können die Kommunikationsobjekte **70** und **72** in ähnlicher Weise während der Laufzeit erzeugt werden, beispielsweise ansprechend auf eine Anforderung des Benutzers nach Informationen, die von einer der entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** abgegeben werden, über die Benutzerschnittstelle **20**.

[0032] Im einzelnen kann die Steuereinrichtung **12** einen Regelkreis bzw. eine Steuerschleife **76** ausführen, die einen analogen Eingabeblock (AI) **78**, einen proportional integrierenden differenzierenden Block (PID) **80** und einen analogen Ausgabeblock (AO) **82** hat, bei welchen es sich beispielsweise um Funktionsblöcke des Fieldbustyps handeln kann. Wie dargestellt gibt der AI-Block **78** ein Ausgangssignal **84** an den PID-Block **80** ab, der PID-Block **80** gibt ein Ausgangssignal **86** an den AO-Block **82** ab und der AO-Block **82** gibt ein Rückkopplungssignal **88** an den PID-Block **80** ab. Wenn beispielsweise der AI-Block **78** seine Eingabe von der I/O-Einrichtung **14** erhält, erkennt die Konfigurationsroutine **74**, daß die von der I/O-Einrichtung **14** benötigte Eingabe die Kommunikation der Steuereinrichtung **12** über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** erfordert. Als Folge dieses Erkennens, daß die Eingabe in den AI-Block **78** die Kommunikation über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** erfordert, erzeugt die Fern-I/O-Konfigurationsroutine **74** automatisch geeignete Verbindungen, indem die Kommunikationsobjekte **70** und **72** eingerichtet werden, um es zu ermöglichen, daß die Information von der I/O-Einrichtung **14** über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** und die Fern-I/O-Schnittstellen **40** und **46** zu der Steuereinrichtung **12** auf periodischer Basis geleitet wird. Die Steuereinrichtung **12** kann ferner Funktionsblockaktualisierungsroutinen **90**, einen Prozessor **92** und einen Speicher **94** enthalten. Allgemein ausgedrückt bieten die Funktionsblockaktualisierungsroutinen **90** eine Entkopplung zwischen dem Steuerprozeß (der von dem Prozessor **92** aus-

geführt werden kann), welcher zu der Steuerschleife **76** gehört, und der Kommunikation über den Steuereinrichtungsdatenbus **28**. Die Funktionsblockaktualisierungsroutinen **90** können eine Tabelle oder Liste **96** führen, die Steuerinformationen enthält, die von den Funktionsblöcken **78**, **80** und **82** benötigt oder abgegeben wird. Auf diese Weise kann die Steuerschleife **76** asynchron bezüglich der Steuereinrichtung **12** und der Fern-I/O-Hostschnittstelle **44** ausgeführt werden. Während beispielsweise die Fern-I/O-Hostschnittstelle **44** die von dem AI-Block **78** benötigte Information über den Steuereinrichtungsdatenbus **28** der Steuereinrichtung **12** bekannt gibt, kann die Funktionsblockaktualisierungsroutine **90** die von dem Block **78** benötigte Information aus der Liste **96** abrufen. Entsprechend kann die Funktionsblockaktualisierungsroutine **90** die Steuerschleife **76** betreffende Informationen in der Liste **96** speichern und diese gespeicherte Information für die Steuereinrichtung **12** kann auf dem Datenbus **28** veröffentlicht werden. Somit können die Funktionsblockaktualisierungsroutine **90** und die Steuerschleife **76** unabhängig auf die Liste **96** zugreifen, was es ermöglicht, daß die Steuerschleife **76** und die Kommunikation über den Steuereinrichtungsdatenbus **28** asynchron zueinander (d. h. entkoppelt) arbeiten, so daß die Ausführung der Steuerschleife **76** durch die Kommunikation auf dem Steuereinrichtungsdatenbus **28** nicht unterbrochen oder verzögert wird.

[0033] [Fig. 3](#) ist ein beispielhaftes Flußdiagramm, das ein Verfahren **100** zum Konfigurieren der Kommunikationsobjekte **70** und **72** aus [Fig. 2](#) darstellt. Allgemein ausgedrückt ermöglicht das Verfahren **100** aus [Fig. 3](#), daß die Steuereinrichtung **12** den Benutzer von der zu der Fern-I/O-Verbindung **18** gehörenden Kommunikationstechnik isoliert. Das Verfahren **100** erkennt beispielsweise während der Konfiguration automatisch, wenn ein von der Steuereinrichtung **12** benötigtes Steuersignal die Kommunikation über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** erfordert, und erstellt automatisch Kommunikationsobjekte sowohl in der Fern-I/O-Hostschnittstelle **44** als auch der Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle **46**, welche die Ausführung dieser Kommunikation in transparenter Weise erlauben. So muß der Benutzer, der beispielsweise eine Steuerschleife durch Bearbeiten eines Programmes mit grafischer Schnittstelle konfiguriert, das auf der Benutzerschnittstelle **20** läuft, die besonderen Kommunikationsverbindungen und -objekte nicht verstehen bzw. sich dieser nicht einmal bewußt sein, die erforderlich sind, um die Kommunikation über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** einzurichten. Der Benutzer kann vielmehr einfach angeben, daß die Informationen von den entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** mit der Steuereinrichtung **12** auszutauschen sind und die Fern-I/O-Konfigurationsroutine **74** richtet die geeigneten-Kommunikationsobjekte **70** und **72** ein, ohne daß eine weitere Eingabe des Benutzers erforderlich

wäre. Auf diese Weise verläuft die Arbeit des Benutzers an dem System **10** während der Konfiguration konsistent und einheitlich, da der Benutzer auf einer hohen Ebene (beispielsweise von der grafischen Oberfläche bzw. Schnittstelle) anfordert, daß die Steuereinrichtung **12** Informationen mit den entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** austauscht, und die Fern-I/O-Konfigurationsroutine **74** (ohne weitere Eingabe von dem Benutzer) das lokale und das entfernte Kommunikationsobjekt **70** und **72** erstellt, welche die Steuereinrichtung **12** in die Lage versetzen, mit den entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** zu kommunizieren, um wie von dem Benutzer angegeben oder wie zur Ausführung einer Steuerschleife erforderlich Informationen auszutauschen.

[0034] Wie [Fig. 3](#) zeigt, lädt im einzelnen Block **102** eine Steuerstrategie in die Steuereinrichtung **12**, die eine oder mehrere Steuerschleifen enthalten kann, wie etwa die in [Fig. 2](#) gezeigte Steuerschleife **76**. Block **104** erkennt, daß ein I/O-Signal für einen Funktionsblock über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** ausgeführt wird. Beispielsweise kann der AI-Block **78** ([Fig. 2](#)) sein Eingangssignal von einer der entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** erhalten. Das Erkennen, daß ein I/O-Signal die Kommunikation über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** erfordert, kann beispielsweise dadurch erreicht werden, daß festgestellt wird, daß ein Identifizierungskennzeichen, wie etwa ein Kennzeichen oder eine Adresse, die zu einer I/O-Einrichtung gehören, angeben, daß die Einrichtung eine entfernte I/O-Einrichtung ist. Block **106** weist die Fern-I/O-Hostschnittstelle **44** an, das geeignete lokale Kommunikationsobjekt **70** für das I/O-Signal (beispielsweise die Eingabe in den AI-Block **78**) in der Fern-I/O-Hostschnittstelle **44** einzurichten, und der Block **108** verwendet dann das lokale Kommunikationsobjekt **70**, um über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** zu kommunizieren, um das geeignete entfernte Kommunikationsobjekt **72** in der Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle **46** einzurichten.

[0035] [Fig. 4](#) ist ein Beispiel eines Flußdiagrammes, das ein Verfahren **120** darstellt, durch das Informationen von den entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** unter Verwendung der Kommunikationsobjekte **70** und **72** aus [Fig. 2](#) zu der Steuereinrichtung **12** gesendet werden. Allgemein ausgedrückt verwendet das Verfahren **120** das lokale Kommunikationsobjekt **70** und das entfernte Kommunikationsobjekt **72**, um eine nahtlose bzw. transparente Kommunikation zwischen der Steuereinrichtung **12** und den entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** zu ermöglichen. Im einzelnen ermöglicht das Verfahren **120** der Fern-I/O-Hostschnittstelle **44**, das lokale Kommunikationsobjekt **70** zu verwenden, um für die Schnittstelle **44** veröffentlichte Informationen über den Steuereinrichtungsdatenbus **28** über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** weiterzuleiten und an die

Schnittstelle **44** gesendete Informationen über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** der Steuereinrichtung **12** über den Steuereinrichtungsdatenbus **28** zugänglich zu machen. Entsprechend erlaubt es das Verfahren **120** der Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle **46**, das entfernte Kommunikationsobjekt **72** zu nutzen, um zu der Schnittstelle **46** über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** gesendete Informationen zu einer oder mehreren entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** weiterzuleiten, und Informationen, die von den I/O-Einrichtungen **14** und **16** abgegeben werden, über die Fernkommunikationsverbindung **18** an die Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle **44** abzugeben.

[0036] Wie [Fig. 4](#) zeigt, verwendet im einzelnen der Block **122** das lokale Kommunikationsobjekt, um die Fern-I/O-Hostschnittstelle **44** zu veranlassen, aktualisierte Parameter (beispielsweise Signalinformationen, Funktionsblockinformationen, Einrichtungsinformationen etc.) über den Steuereinrichtungsdatenbus **28** an die Steuereinrichtung **12** zu senden. Beispielsweise kann die Fern-I/O-Hostschnittstelle **44** so konfiguriert werden, daß sie periodisch aktualisierte Funktionsblockinformationen, wie z. B. die von dem AI-Block **78** benötigte Eingabe, an die Steuereinrichtung **12** sendet. Der Block **124** verwendet das lokale Kommunikationsobjekt **70**, um die Fern-I/O-Hostschnittstelle **44** zu veranlassen, automatisch über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** mit der Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle **46** zu kommunizieren, um die von der Steuereinrichtung **12** benötigten Informationen oder Parameter abzurufen. Diese Kommunikation der Fern-I/O-Hostschnittstelle wird von der Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle **46** empfangen und in der Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle **46** unter Verwendung des entfernten Kommunikationsobjekts **72** weitergeleitet, um die von der Steuereinrichtung **12** benötigte Information abzurufen. Der Block **126** benachrichtigt die Steuereinrichtung **12** über das Vorhandensein von aktualisierten/veränderten Parametern, die beispielsweise ein aktualisiertes Eingangssignal für den AI-Block **78** enthalten können, und Block **128** veranlaßt die Steuereinrichtung **12** anzufordern, daß die Fern-I/O-Hostschnittstelle **44** die aktualisierten/veränderten Parameter auf dem Steuereinrichtungsdatenbus **28** veröffentlicht. Die Steuereinrichtung **12** empfängt und speichert anschließend die veröffentlichten Parameterdaten in der Liste **96** in dem Speicher **94**. Der Block **130** benutzt dann die in der Liste **96** gespeicherten Parameterdaten zur Ausführung des Steuerprozesses **76**.

[0037] [Fig. 5](#) zeigt ein Beispiel eines Flußdiagrammes, das ein Verfahren **150** darstellt, mit dem Informationen von der Steuereinrichtung **12** zu den I/O-Einrichtungen **14** und **16** unter Verwendung der Kommunikationsobjekte **79** und **72** aus [Fig. 2](#) gesendet werden. Allgemein ausgedrückt kann die Steuer-

einrichtung **12** Informationen über den Steuereinrichtungsdatenbus **28** für die Fern-I/O-Hostschnittstelle **44** veröffentlichen und diese Informationen können automatisch über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** zu einer oder mehreren der I/O-Einrichtungen **14** und **16** weitergeleitet werden. Ebenso kann allgemein die Steuereinrichtung **12** so konfiguriert sein, daß sie periodisch Informationen veröffentlicht, und/oder kann so konfiguriert sein, daß sie Informationen ansprechend auf Anforderungen für diese Informationen von dem Benutzer veröffentlicht. Genauer ausgedrückt kann die Fern-I/O-Hostschnittstelle **44** das lokale Kommunikationsobjekt **70** verwenden, um automatisch Informationen über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** zu der Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle **46** zu leiten und die Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle **46** kann das entfernte Kommunikationsobjekt **72** verwenden, um automatisch die Informationen zu einer oder mehreren I/O-Einrichtungen **14** und **16** über den entfernten Datenbus **48** zu leiten.

[0038] Wie [Fig. 5](#) zeigt, veranlasst im einzelnen der Block **152** die Steuereinrichtung **12**, Signale und/oder Befehle über den Steuereinrichtungsdatenbus **28** zu senden, die von dem lokalen Kommunikationsobjekt **70** empfangen werden. Der Block **154** verwendet dann das lokale Kommunikationsobjekt **70**, um die Signale und/oder Befehle automatisch über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** zu der Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle **46** zu senden, und der Block **156** verwendet das entfernte Kommunikationsobjekt **72**, um die Signale und/oder Befehle zu der zugehörigen I/O-Einrichtung **14** oder **16** zu leiten.

[0039] [Fig. 6](#) ist ein schematisches Blockdiagramm, das eine grafische Schnittstelle **160** zeigt, die verwendet werden kann, um Steuerschleifen in dem Prozeßsteuersystem **10** von [Fig. 1](#) zu konfigurieren. Allgemein ausgedrückt läuft die grafische Schnittstelle **160** typischerweise innerhalb der Benutzerschnittstelle **20** und sendet und empfängt Informationen, die die Konfiguration des Systems **10** betreffen, über den Datenbus **22** auf Systemebene zu und von der Steuereinrichtung **12** und/oder anderen Steuereinrichtungen und Einrichtungen, wie etwa einer Konfigurationsdatenbank (nicht dargestellt), die mit dem Datenbus auf Systemebene verbunden sein kann. Die grafische Oberfläche bzw. Schnittstelle **160** bietet eine intuitive Displayumgebung, die es einem Benutzer erlaubt, interaktiv Steuerschleifen in dem Prozeßsteuersystem **10** zu spezifizieren (d. h. die Beziehungen oder Verbindungen zwischen Funktionsblöcken zu spezifizieren) und auf Anforderung des Benutzers die geeignete Konfigurationsinformation in die Steuereinrichtung **12** herunterzuladen, um die vom Benutzer spezifizierten Steuerschleifen in der Steuereinrichtung **12** zu instantiieren. Beispielsweise kann die Steuereinrichtung **12** die heruntergeladene Konfigu-

rationsinformation verwenden, um die Prozeßsteuerschleife **76** zu instantiieren, und kann ferner die Konfigurationsinformation zusammen mit der Fern-I/O-Konfigurationsroutine **74** verwenden, um die Kommunikationsobjekte **70** und **72** in den Fern-I/O-Schnittstellen **44** und **46** einzurichten, die wie vorstehend beschrieben die Steuerschleife **76** in die Lage versetzen, die von dem AI-Block **78** benötigte Steuerinformation von der entfernten I/O-Einrichtung **14** über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** zu empfangen.

[0040] Genauer ausgedrückt enthält die grafische Benutzerschnittstelle **160** eine Steuerschleifengrafik **162**, welche die Steuerschleife darstellt, die gegenwärtig spezifiziert wird, wobei in [Fig. 6](#) die Steuerschleife **76** als Beispiel dargestellt ist. Die grafische Benutzerschnittstelle **160** enthält ferner eine Systemhierarchiegrafik **164**, welche die Systemtopologie oder Hardwarebeziehungen zwischen den verschiedenen Einrichtungen darstellt, welche das Steuersystem **10** bilden. Im einzelnen können die verschiedenen Ebenen, die in der Systemhierarchiegrafik **164** gezeigt sind, den verschiedenen in [Fig. 1](#) gezeigten Einrichtungen entsprechen. Beispielsweise kann eine Steuereinrichtungsebene **166** der Steuereinrichtung **12** entsprechen, eine I/O-Ebene **168** kann der Gruppe von I/O-Einrichtungen (beispielsweise die I/O-Einrichtungen **24** und **26**) entsprechen, die mit dem Steuereinrichtungsdatenbus **28** verbunden sind, und eine Benutzerschnittstellenebene **170**, die unter die I/O-Ebene **178** fällt, kann der Fern-I/O-Hostschnittstelle **44** entsprechen. Die Hostschnittstellenebene **170** kann ferner eine Kommunikationsverbindungsebene **172** enthalten, die der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** entspricht, und eine I/O-Datenebene **174**, die eine I/O-Einrichtungsebene **176** enthält, welche den entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** entspricht. Typischerweise sind die Textbezeichnungen oder "Kennzeichen", die zur Kennzeichnung und Identifizierung jeder der Ebenen in der Hierarchiegrafik **164** verwendet werden, auf einen Systemstandard gesetzt, der von dem Benutzer über die Benutzerschnittstelle modifiziert werden kann. Während beispielsweise das Kennzeichen für die Hostschnittstellenebene **170** auf den Standard "HOST-SCHNITTSTELLE" gesetzt sein kann, wie [Fig. 6](#) zeigt, könnte der Benutzer das Kennzeichen über die Benutzerschnittstelle **20** in "FERN-I/O-SCHNITTSTELLE 1" ändern, falls dies gewünscht ist.

[0041] Die grafische Benutzerschnittstelle **160** erlaubt es einem Benutzer, Beziehungen oder Verbindungen zwischen den Funktionsblöcken **78**, **80** und **82** der Steuerschleife **76** und den I/O-Einrichtungen **14**, **16**, **24** und **26** festzulegen. Genauer ausgedrückt kann der Benutzer eine Verbindung unter Verwendung einer Zeigeeinrichtung, wie etwa einer Computermaus, einrichten, mit der er die Ebenen **166–176** der Hierarchiegrafik **164** durchsucht, um eine Bezie-

hung zwischen einem oder mehreren der Funktionsblöcke **78**, **80** und **82** und einer geeigneten I/O-Einrichtung (z. B. einem Kanal innerhalb einer I/O-Karte, der einem bestimmten Signal und einer Anlageneinrichtung zugeordnet ist) zu bilden. Insbesondere kann der Benutzer den AI-Block **78** mit dem Kennzeichen "I/O-Karte 1" (innerhalb der I/O-Einrichtungsebene **176**) verbinden, um eine Verbindung **178** zwischen der I/O-Einrichtung **14** (die dem Kennzeichen "I/O-Karte 1" entspricht) und dem Eingang des AI-Blocks **78** zu bilden. Entsprechend kann der Benutzer den AO-Block **82** mit dem Kennzeichen "I/O-Karte 2" (welches der I/O-Einrichtung **16** entspricht) verbinden, um eine Verbindung **180** zwischen dem Ausgang des AO-Blocks **82** und der I/O-Einrichtung **16** zu bilden.

[0042] Während oder nachdem der Benutzer die Verbindungen **178** und **180** zwischen der Steuerschleife **76** und entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** (die durch die jeweiligen Kennzeichen "I/O-Einrichtung 1" und "I/O-Einrichtung 2" dargestellt sind) unter Verwehung der vorstehend beschriebenen Vorgehensweise festlegt, erzeugt die Benutzerschnittstelle **20** automatisch die geeigneten Konfigurationsinformationen zum Herunterladen in die Steuereinrichtung **12**. Diese Konfigurationsinformationen enthalten Verbindungsinformationen, die von der Fern-I/O-Konfigurationsroutine **74** verwendet werden können, um die Kommunikationsobjekte **70** und **72** in den jeweiligen Fern-I/O-Einrichtungen **44** und **46** zu erstellen, wodurch die vorstehend beschriebene transparente Kommunikation zwischen der Steuereinrichtung **12** und den entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** ermöglicht wird.

[0043] Während die Verbindungen **178** und **180** von den Funktionsblöcken **78** und **82** zu den entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** die Kommunikation über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** erfordern, kann der Benutzer allgemein ausgedrückt Funktionsblockverbindungen mit jeder Kombination von Fern-I/O-Einrichtungen, die über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** kommunizieren, und lokalen I/O-Einrichtungen (beispielsweise den I/O-Einrichtungen **24** und **26**), die mit der Steuereinrichtung **12** über den Steuereinrichtungsdatenbus **28** kommunizieren, festlegen. Zusätzlich kann der Benutzer auf derselben grafischen Schnittstelle **160** in Verbindung mit der vorstehend beschriebenen Technik Verbindungen zwischen I/O-Einrichtungen und Funktionsblöcken bilden, unabhängig davon, ob die Verbindungen mit einer entfernten I/O-Einrichtung oder einer lokalen I/O-Einrichtung hergestellt werden. Als Resultat erfährt der Benutzer ein konsistentes Erscheinungsbild an der Benutzerschnittstelle **20**, unabhängig davon, welche I/O-Einrichtungen mit der Steuerschleife **76** verbunden werden, und unabhängig von der Technik und den Konfigurationsmerkmalen der zugrundeliegenden Kommunikationsvor-

gänge, die zum Erstellen dieser Verbindungen verwendet werden.

[0044] Eine detailliertere Erörterung der Prozeßsteuerkonfigurationsroutinen, die einen Benutzer in die Lage versetzen, Prozeßsteuerrountinen und Elemente zur automatischen Erfassung von Einrichtungen innerhalb eines Prozeßsteuersystems grafisch zu erstellen und die Steuerung der Einrichtungen in einem Prozeßsteuersystem vorzusehen, ist im U.S. Patent No. 5,838,563 für Dove et al. ("System for Configuring a Process Control Environment"), U.S. Patent No. 5,828,851 für Nixon et al. ("Process Control System Using Standard Protocol Control of Standard Devices and Nonstandard Devices") und der U.S. Patent No. 5,940,294 für Dove ("System for Assisting Configuring a Process Control Environment"), eingereicht am 12. April 1996, erörtert, die alle auf den Rechtsinhaber der vorliegenden Erfindung übertragen wurden.

[0045] **Fig. 7** ist ein schematisches Blockdiagramm, das automatische Erfassungsroutinen **190** und **192** darstellt, die in den Fern-I/O-Schnittstellen **44** und **46** verwendet werden können, um die automatische Erfassung und Kommunikation von bzw. mit entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** aus **Fig. 1** zu erlauben. Allgemein ausgedrückt ermöglichen die automatischen Erfassungsroutinen **190** und **192** es der Steuereinrichtung **12**, automatisch die Anwesenheit von entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** an dem entfernten Datenbus **48** festzustellen. Genauer ausgedrückt tastet die entfernte automatische Erfassungsroutine **192** den entfernten Datenbus **48** ab und sammelt Einrichtungsinformationen von I/O-Einrichtungen, die mit dem Datenbus **48** verbunden sind, welches in diesem Fall beispielsweise die entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** sind. Jede andere Anzahl oder Arten von I/O-Einrichtungen könnten jedoch mit dem Datenbus **48** verbunden sein. Die entfernte automatische Erfassungsroutine **192** verwendet das entfernte Kommunikationsobjekt **72**, um die über den Datenbus **48** gesammelten Einrichtungsinformationen automatisch über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** zu der Fern-I/O-Hostschnittstelle **44** zu senden. Das lokale Kommunikationsobjekt **70** empfängt die gesammelten Einrichtungsinformationen und leitet diese automatisch zu der automatischen Erfassungsroutine **190** in der Fern-I/O-Hostschnittstelle **44** weiter. Die lokale Routine zur automatischen Erfassung **190** aktualisiert eine Live-Liste **194**, die eine Liste von aktiven I/O-Einrichtungen führt, die mit dem entfernten Datenbus **48** verbunden sind, welche in diesem Fall die entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** sein können. Die lokale automatische Erfassungsroutine **190** kann ferner einen Befehl zur automatischen Erfassung von der Steuereinrichtung **12** erhalten und einen Befehl zum Einleiten der entfernten automatischen Erfassungsroutine **192** senden. Die automatischen Erfas-

sungsroutinen **190** und **192** können der gleiche Typ von automatischen Erfassungsroutinen sein, die hier von einer Steuereinrichtung für lokale I/O-Einrichtungen umgesetzt werden, und sind somit hier nicht im Detail beschrieben. Eine detailliertere Erörterung derartiger automatischer Erfassungsroutinen ist in der U.S. Patent No. 5,940,294 für Nixon et al. ("Process Control System Including a Method and Apparatus for Automatically Sensing the Connection of Devices To a Network"), eingereicht am 12. April 1996, zu finden, die auf den Rechtsinhaber der vorliegenden Erfindung übertragen ist.

[0046] Nachdem die entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** unter Verwendung der vorstehend beschriebenen automatischen Erfassungsroutinen **190** und **192** erfaßt wurden, kann die Steuereinrichtung **12** dann auf die Live-Liste **194** zugreifen, um die gesammelten Einrichtungsinformationen abzurufen, die nachfolgend von der Steuereinrichtung **12** in der Liste **96** gespeichert werden können. Die Steuereinrichtung **12** kann die gesammelten Einrichtungsinformationen, die zu den entfernten I/O-Einrichtungen **14** und **16** gehören, zur Benutzerschnittstelle **20** weiterleiten, welche beispielsweise die Hierarchiegrafik **164** aktualisieren kann, so daß sie die Kennzeichen "I/O-Einrichtung 1" und "I/O-Einrichtung 2" in der Hierarchie einschließt, welche die I/O-Einrichtungen **14** und **16** darstellen. Zusätzlich kann die Einrichtungsinformation, die sich auf die I/O-Einrichtungen **14** und **16** bezieht, verwendet werden, um die Verbindungen **178** und **180** zu bilden und Kommunikationsobjekte **70** und **72** zu erzeugen, welche die Verbindungen **178** und **180** instantiiieren. [Fig. 8](#) ist ein beispielhaftes Flußdiagramm, das ein Verfahren **200** zum Einrichten der automatischen Erfassungsroutinen **190** und **192** aus [Fig. 7](#) zeigt. Ein Block **202** richtet die lokale automatische Erfassungsroutine **190** in dem Hostschnittstellenblock **44** ein und ein Block **204** verwendet das lokale Kommunikationsobjekt **70**, um zu erkennen, daß die lokale automatische Erfassungsroutine **190** Kommunikation über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung **18** benötigt. Ein Block **206** richtet die entfernte automatische Erfassungsroutine **192** in der Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle **46** ein und anschließend verwendet ein Block **208** die entfernte automatische Erfassungsroutine **192**, um den entfernten Datenbus **48** nach I/O-Einrichtungen abzufragen, und sammelt Einrichtungsinformationen (beispielsweise Einrichtungstyp, Hersteller, Adressen, Kennzeichen, Seriennummern, Funktionen etc.) von allen I/O-Einrichtungen, die an dem Bus **48** vorhanden sind. Ein Block **210** verwendet dann das entfernte Kommunikationsobjekt **72**, um die gesammelten Einrichtungsinformationen über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung an die Fern-I/O-Hostschnittstelle **44** zu senden, welche dann das lokale Kommunikationsobjekt **70** verwendet, um die Einrichtungsinformation automatisch an die lokale automatische Erfassungsroutine **190** weiterzuleiten. Ein Block **212**

verwendet die lokale automatische Erfassungsroutine, um die Einrichtungsinformationen über den Steuereinrichtungsdatenbus und die Steuereinrichtung **12** wie vorstehend beschrieben an die Benutzerschnittstelle **20** zu senden.

[0047] Das hierin beschriebene System sowie das Verfahren ermöglichen die nahtlose Integration von entfernt angeordneten I/O-Einrichtungen in einem verteilten Prozeßsteuersystem. Das System und das Verfahren konfigurieren automatisch eine Fern-I/O-Schnittstelleneinrichtung an beiden Enden einer Fern-I/O-Kommunikationsverbindung, so daß alle Kommunikationsaktivitäten mit den entfernten I/O-Einrichtungen über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung aus der Perspektive eines Benutzers an einer Benutzerschnittstelle und einer Steuereinrichtung, die über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung kommuniziert, transparent erscheinen. Das System kann es einem Benutzer auch ermöglichen, auf Systemebene durch eine grafische Schnittstelle einzugreifen, die auf der Benutzerschnittstelle abläuft, beispielsweise um Steuerschleifen zu konfigurieren, Prozeßparameter zu überwachen etc., die mit einer Kombination von lokalen und entfernten I/O-Einrichtungen verbunden sind, ohne daß er die darunterliegenden Kommunikationstechniken, die von den entfernten I/O-Einrichtungen verwendet werden, verstehen muß oder sich dieser bewußt sein muß. Mit anderen Worten isolieren das hierin beschriebene System und Verfahren den Benutzer von den Implementierungsdetails der darunterliegenden Fern-I/O-Kommunikationstechniken durch das automatische Erzeugen und Instantiiieren von geeigneten Kommunikationsobjekten in den Fern-I/O-Schnittstelleneinrichtungen ansprechend auf eine Anforderung eines Benutzers nach einer Steuerschleifenverbindung mit einer entfernten I/O-Einrichtung. Dies hat zur Folge, daß das Eingreifen des Benutzers in das System mit einem konstanten und konsistenten Erscheinungsbild geschieht, unabhängig davon, ob der Benutzer eine Verbindung zu einer entfernten oder einer lokalen I/O-Einrichtung angegeben hat, und unabhängig von den zugrundeliegenden Kommunikationstechniken, die zur Erzielung der Fern-I/O-Kommunikation verwendet werden.

[0048] Allgemein ausgedrückt kann das vorstehend beschriebene System und Verfahren effizient unter Verwendung eines oder mehrerer Mehrzweckprozessoren zur Ausführung einer Vielzahl von Software-Codesegmenten oder -modulen umgesetzt werden, die aus einem computerlesbaren Speicher abgerufen werden. Andere Kombinationen von Hardware und Software, die beispielsweise anwendungsspezifische integrierte Schaltungen (d. h. ASICs) oder andere Arten von Hardware nutzen, können verwendet werden, um dieselben Funktionen zu erreichen, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu ver-

lassen. Bei der Implementierung in Software können die hier erörterten Funktionsblöcke und -routinen in jedem computerlesbaren Speicher, wie z. B. einem magnetischen, optischen, oder einem anderen Speichermedium, in einem RAM oder ROM eines Computers, einer Steuereinrichtung, einer Anlageneinrichtung etc. gespeichert werden. Gleichermaßen kann diese Software einem Benutzer oder einer Einrichtung über jeden bekannten oder gewünschten Lieferweg, einschließlich beispielsweise über einen Kommunikationskanal, wie etwa eine Telefonleitung, das Internet etc., zugelifert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum automatischen Konfigurieren einer Kommunikationsverbindung zur Verwendung in einem verteilten Prozesssteuersystem, das enthält:

- eine Steuereinrichtung, die konfiguriert ist, einen oder mehrere Steueralgorithmen auszuführen, um ein oder mehrere Feldgeräte zu steuern,
- eine erste Fern-I/O-Schnittstelle, die in Kommunikationsverbindung mit der Steuereinrichtung und einer Fern-I/O-Kommunikationsverbindung steht,
- eine zweite Fern-I/O-Schnittstelle, die in Kommunikationsverbindung mit der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung steht, und
- eine I/O-Einrichtung, die mit der zweiten Fern-I/O-Schnittstelle in Kommunikationsverbindung steht,

wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

Empfangen einer Eingabe von einem Benutzer über eine graphische Benutzerschnittstelle, die mit der Steuereinrichtung verbunden ist, die eine Verbindung zwischen der Steuereinrichtung und der I/O-Einrichtung spezifiziert;

Verwenden der Steuereinrichtung zum Erkennen, dass die Verbindung zwischen der Steuereinrichtung und der I/O-Einrichtung Kommunikation über Fern-I/O-Kommunikationsverbindung erfordert;

Verwenden der Steuereinrichtung zum automatischen Erzeugen eines ersten Kommunikationsobjekts basierend auf der Verbindung zwischen der Steuereinrichtung und der I/O-Einrichtung, das automatisch die Kommunikation zwischen der Steuereinrichtung und der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung weiterleitet und das einen Kommunikationsvorgang in einem ersten Signalprotokoll empfängt und den Kommunikationsvorgang in ein zweites Signalprotokoll verwandelt; und

Verwenden der Steuereinrichtung zum automatischen Erzeugen eines zweiten Kommunikationsobjekts basierend auf der Verbindung zwischen der Steuereinrichtung und der I/O-Einrichtung, das automatisch die Kommunikation zwischen der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung und der I/O-Einrichtung weiterleitet.

2. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Verwenden der Steuereinrichtung zum automatischen

Erzeugen des zweiten Kommunikationsobjekts das automatische Erzeugen des zweiten Kommunikationsobjekts in der Weise umfasst, dass das zweite Kommunikationsobjekt Kommunikationsvorgänge empfängt, die das zweite Signalprotokoll haben, und die Kommunikationsvorgänge in das erste Signalprotokoll umwandelt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Spezifizieren der Verbindung zwischen der Steuereinrichtung und der I/O-Einrichtung das Spezifizieren einer Beziehung zwischen einer Prozesssteuerschleife, zu der die Steuereinrichtung gehört, und der I/O-Einrichtung einschließt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Spezifizieren der Beziehung zwischen der Prozesssteuerschleife, die zu der Steuereinrichtung gehört, und der I/O-Einrichtung das Spezifizieren einer Beziehung zwischen einem Funktionsblock, der mit der Steuerschleife verbunden ist, und einem Einrichtungsidentifizierungskennzeichen, das zu der I/O-Einrichtung gehört, einschließt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Einrichtungsidentifizierungskennzeichen, das zu der I/O-Einrichtung gehört, ein Einrichtungskennzeichen ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Empfangen der Eingabe von dem Benutzer über die grafische Benutzerschnittstelle den das Spezifizieren einer Beziehung zwischen einer Steuerschleifengrafik und einer Hierarchiegrafik einschließt.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Spezifizieren der Beziehung zwischen der Steuerschleifengrafik und der Hierarchiegrafik das Verwenden einer Computerzeigeeinrichtung einschließt, um die Beziehung zwischen der Steuerschleifengrafik und der Hierarchiegrafik zu spezifizieren.

8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Verwenden der Steuereinrichtung zum automatischen Erzeugen des ersten Kommunikationsobjekts ein Verwenden der Steuereinrichtung zum automatischen Erzeugen des ersten Kommunikationsobjekts innerhalb der ersten Fern-I/O-Schnittstelle einschließt.

9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Verwenden der Steuereinrichtung zum automatischen Erzeugen des zweiten Kommunikationsobjekts ein Verwenden der Steuereinrichtung zum automatischen Erzeugen des zweiten Kommunikationsobjekts innerhalb der zweiten Fern-I/O-Schnittstelle einschließt.

10. System zum automatischen Konfigurieren einer Kommunikationsverbindung zur Verwendung in

einem Prozesssteuersystem, umfassend:

- eine Steuereinrichtung mit einem Prozessor, wobei die Steuereinrichtung konfiguriert ist, um einen oder mehrere Algorithmen auszuführen, die ein oder mehrere Feldgeräte steuern,
- eine erste Fern-I/O-Schnittstelle, die mit der Steuereinrichtung und einer Fern-I/O-Kommunikationsverbindung in Kommunikationsverbindung steht,
- eine zweite Fern-I/O-Schnittstelle, die in Kommunikationsverbindung mit der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung steht, und
- eine I/O-Einrichtung, die mit der zweiten Fern-I/O-Schnittstelle in Kommunikationsverbindung steht,

wobei das System enthält:

- ein computerlesbares Medium;
- eine erste Konfigurationsroutine, die auf dem computerlesbaren Medium gespeichert ist und so ausgelegt ist, dass sie von dem Prozessor ausgeführt werden kann, der einen Befehl erkennt, um eine Kommunikationsverbindung zwischen der Steuereinrichtung und der I/O-Einrichtung zu bilden;
- eine zweite Konfigurationsroutine, die auf dem computerlesbaren Medium gespeichert ist und so ausgelegt ist, dass sie von dem Prozessor ausgeführt werden kann, welche automatisch ein erstes Kommunikationsobjekt basierend auf der Kommunikationsverbindung zwischen der Steuereinrichtung und der I/O-Einrichtung erzeugt, wobei das erste Kommunikationsobjekt so ausgelegt ist, dass es automatisch Kommunikationsvorgänge zwischen der Steuereinrichtung und der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung weiterleitet und das eine Kommunikation mit einem ersten Signalprotokoll empfängt und die Kommunikation in ein zweites Signalprotokoll verwandelt; und
- eine dritte Konfigurationsroutine, die auf dem computerlesbaren Medium gespeichert ist und so ausgelegt ist, dass sie von dem Prozessor ausgeführt werden kann, welche automatisch ein zweites Kommunikationsobjekt basierend auf der Kommunikationsverbindung zwischen der Steuereinrichtung und der I/O-Einrichtung erzeugt, wobei das zweite Kommunikationsobjekt so ausgelegt ist, dass es automatisch Kommunikationsvorgänge zwischen der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung und der entfernten I/O-Einrichtung weiterleitet.

11. System nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Kommunikationsobjekt ferner so ausgelegt ist, dass es Kommunikationsvorgänge empfängt, die das zweite Signalprotokoll haben, und die Kommunikationsvorgänge in das erste Signalprotokoll umwandelt.

12. System nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Konfigurationsroutine ferner so ausgelegt ist, dass sie ein erstes Kommunikationsobjekt innerhalb der ersten Fern-I/O-Schnittstelle erzeugt.

13. System nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die dritte Konfigurationsroutine so ausgelegt ist, dass sie das zweite Kommunikationsobjekt in der zweiten Fern-I/O-Schnittstelle erzeugt.

14. System nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Konfigurationsroutine so ausgelegt ist, dass sie in der Steuereinrichtung eine Steuerstrategie empfängt, welche den Befehl zum Bilden der Kommunikationsverbindung zwischen der Steuereinrichtung und der I/O-Einrichtung enthält.

15. System nach Anspruch 11, ferner enthaltend: eine Benutzerschnittstelle, die mit der Steuereinrichtung in Kommunikationsverbindung steht; eine vierte Routine, die auf dem computerlesbaren Medium gespeichert ist und so ausgelegt ist, dass sie von der Benutzerschnittstelle ausgeführt wird, welche einem Benutzer eine grafische Schnittstelle vorlegt, die eine Prozesssteuergrafik und eine Hierarchiegrafik hat; eine fünfte Routine, die auf dem computerlesbaren Medium gespeichert ist und so ausgelegt ist, dass sie von der Benutzerschnittstelle ausgeführt werden kann, welche eine Eingabe von dem Benutzer über die grafische Benutzerschnittstelle empfängt; eine sechste Routine, die auf dem computerlesbaren Medium gespeichert ist und so ausgelegt ist, dass sie von der Benutzerschnittstelle ausgeführt werden kann, welche eine Verbindung zwischen der Prozesssteuergrafik und der Hierarchiegrafik basierend auf der Eingabe von dem Benutzer bildet; und eine siebte Routine, die auf dem computerlesbaren Medium gespeichert ist, und so ausgelegt ist, dass sie von der Benutzerschnittstelle ausgeführt werden kann, welche den Befehl zum Bilden einer Kommunikationsverbindung zwischen der Steuereinrichtung und der I/O-Einrichtung basierend auf der Verbindung zwischen der Prozesssteuergrafik und der Hierarchiegrafik erzeugt.

16. Verfahren zum automatischen Konfigurieren einer Kommunikationsverbindung zur Verwendung in einem Prozesssteuersystem, umfassend:

- eine Benutzerschnittstelle,
- eine mit der Benutzerschnittstelle verbundene Steuereinrichtung, die konfiguriert ist, um einen oder mehrere Algorithmen auszuführen, die ein oder mehrere Feldgeräte steuern,
- eine erste Fern-I/O-Schnittstelle, die in Kommunikationsverbindung mit der Steuereinrichtung und einer Fern-I/O-Kommunikationsverbindung steht,
- eine zweite Fern-I/O-Schnittstelle, die in Kommunikationsverbindung mit der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung steht, und
- eine I/O-Einrichtung, die mit der zweiten Fern-I/O-Schnittstelle in Kommunikationsverbindung steht, wobei das Verfahren die Schritte umfasst: Spezifizieren einer Verbindung zwischen der Steuereinrichtung und der I/O-Einrichtung in der Benutzer-

schnittstelle;

Verwenden der Steuereinrichtung zum automatischen Erzeugen eines ersten Kommunikationsobjekts basierend auf der Verbindung zwischen der Steuereinrichtung und der I/O-Einrichtung, wobei das erste Kommunikationsobjekt so ausgelegt ist, dass es die erste Fern-I/O-Schnittstelle veranlasst, automatisch Kommunikationsvorgänge zwischen der Steuereinrichtung und der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung weiterzuleiten, wobei das erste Kommunikationsobjekt dazu angepasst ist, einen Kommunikationsvorgang in einem ersten Signalprotokoll zu empfangen und den Kommunikationsvorgang in ein zweites Signalprotokoll zu verwandeln; und Verwenden der Steuereinrichtung zum automatischen Erzeugen eines zweiten Kommunikationsobjekts basierend auf der Verbindung zwischen der Steuereinrichtung und der I/O-Einrichtung, wobei das zweite Kommunikationsobjekt so ausgelegt ist, dass es die zweite Fern-I/O-Schnittstelle veranlasst, Kommunikationsvorgänge zwischen der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung und der I/O-Einrichtung automatisch weiterzuleiten.

17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei das Verwenden der Steuereinrichtung zum automatischen Erzeugen des zweiten Kommunikationsobjekts das Verwenden der Steuereinrichtung zum automatischen Erzeugen des zweiten Kommunikationsobjekts in der Weise umfasst, dass das zweite Kommunikationsobjekt Kommunikationsvorgänge empfängt, die das zweite Signalprotokoll haben, und die Kommunikationsvorgänge in das erste Signalprotokoll umwandelt.

18. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Spezifizieren der Verbindung zwischen der Steuereinrichtung und der I/O-Einrichtung das Spezifizieren einer Beziehung zwischen einer Prozesssteuerschleife, zu der die Steuereinrichtung gehört, und der I/O-Einrichtung einschließt.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Spezifizieren der Beziehung zwischen der Prozesssteuerschleife, die zu der Steuereinrichtung gehört, und der I/O-Einrichtung das Spezifizieren einer Beziehung zwischen einem Funktionsblock, der mit der Steuerschleife verbunden ist, und einem Einrichtungsidentifizierungskennzeichen, das zu der I/O-Einrichtung gehört, einschließt.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Einrichtungsidentifizierungskennzeichen, das zu der I/O-Einrichtung gehört, ein Einrichtungskennzeichen ist.

21. System zum automatischen Konfigurieren einer Fern-Eingabe-/Ausgabekommunikationsverbindung (I/O) zur Verwendung in einem Prozesssteuersystem, das eine I/O-Einrichtung hat, die mit einem

entfernten Datenbus in Kommunikationsverbindung steht, wobei das System enthält:

eine Steuereinrichtung, die konfiguriert ist, um einen oder mehrere Algorithmen auszuführen, die ein oder mehrere Feldgeräte steuern, und die automatisch ein erstes und ein zweites Kommunikationsobjekt ansprechend auf eine Anforderung für eine Verbindung zwischen der Steuereinrichtung und der I/O-Einrichtung herunterlädt;

eine erste Fern-I/O-Schnittstelle, die mit der Steuereinrichtung und der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung in Kommunikationsverbindung steht, wobei die erste Fern-I/O-Schnittstelle das erste Kommunikationsobjekt verwendet, um automatisch Kommunikationsvorgänge zwischen der Steuereinrichtung und der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung weiterzuleiten, wobei das erste Kommunikationsobjekt dazu angepasst ist, einen Kommunikationsvorgang in einem ersten Signalprotokoll zu empfangen und den Kommunikationsvorgang in ein zweites Signalprotokoll zu verwandeln; und

eine zweite Fern-I/O-Schnittstelle, die mit der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung und dem entfernten Datenbus in Kommunikationsverbindung steht, wobei die zweite Fern-I/O-Schnittstelle das zweite Kommunikationsobjekt verwendet, um automatisch Kommunikationsvorgänge zwischen der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung und der I/O-Einrichtung weiterzuleiten.

22. System nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Kommunikationsobjekt Kommunikationsvorgänge empfängt, die das zweite Signalprotokoll haben, und die Kommunikationsvorgänge in das erste Signalprotokoll umwandelt.

23. System nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung zwischen der Steuereinrichtung und der I/O-Einrichtung auf einer Beziehung zwischen einer Prozesssteuerschleife, die der Steuereinrichtung zugeordnet ist, und der I/O-Einrichtung basiert.

24. System nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Beziehung zwischen der Prozesssteuerschleife, die der Steuereinrichtung zugehörig ist, und der I/O-Einrichtung auf einer Beziehung zwischen einem Funktionsblock, der zu der Steuerschleife gehört, und einem Einrichtungsidentifizierungskennzeichen, das zu der I/O-Einrichtung gehört, basiert.

25. System nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass das Einrichtungsidentifizierungskennzeichen, das zu der I/O-Einrichtung gehört, ein Einrichtungskennzeichen ist.

26. System nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Anforderung der Verbindung zwischen der Steuereinrichtung und der I/O-Einrichtung

auf einer Eingabe eines Benutzers basiert.

27. System nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingabe von dem Benutzer über eine grafische Benutzerschnittstelle erhalten wird.

28. System nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingabe von dem Benutzer, die durch die grafische Benutzerschnittstelle empfangen wird, auf einer Beziehung zwischen einer Steuer-schleifengrafik und einer Hierarchiegrafik basiert.

29. System nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Beziehung zwischen der Steuer-schleifengrafik und der Hierarchiegrafik unter Verwendung einer Computerzeigeeinrichtung festgelegt wird.

30. Verfahren zum automatischen Konfigurieren einer Kommunikationsverbindung zur Verwendung in einem verteilten Prozesssteuersystem, umfassend:

- eine Steuereinrichtung, die konfiguriert ist, um einen oder mehrere Algorithmen auszuführen, die ein oder mehrere Feldgeräte steuern,
- erste Fern-I/O-Schnittstelle, die in Kommunikationsverbindung mit der Steuereinrichtung und einer Fern-I/O-Kommunikationsverbindung steht,
- eine zweite Fern-I/O-Schnittstelle, die mit der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung in Kommunikationsverbindung steht, und
- eine I/O-Einrichtung, die mit der zweiten Fern-I/O-Schnittstelle über einen entfernten Datenbus in Kommunikationsverbindung steht, welches Verfahren die Schritte enthält:

Verwenden der Steuereinrichtung zur automatischen Abfrage des entfernten Datenbusses mit der zweiten Fern-I/O-Schnittstelle, um die Anwesenheit der I/O-Einrichtung zu erfassen;

Empfangen von Einrichtungsinformationen, die zu der I/O-Einrichtung gehören, in der zweiten Fern-I/O-Schnittstelle; und

Automatisches Senden der Einrichtungsinformationen, die zu der I/O-Einrichtung gehören, von der zweiten Fern-I/O-Schnittstelle über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung zu der ersten Fern-I/O-Schnittstelle.

31. Verfahren nach Anspruch 30, ferner enthaltend den Schritt des automatischen Sendens der Einrichtungsinformationen, die zu der I/O-Einrichtung gehören, von der ersten Fern-I/O-Schnittstelle zu der Steuereinrichtung.

32. Verfahren nach Anspruch 30, ferner enthaltend den Schritt des Sendens eines Befehls von der Steuereinrichtung, um das Abfragen des entfernten Datenbusses auszulösen, und das Empfangen des Befehls von der Steuereinrichtung der zweiten Fern-I/O-Schnittstelle.

33. System zum Konfigurieren einer Kommunikationsverbindung zur Verwendung in einem Prozesssteuersystem, umfassend:

- eine Steuereinrichtung, die konfiguriert ist, um einen oder mehrere Algorithmen auszuführen, die ein oder mehrere Feldgeräte steuern,

- eine Fern-I/O-Kommunikationsverbindung und eine I/O-Einrichtung, die mit einem entfernten Datenbus in Kommunikationsverbindung steht,

wobei das System enthält:

eine erste Fern-I/O-Schnittstelle, die mit der Steuereinrichtung und der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung kommunikativ verbunden ist, welche eine erste Routine zur automatischen Erfassung enthält, welche einen ersten Befehl empfängt, um eine Abfrage des entfernten Datenbusses auszulösen, und welche einen zweiten Befehl über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung sendet, um eine Abfrage des entfernten Datenbusses auszulösen; und

eine zweite Fern-I/O-Schnittstelle, die mit der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung und dem entfernten Datenbus in Kommunikationsverbindung steht, welche eine zweite Routine zur automatischen Erfassung enthält, welche den zweiten Befehl empfängt, um das Abfragen des entfernten Datenbusses auszulösen, und welche den entfernten Datenbus abfragt, um das Vorhandensein der I/O-Einrichtung zu erfassen, wobei die zweite Routine zur automatischen Erfassung bei Erfassen der Anwesenheit der I/O-Einrichtung Einrichtungsinformationen empfängt, die zu der I/O-Einrichtung gehören, und die zu der I/O-Einrichtung gehörenden Einrichtungsinformationen über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung zu der ersten Fern-I/O-Schnittstelle sendet.

34. System nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Routine zur automatischen Erfassung automatisch die Einrichtungsinformationen an die Steuereinrichtung sendet.

35. System zum automatischen Konfigurieren einer Kommunikationsverbindung zur Verwendung in einem Prozesssteuersystem, umfassend:

- eine Steuereinrichtung, die konfiguriert ist, um einen oder mehrere Algorithmen auszuführen, die ein oder mehrere Feldgeräte steuern,

- eine mit der Steuereinrichtung und einer Fern-I/O-Kommunikationsverbindung in Kommunikationsverbindung stehende erste Fern-I/O-Schnittstelle,

- eine mit der Fern-I/O-Kommunikationsverbindung in Kommunikationsverbindung stehende zweite Fern-I/O-Schnittstelle und

- eine I/O-Einrichtung hat, die mit der zweiten Fern-I/O-Schnittstelle in Kommunikationsverbindung steht, wobei das System umfasst:

ein erstes und ein zweites computerlesbares Medium;

eine erste Routine, die auf dem ersten computerlesbaren Medium gespeichert ist und so ausgelegt ist,

dass sie von der ersten Fern-I/O-Schnittstelle ausgeführt werden kann, welche einen ersten Befehl empfängt, um ein Abfragen des entfernten Datenbusses auszulösen, und welche einen zweiten Befehl über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung sendet, um ein Abfragen des entfernten Datenbusses auszulösen;

eine zweite Routine, die auf dem zweiten computerlesbaren Medium gespeichert ist und so ausgelegt ist, dass sie von der zweiten Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle ausgeführt werden kann, welche den zweiten Befehl zum Auslösen des Abfragens des entfernten Datenbusses empfängt und welche den entfernten Datenbus abfragt, um das Vorhandensein der I/O-Einrichtung zu erfassen;

eine dritte Routine, die auf dem zweiten computerlesbaren Medium gespeichert ist und so ausgelegt ist, dass sie von der zweiten Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle ausgeführt werden kann, welche die Einrichtungsinformationen, die zu der I/O-Einrichtung gehören, bei Erfassen der Anwesenheit der I/O-Einrichtung empfängt und welche die Einrichtungsinformationen, die zu der I/O-Einrichtung gehören, über die Fern-I/O-Kommunikationsverbindung an die erste Fern-I/O-Schnittstelle sendet; und

eine vierte Routine, die auf dem ersten computerlesbaren Medium gespeichert ist und so ausgelegt ist, dass sie von der ersten Fern-I/O-Kommunikationsschnittstelle ausgeführt werden kann, welche die Einrichtungsinformationen, die zu der I/O-Einrichtung gehören, empfängt und die die Einrichtungsinformationen, die zu der I/O-Einrichtung gehören, zu der Steuereinrichtung sendet.

36. System nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und das zweite computerlesbare Medium in einer gemeinsamen Einrichtung angeordnet sind.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

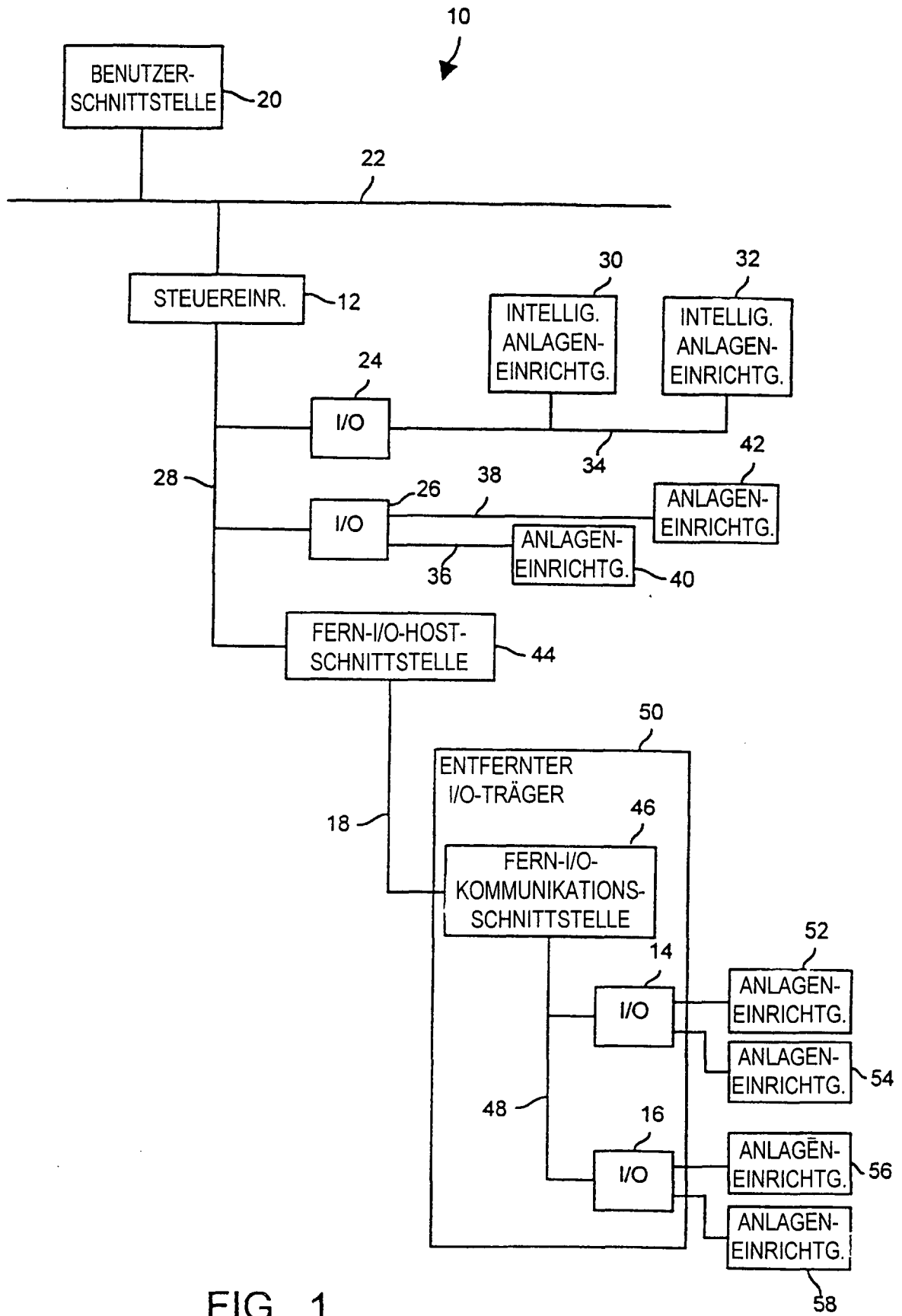


FIG. 1

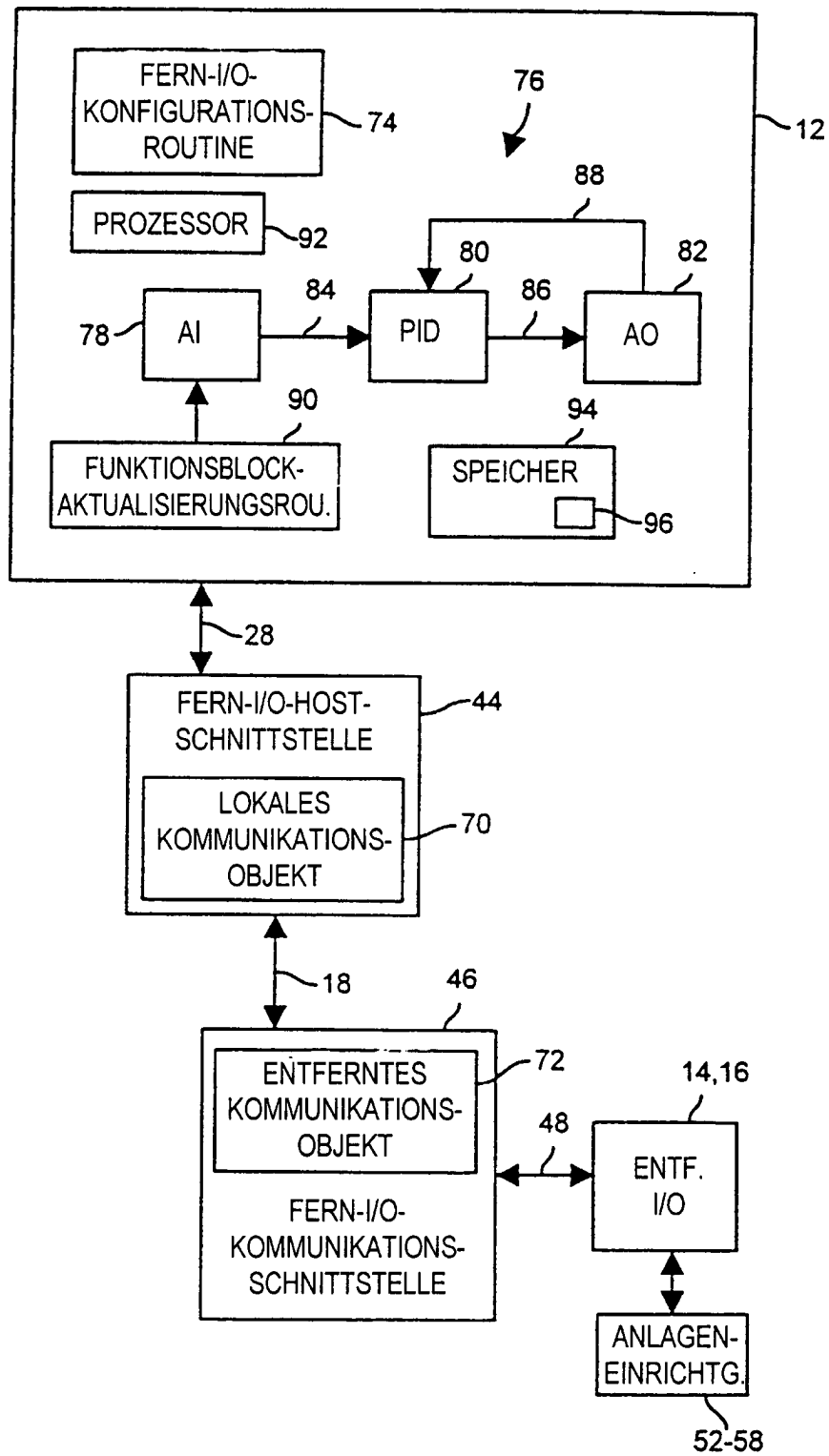


FIG. 2

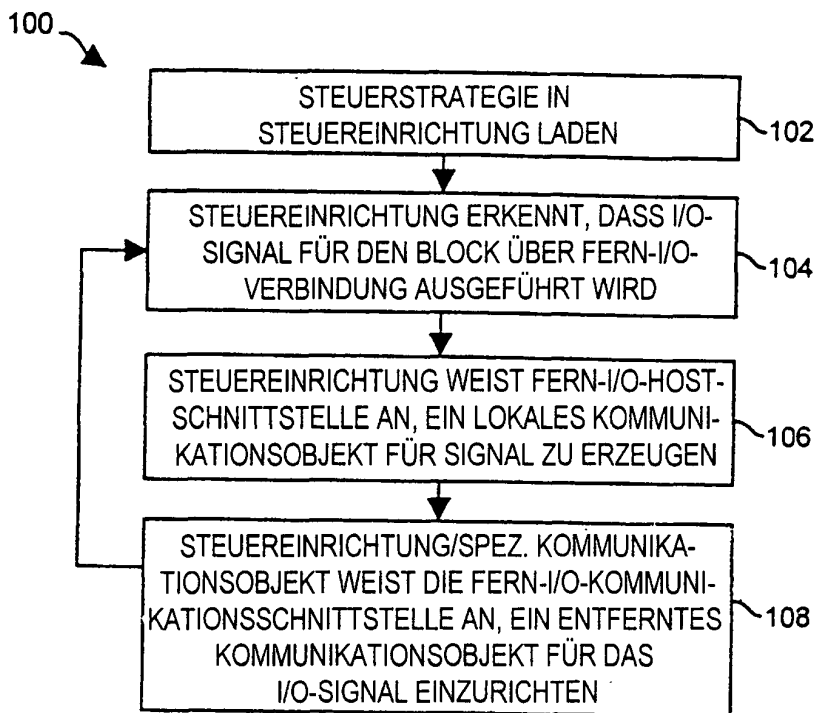


FIG. 3

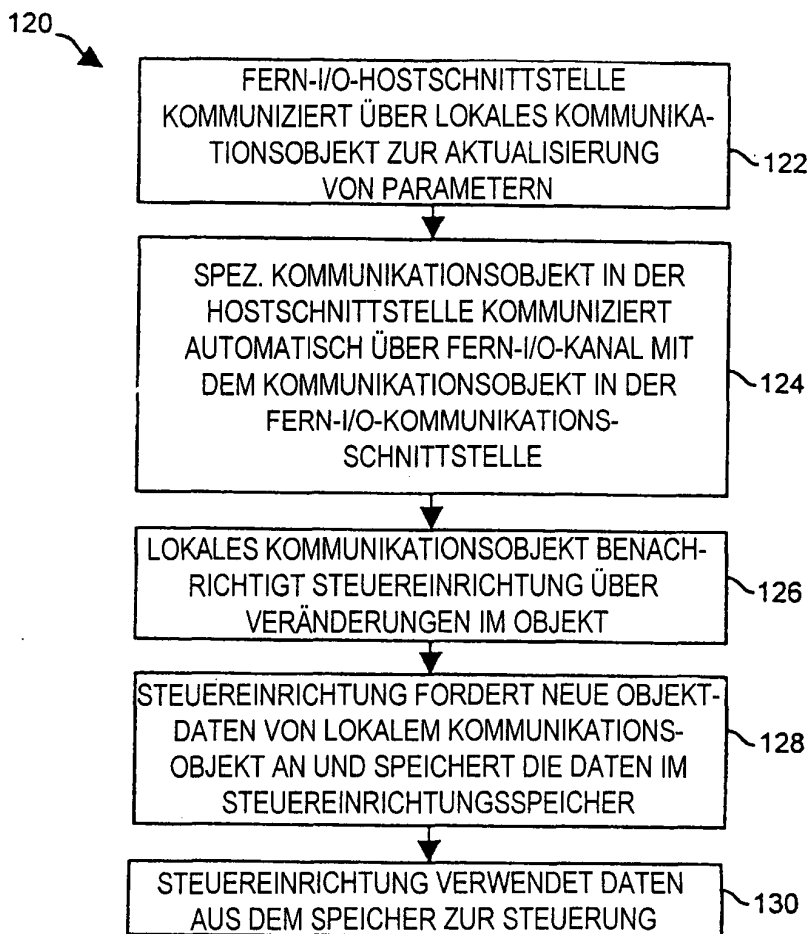


FIG. 4

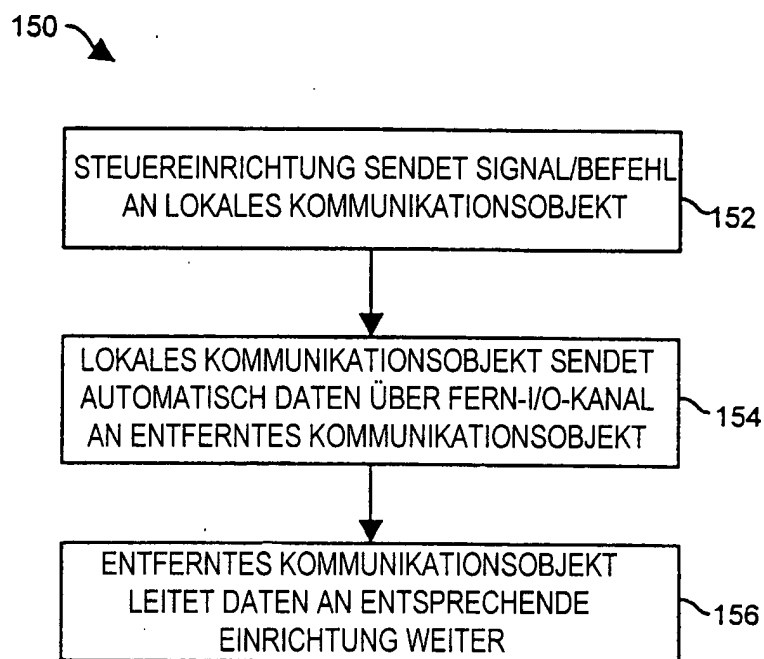


FIG. 5

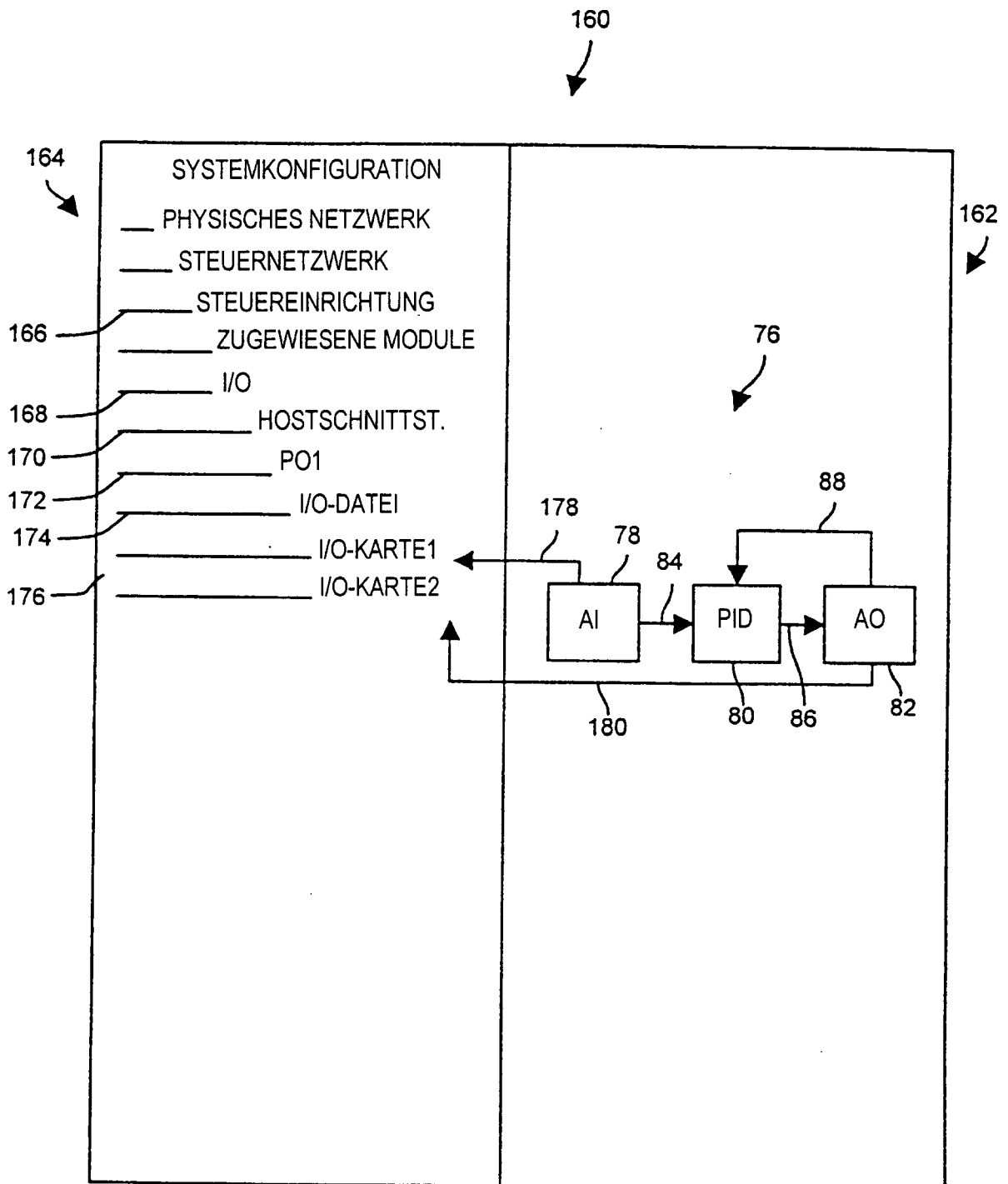


FIG. 6

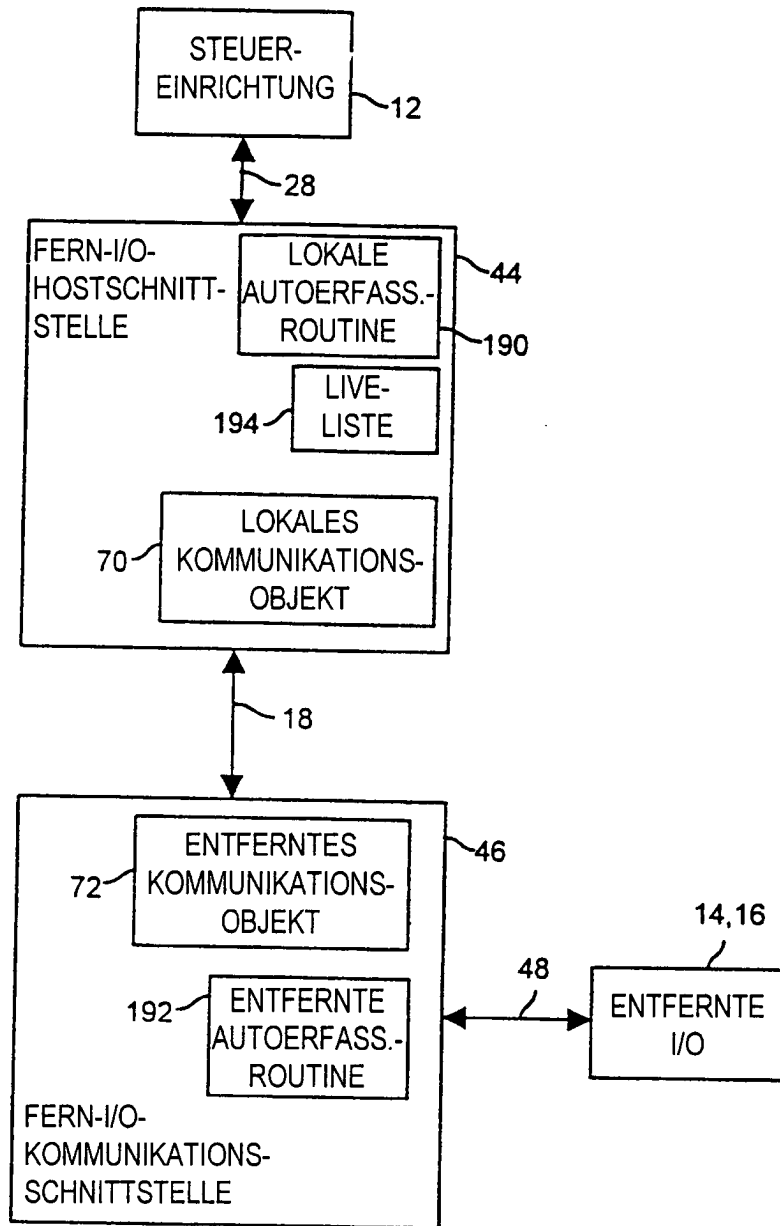


FIG. 7

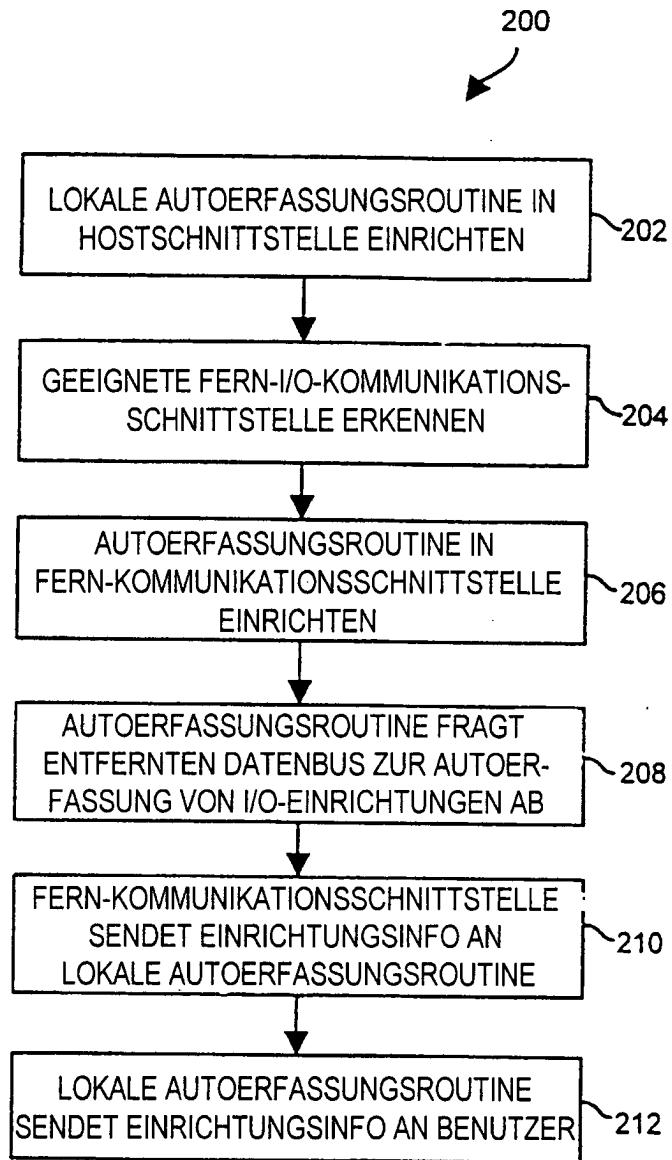


FIG. 8