

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 1992/2009
(22) Anmeldetag: 16.12.2009
(43) Veröffentlicht am: 15.07.2011

(51) Int. Cl. : **G05B 19/05** (2006.01)
H04L 12/407 (2006.01)

(73) Patentanmelder:
BACHMANN GMBH
A-6800 FELDKIRCH (AT)

(72) Erfinder:
VOGEL GUNNAR
KOBACH (AT)

(54) **VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER SPEICHERPROGRAMMIERBAREN STEUERUNG (SPS) MIT DEZENTRALER, AUTONOMER ABLAUFSTEUERUNG**

(57) Verfahren zum Betrieb einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) für eine verfahrenstechnische Anlage mit einer zentralen Datenverarbeitungseinheit (1) und einer Ablaufsteuerung, die Eingangsdaten (2a) von Eingängen einliest, verarbeitet und die verarbeiteten Ausgangsdaten (2b) an Ausgängen ausgibt, wobei die Datenverarbeitungseinheit (1) nur noch übergeordnete Verwaltungsaufgaben für die Verwaltung von nachgeschalteten Ein- und Ausgangsmodulen durchführt und als ADMIN-Datenverarbeitungseinheit (15) ausgebildet ist und dass die Ablaufsteuerung als in den Ein- und Ausgangsmodulen (31-33) autonom ablaufende Teilapplikation (20-23) ausgebildet ist. Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) für eine verfahrenstechnische Anlage mit einer zentralen Datenverarbeitungseinheit (1) und einer Ablaufsteuerung, die Eingangsdaten (2a) von Eingängen einliest, verarbeitet und die verarbeiteten Ausgangsdaten (2b) an Ausgängen ausgibt, wobei die Datenverarbeitungsvorrichtung aus einer ADMIN-Datenverarbeitungseinheit (15) mit einer übergeordneten Ablaufsteuerung (16) und einem dezentralen Automatisierungssystem (34) mit selbstständig arbeitenden Ein-/Ausgangsmodulen (31-33) besteht.

Zusammenfassung

- 5 Verfahren zum Betrieb einer speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) für eine verfahrenstechnische Anlage mit einer zentralen Datenverarbeitungseinheit (1) und einer Ablaufsteuerung, die Eingangsdaten (2a) von Eingängen einliest, verarbeitet und die verarbeiteten Ausgangsdaten (2b) an Ausgängen ausgibt, wobei die Datenverarbeitungseinheit (1) nur noch übergeordnete
- 10 Verwaltungsaufgaben für die Verwaltung von nachgeschalteten Ein- und Ausgangsmodulen durchführt und als ADMIN-Datenverarbeitungseinheit (15) ausgebildet ist und dass die Ablaufsteuerung als in den Ein- und Ausgangsmodulen (31-33) autonom ablaufende Teilapplikation (20-23) ausgebildet ist.
- 15 Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) für eine verfahrenstechnische Anlage mit einer zentralen Datenverarbeitungseinheit (1) und einer Ablaufsteuerung, die Eingangsdaten (2a) von Eingängen einliest, verarbeitet und die verarbeiteten Ausgangsdaten (2b) an Ausgänge ausgibt, wobei die
- 20 Datenverarbeitungsvorrichtung aus einer ADMIN-Datenverarbeitungseinheit (15) mit einer übergeordneten Ablaufsteuerung (16) und einem dezentralen Automatisierungssystem (34) mit selbstständig arbeitenden Ein-/Ausgangsmodulen (31-33) besteht.

Verfahren zum Betrieb einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) mit
dezentraler, autonomer Ablaufsteuerung

- 5 Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine dezentrale autonome Ablaufsteuerung und ein Verfahren zum Betrieb.

Bei speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) nach dem Stand der Technik sind die Ein- bzw. Ausgangs-Module für rudimentäre Aufgaben wie z. B.
10 Analog/Digital Wandlung, Verstärkung von anliegenden Analogsignalen etc. ausgelegt.

Die gesamte Intelligenz ist in einer zentralen Datenverarbeitungseinheit (CPU) konzentriert. Die Datenverarbeitungseinheit liest die Rohdaten der
15 Eingangsmodule ein, verarbeitet die Rohdaten weiter und stellt aufbereitete Daten den Ausgangsmodulen zur Verfügung.

Mit der Zentralisierung der Steuerung in der zentralen Datenverarbeitungseinheit ergeben sich Nachteile wie:

- 20
- Starke Belastung des Bussystems zwischen Datenverarbeitungseinheit und den Ein- bzw. Ausgangsmodulen
 - Die Datenverarbeitungseinheit stellt das „Bottleneck“ der SPS dar, d. h., wenn die Datenverarbeitungseinheit ausfällt, so steht die gesamte Automatisierungsanlage. Somit ist die Verfügbarkeit eines
 - 25 Automatisierungssystems im Wesentlichen durch die zentrale Datenverarbeitungseinheit bestimmt.
 - Die Datenverarbeitungseinheit muss im Falle des Ausschöpfens seiner Leistungsfähigkeit durch eine leistungsfähigere Datenverarbeitungseinheit ausgetauscht werden.

30

Ein weiteres verbreitetes Konzept der Datenverarbeitung der Automatisierung zeigt die Offenlegung DE10321652 A1. Eine zentrale Steuerung übergibt Aufgaben über eine Kommunikationseinrichtung an ein oder mehrere dezentrale Ein-/Ausgangsmodule, welche ihren Status an die übergeordnete Steuerung

zurückgibt. Die Kommunikationseinrichtung ist in den meisten Fällen als Feldbus ausgeprägt. Die Ein-/Ausgangsmodule sind soweit autonom, dass sie für ihre Aufgabe spezifische Funktionen selbstständig anhand der enthaltenen Programme ausführt. Diese Funktionen sind nach Stand der Technik

5 konfigurierbar oder reprogrammierbar. In der genannten Offenlegung sind diese Module Messmodule, wie sie bereits seit Jahren angeboten werden. In Automatisierungssystemen sind über Kommunikationseinrichtungen verbundene Ein-/Ausgangsmodule mit autonomer Funktion in Form von Temperaturreglern oder als Servo-Verstärker für Motoren seit Jahrzehnten Standard.

10 Diese Module sind im Gegensatz zu dieser Erfindung eigenständige Geräte mit eigenem Versorgungsanschluss, Kommunikationsanschluss, Ein-/Ausgangsanschlüssen und einer Montagemöglichkeit in eine Maschine oder Anlage, z. B. mittels Schienenbefestigung nach DIN EN50022.

15 Mit der Verteilung einzelner Funktionen einer Steuerung über Feldbusse auf dezentrale Datenverarbeitungseinheiten (Ein- bzw. Ausgangsmodulen) ergeben sich Nachteile wie:

- Starke Belastung des Feldbussystems zwischen Steuerung und den Ein- bzw. Ausgangsmodulen
- 20 • Der Feldbus, wie auch die Datenverarbeitung für den Betrieb des Feldbusses stellt das „Bottleneck“ des Automatisierungssystems dar d. h., wenn die Kommunikation gestört ist oder seine Übertragungsleistung nicht ausreicht, so steht die gesamte Automatisierungsanlage. Somit ist die Verfügbarkeit eines Automatisierungssystems im Wesentlichen durch die
- 25 den Feldbus bestimmt.
- Reicht die Leistungsfähigkeit oder notwendige Verfügbarkeit des der Automatisierung nicht aus, so muss ein leistungsfähigerer Feldbus oder eine aufwändigere und teurere Vernetzungsarchitektur eingesetzt werden.

30

Demgemäß hat sich die Erfindung die Aufgabe gestellt, eine speicherprogrammierbare Steuerung für eine verfahrenstechnische Anlage so weiterzubilden, dass die zentrale Datenverarbeitungseinheit entlastet wird und die vorher von der zentralen Datenverarbeitungseinheit durchgeführten

Rechenoperationen in die speicherprogrammierbare Steuerung und dort insbesondere in die Ein-/Ausgangsmodule verlegt wird.

5 Dem entsprechend verringert sich der Kommunikationsbedarf zwischen der zentralen übergeordneten Datenverarbeitungseinheit und den miteinander über einen internen Bus verbundenen gruppierten Ein-/Ausgangsmodule. Somit ergibt sich eine geringere Abhängigkeit beziehungsweise geringere Leistungsanforderungen an die Kommunikationseinrichtung zwischen den verbundenen gruppierten Ein-/Ausgangsmodule und der übergeordneten
10 Datenverarbeitungseinheit. Die Kommunikationseinrichtung kann der interne Systembus, über den die Ein-/Ausgangsmodule verbunden sind, als auch ein Feldbus sein.

Wesentliches Merkmal bei der vorliegenden Erfindung ist, dass die Intelligenz von
15 einer zentralen Datenverarbeitungseinheit hin zu intelligenten Ein- bzw. Ausgangsmodule verlagert wird. Sämtliche Ein- bzw. Ausgangsmodule sind mit einem Low Cost Prozessor wie z. B. einem DSP (Digital Signal Processor) ausgestattet.

20 Der DSP liest z. B. bei einem Eingangsmodul die Rohdaten ein und verarbeitet diese entsprechend in Funktionsblöcke programmierter Teilapplikationen, die somit in der zentralen Datenverarbeitungseinheit nicht mehr weiter verarbeitet werden müssen.

25 In den Teilapplikationen werden direkte oder indirekte physikalische Größen nach einem programmierten Ablauf gemessen, überwacht, geregelt und gesteuert und sind damit Teil der Automatisierung der Prozesse einer Maschine oder Anlage.

Durch die Verlagerung der „Intelligenz“ von der zentralen
30 Datenverarbeitungseinheit hin zu intelligenten Ein- bzw. Ausgangsmodule ergeben sich insbesondere folgende Vorteile:

- Die zentrale Datenverarbeitungseinheit wird entlastet, da der Großteil der Aktivitäten in den lokalen DSPs abgearbeitet wird.

- Eine SPS kann durch die Verwendung von zusätzlichen Ein- bzw. Ausgangsmodulen um neue Funktionen erweitert werden, ohne dass hierfür die zentrale Datenverarbeitungseinheit ausgetauscht ist.
- Mit der dezentralen Intelligenz ist Redundanz realisierbar, da in den dezentralen Ein- bzw. Ausgangsmodulen ein ablauffähiger Code in den DSPs läuft, wobei derselbe Code in zwei verschiedenen Modulen laufen kann. Dadurch können auch sicherheitsgerichtete SPS realisiert werden.
- Diese Redundanz kann ebenfalls zur Erhöhung der Verfügbarkeit der gesamten Ablaufsteuerung eingesetzt werden.
- Das bedarfsorientierte Zusammenstellen von dezentralen intelligenten Modulen ermöglicht maßgeschneiderte Automatisierungslösungen für Kunden.

Die dezentrale Ablaufsteuerung findet durch die Schaffung einer kompletten Applikation in einer Entwicklungsumgebung statt, wobei diese Applikation durch die Entwicklungsumgebung in Teilapplikationen aufgeteilt wird. Diese wird zunächst in der Startphase von der übergeordneten Ablaufsteuerung der zentralen Datenverarbeitungseinheit verwaltet und dann als einzelne Applikation über einen internen Systembus, den einzelnen Ein-/Ausgangsmodulen zugeleitet, die aufgrund der dort eingebauten eigenen Intelligenz diese Applikationen selbständig ausführen.

Eine dezentrale autonome Ablaufsteuerung wird somit dadurch gebildet, dass einzelne Ein-/Ausgangsmodule Teil eines dezentralen Automatisierungssystems sind und nur untereinander eine Kommunikation ausüben. Wobei für die Erfüllung der Ablaufsteuerung nur eine interne Kommunikation gepflegt wird, sodass es nicht mehr auf die Signale der zentralen, übergeordneten Datenverarbeitungseinheit ankommt. Mit dieser wird nur ein übergeordneter Datenaustausch gepflegt, d. h. Überwachungsaufgaben oder Statusänderungen werden überwacht und gegebenenfalls geändert, ohne dass – wie beim Stand der Technik – diese zentrale Datenverarbeitungseinheit eine zentrale Ablaufsteuerung hat, die alles und jedes der nachgeschalteten Module überwacht.

Dank der erfinderischen Idee, nun die autonome Steuerung dezentral in einem Automatisierungssystem unterzubringen, ergibt sich der wesentliche Vorteil, dass nunmehr die Module selbständige Intelligenz haben und bei Ausfall der zentralen Datenverarbeitungseinheit oder der Schnittstelle trotzdem ein Betrieb der
5 einzelnen Module möglich ist.

Wenn beispielsweise eine solche Ablaufsteuerung in einer Windkraftanlage eingesetzt wird, war beim Stand der Technik der Nachteil, dass bei Ausfall der zentralen Datenverarbeitungseinheit alle nachgeschalteten Module abgeschaltet
10 wurden und in einen sicheren Zustand gehen mussten, was zu einem Nothalt führte, der alle Bremsen der Windturbine anzog und somit eine sehr hohe mechanische Belastung und Beschädigung verursachte.

Dies wird mit der dezentralen autonomen Intelligenz des dezentralen
15 Automatisierungssystems vermieden, weil trotz des Ausfalls der zentralen Datenverarbeitungseinheit nun dieses dezentrale Automatisierungssystem langsam und gesteuert in einen sicheren Zustand gebracht werden kann, ohne dass es zu einem schlagartigen Abschalten kommt. Damit steigt die Verfügbarkeit der gesamten Anlage und es sind wesentlich höhere Sicherheitsanforderungen
20 erfüllbar, denn der Ausfall der zentralen Datenverarbeitungseinheit führt nicht zum Ausfall der nachgeschalteten dezentralen Automatisierungssysteme.

In einer Ausführungsform kann, basierend auf der oben beschriebenen Lösung, der interne Systembus redundant realisiert werden. Das kann zur Erhöhung der
25 Verfügbarkeit und der Sicherheit des Steuerungssystems eingesetzt werden.

In einer weiteren Ausführungsform können die dezentralen Ein- bzw. Ausgangsmodule lediglich aus einer Datenverarbeitungseinheit bestehen, die keine Verbindung zu einer übergeordneten Steuerung aufweist und „lediglich“
30 Programme dezentral abarbeitet.

Die Erfindung kann sich ebenso nur auf den Bereich der SPS einschränken.

Der Erfindungsgegenstand der vorliegenden Erfindung ergibt sich nicht nur aus dem Gegenstand der einzelnen Patentansprüche, sondern auch aus der Kombination der einzelnen Patentansprüche untereinander.

- 5 Alle in den Unterlagen, einschließlich der Zusammenfassung offenbarten Angaben und Merkmale, insbesondere die in den Zeichnungen dargestellte räumliche Ausbildung, werden als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.
- 10 Im Folgenden wird die Erfindung anhand von lediglich einen Ausführungsweg darstellenden Zeichnungen näher erläutert. Hierbei gehen aus den Zeichnungen und ihrer Beschreibung weitere erfindungswesentliche Merkmale und Vorteile der Erfindung hervor.

15 Es zeigen:

Figur A: ein Blockschaltbild einer Ablaufsteuerung nach dem Stand der Technik

20 Figur B: ein gegenüber Figur A abgewandeltes Blockschaltbild einer Ablaufsteuerung nach dem Stand der Technik

Figur 1: eine Ablaufsteuerung mit dezentraler Intelligenz in der Startphase

25 Figur 2: die Ablaufsteuerung nach Figur 1 in der Betriebsphase

Figur 3: ein detailliert ausgeführtes Blockschaltbild einer Ablaufsteuerung nach den Figuren 1 und 2

30 In den Figuren A und B ist die Ablaufsteuerung nach dem Stand der Technik dargestellt.

In einer zentralen Datenverarbeitungseinheit 1 läuft ein Ablaufprogramm 9 ab, welches die Eingangsdaten 3a über das Eingangsprozessabbild 2a verarbeitet und

nach deren Verarbeitung die Daten über das Ausgangsprozessabbild 2b als Ausgangsdaten ausgegeben werden. Die Eingangsdaten 3a und Ausgangsdaten 3b sind mit dem Kommunikationsbus verbunden, der beispielsweise als Systembus 4 ausgebildet sein kann. An diesen Systembus sind eine Reihe von externen Modulen 6 angeschaltet, wobei im gezeigten Ausführungsbeispiel nach dem Stand der Technik das externe Modul 6 beispielsweise einen eigenen Mikroprozessor 7 aufweisen kann, der beispielsweise einen Regler 12 ansteuert.

Über den Moduldatenbus 5 tauscht der Mikroprozessor 7 SOLL-Daten, IST-Daten und Status-Daten mit der zentralen Datenverarbeitungseinheit CPU 1 über den internen Systembus 4 aus. Über die Sensor/Aktor Schnittstelle 8 erfolgt die Verbindung zu den Sensoren und Aktoren des zu regelnden Systems, beispielsweise eines Antriebs.

Ein solches Blockschaltbild ist in Figur B näher dargestellt, wo erkennbar ist, dass die am Kommunikationsbus übertragenen Daten über den Datenpfad 10 als Istwerte auf die zentrale Datenverarbeitungseinheit zurückgegeben werden und die zentrale Datenverarbeitungseinheit ihrerseits erzeugt Sollwerte, die über den Datenpfad 11 in das Modul 6 eingespeist werden.

Es ist erkennbar, dass dieses Modul mit seiner eingebauten Ablaufsteuerung einen Motor 13 ansteuert, dessen Bewegung von einem Geber 14 erfasst wird.

Aus der oben genannten Darstellung ergibt sich der Nachteil des Standes der Technik, weil erkennbar ist, dass die zentrale Datenverarbeitungseinheit 1 alle Steuerungsaufgaben übernimmt und das nachgeschaltete externe Modul 6 sozusagen nur als Sklave die Steuerungsbefehle der zentralen Datenverarbeitungseinheit ausführt. Damit besteht aber der Nachteil, dass bei Ausfall der Datenverarbeitungseinheit das externe Modul 6 schlagartig in einen Notzustand gerät und stehen bleibt, wodurch am Motor 13 oder an dem vom Motor bewegten System Schäden entstehen können.

Hier setzt die vorliegende Erfindung eine Steuerung mit einer modularen dezentralen autonomen Ablaufsteuerung ein, die als Ausführungsbeispiel in Figur 1 dargestellt ist.

5 Die Figur 1 zeigt hierbei das System in der Startphase, bei dem erkennbar ist, dass in einer Entwicklungsumgebung 17 eine komplette Applikation 18 entwickelt wird, die über eine Aufteilung 19 auf eine Reihe von Teilapplikationen 20, 21, 22, 23 aufgeteilt wird.

Jede Teilapplikation 20-23 ist ein eigenes separat ablauffähiges Programm,
10 welches selbsttätig ablaufen kann.

Von der Entwicklungsumgebung 17 werden die Teilapplikationen 20-23 beispielsweise über eine Programmierschnittstelle 24 in die nun „abgespeckte“ zentrale Datenverarbeitungseinheit 15 eingeladen. Diese verfügt nur noch über eine übergeordnete Ablaufsteuerung 16, die stark vereinfacht gegenüber der
15 Ablaufsteuerung der allgemeinen Datenverarbeitungseinheit 1 nach dem Stand der Technik gemäß Figur A und B ist.

In dieser ADMIN-Datenverarbeitungseinheit 15 werden nun die einzelnen Applikationen 20-23 im Speicher vorgehalten und beispielsweise über einen
20 internen Systembus in den Pfeilrichtungen 27-29 in die einzelnen Ein-/Ausgangsmodule 31, 32, 33 geladen.

Wichtig ist nun, dass jedes Ein-/Ausgangsmodul 31-33 selbsttätig ablauffähig ist, wie es anhand der Figur 2 dargestellt ist.

25 Dort ist das vereinfachte Ersatzschaltbild der Anordnung nach Figur 1 dargestellt, und es ist erkennbar, dass in jedem Ein-/Ausgangsmodul 31-33 eine eigene Teilapplikation 20-21-23 ablauffähig vorgehalten wird und dort abläuft, sodass jedes Ein-/Ausgangsmodul selbsttätig arbeitet und autonom funktioniert.

30 Es versteht sich von selbst, dass auch mehrere Teilapplikationen auf einem einzigen Ein-/Ausgangsmodul 31-33 ablaufen können.

Wichtig ist, dass alle Ein-/Ausgangsmodule 31-33 in einem dezentralen Automatisierungssystem 34 angeordnet sind, sodass diese Ein-/Ausgangsmodule nur noch einen internen Kommunikationsaustausch 35-38 untereinander pflegen, ohne dass hierbei die ADMIN-Datenverarbeitungseinheit 15 eingeschaltet sein müsste. Diese hat nur übergeordnete Verwaltungsaufgaben und arbeitet als dezentrale CPU, sodass das dezentrale Automatisierungssystem 34 mit den Ein-/Ausgangsmodulen 31-33 selbstständig ablauffähig ist. Es arbeitet also autonom.

Ein Ausführungsbeispiel einer solchen Ausbildung nach Figur 2 ist in Figur 3 dargestellt. Dort ist erkennbar, dass die nun wesentlich „abgespeckte“ ADMIN-Datenverarbeitungseinheit 15 über einen Feldbus 26 die übergeordneten Daten auf ein Feldbuskopf-Modul 39 gibt, welches Feldbuskopfmodul 39 einen internen Systembus 25 mit Daten versorgt. Der Kommunikationsbus 26 kann ein Feldbus, ein proprietärer Datenbus oder der interne Systembus sein, im letzteren Fall erübrigt sich das Feldbuskopf-Modul 39.

Über diesen internen Systembus 25 werden alle Daten ausgetauscht. Der Informationsaustausch zwischen den Teilapplikationen erfolgt selbstständig über den internen Systembus entsprechend des Informationsaustauschbedarfes der Teilapplikationen. Dieser Kommunikationsaustausch 35-38 wurde anhand der Figur 2 erläutert.

Wichtig ist nun, dass eine Vielzahl von Ein- und Ausgangsmodule vorhanden sind, wobei nur einige beschrieben werden. Beispielsweise ist das Eingangsmodul 31 als digitaler Eingang ausgebildet, der von einem Schalter als Eingangsgröße 43 angesteuert wird, und in diesem Ein-/Ausgangsmodul 31 laufen zwei Applikationsprogramme ab, nämlich ein reiner Signalfilter und ein sogenannter sicherer Eingang.

Die horizontal verlaufenden Pfeile 38 zeigen, dass ein Kommunikationsaustausch mit dem benachbarten Modul 32 stattfindet, welches ebenfalls als digitaler Eingang (DI) ausgebildet ist, welches ebenfalls einen digitalen Filter beinhaltet, dessen Gültigkeit mit dem Filter des ersten Eingangs- und Ausgangsmoduls 31

abgeprüft wird und wobei wiederum als Eingangsgröße 44 ein Schalter vorgesehen ist.

Auch hier laufen zwei verschiedene Teilapplikationen ab, wobei in dem dritten Ein-
5 /Ausgangsmodul 33 eine Teilapplikation abläuft, die einen bestimmten Stellungsgeberbefehl erzeugt, wenn eine Notsituation vorliegt. Ebenso wird mit der anderen Teilapplikation die gültige Stellungsposition des Drehgebers erfasst und mit dem benachbarten Modul über den Kommunikationsaustausch 38 überprüft. Die Eingangsgröße 45 ist hierbei als Drehgeber ausgebildet.

10

Die Darstellung nach Figur 3 zeigt im Übrigen auch, dass es digitale Ausgangsmodule mit dem Ausgang 46 oder auch analoge Ausgänge mit dem Ausgang 47 gibt und dass die gesamten Ausgangsgrößen über die Steuerstrecken 48, 49 auf die Eingänge zurückwirken, wie es anhand der Pfeile in

15

Figur 3 dargestellt ist.
Es handelt sich also um einzelne Funktionsblöcke 40, 41, 42, die Teil des dezentralen Automatisierungssystems 34 sind, wobei im gezeigten Ausführungsbeispiel der Funktionsblock 40 mit den dort gezeigten Ein-/Ausgangsmodulen der Überwachung dient, die anderen Ein-/Ausgangsmodule
20 der Positionierung einer Azimut-Stellung einer Windturbine dienen und der weitere Funktionsblock 42 dem Bremsen der Drehung der Windturbinengondel dient.

Es ist ferner in Figur 3 dargestellt, dass die übergeordneten Funktionen in der ADMIN-Datenverarbeitungseinheit 15 mit der übergeordneten Ablaufsteuerung 16
25 überwacht werden, sodass auf diese Datenverarbeitungseinheit 15 wesentlich geringere Aufgaben und wenig zeitkritische Überwachungsaufgaben und Steuerungsaufgaben zukommen, was als wesentlicher Vorteil gegenüber dem Stand der Technik zu nennen ist.

30 Hier handelt es sich also um eine dezentrale autonome Ablaufsteuerung, die in dem dezentralen Automatisierungssystem 34 unabhängig von dem Versagen der ADMIN-Datenverarbeitungseinheit 15 abläuft.

Zeichnungslegende

	1	Allgemeine Datenverarbeitungseinheit
5	2a	Eingangsprozessabbild
	2b	Ausgangsprozessabbild
	3a	Eingangsdaten
	3b	Ausgangsdaten
	4	Systembus
10	5	Moduldatenbus
	6	Externes Modul
	7	Mikroprozessor (dezentral)
	8	Sensor/Aktor Schnittstelle
	9	Ablaufprogramm
15	10	Datenpfad (Ist-Werte)
	11	Datenpfad (Soll-Werte)
	12	Regler
	13	Motor
	14	Geber
20	15	ADMIN-Datenverarbeitungseinheit
	16	Übergeordnete Ablaufsteuerung
	17	Entwicklungsumgebung
	18	Komplette Applikation
	19	Aufteilung
25	20	Teil-Applikation
	21	Teil-Applikation
	22	Teil-Applikation
	23	Teil-Applikation
	24	Programmierschnittstelle
30	25	Interner Systembus
	26	Feldbus
	27	Pfeilrichtung
	28	Pfeilrichtung
	29	Pfeilrichtung

	30	
	31	Ein-/Ausgangsmodul
	32	Ein-/Ausgangsmodul
	33	Ein-/Ausgangsmodul
5	34	Dezentrales Automatisierungssystem
	35	Kommunikationsaustausch
	36	Kommunikationsaustausch
	37	Kommunikationsaustausch
	38	Kommunikationsaustausch
10	39	Feldbuskopfmodul
	40	Funktionsblock
	41	Funktionsblock
	42	Funktionsblock
	43	Eingangsgröße
15	44	Eingangsgröße
	45	Eingangsgröße
	46	Ausgang
	47	Ausgang
	48	Steuerstrecke
20	49	Steuerstrecke

Seite 1 d. Ansprüche

13

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) für eine verfahrenstechnische Anlage mit einer zentralen Datenverarbeitungseinheit
5 (1) und einer Ablaufsteuerung, die Eingangsdaten (2a) von Eingängen einliest, verarbeitet und die verarbeiteten Ausgangsdaten (2b) an Ausgängen ausgibt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Datenverarbeitungseinheit (1) nur noch übergeordnete Verwaltungsaufgaben für die Verwaltung von nachgeschalteten Ein- und Ausgangsmodulen durchführt und als ADMIN-Datenverarbeitungseinheit
10 (15) ausgebildet ist und dass die Ablaufsteuerung als in den Ein- und Ausgangsmodulen (31-33) autonom ablaufende Teilapplikation (20-23) ausgebildet ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Daten
15 dezentral mithilfe von Teilapplikationen (20-23) und Ein-/Ausgangsmodulen (31, 32, 33) geladen, verarbeitet und weitergeleitet werden.
3. Verfahren für eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teilapplikationen (20-
20 23) durch eine Ablaufsteuerung (16) dezentral geladen und gesteuert werden.
4. Verfahren für eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ein-/Ausgangsmodule (31-33) über einen internen Systembus (25) einen internen
25 Kommunikationsaustausch (35-38) ausführen.
5. Verfahren für eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ADMIN-Datenverarbeitungseinheit (15) über einen Feldbus (26) die übergeordneten Daten
30 über ein Feldbuskopf-Modul (39) mit einem internen Systembus (25) übermittelt.

NACHGEREICHT

6. Verfahren für eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das dezentrale Automatisierungssystem (34) unabhängig von dem Versagen der Datenverarbeitungseinheit (15) abläuft.

5

7. Verfahren für eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das dezentrale Automatisierungssystem (34) unabhängig von dem Versagen des Kommunikationsbusses (26) abläuft.

10

8. Verfahren für eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einzelnen Ein-/Ausgangsmodule (30-33) Teil des dezentralen Automatisierungssystems (34) sind und untereinander eine Kommunikation über die internen Systembusse (25) ausüben.

15

9. Verfahren für eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kommunikation der einzelnen Ein-/Ausgangsmodule (30-33) und über einen redundant ausgeführten internen Systembus (25) ausüben.

20

10. Verfahren für eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kommunikation der einzelnen Ein-/Ausgangsmodule (30-33) mit redundanten Kommunikationsbus (26) über einen redundant ausgeführten internen Systembus (25) erfolgt.

25

11. Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) für eine verfahrenstechnische Anlage mit einer zentralen Datenverarbeitungseinheit (1) und einer Ablaufsteuerung, die Eingangsdaten (2a) von Eingängen einliest, verarbeitet und die verarbeiteten Ausgangsdaten (2b) an Ausgänge ausgibt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Datenverarbeitungsvorrichtung aus einer ADMIN-Datenverarbeitungseinheit (15) mit einer übergeordneten Ablaufsteuerung (16) und einem dezentralen Automatisierungssystem (34) mit selbstständig arbeitenden Ein-/Ausgangsmodule (31-33) besteht.

30

12. Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das dezentrale Automatisierungssystem (34) mindestens zwei Ein-/Ausgangsmodule (31-33) mit mindestens je einer Teilapplikation (20-23) umfasst.

13. Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Teilapplikation (20-23) ein eigenes separat-ablauffähiges Programm ist.

14. Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ein-/Ausgangsmodule (31-33) für den internen Kommunikationsaustausch (35-38) über einen internen Systembus (25) verbunden sind.

15. Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Eingangsmodule (31-33) als digitaler Eingang ausgebildet ist, der von einem Sensor als Eingangsgröße (43) angesteuert wird.

16. Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) nach einem der Ansprüche 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ein-/Ausgangsmodule (31-33) beliebig ohne ein Auswechseln der ADMIN-Datenverarbeitungseinheit (15) erweiterbar sind.

17. Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) nach einem der Ansprüche 11 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine beliebige Anzahl dieser Ein-/Ausgangsmodule (31-33) - Gruppen über einen Kommunikationsbus (26) mit einer ADMIN-Datenverarbeitungseinheit (15) verbunden sind.

18. Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) nach einem der Ansprüche 11 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ein-/Ausgangsmodule (31-33) mit beliebigen auch unterschiedlichen Kommunikationsbussen (26) mit einer ADMIN-Datenverarbeitungseinheit (15) verbunden sind.

Stand der Technik

Fig. A

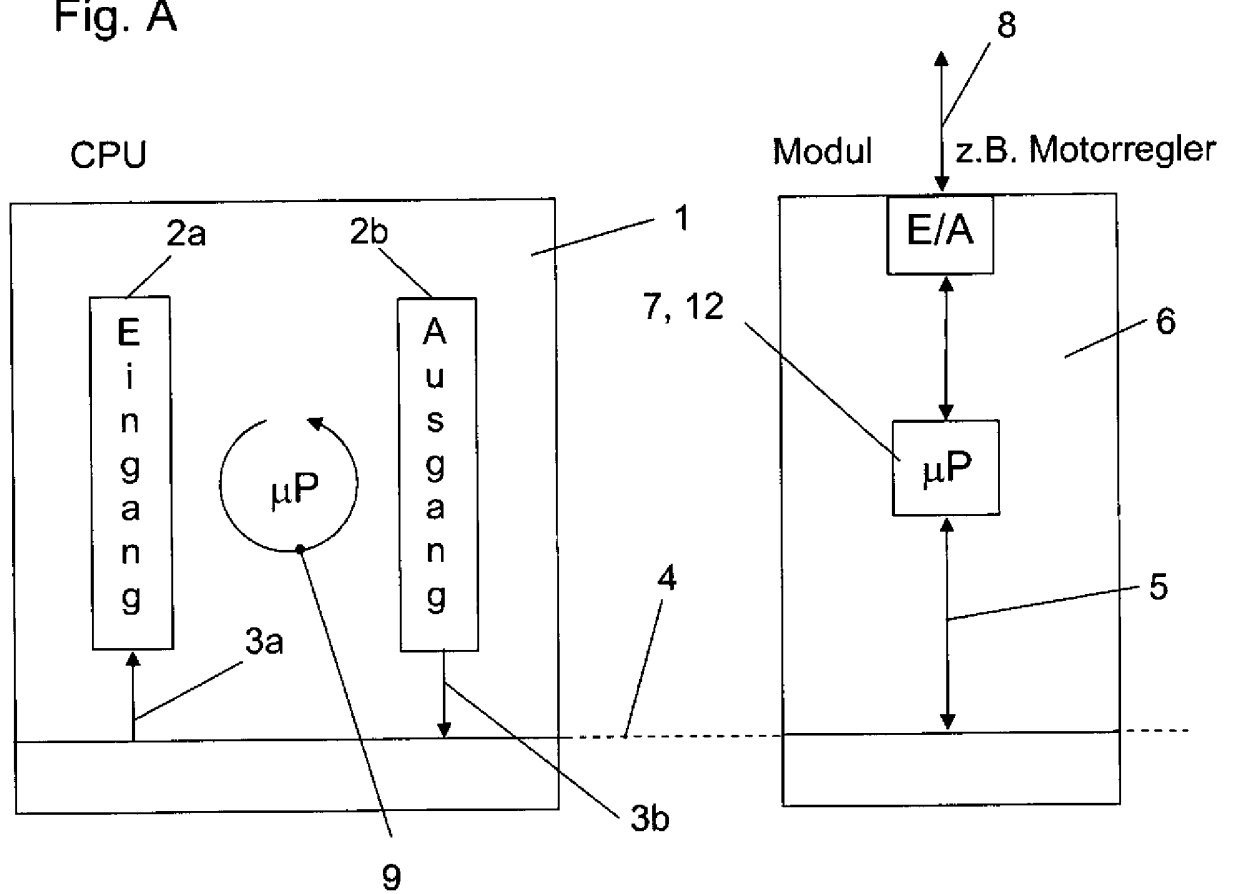
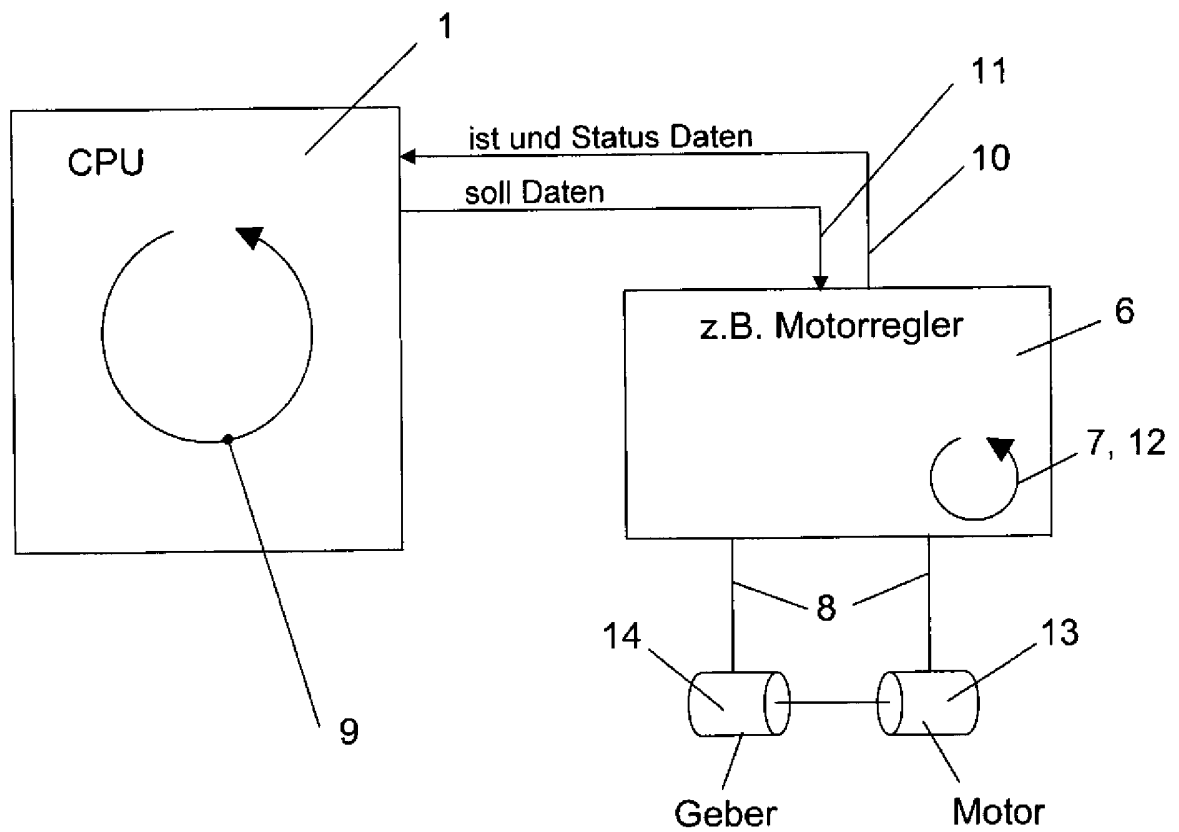


Fig. B



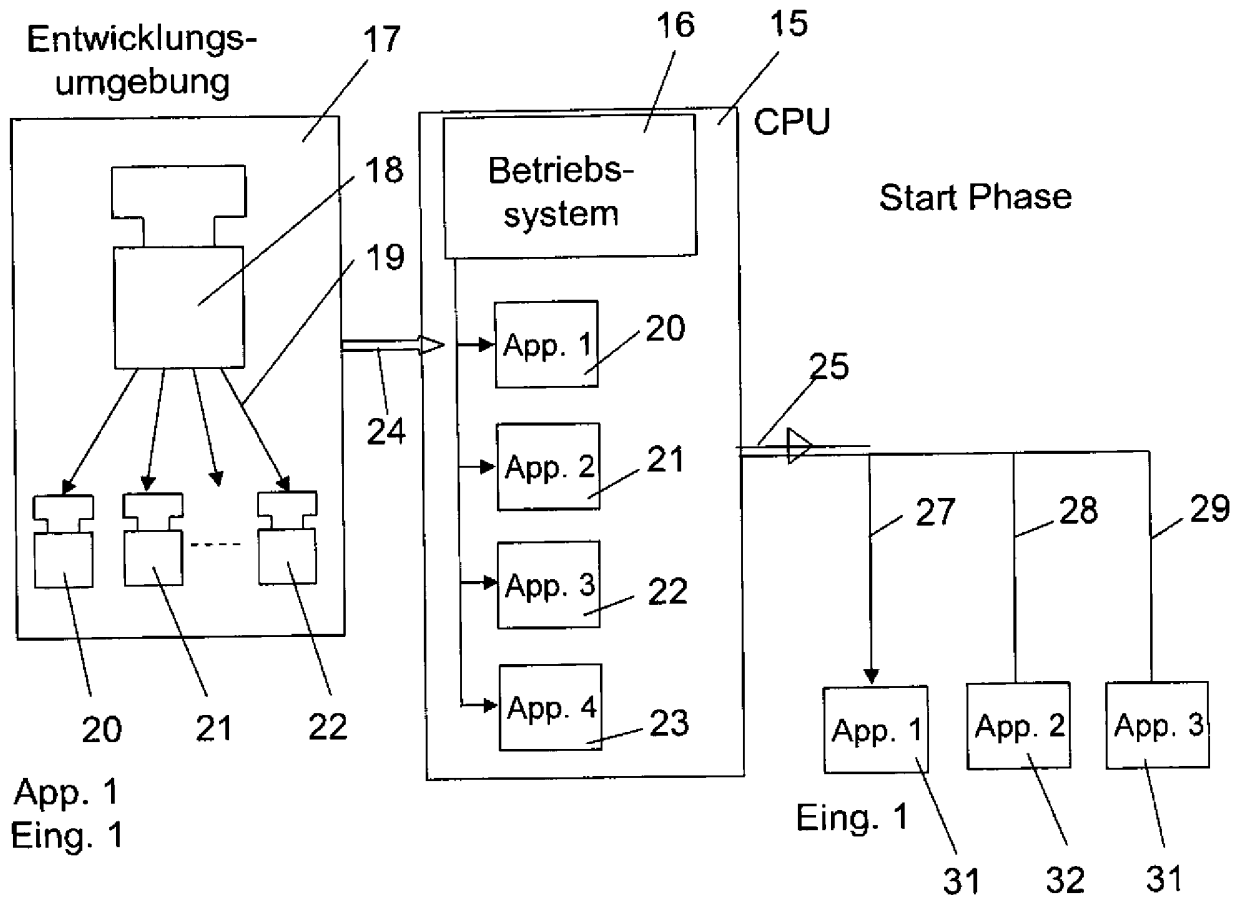


Fig. 1

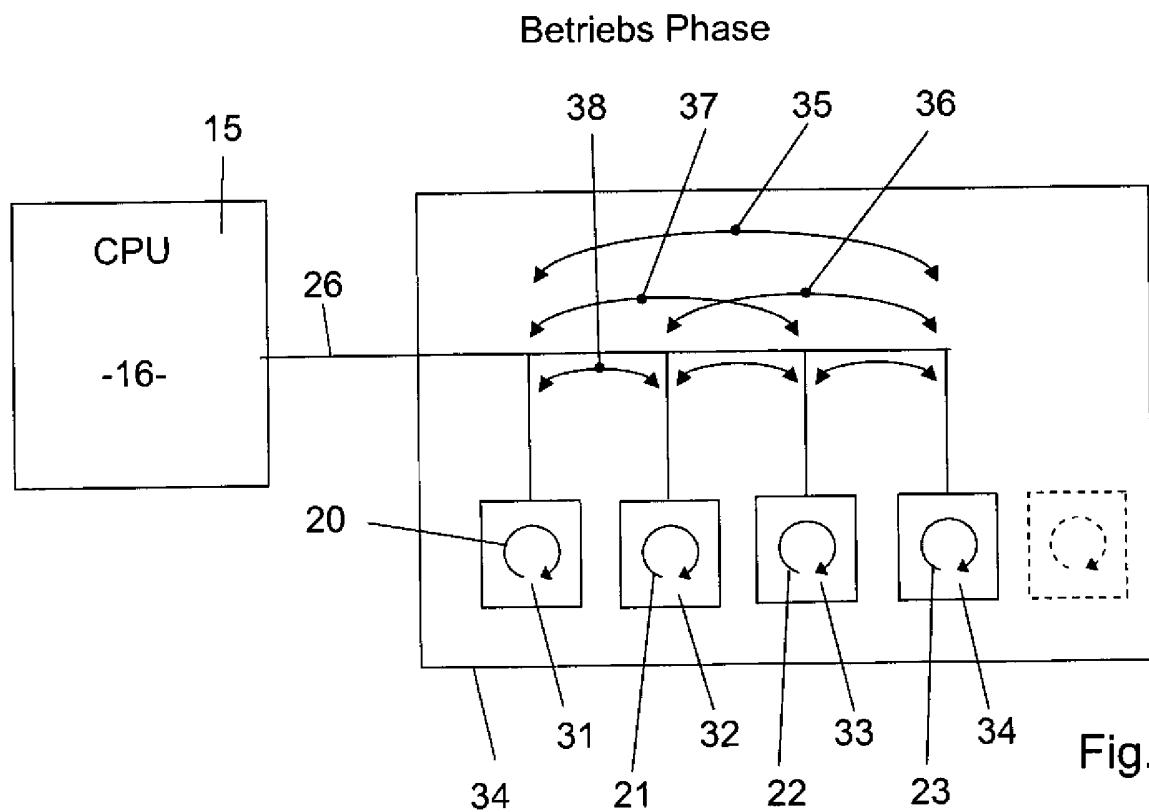


Fig. 2

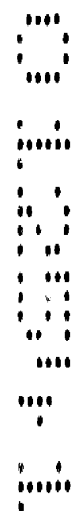
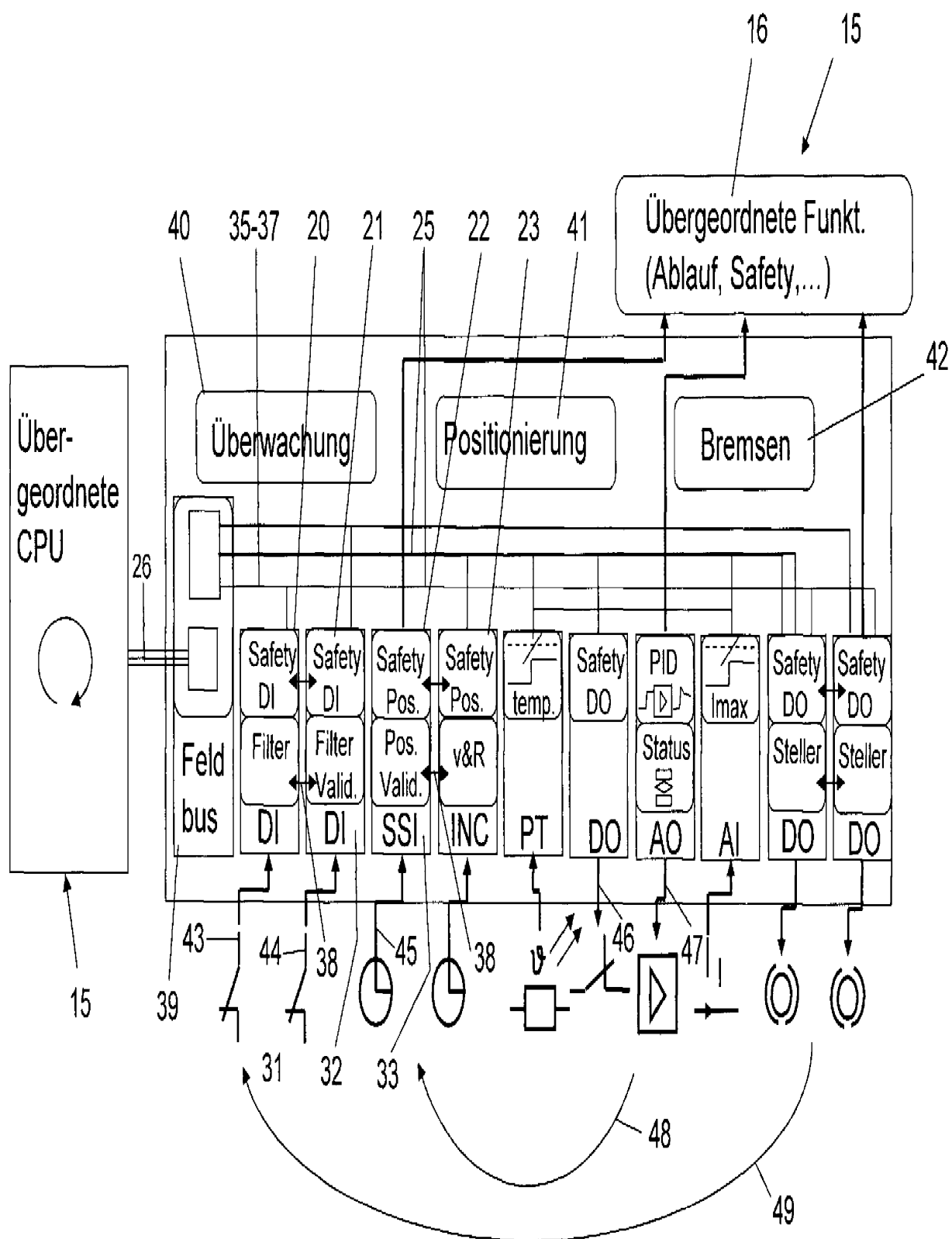


Fig. 3