

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
6. Januar 2005 (06.01.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/001692 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G06F 11/28**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/050704

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. Mai 2004 (04.05.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 28 059.6 23. Juni 2003 (23.06.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BAUMANN, Dietmar**

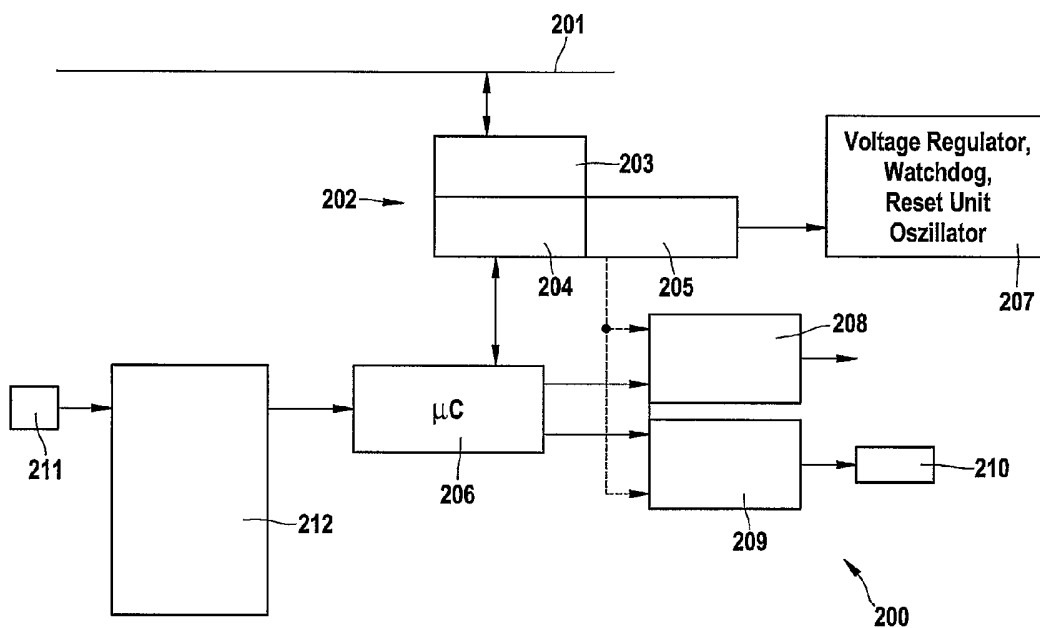
[DE/DE]; Helene-Lange-Str. 33, 71282 Hemmingen (DE). **HOFMANN, Dirk** [DE/DE]; Im Mais 12, 71636 Ludwigsburg (DE). **VOLLERT, Herbert** [DE/DE]; Oberriexinger Weg 75, 71665 Vaihingen/Enz (DE). **NAGEL, Willi** [DE/DE]; Bittenfelder Str. 31, 71686 Remseck/Hochdorf (DE). **HENKE, Andreas** [DE/DE]; Tulpenstr. 8, 34474 Diemelstadt (DE). **FOITZIK, Bertram** [DE/DE]; Am Wasserfall 3, 71636 Ludwigsburg (DE). **GOETZELMANN, Bernd** [DE/DE]; Neuffenstr. 30, 71696 Moeglingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MONITORING A DISTRIBUTED SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ÜBERWACHUNG EINES VERTEILTEN SYSTEMS



(57) Abstract: The invention relates to a method, device and bus system for monitoring the distributed system composed of a number of nodes, which are connected by means of a bus system, whereby at least a number of nodes are provided as monitoring nodes, and process data of at least one monitored node are stored data areas of memory units of the bus system, to which the monitoring nodes have access, and the process data are evaluated by the monitoring nodes.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/001692 A2



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

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

(57) **Zusammenfassung:** Verfahren, Vorrichtung und Bussystem zur Überwachung des verteilten Systems, welches aus mehreren Teilnehmern besteht die mittels eines Bussystems verbunden sind, wobei wenigstens eine Anzahl der Teilnehmer als überwachende Teilnehmer vorgesehen sind und Prozessdaten wenigstens eines überwachten Teilnehmers in Datenbereichen von Speichereinheiten des Bussystems abgelegt werden auf welche die überwachenden Teilnehmer Zugriff haben und die Prozessdaten durch die überwachenden Teilnehmer ausgewertet werden.

- 1 -

5

10 Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung eines verteilten Systems

Stand der Technik

15 Die Erfindung geht aus von einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Überwachung eines verteilten Systems, welches aus mehreren Teilnehmern besteht, die mittels eines Bussystems verbunden sind sowie einem entsprechenden Bussystem und einem entsprechenden verteilten System gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche.

20 Der heutige Ansatz einer Vielzahl elektronischer Steuereinheiten in allen technischen Bereichen, wie z. B. in industriellen Anwendungen, z. B. im Werkzeugmaschinenbereich oder auch der Automatisierung sowie im Fahrzeugbereich und die Vernetzung dieser Steuereinheiten wirkt insbesondere bei sicherheitsrelevanten Anwendungen wie beispielsweise Bremsfunktionen beim Kraftfahrzeug, z. B. ABS oder ESP,
25 Lenkfunktionen oder auch Getriebschaltfunktionen sowie Motorsteuerungsfunktionen das Problem des sicheren Betriebs eines solchen verteilten Systems auf.

Dabei werden heute gerade im Kraftfahrzeugbereich gemischt mechanisch-elektronische Systeme verwendet. Heutige mechatronische Systeme überwachen die Funktion des
30 Systems selbsttätig, indem z. B. Redundanz eingebaut wird. Übliche Systeme beinhalten dabei je Steuereinheit bzw. Teilsystem zwei Prozessoren, welche die Funktionen berechnen und dann die Ergebnisse vergleichen. Liegt eine Differenz der Ergebnisse vor, so muss ein Fehler eingetreten sein und es können sicherheitsrelevante Maßnahmen eingeleitet werden. Dabei ist der zweite Prozessor häufig leistungsschwächer ausgelegt.
35 In einem solchen Fall rechnet dieser zweite Prozessor nur ausgewählte Teilbereiche nach

- 2 -

und vergleicht diese mit dem eigentlichen Funktionsrechner, wie dies beispielsweise in der DE 195 00 188 A1 gezeigt ist.

5 Übertragen auf ein verteiltes System bedeutet das, dass jedes Steuergerät des Teilsystems in sich so aufgebaut ist, dass es einen Fehler selbsttätig erkennen kann und dann Fehlerbehandlungsmaßnahmen einleitet, jedes Teilsystem also selbst redundant zur Ermittlung der Ergebnisse aufgebaut ist. Zur Erzeugung dieser Redundanz in den selbstüberwachenden Steuereinheiten müssen diese sehr aufwändig aufgebaut sein und es müssen Komponenten integriert sein, die für die eigentliche Funktion der Steuereinheit
10 nicht zwingend notwendig wären.

Aufgabe der Erfindung ist es nun, diesen Überwachungsaufwand für jedes einzelne Teilsystem zu reduzieren.

15 Vorteile der Erfindung

Gelöst wird diese Aufgabe durch die Verlagerung wesentlicher Überwachungsfunktionalität auf das Bussystem selbst. So wird eine Überwachung von verteilten Systemen über das Bussystem hinweg ermöglicht, wodurch vorteilhafter Weise
20 die Teilsysteme bzw. Steuereinheiten oder Teilnehmer auf ihre eigene Funktion bezogen aufgebaut werden können und zusätzlicher Überwachungsaufwand in diesem Teilneteraufbau weitgehend vermieden werden kann.

Dazu geht die Erfindung von einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Überwachung eines verteilten Systems aus, welches aus mehreren Teilnehmern besteht, die mittels eines Bussystems verbunden sind. Zweckmäßiger Weise wird dann wenigstens eine Anzahl der Teilnehmer als überwachende Teilnehmer vorgesehen und Prozessdaten wenigstens eines überwachten Teilnehmers werden in Datenbereichen von Speichereinheiten des Bussystems abgelegt, auf welche die überwachenden Teilnehmer Zugriff haben, wobei
30 diese Prozessdaten durch die überwachenden Teilnehmer ausgewertet werden.

So muss vorteilhafter Weise in einem System mit verteilter Intelligenz nicht jedes Teilsystem in sich alle relevanten Fehler selbst entdecken und nötige Gegenmaßnahmen einleiten, da dies erhöhte Kosten aufwerfen würde und die vorhandenen Möglichkeiten
35 des Bussystems nicht genutzt würden. So kann erfindungsgemäß auf Teile der

- 3 -

Überwachungsvorrichtungen verzichtet werden, indem Teile der Überwachung durch andere Teilnehmer mitübernommen werden, insbesondere durch den jedem Teilnehmer individuell zugeordneten Abschnitt des Bussystems, die Busankoppeleinheit.

5 Zweckmäßiger Weise wird dazu jeder der Datenbereiche eindeutig einem überwachten Teilnehmer zugeordnet.

Dabei ist es vorteilhaft, wenn der überwachte Teilnehmer selbst auf den ihm zugeordneten Datenbereich keinen Zugriff hat. Dabei können zum Einen die
10 Datenbereiche über die wenigstens zwei Speichereinheiten verteilt sein, so dass sozusagen virtuelle Datenbereiche entstehen und/oder wenigstens ein Teil der Datenbereiche ist gleichzeitig in jeder Speichereinheit vorsehbar, abhängig vom Zugriffspotential der einzelnen Teilnehmer.

15 Zur Überwachung selbst, erzeugt jeder überwachende Teilnehmer vorteilhafter Weise abhängig von der Auswertung der Prozessdaten des überwachten Teilnehmers Ergebnisdaten. Diese Ergebnisdaten zur Überwachung werden von allen überwachenden Teilnehmern mit Ausnahme des wenigstens einen überwachten Teilnehmers selbst erzeugt und ergeben sich aus der Auswertung der Prozessdaten, insbesondere indem die
20 eigenermittelten Daten zu den Prozessen mit denen des zu überwachenden Teilnehmers verglichen werden. Zweckmäßiger Weise wird in diesen Ergebnisdaten dann eine Fehlerinformation und/oder eine Maßnahmeninformation enthalten sein. Damit kann dem zu überwachenden Teilnehmer zum Einen aus individueller Sicht jedes überwachenden Teilnehmers mitgeteilt werden, ob ein Fehler vorliegt und welche Maßnahmen aufgrund
25 eines vorliegenden Fehlers der jeweils überwachende Teilnehmer einleiten würde.

Dies erfolgt vorteilhafter Weise dadurch, dass die Ergebnisdaten über das Bussystem zu einem Kommunikationscontroller des Bussystems übertragen werden, der dem
überwachten Teilnehmer zugeordnet ist. Die Auswertung der Ergebnisdaten kann so zum
30 Einen durch den Kommunikationscontroller des überwachten Teilnehmers selbst ausgeführt werden. Werden die Ergebnisdaten in einer vorteilhaften Ausführungsform in den Datenbereichen, insbesondere der Busankoppeleinheit abgelegt, kann eine Auswertung auch durch andere Teilnehmer oder andere Kommunikationscontroller außer dem des überwachten Teilnehmers erfolgen.

35

- 4 -

Durch die erfindungsgemäßen Verfahren, Vorrichtung, Bussystem und Verteiltes System können im Gesamtsystem weniger kostenträchtige Maßnahmen zur Überwachung einzelner Baugruppen oder Teilsysteme des Gesamtsystems eingesetzt werden, so dass insbesondere die Anzahl von Hardwarekomponenten in den Teilsystemen und damit die
5 Kosten für diese verringert werden können. Weiterhin kann ohne großen Mehraufwand eine Bewertung durch Voting der Überwachungsinformationen, insbesondere einer M- aus N-Auswahl bezüglich der Ergebnisdaten erfolgen, wobei N und M natürliche Zahlen sind und M größer 2 sowie N größer M/2 ist.

10 Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus der Beschreibung sowie den Merkmalen der Ansprüche.

Zeichnung

15 Nachfolgend wird die Erfindung anhand der in der Zeichnung dargestellten Figuren näher erläutert.

Dabei zeigt

20 Figur 1 ein verteiltes System mit mehreren Teilnehmern, wobei ein Teilnehmer aus einem entsprechenden Teilsystem und einer Busankoppeleinheit besteht.

Figur 2 zeigt einen solchen Teilnehmer und seine Anbindung an die Kommunikationsverbindung in detaillierterer Darstellung.

25 Figur 3 zeigt die Busankoppeleinheit mit erfindungsgemäßen Datenbereichen.

In Figur 4 ist nochmals ein Teilnehmer detailliert dargestellt, diesmal bezüglich eines redundant ausgelegten Bussystems.

30

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

35 Figur 1 zeigt ein verteiltes System 100 mit vier Teilnehmern 101 bis 104. Jeder Teilnehmer besteht dabei aus einem entsprechenden Teilsystem 1 bis 4 sowie einer Busankoppeleinheit 106 bis 109. Diese Teilnehmer 101 bis 104 sind über eine

- 5 -

Kommunikationsverbindung 105 miteinander verbunden. Erfindungsgemäß übernehmen nun in diesem verteilten System die überwachenden Teilnehmer, insbesondere deren Busankoppeleinheiten, auch Teile der Überwachung des wenigstens einen überwachten Teilnehmers, hier beispielsweise Teilnehmer 101 überwacht durch die Teilnehmer 102
5 bis 104. Gleichzeitig wird beispielsweise Teilnehmer 102 durch die Teilnehmer 101, 103 und 104 überwacht usw., so dass jeder Teilnehmer respektive jedes Teilsystem durch wenigstens zwei weitere Teilnehmer des verteilten Systems überwacht wird.

Wird jeder Teilnehmer durch wenigstens drei weitere Teilnehmer des verteilten Systems
10 überwacht, so ist auch eine Votingfunktion, also eine Auswahlfunktion bezüglich der Beurteilung der überwachenden Teilnehmer bezogen auf den überwachten Teilnehmer möglich. Dazu können die überwachenden Teilnehmer ihre Einschätzung, also das Ergebnis der Überwachung über den Funktionszustand des wenigstens einen überwachten Teilnehmers über die Kommunikationsverbindung an beispielsweise den
15 Kommunikationscontroller des überwachten Teilnehmers übermitteln. Diese Ergebnisdaten werden dann vom Kommunikationscontroller ausgewertet, woraufhin dieser dann gegebenenfalls entsprechende Maßnahmen ergreift. Bei dieser Auswertung kann dann ein Voting dergestalt erfolgen, dass beispielsweise bei drei überwachenden Teilnehmern eine 2- aus 3-Bewertung zum Einen zur Fehlererkennung und auch zur
20 Maßnahmeneinleitung erfolgen kann. Dabei kann jener Teilnehmer von allen anderen dem verteilten System zugehörigen Teilnehmern überwacht werden oder nur von einem Teil der Teilnehmer, wobei diese Teilnehmer dann als überwachende Teilnehmer vorgesehen sind.

Zur Erhöhung der Sicherheit, insbesondere bei einem fehlerhaften Teilsystem, kann das
25 Teilsystem selbst, insbesondere die Recheneinheit des Teilsystems, nicht auf die Überwachungsergebnisse, also die Ergebnisdaten der anderen Teilnehmer zugreifen, so dass die Überwachung unabhängig im und über das Bussystem geschieht.

Das verteilte System gemäß Figur 1 ist somit so konzipiert, dass Teile der
30 Funktionsüberwachung auch außerhalb der Teilsysteme, sprich in den anderen Teilnehmern bzw. in der Busankoppeleinheit abgearbeitet werden können. Ausgehend von einer Überwachung des Teilsystems 1 legt das Teilsystem 1 die Prozessdaten auf dem Datenbus im Bussystem ab. Dabei werden die Prozessdaten in Datenbereiche von
35 Speichereinheiten des Bussystems in der Busankoppeleinheit wie in den nachfolgenden

- 6 -

5 Zeichnungen noch erläutert wird, abgelegt. Die Teilnehmer 101 bis 104 respektive die Teilsysteme 2 bis 4 können auf diese Prozessdaten in den Datenbereichen von Speichereinheiten des Bussystems zugreifen und diese auswerten, so dass aus diesen Informationen die Überwachung gerechnet werden kann. Jedes Teilsystem legt seine
5 Einschätzung in Form von Ergebnisdaten über den Zustand des Teilsystems 1, also des überwachten Teilsystems wieder auf dem Datenbus, also dem Bussystem in speziellen Bereichen ab. Diese Ergebnisdatenbereiche sind dem Kommunikationscontroller bzw. der Busankoppeleinheit oder einer speziell darin vorgesehenen zusätzlichen Einrichtung zugeordnet und können von dieser ausgewertet werden.

10 Diese Ergebnisdaten enthalten zum Einen Fehlerinformationen, also die Einschätzung des jeweiligen Teilsystems, ob das überwachte Teilsystem eine Fehlfunktion aufweist oder nicht. Zum Anderen kann diese Fehlerinformation in Form einer Kennung derart
15 ausgeweitet werden, dass konkret angegeben werden kann, bei welchen Prozessdaten und damit bei welcher Funktionalität ein Fehler erkannt wurde. Neben dieser Fehlerinformation, die also zum Einen eine Ja-Nein-Entscheidung des Fehlers erlaubt oder in einer ausgeweiteten Form den Fehler genau bezeichnen kann (bzw. den zugrundeliegenden Prozess oder die Funktionalität), kann weiterhin in den Ergebnisdaten
20 eine Maßnahmeninformation vorgesehen sein. Dies bedeutet, dass abhängig von beispielsweise der Fehlerart oder der Prozessdatenart, bei der der Fehler aufgetreten ist oder der Prozessart bzw. Funktionalität, bei der der Fehler zu Tage trat, Fehlermaßnahmen differenziert eingeleitet werden können. Solche Maßnahmen können das Abschalten eines Teilsystems, den Übergang eines Teilsystems in den Notlauf oder auch das normale Weiterarbeiten bei geringer Fehlerpriorität sein. Bei Übergang in einen
25 Notlauf kann dabei ein vorgegebenes Programm abgearbeitet, feste Werte angenommen oder eine eingeschränkte Funktionalität vorgesehen werden.

30 Somit kann in einem einfachen Fall ein Voting erfolgen, eben eine N- aus M-Auswahl oder hier eine 2- aus 3- Auswahl mit fest vorgegebener Fehlerreaktion oder auch in differenzierter Weise abhängig von der Art des Fehlers, wie beschrieben, eine spezielle Maßnahme eingeleitet werden, wobei eine Zuordnung von Maßnahme zu Fehlerart beispielsweise über eine fest vorgegebene Zuordnungstabelle oder andere Auswahlkriterien erfolgen kann.

- 7 -

Um beispielsweise bei einem fehlerhaften Prozessor bzw. einer so fehlerhaften Recheneinheit des Teilsystems 1 zu vermeiden, dass diese selbsttätig durch die eigene Fehlerhaftigkeit die Auswertung der Daten gefährdet, soll die Recheneinheit des Teilsystems 1, also des überwachten Systems, keine Möglichkeit haben, auf die speziellen Datenbereiche bezüglich der Ergebnisdaten in den Speichereinheiten des Bussystems, die diesem Teilsystem 1 zugeordnet sind, zuzugreifen.

Figur 2 zeigt nun detailliert einen solchen Teilnehmer, der an die Kommunikationsverbindung 201 angekoppelt ist. Die Ankopplung an diese Kommunikationsverbindung 201 erfolgt über eine Busankoppeleinheit 202, welche aus einem Transceiver 203, einem Kommunikationscontroller 204 und der Speichereinheit einem Überwachungsregister oder Monitoringregister 205 besteht. Mit dieser Busankoppeleinheit ist das Teilsystem über eine Rechereinheit 206 verbunden, welche die Steuereinheit bzw. Rechereinheit, den μC des Teilsystems darstellt. Diese Teileinheit enthält von Sensoren 211 über eine Sensorsignalanpassungseinheit 212 gelieferte Eingangsdaten, wobei solche Sensordaten ebenfalls über die Kommunikationsverbindung und die Busankoppeleinheit zur Recheneinheit lieferbar sind. Dies gilt beispielsweise für intelligente Sensorik, die ihrerseits mit der Kommunikationsverbindung in Verbindung steht.

Ausgehend von diesen Eingangsdaten werden Ausgangssignale durch die Rechereinheit 206 generiert und zum Einen eine Leistungseinheit 209 angesteuert, welche ihrerseits wiederum Aktuatoren 210 bedient. Ebenso sind weitere Signalausgänge über eine Signalanpassungseinheit 208 optional möglich.

Das Überwachungsregister bzw. die Busankoppeleinheit 202 steht direkt mit einer Fehlereinheit 207 in Verbindung. Dadurch kann die Busankoppeleinheit, insbesondere der Kommunikationscontroller 204 ausgehend von den Daten in den Datenbereichen des Überwachungsregisters 205 Signale ausgeben, beispielsweise an eine Rücksetzeinheit oder Reset-Unit, einen Spannungsregler, also voltage regulator, einen Oszillator und/oder einen watchdog.

In dem Teilnehmer 200 nach Figur 2, bestehend eben aus dem entsprechenden Teilsystem und der Busankoppeleinheit, gelangen so die Überwachungsinformationen, also zum Einen die Prozessdaten des überwachten Teilnehmers und zum Anderen die

- 8 -

Ergebnisdaten der anderen Teilnehmer, sofern er selbst überwacht wird, direkt vom Kommunikationscontroller 204 in die Überwachungsregister, also die Datenbereiche der Speichereinheit 205. In diesen Datenbereichen kann nun eine Gewichtung, eben beispielsweise durch Voting erfolgen, welche Maßnahmen eingeleitet werden sollen.

5

Sind sich die Teilsystems 2 bis 4 respektive die Teilnehmer 102 bis 104 einig, das Teilsystem 1 seine Funktion fehlerhaft erfüllt bzw. ergibt sich eine solche Einschätzung z.B. aus einem entsprechenden Voting, eben z. B. einer 2- aus 3-Auswahl, so kann beispielsweise Teilsystem 1 resetiert, also zurückgesetzt, ganz abgeschaltet oder beispielsweise nur die Leistungseinheit 209 deaktiviert werden. Eine solche Fehlerreaktion, wie auch schon vorher beschrieben, kann auch durch die Busankoppeleinheit unter Umgehung der Rechnereinheit 206 optional durch direkte Ansteuerung der Leistungseinheit 209 bzw. der Signalanpassungseinheit 208, wie durch die gestrichelten Pfeile dargestellt, realisiert werden.

10

15

Ist bei mehreren Teilsystemen oder Teilnehmern nur ein Teilnehmer der Meinung, dass das Teilsystem 1 einen Fehler aufweist, so ist denkbar, dass statt dem überwachten Teilsystem in diesem Teilsystem, das den Fehler detektiert hat, ein Fehler vorliegt. Da, wie zu Figur 1 beschrieben, jedes Teilsystem über Kreuz mit diesem Verfahren geprüft werden kann, kann nun speziell dieses Teilsystem auf Fehler hin untersucht werden. So werden dann die Prozessdaten dieses Teilsystems ausgewertet und das Teilsystem, das irrtümlich auf Fehler erkannt hat, wird seinerseits überprüft. Einem fehlerhaften Abschalten wird somit vorgebeugt. Ebenso wird unzureichenden oder falschen Fehlerreaktionen und Maßnahmen vorgebeugt.

20

25

Figur 3 zeigt nochmals eine Busankoppeleinheit 300 mit einem Transceiver 301, einem Kommunikationscontroller 302 sowie der Speichereinheit, also dem Überwachungsregister 303. Dieses Überwachungsregister ist hier beispielhaft in vier Datenbereiche T1, T2, T3 und T4 entsprechend der Anzahl der überwachten oder zu überwachten Teilnehmer eingeteilt. Diese Datenbereiche T1 bis T4 können dann wieder seinerseits geteilt sein, so dass zum Einen die Prozessdaten des entsprechenden Teilnehmers eingeschrieben werden, zum Anderen die entsprechenden Ergebnisdaten zugeordnet werden können. Diese Datenbereiche können identisch in jeder Busankoppeleinheit vorgesehen sein, wobei entsprechend der Anzahl der überwachten

30

- 9 -

und überwachenden Teilnehmer auch beliebige andere Kombinationen denkbar und erfindungsgemäß möglich sind.

5 Bei Überwachung des Teilnehmers T1 werden somit die Prozessdaten dieses Teilnehmers in T1 eingeschrieben. Die überwachenden Teilnehmer werten nun diese Prozessdaten aus und erstellen aus dieser Auswertung Ergebnisdaten. Für das Einschreiben der Ergebnisdaten gibt es nun verschiedene Möglichkeiten. Zum Einen können alle Ergebnisdaten der einzelnen Teilnehmer in den Datenbereich des überwachten Teilnehmers eingeschrieben werden, wobei z. B. durch eine Kennung eine Zuordnung der Daten zum jeweiligen überwachenden Teilnehmer möglich ist. Der Kommunikationscontroller nimmt nun eine Bewertung dieser Ergebnisdaten durch Vergleich oder Voting vor und leitet eine entsprechende Fehlerreaktion ein.

15 Zum Anderen können die entsprechenden Daten dem jeweiligen teilnehmerzugeordneten Datenbereich eingeschrieben werden, so dass die jeweiligen Prozessdaten des entsprechenden Teilnehmers eingeschrieben werden und diesen Prozessdaten in PE1 von T1 spezielle Bereiche PE2 bis PE4 zugeordnet sind, in welche die jeweiligen Ergebnisdaten eben des Teilnehmers 2, 3 oder 4 eingeschrieben werden, so dass durch den Kommunikationscontroller 302 über diese optionale Zeile 304 ein Vergleich und ein Voting sowie die entsprechenden Maßnahmen durchgeführt werden können. Im ersten Fall entspricht die Anzahl der Datenbereiche der Anzahl der überwachten Teilnehmer, so dass jedem überwachten Teilnehmer ein Datenbereich eindeutig zugeordnet ist. Im zweiten Fall entspricht die Anzahl der Datenbereiche der Summe der Anzahl der überwachenden und der überwachten Teilnehmer, wobei, wie schon beschrieben, dabei auch eine Schnittmenge bis vollständigen Übereinstimmung der Anzahl von überwachten und überwachenden Teilnehmern möglich ist, sodaß im Extremfall jeder Teilnehmer von allen anderen überwacht wird..

30 In Figur 4 nun ist ein redundantes System mit Kommunikationsverbindungen 401 und 402 als Teilnehmer 400 dargestellt. Dabei sind nun zwei Busankoppeleinheiten 403 und 404 vorgesehen, von denen jede mit einer Kommunikationsverbindung gekoppelt ist. Auch hier enthalten die Busankoppeleinheiten einen Transceiver 405 bzw. 408, einen Kommunikationscontroller 406 respektive 409 sowie ein Überwachungsregister, die Speichereinheit 407 bzw. 410. Auch hierbei ist wenigstens eine Fehlereinheit 411
35 vorgesehen, die durch die Speichereinheit bzw. die Busankoppeleinheit 404 bedient wird.

- 10 -

5 Dabei kann die selbe Fehlereinheit 411 durch die andere Busankoppeleinheit 403
gleichfalls bedient werden, oder aber es ist eine zweite Fehlereinheit aus
Redundanzgründen, also je Busankoppeleinheit eine Fehlereinheit vorgesehen. Beide
Busankoppeleinheiten stehen auch hier mit der Rechereinheit 417 des Teilsystems in
Verbindung, welche wiederum von Sensoren 415 über eine
10 Sensorsignalanpassungseinheit 416 Eingangssignale erhält. Gleichermaßen bildet hier die
Rechereinheit 417 Ausgangssignale zu einer Leistungseinheit 413 oder einer
Signalanpassungseinheit 412. Die Leistungseinheit 413 steuert auch hier Aktuatoren 414
an.

10 Durch Verwendung eines solchen redundanten Systems ist eine Skalierbarkeit bezüglich
der Fehlersicherheit durch Anordnung der Datenbereiche in den Speichereinheiten 407
bzw. 410 möglich. So können die Datenbereiche beispielsweise über die zwei
Speichereinheiten verteilt sein oder auch nur teilweise verteilt und teilweise
15 gleichermaßen vorgesehen sein. So ist es möglich, manche Datenbereiche in beiden
Speichereinheiten 407 und 410 vorzusehen und andere Datenbereiche jeweils nur in einer
Speichereinheit. Dadurch ergibt sich eine skalierbare Redundanz, mit welcher sehr
flexibel auf sicherheitsrelevante Anforderungen des Systems reagiert werden kann. So
kann wenigstens ein Teil der Datenbereiche zum Einen in jeder Busankoppeleinheit des
20 verteilten Systems, aber auch in jeder Busankoppeleinheit dieses redundanten verteilten
Systems vorgesehen sein. Dies hängt auch insbesondere von der Anzahl der überwachten
und/oder der überwachenden Teilnehmer ab.

25 Damit ist eine sehr flexible und dennoch einfache Form der Fehlerüberwachung in einem
verteilten System gegeben.

5

10 Ansprüche

1. Verfahren zur Überwachung eines verteilten Systems, welches aus mehreren Teilnehmern besteht, die mittels eines Bussystems verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Anzahl der Teilnehmer als überwachende Teilnehmer vorgesehen sind und Prozessdaten wenigstens eines überwachten Teilnehmers in Datenbereichen von Speichereinheiten des Bussystems abgelegt werden auf welche die überwachenden Teilnehmer Zugriff haben und die Prozessdaten durch die überwachenden Teilnehmer ausgewertet werden.
- 15
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jeder der Datenbereiche eindeutig einem überwachten Teilnehmer zugeordnet ist.
- 20
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der überwachte Teilnehmer auf den ihm zugeordneten Datenbereich keinen Zugriff hat.
- 25
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenbereiche über wenigstens zwei Speichereinheiten verteilt sind.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Teil der Datenbereiche gleichzeitig in jeder Speichereinheit vorgesehen ist.
- 30
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jeder überwachende Teilnehmer, außer der überwachte Teilnehmer selbst, abhängig von der Auswertung der

- 12 -

Prozessdaten des überwachten Teilnehmers Ergebnisdaten erzeugt.

- 5
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ergebnisdaten eine Fehlerinformation enthalten.
8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ergebnisdaten eine Maßnahmeninformation enthalten.
- 10
9. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ergebnisdaten über das Bussystem zu einem Kommunikationskontroller des Bussystems bei dem überwachten Teilnehmers übertragen werden.
- 15
10. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ergebnisdaten in den Datenbereichen abgelegt werden.
- 20
11. Verfahren nach Anspruch 2 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ergebnisdaten jeweils jedem überwachten Teilnehmer zugeordnet und in den diesen zugeordneten Datenbereichen abgelegt werden.
- 25
12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Überwachung eine gewichtete Fehlerauswahl als n aus m Entscheidung durchgeführt wird, wobei m die Anzahl der überwachenden Teilnehmer ist, abzüglich des überwachten selbst und $m > 2$ mit $n > m/2$.
- 30
13. Vorrichtung zur Überwachung eines verteilten Systems, welches aus mehreren Teilnehmern besteht, die mittels eines Bussystems verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Anzahl der Teilnehmer als überwachende Teilnehmer vorgesehen sind und erste Mittel vorgesehen sind, welche die Prozessdaten wenigstens eines überwachten Teilnehmers in Datenbereichen von Speichereinheiten des Bussystems ablegen auf welche zweite Mittel der überwachenden Teilnehmer Zugriff haben und diese zweiten Mittel die Prozessdaten auswerten.

- 13 -

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass jede der Speichereinheiten einem überwachenden Teilnehmer zugeordnet ist.

5 15. Bussystem zur Überwachung eines verteilten Systems, welches aus mehreren Teilnehmern besteht, die mittels des Bussystems verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Anzahl der Teilnehmer als überwachende Teilnehmer vorgesehen sind und erste Mittel vorgesehen sind, welche die Prozessdaten wenigstens eines überwachten Teilnehmers in Datenbereichen von Speichereinheiten des Bussystems ablegen auf welche
10 zweite Mittel der überwachenden Teilnehmer Zugriff haben und diese zweiten Mittel die Prozessdaten auswerten.

16. Verteiltes System, welches aus mehreren Teilnehmern besteht, die mittels eines Bussystems verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Anzahl der Teilnehmer als überwachende Teilnehmer vorgesehen sind und erste Mittel vorgesehen sind,
15 welche die Prozessdaten wenigstens eines überwachten Teilnehmers in Datenbereichen von Speichereinheiten des Bussystems ablegen auf welche zweite Mittel der überwachenden Teilnehmer Zugriff haben und diese zweiten Mittel die Prozessdaten auswerten.

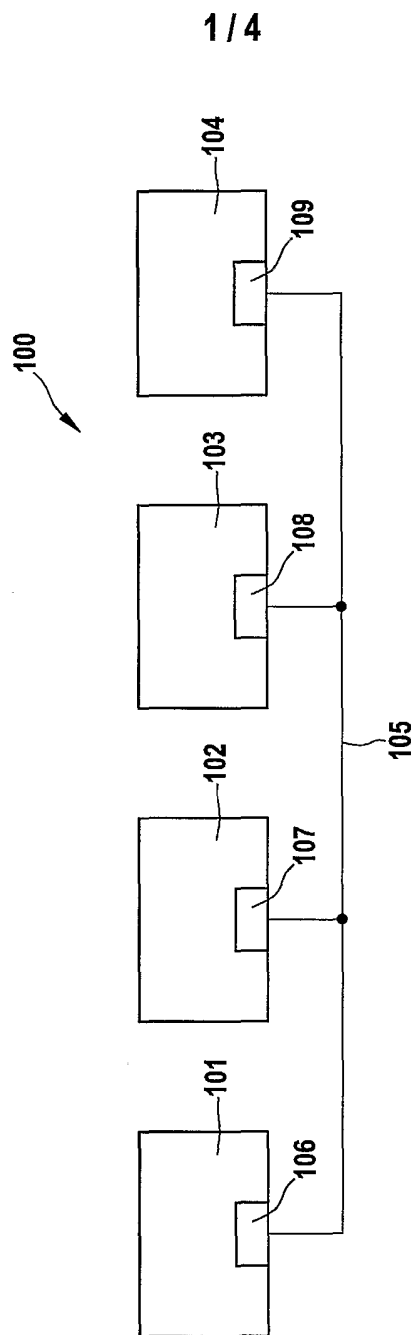


Fig. 1

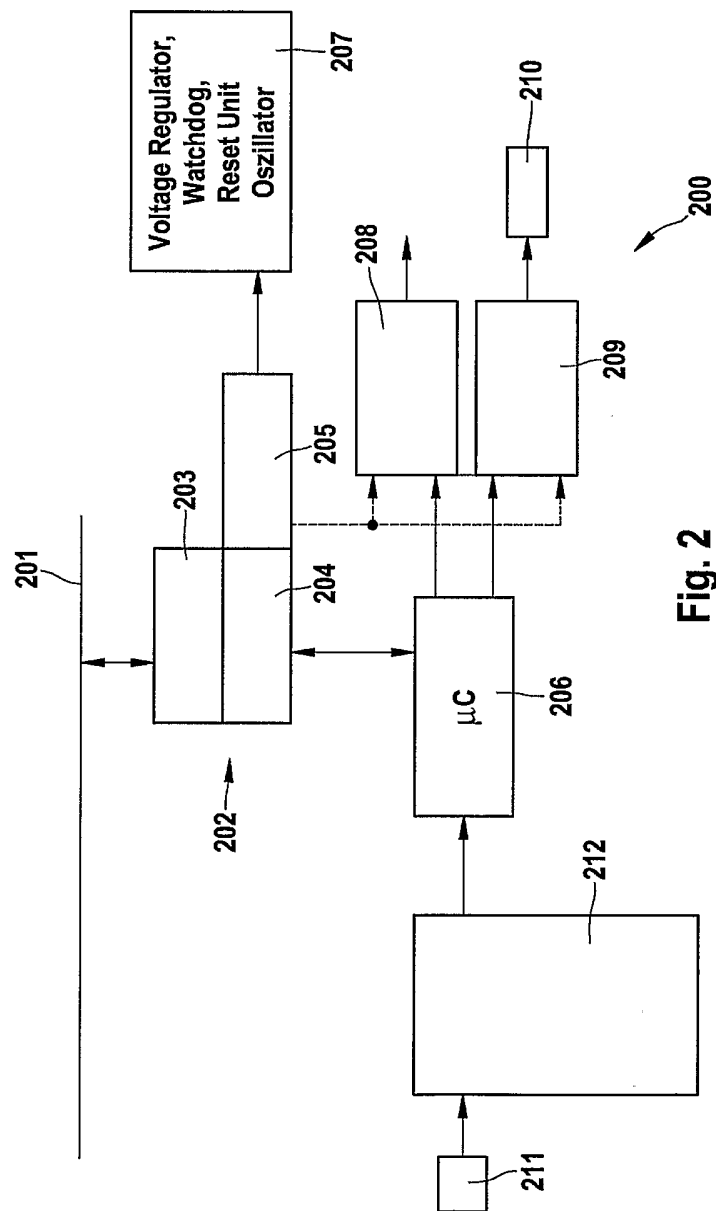


Fig. 2

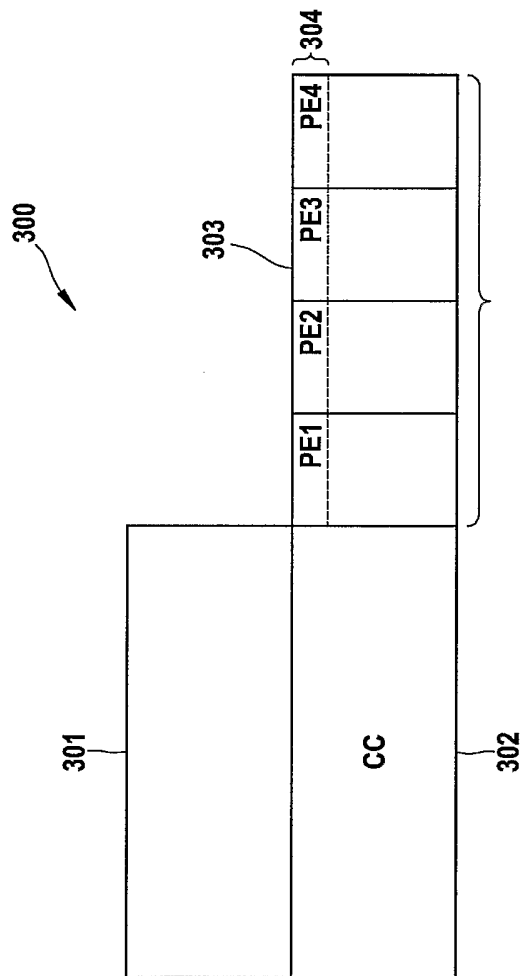


Fig. 3

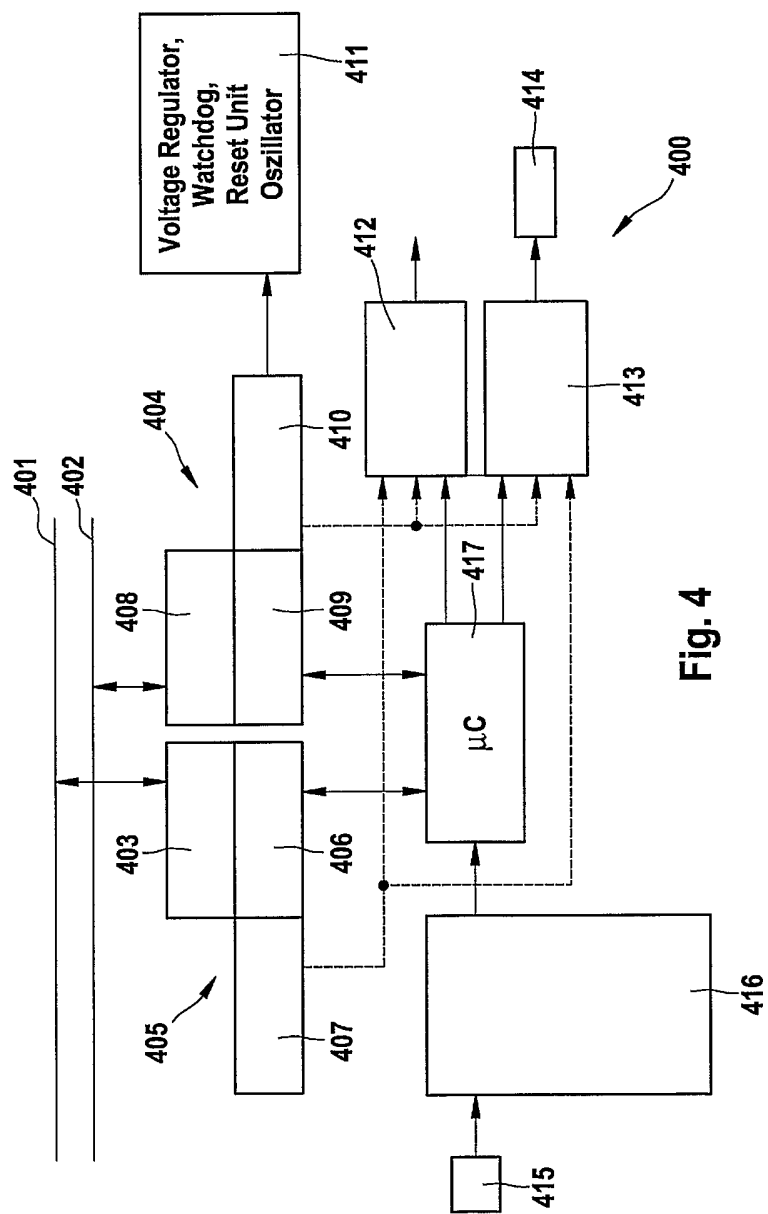


Fig. 4