



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **247 764 A1**4(51) **G 06 F 13/38****AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN**

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

---

|      |                       |      |          |      |          |
|------|-----------------------|------|----------|------|----------|
| (21) | WP G 06 F / 288 312 0 | (22) | 26.03.86 | (44) | 15.07.87 |
|------|-----------------------|------|----------|------|----------|

---

(71) VEB Elektroprojekt und Anlagenbau Berlin, 1140 Berlin, Rhinstraße 100, DD

(72) Fritz, Klaus; Röser, Eckhard, Dipl.-Ing.; Gerber, Kay, DD

---

**(54) Verfahren zum Informationsaustausch in einem dezentralen Mehrrechnerkomplex**

---

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum zyklischen Informationsaustausch in einem dezentral angeordneten Mehrrechnerkomplex. Das Verfahren findet Anwendung in der Prozeßautomatisierung. Das Ziel der Erfindung ist, ein zuverlässiges Verfahren zum variablen Informationsaustausch für einen zeitzyklischen Ablauf eines umfangreichen technologischen Prozesses im dezentral angeordneten Mehrrechnerkomplex zu realisieren. Die Aufgabe der Erfindung ist ein Verfahren unter Nichtverwendung eines zusätzlichen Verdrahtungsaufwandes zu entwickeln, ohne daß sich die Geschwindigkeit des Abrufs und der Vermittlung von Informationen nachteilig auf den erforderlichen Ablauf der Steuerung des technologischen Prozesses auswirkt. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß in einem Vermittlungsrechner für einen ersten bis n-ten Prozeßrechner jeweils ein erster bis n-ter Sendepuffer und ein Empfangspuffer zur Realisierung eines zeitzyklischen Telegrammaustausches angeordnet ist. Die variablen Informationen aus den Prozeßabschnitten werden aus dem Empfangspuffer, in die den Rechnern zugeordneten Sendepuffer positionsgerecht zugeordnet.

**Erfindungsanspruch:**

1. Verfahren zum zyklischen Informationsaustausch in einem dezentralen Mehrrechnerkomplex, indem den Rechnern fest vorgegebene Prozeßabschnitte eines technologischen Prozesses zugeordnet sind und der Informationsaustausch über einen bidirektionalen Datenbus mittels Quittungstelegrammen erfolgt, **gekennzeichnet dadurch**, daß
  - ein zentral angeordneter Rechner als ein Vermittlungsrechner ausgebildet ist, dessen Hauptspeicher einen ersten bis siebenten Bereich für die Realisierung eines variablen Informationsaustausches vorsieht,
  - der Vermittlungsrechner von einem ersten bis n-ten Prozeßabschnitt zugeordneten Rechner mittels einer Abschnittsnummer extern gesteuert wird,
  - der Abschnittsnummer eine Betriebsart zugeordnet wird, die eine Zeit sowie die am Informationsaustausch teilnehmenden Rechner festlegt,
  - den Prozeßabschnitten zugeordneten Rechnern im Hauptspeicher des Vermittlungsrechners erste bis n-te Sendepuffer zugeordnet sind, die erste bis n-te Telegramme zyklisch zum Informationsaustausch bereitstellen,
  - den Prozeßabschnitten zugeordneten Rechnern im Hauptspeicher des Vermittlungsrechners ein Empfangspuffer zugeordnet ist, der erste bis n-te Quittungstelegramme empfängt, deren Inhalt positionsgerecht auf erste bis n-te Sendepuffer verteilt wird und weitere Informationen zur Erstellung von Telegrammen zugeordnet werden.
2. Verfahren zum zyklischen Informationsaustausch nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß
  - in einen ersten Bereich eines Hauptspeichers des Vermittlungsrechners ein ermittelter Prozeßabschnitt in Form einer ersten Abschnittsnummer eingelesen wird,
  - der erste Bereich mit einem zweiten Bereich des Hauptspeichers des Vermittlungsrechners gekoppelt ist, indem der ersten Abschnittsnummer eine erste Betriebsartnummer und eine Zeit zugeordnet wird,
  - in einem dritten mit dem zweiten Bereich gekoppelten Hauptspeicher des Vermittlungsrechners eine erste Adresse für die erste Betriebsartnummer ermittelt wird,
  - mit der adressierten ersten Betriebsartnummer ein Zugriff zu einem vierten mit dem dritten Bereich gekoppelten Hauptspeicher des Vermittlungsrechners erfolgt, indem einer ersten Betriebsart erste bis n-te Stationsnummern zugeordnet werden, die die am Informationsaustausch teilnehmenden ersten bis n-ten Rechner festlegen,
  - eine erste Stationsnummer in einen fünften mit dem vierten Bereich gekoppelten Hauptspeicher des Vermittlungsrechners übertragen wird, indem einem ersten Rechner ein erster Sendepuffer zugeordnet wird,
  - in den ersten Sendepuffer neben der ersten Stationsnummer erste bis n-te Leseinformationen sowie erste bis n-te Schreibinformationen übertragen werden, wobei erste bis n-te feststehende Informationen als feste Schreibinformationen aus einem sechsten mit dem fünften Bereich gekoppelten Hauptspeicher des Vermittlungsrechners entnommen werden,
  - aus dem ersten Sendepuffer ein erstes erstelltes Telegramm über einen Datenbus mit Quittungstelegramm in den Hauptspeicher des ersten den technologischen Prozeß einleitenden Rechners gesendet wird,
  - mit dem Senden des ersten Telegramms der dem ersten Rechner zugeordnete erste Sendepuffer gelöscht wird,
  - in einem den ersten bis n-ten Rechnern zugeordneten Empfangspuffer eines siebenten mit dem ersten Bereich gekoppelten Hauptspeichers des Vermittlungsrechners ein erstes Quittungstelegramm mit variablen Informationen und einer zweiten Abschnittsnummer empfangen wird,
  - der zweiten Abschnittsnummer eine zweite Betriebsart zugeordnet wird, um aus einem zweiten Sendepuffer ein zweites analog erstelltes Telegramm an einen n-ten Rechner zu senden und ein zweites Quittungstelegramm im Empfangspuffer empfangen wird,
  - das zweite Quittungstelegramm die zweite Abschnittsnummer enthält, erfolgt die weitere Abarbeitung der zweiten Betriebsart in der Form, daß die variablen Informationen des zweiten Quittungstelegramms mittels erster bis n-ter Verteilerinformationen in die ersten bis n-ten Sendepuffer positionsgerecht als Schreibinformationen transportiert werden,
  - zur weiteren Abarbeitung der zweiten Betriebsart mit einer zweiten Stationsnummer und den der zweiten Stationsnummer zugeordneten Leseinformationen sowie festen Schreibinformationen ein drittes Telegramm in dem der zweiten Stationsnummer zugeordneten Sendepuffer erstellt sowie gesendet wird und gleichzeitig variable Informationen als Schreibinformationen enthalten sind,
  - mit dem Erkennen des Abschlusses der zweiten Betriebsart die Abarbeitung der zweiten Betriebsart mit dem zweiten Telegramm erneut begonnen wird.

**Anwendungsgebiet**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Informationsaustausch in einem dezentralen Mehrrechnerkomplex der Prozeßautomatisierung.

**Charakteristik der bekannten technischen Lösungen**

Es ist bekannt, daß ein zentraler Rechner die gesamte Kommunikationssteuerung für die den Prozeßabschnitten zugeordneten Rechner in einem Mehrrechnersystem übernimmt.

Bekannte Lösungen der Organisation in Mehrrechnersystemen (DE-3036911) gehen allgemein davon aus, daß die zum System gehörenden Rechner zentral in geringen Entfernungen zueinander angeordnet sind. Die Steuerung der Kommunikation zwischen den Rechnern erfolgt neben einem bekannten Busleitungssystem durch zusätzliche Signalleitungen. Diese Vielzahl von Leitungen wirkt sich für einen Mehrrechnerkomplex, der sowohl eine zentrale als auch dezentrale Anordnung von Rechnern in getrennten beweglichen Objekten fordert, nachteilig aus. Das bezieht sich insbesondere auf die gegenseitige elektrische Beeinflussung der einzelnen Leitungen, die erforderliche Verdrehbarkeit der Verbindungen und den sich ergebenden Gesamtumfang des Kabels.

Weiterhin erfordert jede Leitungsverbindung zwischen zwei Rechnern entsprechende Interfacebausteine. Die Anzahl der möglichen Interfacebausteine begrenzt dabei die Anzahl der zum Mehrrechnerkomplex gehörenden Einzelrechner. Ein weiterer Nachteil, der die Einhaltung eines Zeitregimes erschwert, ist, daß ein Betriebsrechner erst einen Arbeitsrechner aus dem Mehrrechnersystem ermitteln muß, der zur Lösung einer anstehenden Aufgabe in der Lage ist und dafür zur Verfügung steht. Weitere bekannte Lösungen mit dezentraler Anordnung von Rechnern organisieren die Zusammenarbeit im Mehrrechnerkomplex unter Verwendung des Master-Slave-Konzepts. Dieses Konzept ist zeitaufwendig. Die Organisationszeit zur Bestimmung des Masters steigt nachteilig mit der Zahl der möglichen Master und ist damit nur für die Steuerung langsamer technologischer Prozesse anwendbar. Darüber hinaus muß jeder Slave-Rechner die interne Organisation zur Realisierung des Datenaustauschers mit den anderen Rechnern für sich durchführen. Im gesamten System wird damit noch zusätzlich in jedem Rechner ein nicht erforderlicher Aufwand betrieben.

Eine bekannte Lösung (EP 0029331) zu einem Kommunikationssystem zwischen Untersystemen zeigt einen Datentransfer von einem im ersten Untersystem angeordneten Sendepuffer über einen Kommunikationspfad zu einem im zweiten Untersystem angeordneten Empfangspuffer.

Ein Nachteil ist, daß der aufbereitete Datentransport nur in eine Richtung zwischen zwei Rechnern erfolgt.

### **Ziel der Erfindung**

Das Ziel der Erfindung ist, ein zuverlässiges Verfahren zum Informationsaustausch für einen zeitzyklischen Ablauf eines umfangreichen technologischen Prozesses im dezentral angeordneten Mehrrechnerkomplex zu realisieren.

### **Darlegung des Wesens der Erfindung**

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum variablen Informationsaustausch unter Nichtverwendung eines zusätzlichen Verdrahtungsaufwandes zu entwickeln, ohne daß sich die Geschwindigkeit des Abrufs und der Vermittlung von Informationen nachteilig auf den erforderlichen Ablauf der Steuerung des technologischen Prozesses auswirkt.

Erfindungsgemäß wird das Verfahren des Informationsaustausches durch einen Vermittlungsrechner realisiert, der linienförmig über einen bidirektionalen Datenbus mit Quittungstelegrammen mit einem ersten bis n-ten Rechner des dezentralen Mehrrechnerkomplexes gekoppelt ist. Innerhalb des Hauptspeichers des Vermittlungsrechners sind sieben Bereiche zur Realisierung des variablen Informationsaustausches vorgesehen.

Eine Zuordnung der einzelnen Bereiche erfolgt damit, daß

- in einem ersten Bereich des Hauptspeichers des Vermittlungsrechners eine Abschnittsnummer abgelegt wird, die einen aktuellen Stand eines Prozeßabschnittes kennzeichnet,
- der im ersten Bereich des Hauptspeichers des Vermittlungsrechners abgelegten Abschnittsnummer eine Betriebsartennummer in einem zweiten Bereich des Hauptspeichers des Vermittlungsrechners zugeordnet ist,
- jeder Betriebsartennummer im zweiten Bereich des Hauptspeichers des Vermittlungsrechners eine Zeit bzw. ein Zeitfaktor zugeordnet ist,
- in einem dritten Bereich des Hauptspeichers des Vermittlungsrechners der Betriebsartennummer eine Adresse zugeordnet ist, die auf einen Abschnitt eines vierten Bereiches des Hauptspeichers des Vermittlungsrechners weist, der Informationen hinsichtlich des zu realisierenden Informationsaustausches enthält,
- jeder Abschnitt des vierten Bereiches des Hauptspeichers des Vermittlungsrechners eine Betriebsart darstellt, wobei
  - eine Betriebsart die erforderlichen Rechneradressen, Stationsnummern, enthält und die am Informationsaustausch teilnehmenden ersten bis n-ten Rechner festlegt,
  - jeder Stationsnummer Informationen, Leseinformationen, zugeordnet sind, die die Art und Zahl der von einem Rechner einzuholenden Informationen festlegt,
  - jeder Stationsnummer Informationen, feste Schreibinformationen, zugeordnet sind, die festlegen, welche Informationen in Art und Zahl aus einem Bereich des Hauptspeichers des Vermittlungsrechners als Schreibinformationen gemeinsam mit den Leseinformationen an einen Rechner zu senden sind,
  - jeder Stationsnummer Informationen, Verteilerinformationen, zugeordnet sind, und eine Verteilerinformation festgelegt, daß ab einer bestimmten Position des Empfangspuffers eine bestimmte Anzahl von Informationen des Quittungstelegramms in einen Sendepuffer positionsgerecht transportiert wird,
- ein fünfter Bereich im Hauptspeicher des Vermittlungsrechners erste bis n-te Sendepuffer aufweist, die jeweils einem ersten bis n-ten Rechner zugeordnet werden,
- ein siebenter Bereich im Hauptspeicher des Vermittlungsrechners als ein Empfangspuffer für Quittungstelegramme der ersten bis n-ten Rechner ausgebildet ist.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die im zweiten Erfindungsanspruch angegebenen Merkmale und Verfahrensschritte gelöst.

### **Ausführungsbeispiel**

Das Verfahren zum Informationsaustausch findet in einem dezentralen Mehrrechnerkomplex Anwendung, indem ein zeitzyklischer Ablauf der Steuerung eines umfangreichen technologischen Prozesses zu realisieren ist.

Es ist möglich, einen umfangreichen Informationsaustausch in den geforderten engen zeitlichen Grenzen ohne zusätzlichen Verdrahtungsaufwand mit der inneren Struktur eines Rechners, eines Mikrorechners, zu verwirklichen.

Der Mikrorechner ist als Vermittlungsrechner gekennzeichnet und linienförmig über einen bidirektionalen Datenbus mit einem ersten bis n-ten Rechner gekoppelt.

Der Vermittlungsrechner realisiert den Informationsaustausch im quittungsorientierten Telegrammaustausch im Rahmen von Betriebsarten.

Im Vermittlungsrechner ist jeder Betriebsart ein Zeitfaktor zugeordnet, der mit dem Beginn einer Betriebsart in eine Zykluszeit umgewandelt wird, nach deren Ablauf die gleiche Betriebsart erneut abgearbeitet wird.

Die Abarbeitungszeit einer Betriebsart muß stets kleiner als die Zykluszeit sein.

Sind die ersten bis n-ten Telegramme einer Betriebsart realisiert, so geht der Vermittlungsrechner in einen dynamischen Wartezustand, z. B. einen Speichertest, bis zum Ablauf der Zykluszeit über. Der Aufruf einer Betriebsart erfolgt durch Bereitstellung einer Abschnittsnummer, die von einem Rechner anhand des aktuellen Standes des Prozeßablaufes gebildet wird und zu Beginn eines jeden Zyklusses einer Betriebsart vom Vermittlungsrechner gelesen und ausgewertet wird.

Mit dem Wechsel einer Abschnittsnummer erfolgt ein Wechsel der Betriebsart des Vermittlungsrechners.

Die Rechner des dezentralen Mehrrechnerkomplexes sind in der Lage, die mittels Leseinformationen geforderten Informationen aus ihrem Hauptspeicher in den Quittungstelegrammen angehängten Datenteilen dem Vermittlungsrechner bereitzustellen und weiterhin die mittels Schreibinformationen vom Vermittlungsrechner angebotenen Informationen adressengerecht in ihre Hauptspeicher einzutragen. Mit dem Quittungstelegramm bestätigt der angesprochene Rechner den Empfang des Telegramms und stellt gleichzeitig die gemäß den Leseinformationen geforderten Daten aus seinem Hauptspeicher zur Verfügung.

Zum schnellen zeitlichen Ablauf des Informationsaustausches dient ein Puffersystem, das aus einem Empfangspuffer und ersten bis n-ten Sendepuffern besteht. Im Rahmen einer Betriebsart können mehrere Telegramme vom Vermittlungsrechner generiert werden, dazu sind jeder Betriebsart Stationsnummern zugeordnet, die die Anzahl der teilnehmenden Rechner im Rahmen einer Betriebsart bestimmen.

Zusätzlich sind jeder Stationsnummer Leseinformationen und Verteilerinformationen zugeordnet.

Die zum Informationsaustausch nötigen Telegramme werden sendefertig in erste bis n-te den Rechnern zugeordnete Sendepuffer bereitgestellt und die Quittungstelegramme in einem Empfangspuffer empfangen.

Mit dem Beginn einer Betriebsart werden die dieser Betriebsart sowie dem ersten anzusprechenden Rechner zugeordneten Leseinformationen im dem ersten Rechner zugeordneten Sendepuffer zu einem Telegramm zusammengestellt und dieses Telegramm an den ersten Rechner gesendet. Der erste Rechner bestätigt dieses Telegramm mit einem Quittungstelegramm, dem ein Datenteil angehängt ist, das die geforderten Daten gemäß der übergebenen Leseinformationen enthält.

Mittels der Verteilerinformationen werden die Daten des Quittungstelegramms auf die entsprechenden Sendepuffer verteilt und als Schreibinformationen gekennzeichnet. Im weiteren Verlauf werden Leseinformationen, die der nächsten Stationsnummer zugeordnet sind, erzeugt, im Sendepuffer dieses Rechners bereitgestellt und gemeinsam mit den ggf. aus vorhandenen Verteilerinformationen herrührenden Schreibinformationen an diesen Rechner gesendet. Dieser Ablauf wiederholt sich so oft wie es im Rahmen einer Betriebsart vorgesehen ist.

Es können sowohl reine Lese- als auch reine Schreibtelegramme auf diese Weise erzeugt werden, überwiegend werden aber Lese-/Schreibtelegramme, die sowohl Lese- als auch Schreibinformationen enthalten, erzeugt.

Der Vermittlungsrechner gewährleistet, daß in einem Zyklus jeder Rechner nur einmal anzusprechen ist, bei Bedarf können aber auch mehrere Telegramme an einen oder mehrere Rechner gesendet werden.

Eine weitere Möglichkeit ist die Übergabe von festen Schreibinformationen an die am Informationsaustausch beteiligten Rechner. Dazu werden im Anschluß an die Erzeugung der Leseinformationen Schreibinformationen in den jeweiligen Sendepuffer und damit im Telegramm untergebracht, deren Ursprung im Speicher des Vermittlungsrechners ist.