



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 289 147 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27.10.1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) G 06 F 15/16

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD G 06 F / 334 380 1

(22) 08.11.89

(44) 18.04.91

(71) siehe (73)

(72) Rosendahl, Dietrich, Dipl.-Ing.; Palacios, Susanne, Dipl.-Ing., DE

(73) Deutsche Reichsbahn, Wissenschaftlich Technisches Zentrum, Zentrum für Information- und Betriebsleit-
technik, Voßstraße 33, O - 1086 Berlin, DE

(54) Verfahren zur Herstellung einer Zeitgleichheit von Uhren

(55) Mikrorechnersystem, lose-fernverteilt; Knotenrechner; Datenstation; Lokaluhr; Zentraluhr; Synchronisation; Zeitgleichheit; Datum; Uhrzeit; Zeitnachrichten; Zeitwert des Sendezeitpunktes; zeitaktualisierte Zentraluhr; Verfahren

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Zeitgleichheit von Uhren in einem lose gekoppelten fernverteilten Mikrorechnersystem bestehend aus einem Kommunikationssystem und einer Anzahl von Mikrorechnern, die als Knotenrechner bzw. als Datenstationen fungieren, in welcher je eine Lokaluhr vorhanden ist, wobei die Mikrorechner über mehrere Übertragungsabschnitte miteinander verbunden sind. Ausgehend vom Ziel der Erfindung ohne zusätzliche Schaltungsanordnungen oder Synchronisationseinheiten in den Mikrorechnern innerhalb akzeptierter Toleranzgrenzen die Herstellung der Zeitgleichheit der Uhren des Systems zu verbessern wird die technische Aufgabe dadurch gelöst, daß erfindungsgemäß die Herstellung der Zeitgleichheit der einzelnen Lokaluhren des Mikrorechnersystems von einer zur Zentraluhr erklärten Lokaluhr eines Mikrorechnersystems, der als Zentrale ausgebildet ist, ausgelöst wird. In der Zentraluhr werden aus Datum und Uhrzeit Zeitnachrichten geodet, die jeweils den Zeitwert des Sendezeitpunktes bekommen, zu denen sie zu den folgenden Übertragungsabschnitten gesendet werden. Nach richtig quittiertem Empfang in den Datenstationen bzw. Knotenrechnern werden durch an sich bekannte Algorithmen die jeweiligen Lokaluhren zeitaktualisiert synchronisiert. Die jetzt aktualisierten Zeitnachrichten werden wieder mit dem jeweiligen Zeitwert ihres Sendezeitpunktes durch die Knotenrechner über die ihnen zugeordneten nächstfolgenden Übertragungsabschnitten zu weiteren Datenstationen bzw. Knotenrechnern gesendet. Nach richtig quittiertem Empfang in den Lokaluhren werden neue aktualisierte Zeitnachrichten aus dem neuen Datum und einer neuen Uhrzeit gebildet, die wieder den jeweiligen Zeitwert des Sendezeitpunktes bekommen, zu denen sie zu den folgenden Übertragungsabschnitten gesendet werden, bis die zeitaktualisierte Synchronisation des fernverteilten Mikrorechnersystems abgeschlossen ist. Fig. 1

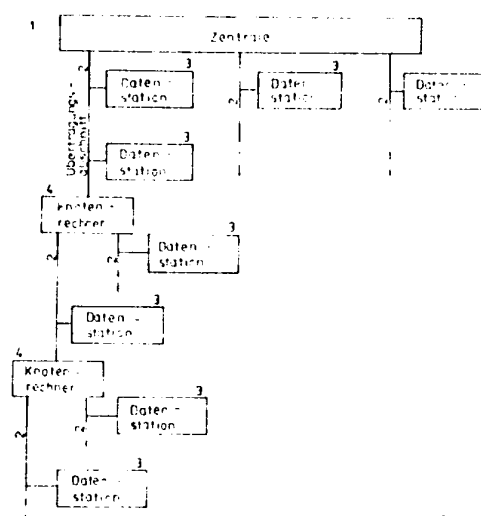


Fig. 1

Patentanspruch:

Verfahren zur Herstellung einer Zeitgleichheit von Uhren in einem losen gekoppelten, fernverteilten Mikrorechnersystem, bestehend aus einem Kommunikationssystem und einer Anzahl von Mikrorechnern, die als Knotenrechner bzw. als Datenstation fungieren in welcher je eine Lokaluhr vorhanden ist, wobei die Mikrorechner über mehrere Übertragungsabschnitte miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Herstellung der Zeitgleichheit der einzelnen Lokaluhren des Mikrorechnersystems von einer zur Zentraluhr erklärten Lokaluhr eines Mikrorechners, der als Zentrale (1) ausgebildet ist, ausgelöst wird, indem in einer Zentraluhr Zeitnachrichten aus Datum und Uhrzeit gebildet werden, die jeweils den Zeitwert des Sendepunktes bekommen, zu denen sie zu den folgenden Übertragungsabschnitten (2) gesendet werden und das nach richtig quittiertem Empfang in den Datenstationen (3) bzw. Knotenrechnern (4) durch an sich bekannte Algorithmen die jeweiligen Lokaluhren zeitaktualisiert synchronisiert werden und das nach der zeitaktualisierten Synchronisation die aktualisierten Zeitnachrichten wieder mit den jeweiligen Zeitwert ihres Sendezeitpunktes durch die Knotenrechner (4) über die ihnen zugeordneten nächstfolgenden Übertragungsabschnitte (2) zu weiteren Datenstationen (3) bzw. Knotenrechnern (4) gesendet werden, in denen wieder nach richtig quittiertem Empfang in den Lokaluhren neue aktualisierte Zeitnachrichten aus Datum und Uhrzeit gebildet werden, die wieder den jeweiligen Zeitwert des Sendezeitpunktes bekommen, zu denen sie zu den folgenden Übertragungsabschnitten (2) gesendet werden, bis die zeitaktualisierte Synchronisation des fernverteilten Mikrorechnersystems abgeschlossen ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Zeitgleichheit von Uhren in einem lose gekoppelten, fernverteilten Mikrorechnersystem, bestehend aus einem Kommunikationssystem, und einer Anzahl von Mikrorechnern, die als Knotenrechner bzw. als Datenstationen fungieren, in welchen je eine Lokaluhr vorhanden ist, wobei die Mikrorechner über mehrere Übertragungsabschnitte verbunden sind.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es sind fernverteilte Mikrorechnersysteme bekannt, die aus einer Anzahl von autonomen Mikrorechnern bestehen, die über ein Datenfernübertragungssystem als Kommunikationssystem lose verbunden sind. Über eine solche lose Verbindung zwischen den einzelnen Rechnern werden ausschließlich Nachrichten übermittelt. Eine Nachricht ist eine zusammenhängende Bytefolge, die mit einer Redundanz (z. B. CRC-Feld) versehen ist, so daß durch Fehler hervorgerufene Verfälschungen innerhalb einer Nachricht mit hoher Wahrscheinlichkeit erkannt werden. Es ist deshalb zulässig anzunehmen, daß eine Nachricht entweder richtig oder nicht ankommt (eine verfälscht erkannte Nachricht wird als nicht angekommen betrachtet).

Es entspricht weiterhin dem Stand der Technik, daß ein Datenfernübertragungssystem aus mehreren linien- und/oder sternförmigen Übertragungsabschnitten besteht, wobei in jedem Übertragungsabschnitt ein oder mehrere Mikrorechner als Datenstation angeordnet sind. Die Verbindung zwischen zwei Übertragungsabschnitten wird dabei durch einen Mikrorechner als Knotenrechner, der auch die Datenübertragung steuern kann, hergestellt.

Es entspricht auch dem Stand der Technik, daß jeder Mikrorechner über eine eigene Uhr verfügt, die die Ganggenauigkeit einer Quarzuhr hat, d. h., der relative Fehler liegt bei $10 \exp -5$.

Auch der Einsatz von Uhren mit Quarzgenauigkeit verhindert nicht das Auseinanderdriften der Zeitwerte der Uhren, so daß in bestimmten Zeitabständen die akzeptierte Toleranz überschritten werden würde. Bei Anwendung von fernverteilten Mikrorechnersystemen in technologischen Prozessen, z. B. in einem Betriebsleitsystem im Verkehrswesen, ist eine Zeitgleichheit der Uhren mit einer akzeptierten Toleranz erforderlich.

Nach DE-OS 3522224 ist ein „lose gekoppeltes verteiltes Computersystem“ bekannt, wo zur Synchronisation von Echtzeituhren zur Erzielung einer hohen Genauigkeit der Synchronisation spezielle Schaltungsanordnungen oder Synchronisationseinheiten eingesetzt werden.

Bekannt ist auch der Einsatz von Funkuhrempfängern in jedem Mikrorechner des Systems, die dann die Uhren synchronisieren.

Das erfordert jedoch einen erhöhten ökonomischen Aufwand und dieser ist insbesondere dann nicht gerechtfertigt, wenn die technologisch geforderte Toleranzgrenze der Abweichung der Uhren untereinander wesentlich höher liegt als mit diesen aufwendigen Verfahren erzielbar ist.

Die Synchronisation von Lokaluhren durch eine Zentraluhr in einem eingangs beschriebenen Mikrorechnersystem mittels einer Zeitnachricht gewährleistet nicht, daß alle Datenstationen und Knotenrechner gleichzeitig die Zeitnachricht zur Synchronisation ihrer Lokaluhr empfangen. Das ist insbesondere dann nicht möglich, wenn die Zeitnachricht über mehrere Übertragungsabschnitte zu übertragen ist.

Das hat folgende Ursachen:

- (1) Die unbekannte Verzögerung der Zeitchricht in einem Knotenrechner bei der Übergabe von einem Übertragungsabschnitt zum nächsten.
- (2) Die unterschiedliche Anzahl von Übertragungsabschnitten zwischen der Zentraluhr und den jeweiligen Lokaluhren.
- (3) Die Verzögerungszeit bei der Wiederholung einer Zeitchricht nach einer gestörten Übertragung.
- (4) Die Laufzeit einer Zeitchricht im Übertragungsmedium.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, ohne Anwendung zusätzlicher Schaltungsanordnungen oder Synchronisationseinheiten in den Mikrorechnern die Herstellung der Zeitgleichheit der Uhren des Systems zu verbessern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren zur Herstellung einer Zeitgleichheit von Uhren innerhalb akzeptierter Toleranzgrenzen in einem lose gekoppelten fernverteilten Mikrorechnersystem anzugeben, das aus einem Kommunikationssystem und einer Anzahl von Mikrorechnern besteht, die als Knotenrechner bzw. als Datenstationen fungieren, in welchen je eine Lokaluhr vorhanden ist, wobei die Mikrorechner über mehrere Übertragungsabschnitte miteinander verbunden sind.

Erfindungsgemäß wird die technische Aufgabe dadurch gelöst, daß die Herstellung der Zeitgleichheit der Uhren des Systems von der Zentraluhr ausgelöst wird, in dem sie Zeitchrichten bildet, wobei eine Zeitchricht dadurch gekennzeichnet ist, daß sie jeweils den Zeitwert bekommt, zu dem sie an das Übertragungsmedium übergeben wird und daß mit solchen Zeitchrichten nacheinander die Lokaluhren der Datenstationen und Knotenrechner, die sich in den direkt an die Zentrale angeschlossenen Übertragungsabschnitten befinden, mittels bekannter Algorithmen synchronisiert werden und im folgenden ein auf diese Art und Weise zeitaktualisierter Knotenrechner in gleicher Art wie die Zentrale die Synchronisation der Lokaluhren der direkt an ihn angeschlossenen Datenstationen und Knotenrechner in gleicher Art die Synchronisation fortführen bis in allen Übertragungsabschnitten die Synchronisation der Lokaluhren abgeschlossen ist.

Erfindungsgemäß haben nach abgeschlossener Synchronisation die Uhren des Systems eine Gangabweichung, die nur noch bestimmt wird durch die Laufzeit der Zeitchrichten im jeweiligen Übertragungsabschnitt, da die meist nicht bekannten Zeitverzögerungen von (1), (2) und (3) eliminiert werden.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nun mittels der Zeichnung näher beschrieben:

Die Zentrale 1 kann ein herkömmlicher Mikrorechner sein, der eine ebenso herkömmliche Echtzeituhr, die als Zentraluhr fungiert, enthält, wobei zur Erzielung einer hohen Genauigkeit die Zentraluhr durch einen Funkuhrempfänger regelmäßig auf MEZ synchronisiert werden kann.

Die Zentrale 1 ist über Übertragungsabschnitte 2 eines Datenfernübertragungssystems linien- oder sternförmig mit Datenstationen 3 und Knotenrechner 4 verbunden. Datenstationen 3 und Knotenrechner 4 können ebenso Mikrorechner sein, die jeweils eine eigene freilaufende Echtzeituhr als Lokaluhr besitzen. An einen Knotenrechner 4 sind wiederum über Übertragungsabschnitte 2 linien- oder sternförmig Datenstationen 3 und ggf. weitere Knotenrechner 4 angeschlossen.

Das Verfahren zur Herstellung der Zeitgleichheit der Uhren, das Gegenstand dieser Erfindung ist, wird durch die Zentrale 1 z. B. beim Systemanlauf oder in einem regelmäßigen Zyklus eingeleitet.

Dazu bildet die Zentrale 1 Zeitchrichten (Datum, Uhrzeit) mit jeweils genau den Zeitwerten des Sendezeitpunktes der jeweiligen Zeitchricht, die nacheinander an jeweils eine Datenstation 3 oder Knotenrechner 4 gesendet werden. Die Empfänger (Datenstation 3 oder Knotenrechner 4) einer Zeitchricht synchronisieren bei richtig erkanntem Empfang damit unmittelbar ihre eigene Lokaluhr. Es ist auch möglich, wenn das Adressierungsverfahren der Übertragung (Sammeladresse) es zuläßt, mit einer Zeitchricht gleichzeitig mehrere Datenstationen 3 und/oder Knotenrechner 4 in einem Übertragungsabschnitt zu synchronisieren.

Ein Knotenrechner 4 übernimmt unmittelbar nach Empfang der Zeitchricht und der Synchronisation der eigenen Lokaluhr auf der Basis seiner Lokaluhr in gleicher Art wie die Zentrale 1 die Zeitsynchronisation von Datenstationen und Knotenrechnern der direkt an ihn angeschlossenen Übertragungsabschnitte, d. h., er bildet und sendet Zeitchrichten nunmehr auf der Basis seiner aktualisierten Lokaluhr. Der Synchronisationsablauf wird derart von Übertragungsabschnitt zur Übertragungsabschnitt weitergegeben, bis in allen Übertragungsabschnitten die Synchronisation abgeschlossen ist.

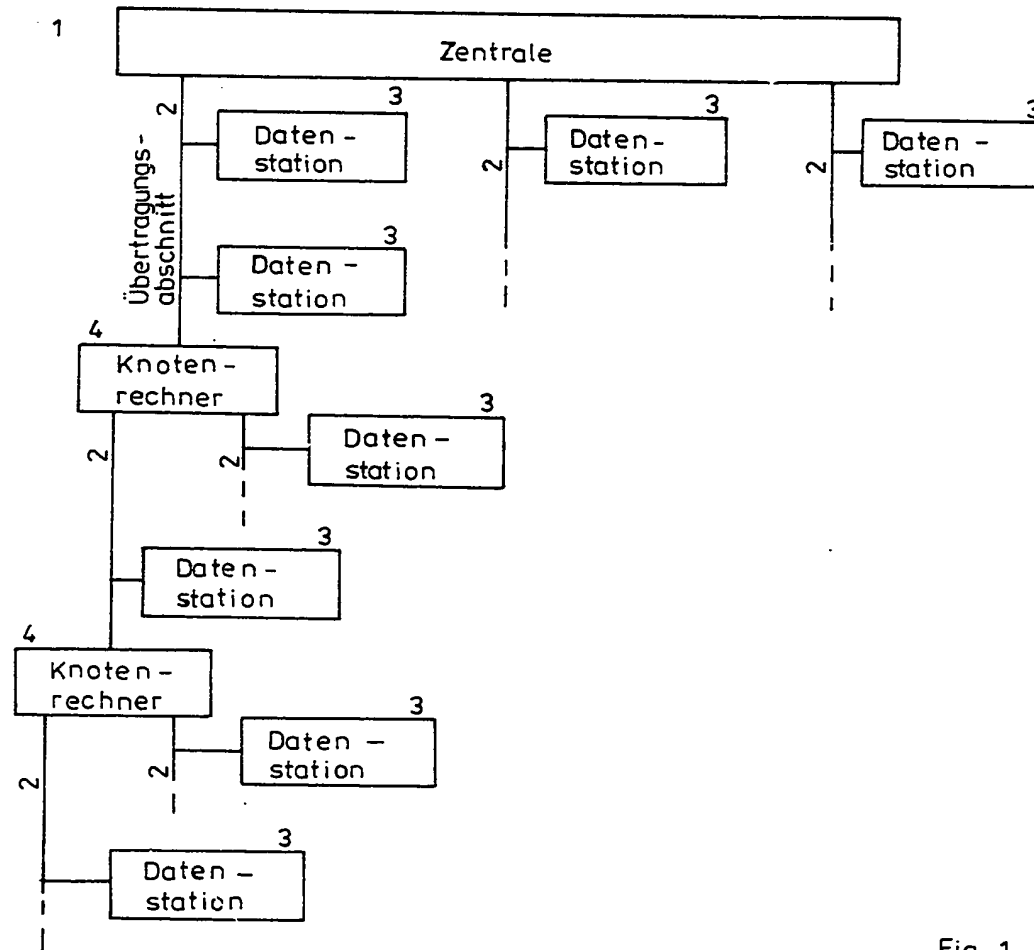


Fig. 1