



(12) Wirtschaftspatent

(19) DD (11) 248 206 A1

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

4(51) G 06 F 13/36

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 06 F / 289 048 2

(22) 14.04.86

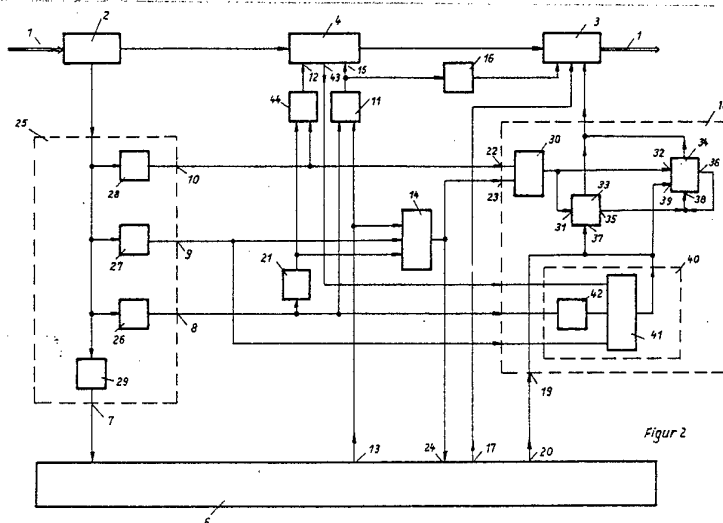
(44) 29.07.87

(71) VEB Geräte- und Regler-Werk Leipzig, 7027 Leipzig, Baalsdorfer Straße 55, DD

(72) Gibas, Peter, Dr.-Ing.; Kriesel, Werner, Prof. Dr. sc. phil.; Hollnagel, Rainer, Dipl.-Ing.; Kozub, Christoph, Dipl.-Ing.; Blanke, Wolfgang, Dipl.-Ing.; Heß, Frank; Rohbeck, Volker, Dipl.-Ing.; Burkhardt, Ralf, Dipl.-Ing., DD

(54) Verfahren und Schaltungsanordnung zur dezentralen Steuerung des Mastertransfers in ringförmig strukturierten Mehrrechnersystemen

(57) Ziel der Erfindung ist die Vermeidung von Verzögerungszeiten in den Teilnehmern zwischen der Erfassung und Wiederaussendung der Steuersignale für den Mastertransfer sowie die gleichartige Struktur und Funktion der Teilnehmer. Die Aufgabe besteht darin, ein absolut dezentral arbeitendes Verfahren zu schaffen, bei dem der Empfang und die Wiederaussendung der Steuersignale durch die sendewilligen Teilnehmer gleichzeitig erfolgt. Die nach diesem Verfahren arbeitende Schaltungsanordnung soll keine Zwischenspeicher im Signalweg zwischen Sender und Empfänger aufweisen. Erfindungsgemäß werden drei Steuersignale verwendet, wobei das erste zur Unterbrechung des Übertragungskanals und zur Herstellung von Punkt-zu-Punkt-Verbindungen zwischen den sendewilligen Teilnehmern und dem aktuellem Master führt, das zweite die Masterfunktion auf den nächsten sendewilligen Teilnehmer überträgt und das dritte die Wiederherstellung der ringförmigen Ausgangsstruktur veranlaßt. Die Erfindung ist überall dort anwendbar, wo mehrere Rechner über einen ringförmigen Übertragungskanal kommunizierend miteinander verbunden sind. Fig. 2



Erfindungsanspruch:

1. Verfahren zur dezentralen Steuerung des Mastertransfers in ringförmig strukturierten Mehrrechnersystemen, bei dem die Teilnehmer über einen unidirektionalen Übertragungskanal seriell miteinander verbunden sind und jeweils eine Empfangs- und eine Sendeeinrichtung sowie eine zwischen Empfangs- und Sendeeinrichtung angeordnete Schalteinrichtung aufweisen, bei dem der Übertragungskanal während der Datenübertragung nur im jeweils aktuellen Master durch dessen Schalteinrichtung unterbrochen ist und durch alle anderen Teilnehmer während der Datenübertragung die empfangenen Signale sofort auf ihre Sendeeinrichtungen durchgeschaltet werden und bei dem der Mastertransfer durch vom jeweils aktuellen Master gesendete Steuersignale veranlaßt wird, **gekennzeichnet dadurch**, daß zur Steuerung des Mastertransfers drei Steuersignale verwendet werden, daß das erste Steuersignal vom jeweils aktuellen Master nach dessen Datentelegramm gesendet wird und daß alle Teilnehmer mit Sendewunsch nach Empfang des ersten Steuersignals den Übertragungskanal durch Öffnen ihrer Schalteinrichtung unterbrechen, daß mit dem zweiten Steuersignal die Masterfunktion auf den in Senderichtung nächstfolgenden sendewilligen Teilnehmer übertragen wird, daß das dritte Steuersignal von allen sendewilligen Teilnehmern nach Empfang des ersten Steuersignals gesendet wird und daß alle Teilnehmer, die das dritte Steuersignal empfangen, ihre Schalteinrichtung schließen.
2. Verfahren zur dezentralen Steuerung des Mastertransfers in ringförmig strukturierten Mehrrechnersystemen nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die zeitliche Länge des zweiten Steuersignals nicht größer als die zeitliche Länge des dritten Steuersignals gewählt wird.
3. Verfahren zur dezentralen Steuerung des Mastertransfers in ringförmig strukturierten Mehrrechnersystemen nach Punkt 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß das zweite Steuersignal vom aktuellen Master während der Zirkulation der ersten beiden bzw. des ersten und dritten Steuersignals auf dem Ring ständig wiederholt ausgesendet wird.
4. Verfahren zur dezentralen Steuerung des Mastertransfers in ringförmig strukturierten Mehrrechnersystemen nach Punkt 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß der aktuelle Master die Aussendung des ersten und des zweiten Steuersignals wiederholt, wenn kein sendewilliger Teilnehmer vorhanden ist und daß die Zeit zwischen zwei-aufeinanderfolgenden Aussendungen größer oder gleich der Summe aller Laufzeiten auf dem Ring und der Länge der beiden Signale gewählt wird.
5. Verfahren zur dezentralen Steuerung des Mastertransfers in ringförmig strukturierten Mehrrechnersystemen nach Punkt 1 bis 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß sich das zweite und dritte Steuersignal in der ersten Bit-Stelle voneinander unterscheiden.
6. Schaltungsanordnung zur dezentralen Steuerung des Mastertransfers in ringförmig strukturierten Mehrrechnersystemen, bei denen die Teilnehmer über einen unidirektionalen Übertragungskanal (1) seriell miteinander verbunden sind und jeweils aus einer Empfangseinrichtung (2), einer Sendeeinrichtung (3), einer zwischen Empfangs- und Sendeeinrichtung angeordnete Schalteinrichtung (4), einer Informationsverarbeitungseinheit (6) sowie aus einer Steuereinheit (5) zur Zugriffssteuerung auf den Übertragungskanal bestehen, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Empfangseinrichtung (2) mit einem Demodulator (25) verbunden ist, der mit seinem Nutzdatenausgang (7) an die Informationsverarbeitungseinheit (6) angeschlossen ist und der drei Steuersignalausgänge (8, 9, 10) aufweist, von denen der erste Steuersignalausgang (8) mit dem ersten Eingang einer ersten Torschaltung (11), der zweite Steuersignalausgang (9) mit dem ersten Eingang einer zweiten Torschaltung (14) und der dritte Steuersignalausgang (10) mit dem Signaleingang (12) zum Schließen der Schalteinrichtung (4) und mit dem ersten Stop-Eingang (22) eines Steuersignalgebers (18) für das erste und zweite Steuersignal verbunden sind, daß der Sendewunsch-Signalausgang (13) der Informationsverarbeitungseinheit (6) an den zweiten Eingang der ersten Torschaltung (11) und an den zweiten Eingang der zweiten Torschaltung (14) angeschlossen ist, weiterhin daß der Ausgang der ersten Torschaltung (11) mit dem Signaleingang (15) zum Öffnen der Schalteinrichtung (4) und mit dem Starteingang eines Steuersignalgebers (16) für das dritte Steuersignal verbunden ist, welcher am ersten Eingang der Sendeeinrichtung (3) liegt, daß der zweite Eingang der Sendeeinrichtung (3) mit dem seriellen Nutzdatenausgang (17) der Informationsverarbeitungseinheit (6) und der dritte Eingang der Sendeeinrichtung (3) mit dem Ausgang des Steuersignalgebers (18) für das erste und zweite Steuersignal verbunden sind, daß der Starteingang (19) des Steuersignalgebers (18) für das erste und zweite Steuersignal an den Ausgang (20) der Informationsverarbeitungseinheit (6) zur Ende-Signalisierung der Nutzdatenübertragung angeschlossen ist und daß der Ausgang der zweiten Torschaltung (14) mit

dem zweiten Stop-Eingang (23) des Steuersignalgebers (18) für das erste und zweite Steuersignal und mit dem Eingang (24) der Informationsverarbeitungseinheit (6) zur Signalisierung des Beginns der Nutzdatenübertragung verbunden ist.

7. Schaltungsanordnung zur dezentralen Steuerung des Mastertransfers in ringförmig strukturierten Mehrrechnersystemen nach Punkt 6, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Demodulator (25) aus drei parallel angeordneten Komparatorschaltungen (26, 27, 28) und einem Nutzdatendemodulator (29) besteht.
8. Schaltungsanordnung zur dezentralen Steuerung des Mastertransfers in ringförmig strukturierten Mehrrechnersystemen nach Punkt 6 und 7, **gekennzeichnet dadurch**, daß die beiden Stop-Eingänge (22, 23) des Steuersignalgebers (18) für das erste und zweite Steuersignal über eine Oder-Schaltung (30) miteinander verknüpft sind, daß die Stop-Eingänge (31, 32) des Signalgebers (33) für das erste und des Signalgebers (34) für das zweite Steuersignal parallel geschaltet sind und am Ausgang der Oder-Schaltung (30) liegen, daß der Ausgang (20) der Informationsverarbeitungseinheit (6) zur Ende-Signalisierung der Nutzdatenübertragung mit dem Start-Eingang (37) des Signalgebers (33) für das erste Steuersignal und mit dem zweiten Stop-Eingang (39) des Signalgebers (34) für das zweite Steuersignal verbunden ist, daß die beiden Ausgänge (35, 36) der Steuersignalgeber (33, 34) für das erste und für das zweite Steuersignal zur Ende-Signalisierung der Steuersignalausendung am Starteingang (38) des Steuersignalgebers (34) für das zweite Steuersignal angeschlossen sind und daß der Start-Eingang (37) des Signalgebers (33) für das erste Steuersignal außerdem mit einer Steuersignal-Wiederholschaltung (40) verbunden ist.
9. Schaltungsanordnung zur dezentralen Steuerung des Mastertransfers in ringförmig strukturierten Mehrrechnersystemen nach Punkt 8, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Steuersignal-Wiederholschaltung (40) aus einer dritten Torschaltung (41) und einem Zeitglied (42) besteht, wobei der Steuersignalausgang (8) des Demodulators (25) für das erste Steuersignal über das Zeitglied (42) mit dem ersten Eingang, der Steuersignalausgang (9) des Demodulators (25) für das zweite Steuersignal mit dem zweiten Eingang und der Rückmeldeausgang (43) der Schalteinrichtung (4) mit dem dritten Eingang der dritten Torschaltung (41) verbunden sind.
10. Schaltungsanordnung zur dezentralen Steuerung des Mastertransfers in ringförmig strukturierten Mehrrechnersystemen nach Punkt 6 bis 9, **gekennzeichnet dadurch**, daß am ersten Steuersignalausgang (8) des Demodulators (25) ein Zeitglied (21) angeschlossen ist, dessen Ausgang auf den dritten Eingang der zweiten Torschaltung (14) und auf den zweiten Eingang einer vierten Torschaltung (44) geschaltet ist, die vor dem Steuersignaleingang (12) zum Schließen der Schalteinrichtung (4) angeordnet ist.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft die dezentrale Steuerung des Mastertransfers zur Übertragung digitaler Informationen in ringförmig strukturierten Mehrrechnersystemen. Die Anwendung ist in allen Gebieten der Technik möglich, in denen zur Prozeßsteuerung, zur Automatisierung, zur Rationalisierung u. a. mehrere Rechner kommunizierend miteinander verbunden sind.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zum Datentransport zwischen den Komponenten von Systemen des Rechnernetzes (von Mikrorechnern bis EDVA), der Prozeßdatenverarbeitung, der Prozeß- und Laborautomatisierung, der Bürokommunikation u. a. sind parallele und serielle Systeme bekannt. Aus Gründen der Datensicherung, der Flexibilität und des Überbrückens von Entfernungen werden in hierarchisch aufgebauten, räumlich verteilten dezentralisierten Systemen vorrangig serielle Übertragungssysteme verwendet.

Bei den Verfahren zur Steuerung des Zugriffs der Teilnehmer auf einen seriellen Übertragungskanal kann unterschieden werden nach der Art des Zugriffs in kontrollierte und zufällige Zuteilung, nach dem Ort der Zuteilung in zentrale und dezentrale Zuteilung, nach dem Anforderungszeitraster in feste und freie Zuteilung und nach den Auswahlregeln für die nächste Zuteilung in statische Prioritätsverfahren, faire Zuteilung und sequentielle Zuteilung. Insbesondere für Prozeßautomatisierungssysteme mit hierarchisch gegliederter Struktur von intelligenten Teilnehmern, die Nachrichten auch untereinander austauschen müssen und dabei eine streng definierte Reaktionszeit auf Alarme und Meldungen einhalten müssen, kommen deshalb nur Verfahren mit dezentraler Zuteilung und möglichst freiem Anforderungszeitraster in Frage.

Als einfachste, redundante topologische Struktur mit Fehlertoleranzeigenschaften ist für die Verbindung mehrerer Teilnehmer die Ring- bzw. die Mehrfachringstruktur bekannt (USA 4486852, USA 4495617, USA 4501021, DE-OS 3150474, DE-OS 3012105, DD-PW 225293, Heger/Steusloff/Syrbe: Echtzeitrechnersystem mit verteilten Mikroprozessoren, Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung, Karlsruhe 1979; Färber; rtp-Seminar Bussysteme, R. Oldenbourg Verlag,

Ringtypische Zugriffsverfahren mit dezentraler Steuerung sind dabei u. a. die Slot-Verfahren, bei denen auf dem Ring Abschnitte zirkulieren, in die vom Sender Nachrichten eingeschrieben werden, die vom Empfänger wieder gelöscht werden und der Registereinfügring, bei dem eine sendewillige Station ein Nachrichtentelegramm zwischen zwei auf dem Ring befindliche Telegramme einfügt, wobei sie das nachfolgende Telegramm zwischen speichert und erst nach ihrem eigenen sendet. Nachteilig ist die wenig flexible Reaktion auf unterschiedliche und wechselnde Belastungsfälle beim Slot-Verfahren in bezug auf den Nachrichtenanstieg der Stationen, da ein großer Teil der Kanalkapazität durch leere Slots gebunden sein kann und der hohe Aufwand für die Zwischenspeicherung und Sicherung gegen Ausfälle beim Registereinfügring.

Des weiteren ist als ringtypisches Zugriffsverfahren mit dezentraler Steuerung das Kennzeichen-Verfahren (Token-passing) bekannt, bei dem mittels einer speziellen Nachricht, dem sogenannten Token, die Sendeberechtigung von einem Teilnehmer an den nächsten übergeben wird und dieser dann das Senderecht wahrnimmt oder das Token weitergibt. Jeder sendewillige Teilnehmer muß dabei auf das Token warten, dieses nach dessen Erkennung vom Ring nehmen und nach dem Übermitteln seines Datentelegramms das Token erneut aussenden. Vorteile des Kennzeichen-Verfahrens sind dessen Einfachheit, die Dezentralisierbarkeit der Zugriffssteuerung und die Unabhängigkeit von der Nachrichtenlänge. Nachteilig ist die mit der Erkennung des Token verbundene notwendige Zwischenspeicherung in jedem Teilnehmer, wodurch die Übertragungsleistung des Übertragungskanal reduziert wird.

In der EP-Schrift Nr. 54077 und fortgeschrittener in der DE-OS 34 13473 werden Lösungen offenbart, die das Kennzeichen-Verfahren weiter ausgestalten und insbesondere Vorteile hinsichtlich eines höheren Übertragungswirkungsgrades aufweisen. In der DE-OS 34 13473 wird das dadurch erreicht, daß das Kennzeichen aus zwei Zeichen, einem Freizeichen und einem Belegtzeichen besteht, wobei eine das Senderecht wahrnehmende Station das Freizeichen nach seiner Erfassung in das Belegtzeichen umwandelt und dieses vor den Nutzdaten aussendet. Dabei entsteht in jedem Teilnehmer zwischen Erfassung und Aussendung der Steuersignale eine Verzögerung, die durch die Bit-Stellen bestimmt wird, in denen sich die beiden Signale voneinander unterscheiden. Ein weiterer Nachteil ist die Konzentration bestimmter Funktionen in einer besonders ausgezeichneten Monitorstation, wodurch das Ausfallverhalten des gesamten Rings wesentlich vom Ausfallverhalten der Monitorstation abhängig ist. Während bei Ausfall eines beliebigen gleichartigen Teilnehmers beispielsweise durch einfaches Überbrücken der Ring noch funktionstüchtig ist, ist bei Ausfall der Monitorstation meist keine Kommunikation auf dem Ring mehr möglich.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist ein Verfahren und eine nach diesem Verfahren arbeitende Schaltungsanordnung zur dezentralen Steuerung des Mastertransfers in ringförmig strukturierten Mehrrechnersystemen, wobei zwischen der Erfassung und Aussendung der Steuersignale in den sendewilligen Teilnehmern keine zusätzliche Verzögerung entsteht und alle Teilnehmer bezüglich der Steuerung des Mastertransfers absolut gleichartig aufgebaut sind und gleiche Funktionen erfüllen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die durch die Erfindung zu lösende technische Aufgabe besteht darin, ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur dezentralen Steuerung des Mastertransfers in ringförmig strukturierten Mehrrechnersystemen zu realisieren, wobei keine Zwischenspeicherung der den Mastertransfer veranlassenden Steuersignale in den sendewilligen Teilnehmern erforderlich ist und der Empfang und die Aussendung von Steuersignalen durch diese Teilnehmer gleichzeitig erfolgt. Weiterhin soll das Verfahren absolut dezentral arbeiten, wobei jeder Teilnehmer im ringförmigen Übertragungskanal völlig gleichberechtigt ist und keine Monitorstation existiert.

Das Wesen des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß zur dezentralen Steuerung des Mastertransfers in ringförmig strukturierten Mehrrechnersystemen — bei denen die Teilnehmer über einen unidirektionalen Übertragungskanal seriell miteinander verbunden sind und jeweils eine Empfangs- und eine Sendeeinrichtung sowie eine zwischen Empfangs- und Sendeeinrichtung angeordnete Schalteinrichtung aufweisen, bei denen der Übertragungskanal während der Datenübertragung nur im jeweils aktuellen Master durch dessen Schalteinrichtung unterbrochen ist und durch alle anderen Teilnehmer während der Datenübertragung die empfangenen Signale sofort auf ihre Sendeeinrichtungen durchgeschaltet werden und bei denen der Mastertransfer durch vom jeweils aktuellen Master gesendete Steuersignale veranlaßt wird — drei Steuersignale in den folgenden Verfahrensschritten verwendet werden:

- vom jeweils aktuellen Master wird nach dessen Datentelegramm das erste Steuersignal auf den Übertragungskanal gesendet
- alle Teilnehmer mit Sendewunsch unterbrechen den Übertragungskanal durch Öffnen ihrer Schalteinrichtung nach Empfang des ersten Steuersignals
- vom jeweils aktuellen Master wird nach dem ersten Steuersignal das zweite Steuersignal auf den Übertragungskanal gesendet und damit die Masterfunktion auf den sendewilligen Teilnehmer übertragen, der das zweite Steuersignal empfängt
- von allen sendewilligen Teilnehmern wird nach Empfang des ersten Steuersignals das dritte Steuersignal auf den Übertragungskanal gesendet
- alle Teilnehmer, die das dritte Steuersignal empfangen haben, schließen ihre Schalteinrichtung

Im folgenden werden die Verfahrensschritte näher erläutert:

Während der Nutzdatenübertragung durch den jeweils aktuellen Master sind die Schalteinrichtungen aller anderen Teilnehmer geschlossen. Der ringförmige Übertragungskanal beginnt somit im Sender und endet im Empfänger des aktuellen Masters, wobei alle anderen Teilnehmer die empfangenen Informationen ohne Zwischenspeicherung sofort auf ihren Sender durchschalten und selbst nur Slaves sind. Das vom aktuellen Master nach dessen Datentelegramm auf den Übertragungskanal gesendete erste Steuersignal wird in gleicher Weise übertragen wie die vorangegangenen Nutzdaten, weshalb durch geeignete Bit-Kombination verhindert werden muß, daß das erste Steuersignal in den Nutzdaten auftritt.

Der Empfang des ersten Steuersignals führt zur Unterbrechung des Übertragungskanal in allen Teilnehmern mit Sendewunsch, so daß während der folgenden Steuerphase der Übertragungskanal aus einer Anzahl von Punkt-zu-Punkt-Verbindungen zwischen den Teilnehmern mit Sendewunsch und dem aktuellen Master strukturiert ist, wobei alle Teilnehmer ohne Sendewunsch im oben beschriebenen Zustand verbleiben.

Während des Bestehens der Punkt-zu-Punkt-Verbindungen zwischen den Teilnehmern mit geöffneter Schalteinrichtung werden gleichzeitig zweite und dritte Steuersignale auf den Übertragungskanal gesendet, wobei nur der aktuelle Master ein zweites und alle Teilnehmer mit Sendewunsch jeweils ein drittes Steuersignal abgeben. Dabei wird mittels des zweiten Steuersignals, welches nur den in Senderichtung ersten sendewilligen Teilnehmer erreicht, die Masterfunktion auf diesen Teilnehmer übertragen, während alle anderen sendewilligen Teilnehmer und der aktuelle Master ein drittes Steuersignal empfangen und zum Schließen ihrer Schalteinrichtungen veranlaßt werden, wodurch der Übertragungskanal wieder die Ausgangsstruktur annimmt, das heißt, im nunmehr neuen aktuellen Master beginnt und endet. Die beschriebenen Verfahrensschritte wiederholen sich nach jeder Nutzdatenaussendung unabhängig von deren Länge, wodurch die Masterfunktion im ringförmig strukturierten mehrrechnersystem ständig in Senderichtung umläuft, und nur die Rechner mit aktuellem Sendewunsch in die Steuerung des Mastertransfers einbezogen sind.

Bei Ringsystemen mit sehr kleiner Ringumlaufzeit darf die zeitliche Länge des zweiten Steuersignals nicht größer gewählt werden als die zeitliche Länge des dritten Steuersignals, um ein Schließen der Schalteinrichtung des aktuellen Masters vor der vollständigen Aussendung des zweiten Steuersignals und damit vor der Übertragung der Masterfunktion auf den nächsten sendewilligen Teilnehmer zu vermeiden.

Die infolge der strukturbedingten endlichen Ringumlaufzeit entstehende Zeitdifferenz zwischen dem Ende der Aussendung des zweiten Steuersignals und dem Wiederempfang des zweiten bzw. dritten Steuersignals durch den aktuellen Master wird durch ständiges Wiederholen des zweiten Steuersignals überbrückt.

Wenn auf dem Ring kein sendewilliger Teilnehmer vorhanden ist, empfängt der aktuelle Master das von ihm ausgesendete erste und zweite Steuersignal selbst wieder, wodurch er aktueller Master bleibt und, wenn zwischenzeitlich kein erneuter eigener Sendewunsch zu verzeichnen ist, die Aussendung des ersten und zweiten Steuersignals wiederholt. Die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Aussendungen der ersten beiden Steuersignale muß dabei größer oder gleich der Summe aller Laufzeiten auf dem Ring und der Länge der beiden Signale gewählt werden, um Fehlersituationen zu verhindern, die durch das gleichzeitige Vorhandensein mehrerer erster und zweiter Steuersignale auf dem Ring entstehen könnten.

Es ist zweckmäßig, die Bit-Muster für das zweite und für das dritte Steuersignal so zu wählen, daß sich die beiden Signale in der ersten Bit-Stelle voneinander unterscheiden, wodurch die Teilnehmer bereits durch den Empfang dieses Bits eine Information über ihren konkreten Zustand (Master oder Slave) während des nächsten Datentransfers erhalten.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zur dezentralen Steuerung des Mastertransfers, welche in jedem Teilnehmer gleichartig vorhanden ist, zeichnet sich dadurch aus, daß die Empfangseinrichtung mit einem Demodulator verbunden ist, der mit seinem Nutzdatenausgang an die Informationsverarbeitungseinheit angeschlossen ist und der drei Steuersignalausgänge aufweist, von denen der erste Steuersignalausgang mit dem ersten Eingang einer ersten Torschaltung, der zweite Steuersignalausgang mit dem ersten Eingang einer zweiten Torschaltung und der dritte Steuersignalausgang mit dem Steuersignaleingang zum Schließen der Schalteinrichtung und mit dem ersten Stop-Eingang eines Steuersignalgebers für das erste und zweite Steuersignal verbunden sind, daß der Sendewunsch-Signalausgang der Informationsverarbeitungseinheit an den zweiten Eingang der ersten Torschaltung und an den zweiten Eingang der zweiten Torschaltung angeschlossen ist, weiterhin, daß der Ausgang der ersten Torschaltung mit dem Signaleingang zum Öffnen der Schalteinrichtung und mit dem Starteingang eines Steuersignalgebers für das dritte Steuersignal verbunden ist, welcher am ersten Eingang der Sendeeinrichtung liegt, daß der zweite Eingang der Sendeeinrichtung mit dem seriellen Nutzdatenausgang der Informationsverarbeitungseinheit und der dritte Eingang der Sendeeinrichtung mit dem Ausgang des Steuersignalgebers für das erste und zweite Steuersignal verbunden sind, daß der Starteingang des Steuersignalgebers für das erste und zweite Steuersignal an den Ausgang der Informationsverarbeitungseinheit zur Ende-Signalisierung der Nutzdatenübertragung angeschlossen ist und daß der Ausgang der zweiten Torschaltung mit dem zweiten Stop-Eingang des Steuersignalgebers für das erste und zweite Steuersignal und mit dem Eingang der Informationsverarbeitungseinheit zur Signalisierung des Beginns der Nutzdatenübertragung verbunden ist.

Der Demodulator besteht aus drei parallel angeordneten Komparatorschaltungen für die drei Steuersignale und einem Nutzdatendemodulator zur Trennung der Nutzdaten von den dem Mastertransfer dienenden Steuersignalen.

Der Steuersignalgeber für die ersten beiden Steuersignale besteht aus einer ODER-Schaltung, über die die beiden Stop-Eingänge miteinander verknüpft sind und den beiden Signalgebern, deren parallel geschaltete Stop-Eingänge am Ausgang der ODER-Schaltung liegen. Der Ausgang der Informationsverarbeitungseinheit zur Ende-Signalisierung der Nutzdatenübertragung ist mit dem Start-Eingang des Signalgebers für das erste Steuersignal und der Start-Eingang des Steuersignalgebers für das zweite Steuersignal ist mit den beiden Ausgängen der Steuersignalgeber zur Sende-Signalisierung der Steuersignalaussendung verbunden.

Weiterhin ist zum wiederholten Starten der Signalgeber für das erste und zweite Steuersignal eine Steuersignal-Wiederholerschaltung vorhanden, die aus einer dritten Torschaltung und einem Zeitglied besteht, wobei der Steuersignalausgang des Demodulators für das erste Steuersignal über das Zeitglied mit dem ersten Eingang, der Steuersignalausgang des Demodulators für das zweite Steuersignal mit dem zweiten Eingang und der Rückmeldeausgang der Schalteinrichtung mit dem dritten Eingang der dritten Torschaltung verbunden sind.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Schaltungsanordnung wird dadurch erreicht, daß am ersten Steuersignalausgang des Demodulators ein Zeitglied angeschlossen ist, dessen Ausgang auf den dritten Eingang der zweiten Torschaltung und auf den zweiten Eingang einer vierten Torschaltung geschaltet ist, die zusätzlich vor dem Steuersignaleingang zum Schließen der Schalteinrichtung angeordnet ist. Diese Ausgestaltung gestattet eine günstige Auswahl der Bit-Kombinationen für die drei Steuersignale in der Weise, daß lediglich das erste Steuersignal nicht in den Nutzdaten auftreten darf und die beiden anderen Steuersignale sehr kurz sein können.

Die Funktionsweise der Schaltungsanordnung entspricht dem Verfahren.

Wenn die Empfangseinrichtung das erste Steuersignal aufnimmt, welches gleichzeitig auch über die geschlossene Schalteinrichtung und die Sendeeinrichtung auf dem Ring weiterläuft, wird über die Komparatorschaltung für das erste Steuersignal und die erste Torschaltung die Schalteinrichtung dann geöffnet, wenn an der ersten Torschaltung bereits ein

internes Sendewunsch-Signal von der Informationsverarbeitungseinheit anliegt. Anschließend wird vom Signalgeber für das dritte Steuersignal durch dessen Aktivierung über die Sendeeinrichtung ein drittes Steuersignal an den nächsten Teilnehmer mit geöffneter Schalteinrichtung gesendet, der seinerseits nach dessen Erkennung mittels der dritten Komparatorschaltung seine Schalteinrichtung schließt.

Zeitgleich mit dem Aussenden des dritten Steuersignals wird von der Empfangseinrichtung entweder gleichfalls ein drittes Steuersignal empfangen, was zum Schließen der Schalteinrichtung führt, oder ein zweites Steuersignal aufgenommen, welches über die Komparatorschaltung zu Ansteuerung der zweiten Torschaltung führt. An der zweiten Torschaltung entsteht ein Ausgangssignal, wenn gleichzeitig ein Sendewunsch vorliegt. Das Ausgangssignal der zweiten Torschaltung signalisiert der Informationsverarbeitungseinheit die Übernahme der Masterfunktion und bewirkt das Starten der Nutzdatenübertragung. Im Anschluß an die Nutzdatenübertragung wird von der Informationsverarbeitungseinheit der Steuersignalgeber für das erste und zweite Steuersignal gestartet, wodurch die Aussendung eines ersten und mehrerer zweiten Steuersignale solange erfolgt, bis entweder ein drittes Steuersignal empfangen wird, oder nach Aufnahme eines zweiten Steuersignals das Senderecht selbst erneut wahrgenommen wird. Die Anzahl der dem ersten Steuersignal folgenden zweiten Steuersignale ist, wie bei der Darlegung des Wesens des erfindungsgemäßen Verfahrens bereits beschrieben, abhängig von der Ringumlaufzeit.

Wenn auf dem Ring kein sendewilliger Teilnehmer vorhanden ist, wird vom aktuellen Master mittels der Steuersignal-Wiederholschaltung die Aussendung des ersten und der zweiten Steuersignale nach einer bestimmten Zeit wiederholt, die größer oder gleich der Ringumlaufzeit und der Länge der beiden ersten Steuersignale aus den bereits dargelegten Gründen sein muß. In günstiger Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung wird das erreicht, indem das über die Empfangseinrichtung empfangene erste und folgende zweite der über die Sendeeinrichtung selbst ausgesendeten Steuersignale nach deren Ringumlauf über die Steuersignal-Wiederholschaltung jeweils für den erneuten Start der Signalgeber für das erste und zweite Steuersignal genutzt wird. Dadurch ist gesichert, daß nach erfolgtem Ringumlauf die sofortige erneute Aussendung der beiden Steuersignale erfolgt.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Gegeben sei ein ringförmig strukturiertes Mehrrechnersystem mit vier über einen unidirektionalen Übertragungskanal miteinander verbundenen, gleichberechtigten Teilnehmern, wobei eine Laufzeit zwischen den Teilnehmern von jeweils einer Bit-Länge angenommen wird.

Es soll im folgenden an Hand der Zeichnungen die Realisierung des Mastertransfers von Teilnehmer 1 nach Teilnehmer 3 bei gleichzeitigem Sendewunsch von Teilnehmer 4 beschrieben werden. Die drei Steuersignale sind dabei mit folgenden Bit-Kombinationen festgelegt:

1. Steuersignal HHH
 2. Steuersignal LLL
 3. Steuersignal HLL
- Es zeigen:

Fig. 1: Die ringförmige Struktur des Mehrrechnersystems mit vier Teilnehmern

Fig. 2: Das Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung jedes Teilnehmers

Fig. 3: Das Schema des Steuersignalaflaufs der empfangenen Signale (E 1...4) und der gesendeten Signale (S 1...4) und der Schalterstellungen der Schalteinheiten (Sw 1...4) während des Mastertransfers

Während der Nutzdatenübertragung durch den aktuellen Master (Teilnehmer 1) ist voraussetzungsgemäß die Schalteinrichtung 4 des aktuellen Masters geöffnet und die Schalteinrichtungen 4 der anderen Teilnehmer sind geschlossen, so daß die über die Sendeeinrichtung 3 des aktuellen Masters auf den Übertragungskanal 1 gesendeten Nutzdaten (ND 1) alle Teilnehmer auf dem Ring durchlaufen und vom Teilnehmer 1 über dessen Empfangseinrichtung 2 nach Ablauf der Ringumlaufzeit wieder empfangen werden.

Nach erfolgter Nutzdatenübertragung gibt die Informationsverarbeitungseinheit 6 des Teilnehmers 1 über ihren Ausgang 20 ein Signal ab, welches den Steuersignalgeber 33 über dessen Eingang 37 startet. Unabhängig davon, daß die Empfangseinrichtung 2 noch Nutzdaten (ND 1) empfängt, wird somit unmittelbar nach dem Nutzdatentelegramm (ND 1) das erste Steuersignal gesendet, welches auf dem Ring analog den Nutzdaten zirkuliert.

Das von allen Teilnehmern empfangene erste Steuersignal gelangt jeweils in den Demodulator 25 und erzeugt dort am Ausgang des Komparators 26 ein Signal, welches die Torschaltung 11 ansteuert. Da bei den Teilnehmern 3 und 4 über deren Ausgänge 13 der Informationsverarbeitungseinheit 6 gleichzeitig ein Sendewunsch-Signal an deren Torschaltungen 11 anliegt, öffnen diese beiden Teilnehmer ihre UND-Tore und damit über die Eingänge 15 ihre Schalteinrichtungen 4. Auf diese Weise wird der Übertragungskanal in drei Punkt-zu-Punkt-Verbindungen zwischen den Teilnehmern 1 und 3, 3 und 4, sowie 4 und 1 aufgeteilt. Anschließend werden von den drei Teilnehmern zweite und dritte Steuersignale gesendet, wobei Teilnehmer 1 zweite Steuersignale und Teilnehmer 3 und 4 jeweils ein drittes Steuersignal abgibt. Das wird wie folgt erreicht.

Teilnehmer 1: Der Steuersignalgeber 33 erzeugt nach dem Aussenden des ersten Steuersignals am Ausgang 35 ein Ende-Signal, welches über den Start-Eingang 38 den Steuersignalgeber 34 startet, der anschließend ein zweites Steuersignal sendet. Über den Ausgang 36 wird der Steuersignalgeber 34 ständig neu gestartet, wodurch weitere zweite Steuersignale auf den Übertragungskanal 1 und damit an die Empfangseinrichtung 2 des Teilnehmers 3 gelangen.

Teilnehmer 3 und 4: Das am Ausgang der Torschaltung 11 anliegende Signal startet den Steuersignalgeber 16, der jeweils ein drittes Steuersignal erzeugt.

Die von Teilnehmer 1 gesendeten zweiten Steuersignale werden vom Komparator 27 des Teilnehmers 3 identifiziert, wodurch die Torschaltung 14 aktiviert und über den Eingang 24 der Informationsverarbeitungseinheit 6 der Befehl zum Beginn der Nutzdatenaussendung über ihren Ausgang 17 erteilt wird. Gleichzeitig haben die Teilnehmer 4 und 1 jeweils ein drittes Steuersignal empfangen und über die Komparatorschaltungen 28 und die Eingänge 12 ihre Schalteinrichtungen 28 und die

Eingänge 12 ihre Schalteinrichtungen 4 geschlossen. Parallel dazu sind durch den Empfang des dritten Steuersignals die Stop-Eingänge 31, 32 der Steuersignalgeber 33, 34 aktiviert worden, wodurch Teilnehmer 1 die Aussendung dieser Signale sofort beendet. Entsprechend der mit 4 Bit-Längen bezifferten Ringumlaufzeit wurde vom Teilnehmer 1 die Zeit bis zum Empfang der Nutzdaten (ND3) des Teilnehmers 3 mit der Aussendung von zweiten Steuersignalen überbrückt.

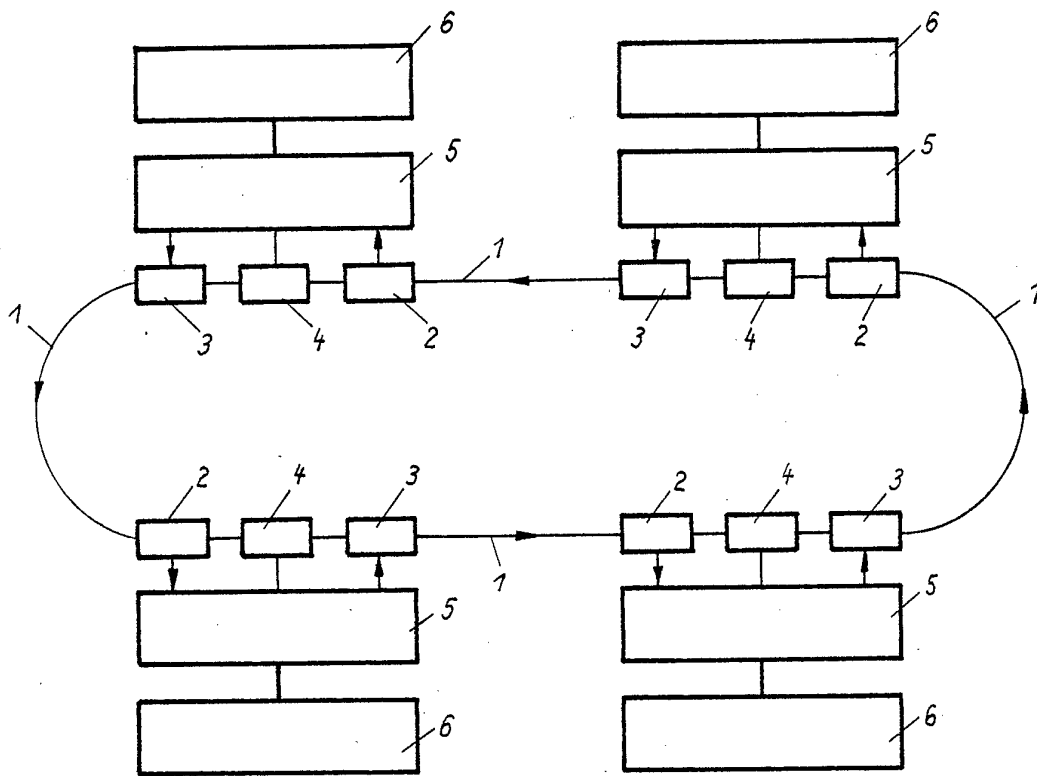
Wenn im Ring kein sendewilliger Teilnehmer vorhanden ist empfängt der aktuelle Master das erste und die folgenden zweiten Steuersignale nach deren Zirkulation selbst wieder. In diesem Fall muß die Aussendung der ersten beiden Steuersignale wiederholt werden, wobei die Zeit Δt vom Beginn einer Aussendung bis zum Anfang der nächstfolgenden Aussendung größer oder gleich der Ringumlaufzeit und der Länge der beiden Signale sein muß, um ein gleichzeitiges Vorhandensein mehrerer erster Steuersignale auf dem Ring zu verhindern. Das wird erreicht, indem die Steuersignal-Wiederholerschaltung 40 nach Ablauf der Zeit Δt die zylindrische Aussendung von zweiten Steuersignalen über den Stop-Eingang 39 des Signalgebers 34 beendet und gleichzeitig den Signalgeber 33 über den Eingang 37 neu startet. In vorteilhafter Weise wird dabei die Information für die Steuersignal-Wiederholerschaltung 40 aus dem Empfang des ersten und des dem ersten folgenden zweiten Steuersignals nach deren Zirkulation auf dem Ring gewonnen. Dazu wird das Ausgangssignal der Komparatorschaltung 26 mittels des Zeitgliedes 42 so verzögert, daß es gleichzeitig mit dem Ausgangssignal der Komparatorschaltung 27 an der Torschaltung 41 anliegt. Über die konjunktive Verknüpfung mit dem am Ausgang 43 der Schalteinrichtung 4 liegenden Rückmeldesignal, welches bei geöffneter Schalteinrichtung vorhanden ist, wird sichergestellt, daß nur im jeweils aktuellen Master über dessen Steuersignal-Wiederholerschaltung die Aussendung der ersten beiden Steuersignale wiederholt erfolgt. Nimmt nunmehr ein Teilnehmer das Senderecht wahr, wird von diesem wie oben beschrieben ein drittes Steuersignal ausgesendet, welches über den Eingang 22 und die Eingänge 31 und 32 die zyklische Aussendung erster und zweiter Steuersignale beendet. Entsteht im aktuellen Master selbst ein erneuter Sendewunsch, so wird durch die Aktivierung der Torschaltung 14 über den Eingang 23 der ODER-Schaltung 30 ebenfalls die weitere Aussendung von ersten und zweiten Steuersignalen verhindert.

Eine günstige Auswahl der Bit-Kombinationen für die Steuersignale wird ermöglicht, indem die oben beschriebene Wirkung eines empfangenen zweiten oder dritten Steuersignals nur nach vorherigem Empfang eines starren Steuersignals eintreten kann. Diese Abhängigkeit wird durch die konjunktive Verknüpfung des Ausgangssignals der Komparatorschaltung 28 in der Torschaltung 44 und des Ausgangssignals der Komparatorschaltung 27 in der Torschaltung 14 mit jeweils dem durch das Zeitglied 21 entsprechend verzögerten Ausgangssignal der Komparatorschaltung 26 erreicht. Damit ist bezüglich der Steuersignale lediglich die Bedingung zu erfüllen, daß die Bit-Kombination des ersten Steuersignals nicht in den Nutzdaten auftreten darf, während die Bit-Kombination des zweiten und dritten Steuersignals jeweils frei wählbar sind, wodurch diese bis auf ein Bit verkürzt werden können.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die Schaltungsanordnung weisen gegenüber bekannten technischen Lösungen den Vorteil auf, daß die Steuersignale für den Mastertransfer oder Teile davon keiner Zwischenspeicherung, Auswertung und anschließender veränderter oder unveränderter Wiederaussendung durch die Teilnehmer bedürfen. Vielmehr durchläuft das erste Steuersignal, welches den Mastertransfer ankündigt, ohne Verzögerung alle Teilnehmer, und die sendewilligen Teilnehmer senden unabhängig davon, was sie empfangen, gleichzeitig ein drittes Steuersignal aus.

Die mit der Erfindung erreichte absolute Dezentralisierung der Steuerung des Mastertransfers hat darüber hinaus Vorteile in bezug auf die zu sichernde Zuverlässigkeit solcher Systeme. Beispielsweise ist bei Ausfall eines Teilnehmers durch dessen einfache Überbrückung der Ring weiterhin funktionsfähig. Auch das Hinzufügen von weiteren gleichartigen Teilnehmern in bereits arbeitende Ringsysteme ist unproblematisch.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung weist außerdem den Vorzug auf, daß die Informationsverarbeitungseinheiten der Teilnehmer und damit deren Software von der Zugriffssteuerung befreit sind und daß die Steuerung des Mastertransfers in jedem Teilnehmer mit einer relativ einfachen Hardware erreicht wird.



Figur 1

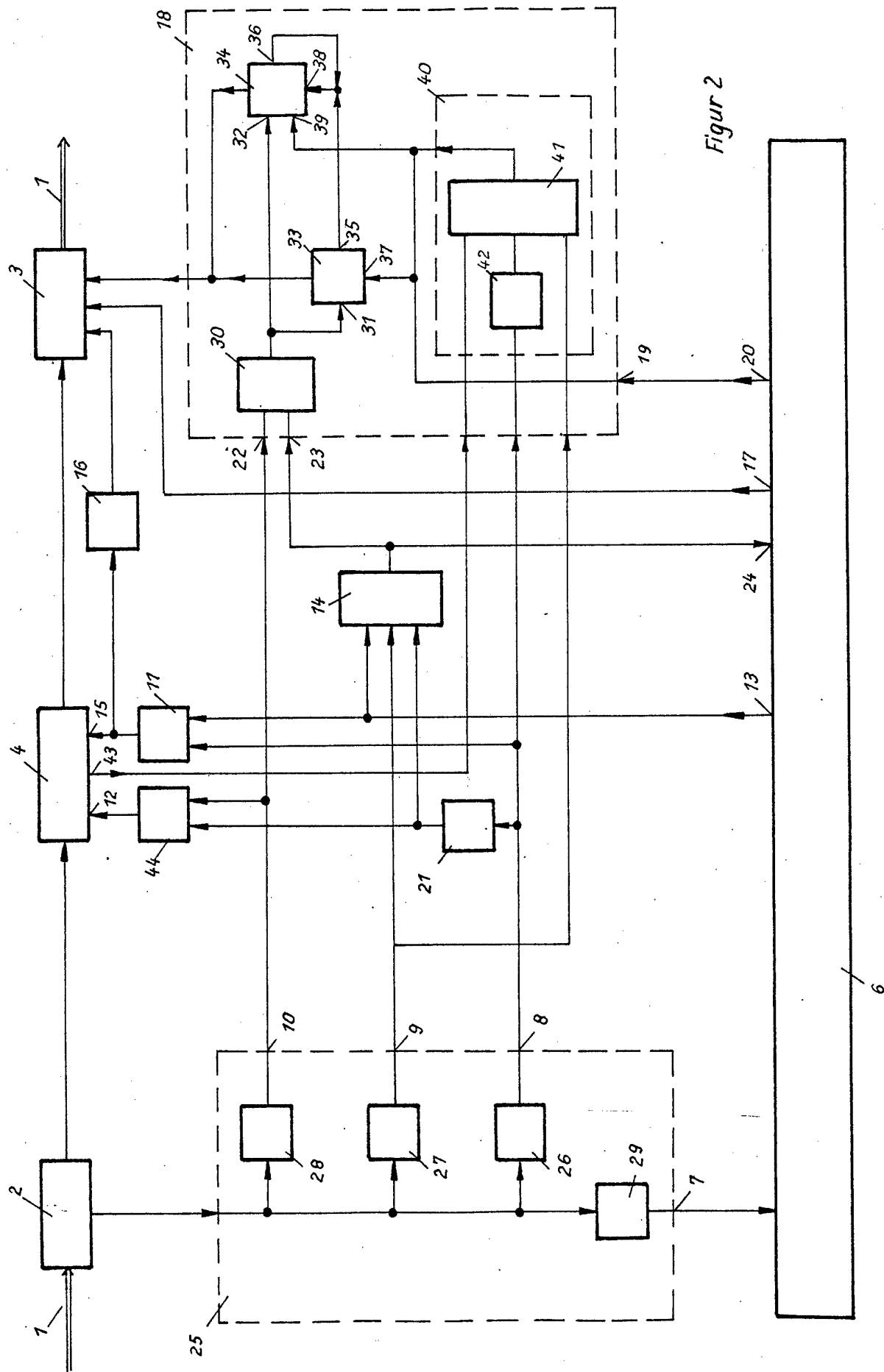
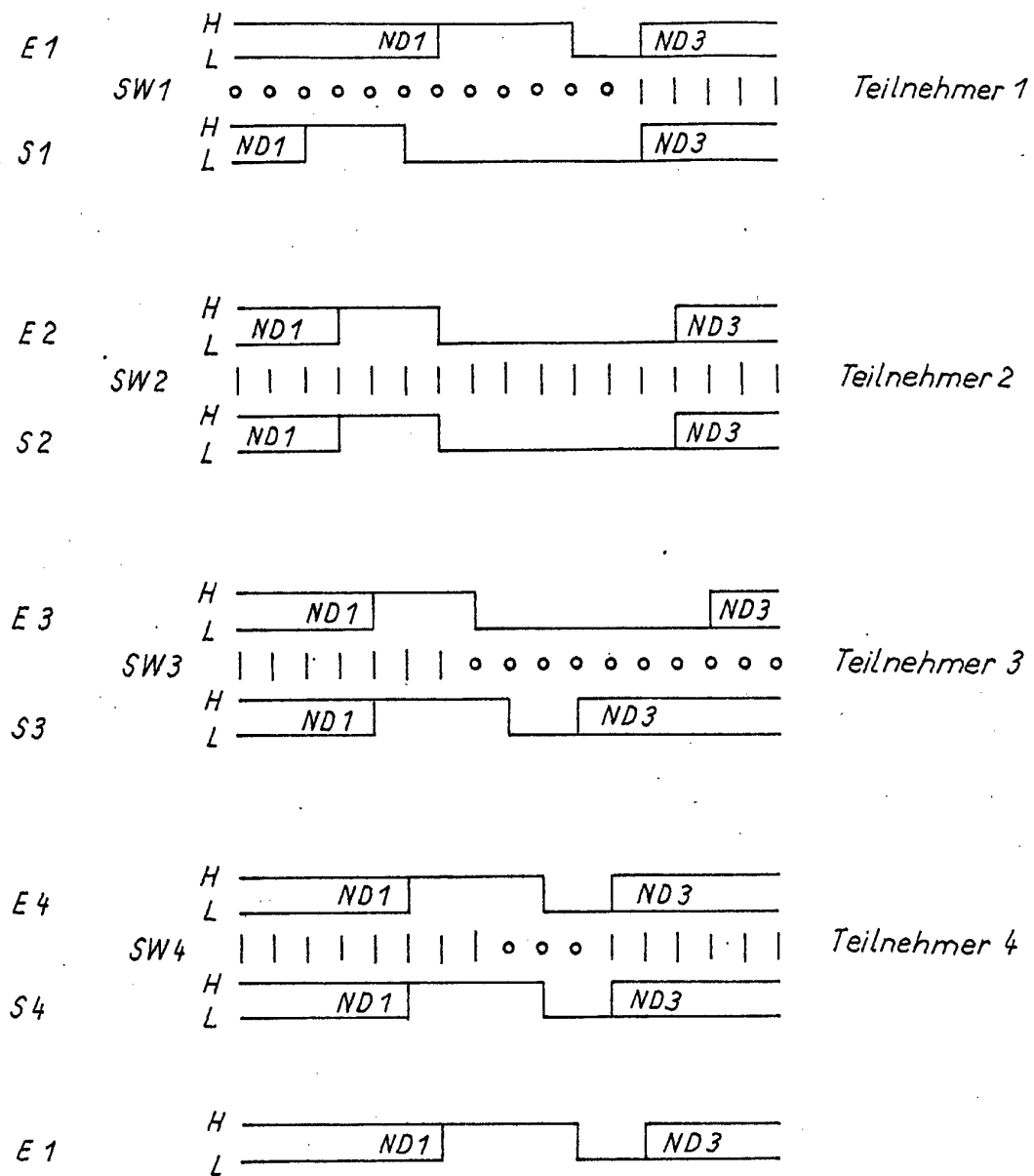


Figure 2



Figur 3