



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 685 033 A5

51 Int. Cl.⁶: H 04 L 12/43

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 3340/91

22 Anmeldungsdatum: 15.11.1991

24 Patent erteilt: 28.02.1995

45 Patentschrift veröffentlicht: 28.02.1995

73 Inhaber:
Ascom Hasler AG, Bern 14

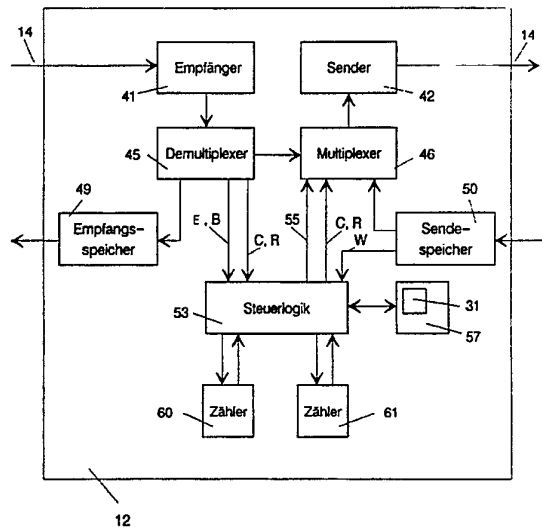
72 Erfinder:
Mityko, Georg, Dr., Bern

74 Vertreter:
Ascom Tech AG, Bern

54 **Verfahren und Vorrichtung zum Verteilen der Uebertragungskapazität von Links eines digitalen Telekommunikationsnetzes.**

57 Jeder Knoten (12) des Netzes umfasst auf der Seite des ankommenden Links (14) einen Empfänger (41), einen Demultiplexer (45) zum Zerlegen der ankommenden Zellen und einen Empfangsspeicher (49) zum Zwischenspeichern der ankommenden Nutzinformation. Auf der abgehenden Seite entsprechen diesen Einheiten ein Sendespeicher (50), ein Multiplexer (46) und ein Sender (42).

Zum fairen Verteilen der Übertragungskapazität der Links (14) dienen eine Steuerlogik (53), eine Liste (31) in einem Speicher (57) und zwei Zähler (60, 61). Weiter ist jedem Knoten (12) jeweils einer der Zustände «normal», «behindert» oder «wartend» zugeordnet. Die Liste (31) gibt über die Zustände «behindert» bzw. «nicht behindert» aller anderen Knoten (12) Auskunft. Sie wird durch Meldungen (C, R) über Zustandsänderungen aller Knoten laufend aktualisiert. Die Steuerlogik (53) entscheidet bei einem Sendewunsch (W) aufgrund des Inhalts der Liste (31), der Sorte der ankommenden Zellen (E, B), dem Zählerstand der Zähler (60, 61) laufend und selbständig, ob gesendet werden darf oder nicht.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Verteilen der Übertragungskapazität von Links eines digitalen Telekommunikationsnetzes an diejenigen Knoten des Netzes, die jeweils gleichzeitig über zumindest teilweise gleiche Verbindungsabschnitte des Netzes senden, entsprechend dem Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche.

Netzwerke für schnelle Übertragung digitaler Information, z.B. Local Area Networks (LAN), stehen heute weltweit im Betrieb. Die Tendenz geht dabei zu immer höheren Bitraten der Übertragung. Vom Aufbau her sind unter anderem Einfach- und Doppelringstrukturen oder lineare Busleitungen bekannt.

Aus der Schrift «FDVDI: A corporate high speed hybrid LAN/MAN»; S. Horvath, G. Mityko, G. Crauwels; Broadband (FOC/LAN) 90 Symposium, Sept. 1990, Baltimore ist ein Protokoll für die Verkehrsabwicklung auf einer bevorzugt ringförmigen Übertragungsleitung bekannt. Dieses Protokoll baut auf dem FDDI-Standard der ANSI-X3T9.5-Gruppe auf (ANSI: American National Standard Institute) und bietet gegenüber diesem Vorteile, insbesondere durch die Möglichkeit der Einfügung von Videoübertragungen.

Das FDDI-Protokoll weist bei allen Vorteilen eine grundlegende Schwäche auf, da es bei sehr hohen Übertragungsraten nicht mehr effizient arbeitet. Dies bedeutet konkret einen Verlust im Grunde vorhandener Übertragungskapazität und damit ungenügende Ausnützung dieser Übertragungskapazität. Die Aufgabe der Erfindung besteht nun darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, durch die dieser Nachteil überwunden wird.

Die Lösung dieser Aufgabe, d.h. das erfindungsgemässe Verfahren und die zugeordnete Vorrichtung werden durch die unabhängigen Ansprüche gekennzeichnet. Die abhängigen Ansprüche geben Ausgestaltungen der Erfindung an.

Das neue Verfahren arbeitet mit hoher Effizienz bis zu den höchsten Bitraten und schafft einen fairen Ausgleich zwischen den sendewilligen, sich jedoch gegenseitig behindernden Knoten eines Netzwerkes. Das Verfahren ist einfach und lässt sich bequem bei Doppelringstrukturen, aber auch bei Einfachringen und/oder bei nicht ringförmigen Netzstrukturen einsetzen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von sieben Figuren beispielsweise näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 – Schematische Darstellung einer digitalen Übertragungseinrichtung

Fig. 2 – Aufbau einer Übertragungszelle

Fig. 3 – Ort/Zeit-Diagramm zur Erklärung einer ersten Übertragungssituation

Fig. 4 – Register mit Übersicht über den Zustand aller Knoten der Übertragungseinrichtung

Fig. 5 – Zweites Ort/Zeit-Diagramm zur Demonstration einer zweiten Übertragungssituation

Fig. 6 – Drittes Ort/Zeit-Diagramm zur Demonstration einer dritten Übertragungssituation

Fig. 7 – Blockschaltbild eines Knotens.

Fig. 1 zeigt ein digitales Telekommunikationsnetz 10 mit Ringstruktur. Dieses Netz 10 umfasst eine Mehrzahl, z.B. neun gleichberechtigte Knoten 12, zwischen denen jeweils wenigstens ein gerichteter Link 14 angeordnet ist. Die Links 14 und die Knoten 12 bilden zusammen einen gerichteten Ring. Es hat Vorteile, wenn ein zweiter, entgegengesetzt gerichteter Ring mit Hilfe zweier Links 16 vorgesehen wird. Dieser zweite Ring ist jedoch nicht unbedingt notwendig und ist daher gestrichelt gezeichnet.

Auf den Links 14 und eventuell auch auf den Links 16 laufen ununterbrochen und im gleichen Takt adresscodierte Pakete einheitlicher Länge um, die in Anlehnung an die Sprachregelung der Breitbandtechnik ATM (Asynchronous Transfer Mode) als Zellen 21 bezeichnet werden. Die Knoten 12 regenerieren jede Zelle 21, die für die Wiederausendung vorgesehen ist.

Fig. 2 zeigt eine derartige Zelle 21, die einen Kopfteil 22 (header) und einen direkt anschliessenden Informationsteil 25 (payload) aufweist. Es ist von Vorteil, wenn jeder Zelle 21 noch ein Zugriffsteil 23 zugeordnet ist, der der Zelle 21 z.B. vorangestellt ist. Im Kopfteil 22, der z.B. eine Länge von vier Oktetten (Bytes) besitzt, sind Angaben über die Zieladresse der Zelle, den Status (leer, besetzt), die Priorität usw. angeordnet. Der Zugriffsteil 23 – z.B. ebenfalls vier Oktette – dient für Sonderaufgaben, insbesondere zur Übermittlung von später noch eingehend zu besprechenden Meldungen. Im Informationsteil 25, der z.B. entsprechend der ATM-Norm eine Länge von 48 Oktetten aufweist, schliesslich die eigentliche, zu übertragende Information untergebracht. Leerzellen werden im folgenden mit E (empty) bezeichnet, Informationszellen mit B (busy).

Die beschriebenen Zellen 21 stellen durch ihren Aufbau insgesamt zwei logische, voneinander unabhängige Kanäle zur Verfügung, von denen der eine zur Übertragung von Nutzdaten bzw. Nutzinformation dient und von denen der andere Steuerungszwecken vorbehalten ist.

Jeder Knoten 12 ist so ausgebildet, dass er Leerzellen E und Informationszellen B unterscheiden kann. Bei einem Sendewunsch W nimmt der Knoten 12 jeweils ein ankommende Leerzelle E, füllt sie mit Information und sendet sie als Informationszelle B wieder aus. Zum Empfang von Information erkennt jeder Knoten anhand einer im Kopfteil 22 enthaltenen Zieladresse die für ihn bestimmten Informationszellen B, entnimmt diesen die Information und sendet statt dessen jeweils entweder eine Leerzelle E oder eine neu zusammengestellte, eigene Informationszelle B aus. Alle anderen Zellen 21 werden von den Knoten 12 unverändert wieder ausgesandt.

Solange bei schwachem Übertragungsverkehr jeder Knoten 12, der Information aussenden möchte, eine genügende Anzahl von Leerzellen E pro Zeiteinheit empfängt, behindern sich gleichzeitig sendende Knoten 12 nicht oder zumindest kaum. Anders liegt die Situation dann, wenn entweder allgemein starker Übertragungsverkehr herrscht oder wenn z.B. ein einziger Knoten 12 die gesamte verfügbare Übertragungskapazität für sich bean-

spricht. In diesen Fällen können einzelne oder auch mehrere Knoten 12 bezüglich ihrer Sendemöglichkeit stark behindert oder sogar total blockiert werden, da für sie keine ankommenden Leerzellen E greifbar werden.

Fig. 3 zeigt hierzu ein erstes Beispiel in Form eines Ort/Zeit-Diagramms. Im oberen Teil der Figur ist die örtliche Position von neun Knoten 12 aufgezichnet, wobei aus Darstellungs-Gründen die ringförmige Struktur beim Knoten N1 aufgeschnitten ist. Jedem der Knoten 12 ist eine Positionsadresse N1 ... N9 (N:node) zugeordnet, die seine Lage im Telekommunikationsnetz 10 bezüglich aller anderen Knoten 12 eindeutig festlegt. Im einfachsten Fall sind die Positionsadressen N1 ... N9 fortlaufende Nummern.

Es wird nun angenommen, dass zu Beginn der Knoten N1 Information zum Knoten N5 sendet unter Ausnutzung der gesamten, verfügbaren Übertragungskapazität, der Knoten N2 zum Knoten N4 und der Knoten N6 zum Knoten N8. Da der Knoten N7 entsprechend der Annahme nicht sendet oder empfängt, behindert der Knoten N6 hierbei keinen anderen Knoten.

Anders liegt die Situation bei den Knoten N1 und N2, die beide über teilweise gleiche Verbindungsabschnitte senden wollen. In diesem Fall blockiert der Knoten N1 den Knoten N2 vollständig, sofern er jede bei ihm (N1) ankommende Leerzelle E in eine Informationszelle B umwandelt. Das Verhalten der Knoten 12 wird somit durch das Übertragungsbedürfnis jeweils anderer Knoten entscheidend mitbestimmt.

Zur Lösung des Problems, eine «gerechte» bzw. «faire» Aufteilung der vorhandenen Übertragungskapazität auf sich gegenseitig behindernde Knoten zu bewirken, werden die Zustände «normal», «behindert» und/oder «wartend» eingeführt und diese den Knoten 12 zu deren jeweiliger Charakterisierung zugeordnet. Fig. 4 zeigt weiter eine Tabelle 31 in jedem Knoten, die dem jeweiligen Knoten Auskunft über die Zustände «behindert» bzw. nicht «behindert» (also «normal» oder «wartend») aller anderen Knoten des Netzes 10 gibt (Oberer Zeile der Tabelle 31: Positionsadressen N1 ... N9 der Knoten; untere Zeile: zugeordnet Zustand «behindert» nein/ja, ausgedrückt durch 0 bzw. 1.)

Zur gegenseitigen Informierung meldet jeder Knoten 12, bei dem eine Zustandsänderung auftritt, allen anderen Knoten 12 diese Änderung durch eine Meldung R (R: reset; Übergang in den Zustand «normal») bzw. durch eine Meldung C (C: congested; Übergang in den Zustand «behindert»). Näheres hierzu wird weiter unten beschrieben.

Der Zustand «wartend» spielt nur für den jeweils betroffenen Knoten 12 eine Rolle und wird daher den anderen Knoten nicht gemeldet.

Der Zustand «normal» liegt bei einem Knoten 12 stets dann vor, wenn kein Sendewunsch W besteht oder wenn eine Sendewunsch befriedigend erfüllt werden kann.

Der Zustand «behindert» tritt ein, wenn ein Knoten 12, der senden möchte, keine oder eine ungenügende Rate ankommender Leerzellen E erhält. Hierauf wird später noch näher eingegangen.

Der Zustand «wartend» tritt schliesslich ein, wenn ein Knoten 12, der im Grunde senden könnte, durch einen oder mehrere behinderte(n) Knoten hiervon zurückgehalten wird.

5 In der Tabelle 31 von Fig. 4 ist nun in der unteren Zeile die anhand von Fig. 3 geschilderte Situation eingetragen. Die Knoten N3, N4, N5, N7, N8, N9 befinden sich im Zustand 0 («normal»), da bei ihnen momentan kein Sendewunsch W vorliegt. Die Knoten N1 und N6 sind ebenfalls im Zustand 0 («normal»), da sie beliebig senden können. Anders verhält es sich mit dem Knoten N2. Dieser ist zwar sendebereit, kann aber nicht senden, da er wie beschrieben über seinen (ankommenden) Link 14 keine Leerzellen E empfängt. Er befindet sich daher (nach einer noch zu beschreibenden Übergangsphase) im Zustand «behindert», angezeigt durch die Ziffer 1.

20 Der Knoten N2 hat beim Übergang vom Zustand «normal» in den Zustand «behindert» eine Behindert-Meldung C an alle anderen Knoten 12 abgesandt. Bevorzugt läuft diese Meldung C entgegen der Umlaufrichtung der Zellen 21, erreicht somit nacheinander die Knoten N1, N9 bis N3 und wird spätestens dann gelöscht, wenn sie den absendenden Knoten N2 wieder erreicht. Jeder Knoten 12 trägt die ankommenden Meldungen jeweils in seine Tabelle 31 ein, so dass alle Tabellen 31 stets den gleichen Inhalt aufweisen (Bei dieser Aussage sind Unterschiede aufgrund der Laufzeiten der Meldungen nicht berücksichtigt).

25 Jeder Knoten 12, der sendet, also die Knoten N1 und N6 überprüfen nun, ob sie den Knoten N2 blockieren. Beim Knoten N6 ist dies nicht der Fall, da er zum Knoten N8 sendet und dieser in der Senderichtung vor dem Knoten N2 positioniert ist. Der Knoten N6 kann daher unbeeinflusst weiter senden.

30 Der Knoten N1 dagegen realisiert, dass er über einen gleichen Verbindungsabschnitt des Netzes 10 sendet wie der in der Position nach ihm gelegene Knoten N2, und dass er hierdurch diesen Knoten N2 blockiert. Der Knoten N1 geht aufgrund dieser Erkenntnis in den Zustand «wartend» über und lässt in der Folge ankommende Leerzellen E als solche passieren (Fig. 5).

35 Der Knoten N2 erhält nunmehr ankommende Leerzellen E und kann deswegen senden. Er weiss jedoch, dass sich aufgrund seiner Meldung C wenigstens einer der vor ihm positionierten Knoten im Zustand «wartend» befindet. Er geht daher nach einer vorbestimmten Zeit zurück in den Zustand «normal» und teilt dies allen anderen Knoten 12 durch eine Meldung R mit. Der Knoten N1 kann aufgrund des neuen Zustandes «normal» von Knoten N2 wieder senden, was nach kurzer Zeit wiederum zum Blockieren von Knoten N2 führt.

40 Im unteren Teil von Fig. 5 sind das Wechselspiel zwischen den verschiedenen Zuständen der Knoten 12 und dessen Folgen dargestellt. Hierzu ist als Ordinate nach unten die Zeit in Form der Anzahl vorbeilaufender Zellen 21 dargestellt und als Abszisse der Ort der Knoten N1 ... N9. Zu Beginn der Betrachtung senden die Knoten N1, N2 und N6. Sobald beim Knoten N2 keine Leerzellen E mehr an-

kommen, wird dieser blockiert. Der Knoten N2 zählt nun die unmittelbar nacheinander ankommenden Informationszellen B. Er ermittelt hiermit die Länge einer ununterbrochenen Folge aus ankommenden Zellen einheitlicher Art. Sobald diese Folge einen vorgegebenen Wert überschreitet, z.B. in Fig. 5 die Zahl vier, geht der Knoten N2 in den Zustand «behindert» über und sendet eine entsprechende Meldung C2 aus (C: behindert; 2: Knoten N2). Diese Meldung erreicht den Knoten N1 zum Zeitpunkt «Ende der fünften Zelle». Die sechste und die folgenden Zellen werden daher als Leerzellen E ausgesandt, wodurch dem Knoten N2 die Möglichkeit zum Aussenden von Informationszellen B gegeben wird. Nach vier ausgesandten Informationszellen B geht der Knoten N2 in den Zustand «normal» über und sendet eine entsprechende Meldung R2 aus. Da in der Tabelle 31 des Knotens N2 (Fig. 4) kein weiterer behinderter Knoten registriert ist, kann der Knoten 2 solange weitere Informationszellen B aussenden, bis er durch den Knoten N1, der nach Erhalt der Meldung R2 wieder senden darf, abermals blockiert wird. Dieses Spiel von jeweils fünf ausgesandten Informationszellen durch die Knoten N1 und N2 wiederholt sich nun zyklisch, wodurch insgesamt die vorhandene Übertragungskapazität des betroffenen Links 14 gleichmässig auf die beiden Knoten N1 und N2 aufgeteilt wird.

Allgemein gelten folgende Regeln:

– Jeder Knoten 12, der nicht sendet oder der nicht sendewillig ist nimmt generell den Zustand «normal» ein.

– Der Zustand «normal» wird von einem sendewilligen Knoten 12 stets eingenommen, wenn dieser beliebig oder wenig gestört senden kann. Dies ist dann der Fall,

. wenn zwischen dem sendewilligen Knoten und dem Zielknoten kein sonstiger Knoten liegt, der sich im Zustand «behindert» befindet, und

. wenn er genügend Zellen 21 erhält, die für das Senden verwendbar sind. Dies sind zum einen über den Link 14 ankommende Leerzellen E, zum anderen ankommende Informationszellen B, die für den jeweiligen Knoten selbst bestimmt sind und die daher nicht unverändert wiederausgesandt werden müssen.

Der Zustand «normal» wird weiter von einem sendewilligen Knoten auch während einer Übergangsphase Ü1 eingenommen, in der dieser eine ungenügende Anzahl oder gar keine Zellen 21 erhält, die für das Senden verwendbar sind. Eine Übergangsphase Ü1 endet entweder dadurch, dass wieder genügend für das Senden verwendbare Zellen 21 ankommen, oder wenn dies nicht der Fall ist dadurch, dass der sendewillige Knoten 12 in den Zustand «behindert» übergeht. – Kippt bei einem sendewilligen Knoten der Zustand «normal» nach einer Übergangsphase Ü1 in den Zustand «behindert», dann hält dieser Zustand so lange an, wie der Grund hierfür, nämlich eine ungenügende Anzahl für das Senden verwendbarer Zellen 21, vorliegt. Stehen wieder derartige Zellen 21, die für das Senden verwendbar sind, in genügender Anzahl zur Verfügung, dann wird nach einer (zweiten) Übergangsphase Ü2 der Zustand «behindert» beendet.

– Der Zustand «wartend» wird von einem sendewilligen Knoten stets und nur solange eingenommen, wie zwischen diesem Knoten und dem jeweiligen Zielknoten wenigstens ein Knoten liegt, der sich im Zustand «behindert» befindet.

– Jeder Übergang in den Zustand «behindert» wird durch eine Meldung C allen anderen Knoten mitgeteilt, jeder Übergang aus dem Zustand «behindert» in den Zustand «normal» oder in den Zustand «wartend» durch eine Meldung R.

– Jeder Knoten 12 führt eine Tabelle 31 und trägt in diese alle ankommenden Meldungen C, R ein. Er ist hierdurch ständig über die Zustände «behindert» bzw. «nicht behindert» aller anderen Knoten informiert.

– Jeder Knoten entscheidet selbständig über sein Verhalten, und zwar aufgrund des eigenen Zustandes, aufgrund des Inhaltes seiner eigenen Tabelle 31 und aufgrund von Signalen, die im jeweiligen Knoten selbst erzeugt werden.

– Ein Knoten 12 im Zustand «behindert» darf senden, wenn eine Zelle 21 ankommt, die für das Senden verwendbar ist.

– Ein Knoten 12 im Zustand «wartend» darf grundsätzlich nicht senden.

– Eine (erste) Übergangsphase Ü1 beginnt bei einem sendewilligen Knoten 12 jeweils dann, wenn er unmittelbar nachfolgend auf einen Sendewunsch W nicht senden kann, d.h. beim Erhalt einer jeweils ersten Zelle 21, die für das Senden nicht verwendbar ist. Die Übergangsphase Ü1 endet entweder dadurch, dass innerhalb eines vorgebbaren Zeitintervalls T1 eine Zelle 21 ankommt, die für das Senden verwendbar ist, oder wenn dies nicht der Fall ist, beim Erreichen des Endes T1end des Zeitintervalls T1.

– Eine (zweite) Übergangsphase Ü2 beginnt bei einem sendewilligen Knoten 12 mit dem Zustand «behindert» jeweils beim Erhalt einer Zelle 21, die für das Senden verwendbar ist. Die Übergangsphase Ü2 endet entweder dadurch, dass innerhalb eines (zweiten) vorgebbaren Zeitintervalls T2 eine Zelle 21 ankommt, die für das Senden nicht verwendbar ist, oder wenn dies nicht der Fall ist, beim Erreichen des Endes T2end des Zeitintervalls T2.

Werden die Zeitintervalle T1 und T2 gleich gross gewählt, so ergibt sich eine Aufteilung der vorhandenen Übertragungskapazität auf die beteiligten Knoten zu gleichen Teilen. Entsprechend dem Beispiel von Fig. 5 beträgt die Aufteilung auf die Knoten N1 und N2 50%:50%. Fig. 6 zeigt als drittes Beispiel einer Übertragungssituation vier sich gegenseitig behindernden Knoten N1 bis N4, wobei jedem dieser Knoten insgesamt, im Mittel und automatisch je 25% der im betroffenen Verbindungsabschnitt des Netzes 10 vorhandenen Übertragungskapazität zugeteilt wird.

Das bis hierher beschriebene Verfahren behandelt ausschliesslich Informationszellen B gleicher Dringlichkeit. Für eine differenziertere Übertragung von Daten lassen sich nun für die Informationszellen B mehrere Prioritätsstufen einführen, z.B. vier. In diesem Fall erfolgt die Übertragung jeweils in der Reihenfolge der Prioritäten, d.h. zuerst werden alle Daten der höchsten Prioritätsstufe ausgesandt,

dann diejenigen der zweit höchsten Stufe, usw. Hierzu muss das beschriebene Verfahren wie folgt ergänzt werden:

Für jede Priorität gibt es unabhängig von den anderen Prioritätsstufen die Zustände «normal», «behindert», «wartend». Dem entsprechend erhält die Liste 31 mehrere Zustandszeilen für die verschiedenen Behindert-Zustände.

– Die Meldungen C, R über Zustandsänderungen der einzelnen Knoten 12 werden durch die zugeordneten Prioritäten ergänzt.

– Es ist vorteilhaft, den Verfahrensablauf für jede der Prioritätsstufen gleich wie im beschriebenen Verfahren (Verfahren ohne Prioritäten) durchzuführen, wobei diese verschiedenen Verfahren gestaffelt aufeinander folgen.

Als weitere Variante können die Zustandsmeldungen C, R entweder wie bisher angenommen in der gleichen Richtung wie die Informationszellen B laufen oder bevorzugt in der entgegengesetzten Richtung. Dies bedingt dann natürlich Links 14, 16, die entgegengesetzt gerichtet sind. Weiter kann für die Zustandsmeldungen C, R jeweils die Richtung gewählt werden, in der die Laufzeiten zwischen den sich gegenseitig behindernden Knoten 12 am kürzesten sind.

Die Zustandsmeldungen C, R laufen vom aussendenden Knoten 12 zu allen anderen Knoten des Netzes 10 und kehren, sofern das Netz 10 eine Ringstruktur aufweist, zum aussendenden Knoten 12 zurück. Dieser löscht die zurückkehrenden Meldungen C, R. Es kann jedoch auch vorgesehen werden, dass die Meldungen C, R nur bis zu dem Knoten laufen, der den jeweils behinderten Knoten 12 mit Leerzellen E beliefert und bereits bei diesem vernichtet werden. Welches diese Knoten 12 jeweils sind, geht bei jedem Knoten aus dessen Tabelle 31 hervor. Diese Variante bewirkt schnellere Reaktionszeiten und eine geringere Belastung des «Steuerkanals».

Die Mittel, die zur Ausführung des beschriebenen Verfahrens (ohne Prioritäten) notwendig sind, umfassen in jedem Knoten 12

– Einen Sender und einen Empfänger für die auszusendenden bzw. ankommenden Zustandsmeldungen C, R.

– Eine Tabelle 31, wie sie anhand von Fig. 4 beschrieben wurde. Eine solche Tabelle ist im allgemeinen Speicher einer programmgesteuerten Logik auf diverse Arten einfach zu realisieren.

– Wenigstens einen Intervallmesser mit Ansprechschwelle zum Ermitteln des Endes $T1_{end}$, $T2_{end}$ der Intervalle $T1$ bzw. $T2$. Anhand von Fig. 3 wurde bereits beschrieben, dass diese(r) Intervallmesser mit Vorteil als Zähler für ankommende Zellen 21 gleicher Art ausgebildet ist (sind). Da derartige Zähler sehr einfach zu realisieren sind, ist es vorteilhaft, einen Zähler für die Informationszellen B und einen zweiten Zähler für die Leerzellen E vorzusehen.

– Einen Meldungskanal zum Übertragen dieser Zustandsmeldungen C, R von jeweils einem Knoten 12 zu den anderen Knoten. Es ist vorteilhaft, diesen Kanal im Zugriffsteil 23 beliebiger Zellen (Fig. 2) zu verpacken, wobei die Senderichtung der

Meldungen nach Möglichkeit entgegen der Flussrichtung der Zellen 21 zu wählen ist.

– Eine Steuerlogik, welche die Zustandsänderungen steuert, welche die Tabelle 31 und die Intervallmesser verwaltet und insgesamt alle Daten auswertet.

Es ist selbstverständlich, dass die technische Realisierung dieser Mittel auf sehr verschiedene Art erfolgen kann und es eine erhebliche Zahl von Varianten gibt, die unter den allgemeinen Erfindungsgedanken fallen.

Fig. 7 zeigt ein generelles Blockschaltbild eines Knotens 12, der ausgebildet ist zur Ausführung des beschriebenen Verfahrens. An den ankommenden Link 14 ist eine Empfangseinheit 41 angeschlossen und an den abgehenden Link eine Sendeeinheit 42. Die ankommenden Zellen 21 erreichen einen nachgeschalteten Demultiplexer 45, die abgehenden Zellen 21 werden in einem vorgeschalteten Multiplexer zusammengestellt. Für den Knoten 12 bestimmte Information wird vom Demultiplexer 45 einem Empfangsspeicher 49 zugeführt, für das Aussenden bereitgestellte Information befindet sich in einem Sendespeicher 50. Nicht für den Knoten 12 bestimmte Zellen durchlaufen die Empfangseinheit 41, den Demultiplexer 45, den Multiplexer 46, die Sendeeinheit 42 und erreichen hierbei unverändert den abgehenden Link 14.

Eine Steuerlogik 53 überwacht den Demultiplexer 45 und den Multiplexer 46. An die Steuerlogik 53 sind weiter ein Arbeitsspeicher 57, zwei Zähler 60, 61 sowie der Sendespeicher 50 angeschlossen. Im Arbeitsspeicher 57 ist unter anderem die Tabelle 31 (Fig. 4) enthalten. Da das Telekommunikationsnetz 10 für sehr hohe Bitraten bis über 2 Gbit/s vorgesehen ist, muss die Steuerlogik 53 entsprechend schnell arbeiten. Sie ist daher bevorzugt als Firmware realisiert, d.h. als eine Einheit, bei der die logischen Programme (Software) mit den logischen Elementen (Hardware) zu einem gemeinsamen Gebilde verschmolzen sind.

Die Steuerlogik 53 erhält vom Sendespeicher 50 die Signale Sendewunsch W. Der Demultiplexer 45 gibt bei jeder ankommenden Zelle 21 an, ob es eine Informationszelle B oder eine Leerzelle E ist. Weiter gibt der Demultiplexer ankommende Zustandsmeldungen C, R samt der zugeordneten Positionsadresse $N1 \dots N9$ an die Steuerlogik 53 ab, die diese Meldungen in die Tabelle 31 einträgt.

Bei vorliegendem Sendewunsch W und unter entsprechenden Zustandsbedingungen belegt die Steuerlogik 53 die ankommenden Leerzellen E, beschreibt deren Kopfteile 22 und kopiert jeweils die angebrachte Anzahl Datenbytes vom Sendespeicher 50 in den Informationsteil 25. Der Zähler 60 zählt die unmittelbar aufeinanderfolgenden ankommenden Informationszellen B. Bei jeder Leerzelle E wird der Zähler 60 zurückgestellt. Erreicht der Zähler 60 seinen Maximalwert $T1_{end}$, dann veranlasst die Steuerlogik 53 das Absenden einer Behindert-Meldung C und ändert den Zustand des Knotens zu «behindert». Sobald wieder Leerzellen E ankommen und damit der Knoten senden kann, zählt der Zähler 61 die Zahl der gesendeten Zellen. Sobald der Zähler 61 den Maximalwert $T2_{end}$ erreicht hat,

veranlasst die Steuerlogik 53 das Absenden einer Meldung R und ändert den Zustand des Knotens auf «normal» oder «wartend», in Abhängigkeit des Inhaltes der Tabelle 31 und des eigenen Sendezieles.

Im folgenden werden Varianten für die Realisierung der beschriebenen Einheiten eines Knotens 12 genannt:

. Die Tabelle 31 kann als separate Speichereinheit mit zugeordneter Steuerung ausgebildet sein.

. Die Positionsadressen N1 ... N9 können – wie bereits gesagt – fortlaufende Nummern sein. Technisch besonders einfach wird es, wenn die Speicherplätze der Tabelle 31 gleich numeriert werden wie die Positionsadressen, da dann die Zuordnung keinerlei Aufwand braucht.

. Die Intervallmesser sind wie beschrieben als Zähler 60, 61 ausgebildet. Die Zähler 60, 61 können jedoch auch zusammengefasst werden zu einem einzigen Zähler, der wahlweise die Leerzellen E oder die Informationszellen B zählt. Bei mehreren Prioritäten werden mit Vorteil jeder Prioritätsstufe eigene Zähler zugeordnet.

Je nach der Länge der verwendeten Zellen 21 und der speziellen Ausgestaltung des Telekommunikationsnetzes 10 sollten die Maximalwerte c, r der Zähler 60, 61 zwischen etwa drei und tausend einstellbar sein.

Das Verfahren zum «gerechten» Verteilen der Übertragungskapazität und die erforderlichen Mittel zur Ausübung sind sehr einfach. Die Mittel lassen sich problemlos in ansonsten für andere Zwecke notwendige elektronische Einrichtungen des Telekommunikationsnetzes 10 integrieren. Die Mittel erzeugen damit kaum Herstellungs- bzw. Anschaffungskosten, bewirken jedoch eine wesentlich verbesserte Ausnützung der Kapazität der Links 14, 16, des Netzes 10 die pro Link an die hundert Prozent betragen kann. Bezogen auf das ganze Telekommunikationsnetz 10 kann die Ausnützung im praktischen Fall zwischen 200 und etwa 400% betragen. Knoten 12, die keinen anderen Knoten behindern, können mit voller Kapazität senden, während bei sich gegenseitig behindernden Knoten eine Aufteilung zu gleichen Teilen erfolgt. Weiter wird das vollständige Blockieren eines oder mehrerer Knoten 12 vermieden.

Das Verfahren arbeitet bis zu höchsten Bitfrequenzen problemlos und ist für Netze 10 in Form eines Einfach- oder eines Doppelringes und für nicht ringförmige, gerichtete Netze 10 geeignet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verteilen der Übertragungskapazität von Links (14) eines digitalen Telekommunikationsnetzes (10) an diejenigen Knoten (12) des Netzes (10), die jeweils gleichzeitig über zumindest teilweise gleiche Verbindungsabschnitte des Netzes (10) senden bzw. senden wollen,

. wobei auf den Links (14) ununterbrochen in einer jeweils einzigen Richtung Leerzellen (E) und Informationszellen (B) einheitlicher Länge laufen, und
 . wobei jeder Knoten (12) die für ihn bestimmten Informationszellen (B) empfängt und für jede solche

Zelle (B) eine Leerzelle (E) aussendet, und bei einem Sendewunsch ankommende Leerzellen (E) in Informationszellen (B) umwandelt und diese aussendet, dadurch gekennzeichnet,

5 – dass jedem Knoten (12) stets einer der Zustände «normal», «wartend» oder «behindert» zugeordnet wird,

– dass jedem Knoten (12) eine Positionsadresse (N1 ... N9) zugeordnet wird, die die Position des Knotens (12) bezüglich der Flussrichtung der Zellen (B, E) und der anderen Knoten angibt,

10 – dass jeder Knoten (12) eine Tabelle (31) unterhält, die eine Übersicht über alle Positionsadressen (N1 ... N9) aller Knoten (12) und zugeordnet die Zustände der Knoten (12) speichert,

15 – dass jeder Knoten (12) jeden seiner Übergänge in den Zustand «behindert» und umgekehrt mittels einer zugeordneten Meldung (C, R) allen anderen Knoten (12) umgehend mitteilt,

20 – dass ein im Zustand «normal» befindlicher Knoten (12) im Falle eines Sendewunsches (W) sich selbst eine Sendeerlaubnis erteilt, wenn seine Tabelle (31) angibt, dass sich kein zwischen ihm und dem vorgesehenen Zielknoten positionierter Knoten im Zustand «behindert» befindet, und dass der Knoten (12) andernfalls in den Zustand «wartend» übergeht,

25 – dass ein Knoten (12) im Falle einer Sendeerlaubnis und einer genügenden Rate für das Senden verwendbarer Zellen (21) sendet,

30 – dass ein Knoten (12) im Falle einer Sendeerlaubnis und einer ungenügenden Rate für das Senden verwendbarer Zellen (21) ein vorgegebenes erstes Zeitintervall (T1) abwartet und anschliessend in den Zustand «behindert» übergeht, und

35 – dass ein Knoten (12), der sich im Zustand «behindert» befindet und für das Senden verwendbare Zellen (21) erhält, ein vorgegebenes zweites Zeitintervall (T2) lang sendet und anschliessend in einen der Zustände «normal» oder «wartend» übergeht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Knoten (12) die Zustandsmeldungen (C, R) über zweite Links (16) entgegen der Laufrichtung der Zellen (21) aussenden.

45 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Zustandsmeldungen (C, R) jeweils durch denjenigen Knoten (12) gelöscht werden, der zugeordnet den jeweils behinderten Knoten mit Leerzellen (E) beliefert.

50 4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und das zweite Zeitintervall (T1, T2) durch die Dauer einer jeweiligen, vorgegebenen Anzahl von Zellen (21) festgelegt werden.

55 5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und das zweite Zeitintervall (T1, T2) gleich lang gewählt werden, und dass die Länge eine Anzahl von etwa 3 bis 1000 Zellen entspricht.

60 6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionsadressen (N1 ... N9) fortlaufende Nummern sind.

65 7. Vorrichtung zum Verteilen der Übertragungskapazität eines digitalen Telekommunikationsnetzes (10) an diejenigen Knoten (12) des Netzes (10), die

jeweils gleichzeitig über zumindest teilweise gleiche Verbindungsabschnitte des Netzes (10) senden bzw. senden wollen,

- . wobei in jedem Knoten (12) an den ankommenden Link (14) eine Empfangseinheit (41) mit nachgeschaltetem Demultiplexer (45) und Informationsspeicher (49) und an den abgehenden Link eine Sendeeinheit (42) mit vorgeschaltetem Multiplexer (46) und Sendespeicher (50) angeschlossen sind zum Empfangen bzw. zum Aussenden von Leerzellen (E) und Informationszellen (B), gekennzeichnet in jedem Knoten (12) 5
- durch eine Tabelle (31), in der die Positionsadresse (N1 ... N9) jedes Knotens (12) und die den Knoten (12) jeweils zugeordneten Zustände «normal» oder «behindert» abfragbar speicherbar sind, 10
- durch wenigstens einen Intervallmesser zum Ermitteln erster und zweiter Zeitintervalle (T1, T2), 15
- durch Sende- und Empfangsmittel zum Aussenden bzw. zum Empfangen von Zustandsmeldungen (C, R), 20
- durch eine Steuerlogik (53) zum Verarbeiten des Inhaltes der Tabelle (31) und von Steuersignalen der Intervallmesser, der Sende- und Empfangsmittel, des Sendespeichers (50) und des Demultiplexers (45), und zum Steuern des Multiplexers (46), und gekennzeichnet im allgemeinen 25
- durch einen Kanal zum Übertragen der Zustandsmeldungen (C, R). 30
- 8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Intervallmesser Zähler (60, 61) sind, die die Anzahl Zellen (21) in Folgen aus ankommenden Informationszellen (B) bzw. Leerzellen (E) zählen. 35
- 9. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Kanal zum Übertragen der Zustandsmeldungen (C, R) gebildet ist durch vorgegebenen Platz in den beliebigen Zellen (21) zugeordneten Zugriffsteilen (23). 40
- 10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragungsrichtung der Zugriffsteile (23) entgegengesetzt zur sonstigen Übertragungsrichtung gerichtet ist. 45

45

50

55

60

65

7

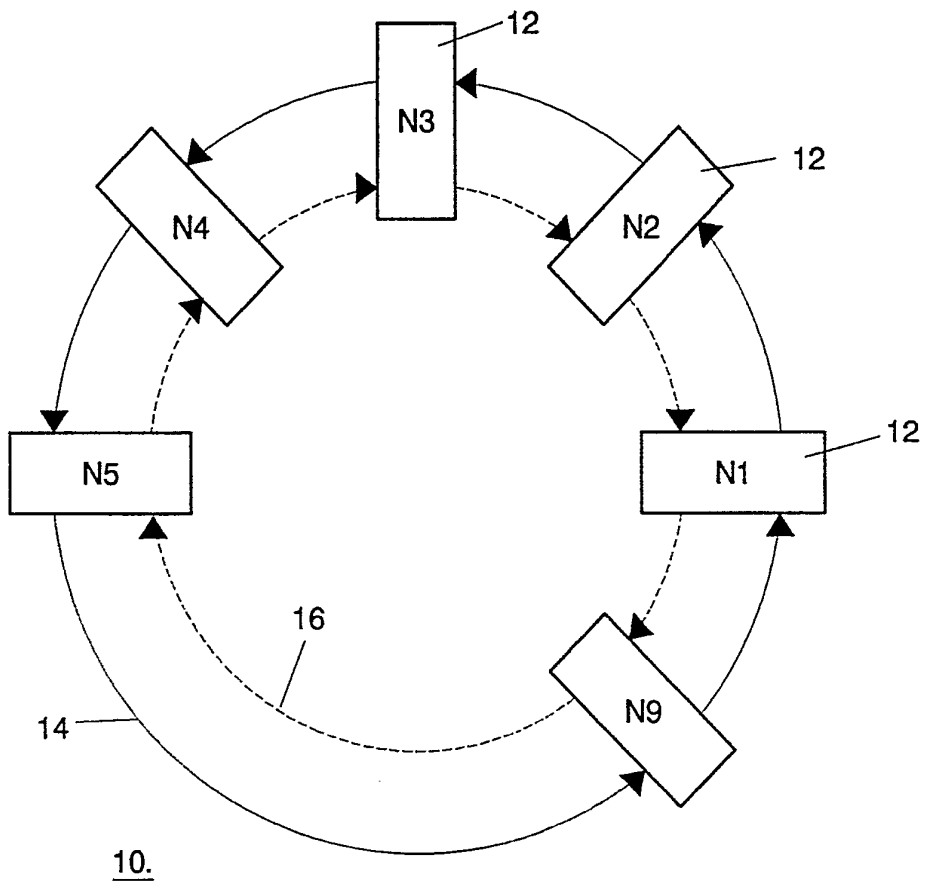


Fig. 1

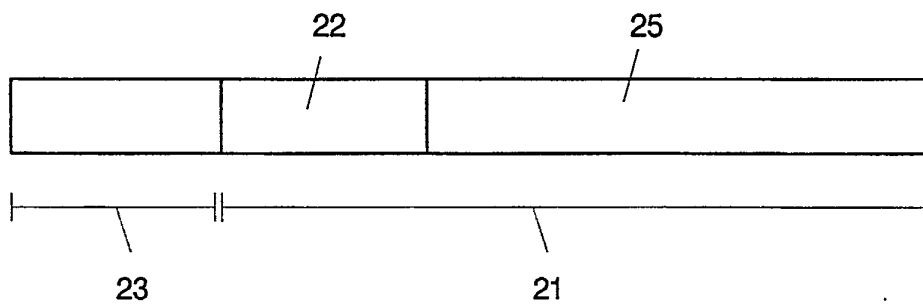


Fig. 2

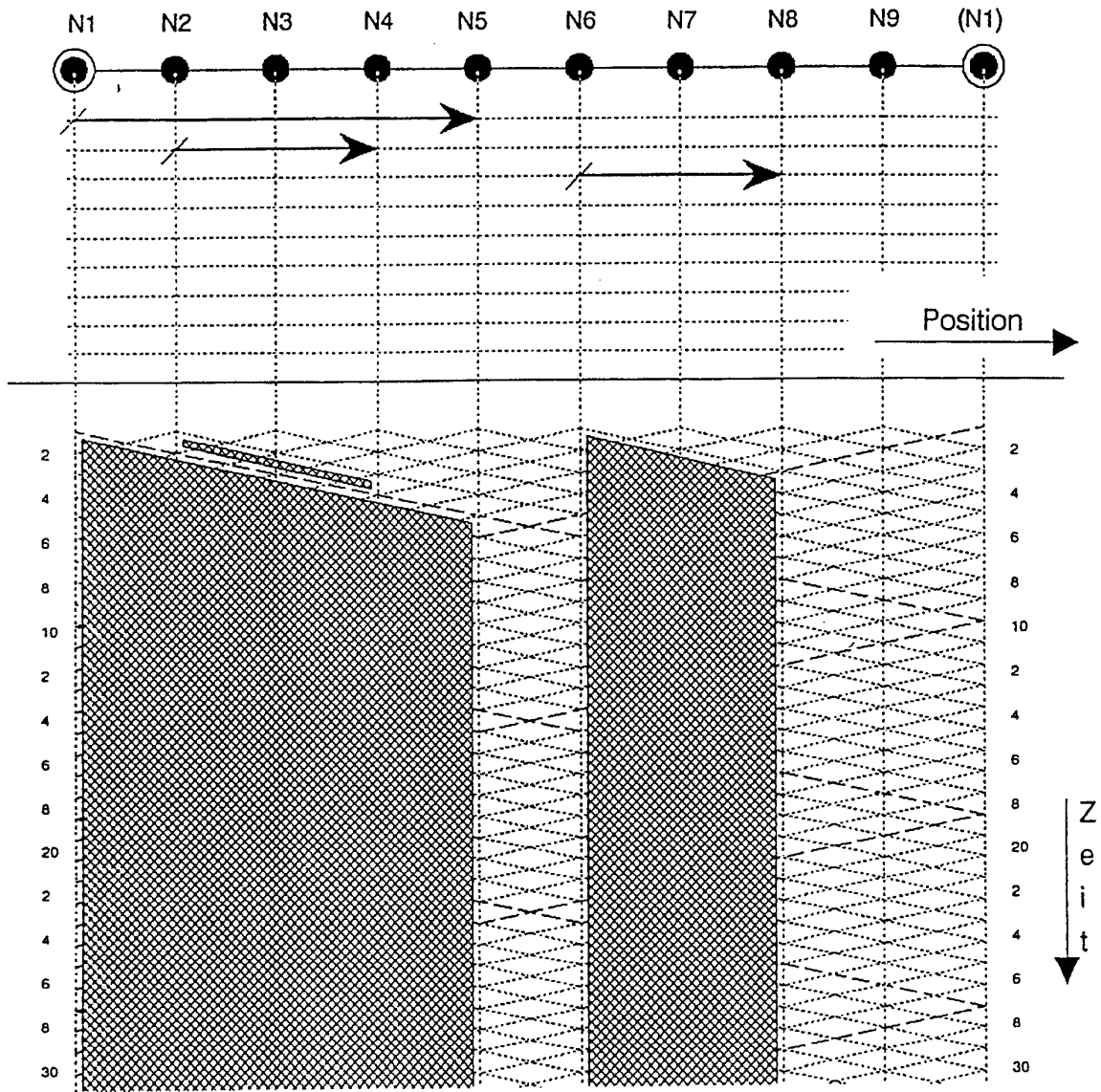


Fig. 3

Knoten	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9
momentaner Zustand Z des Knotens	0	1	0	0	0	0	0	0	0

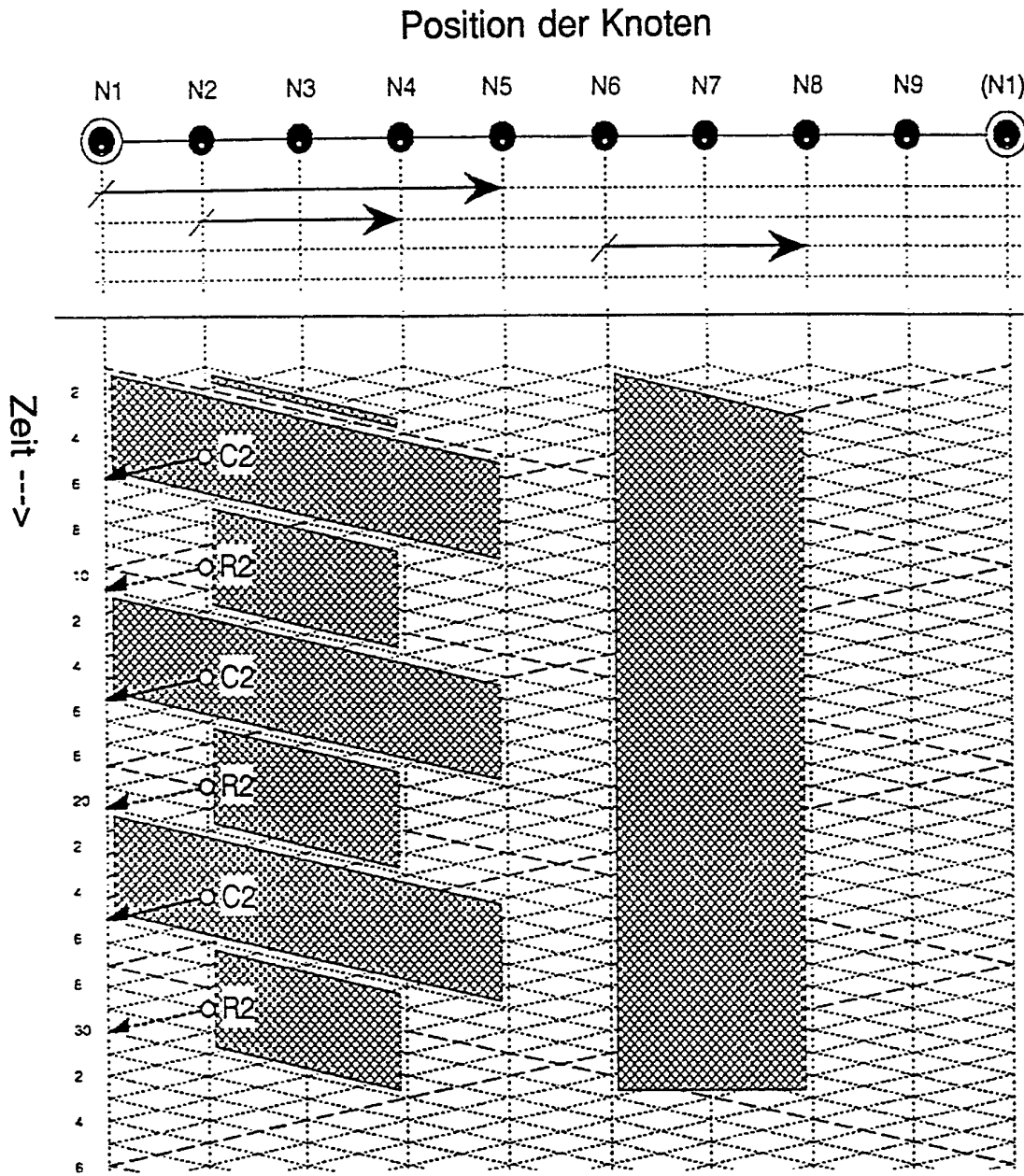


Fig. 5

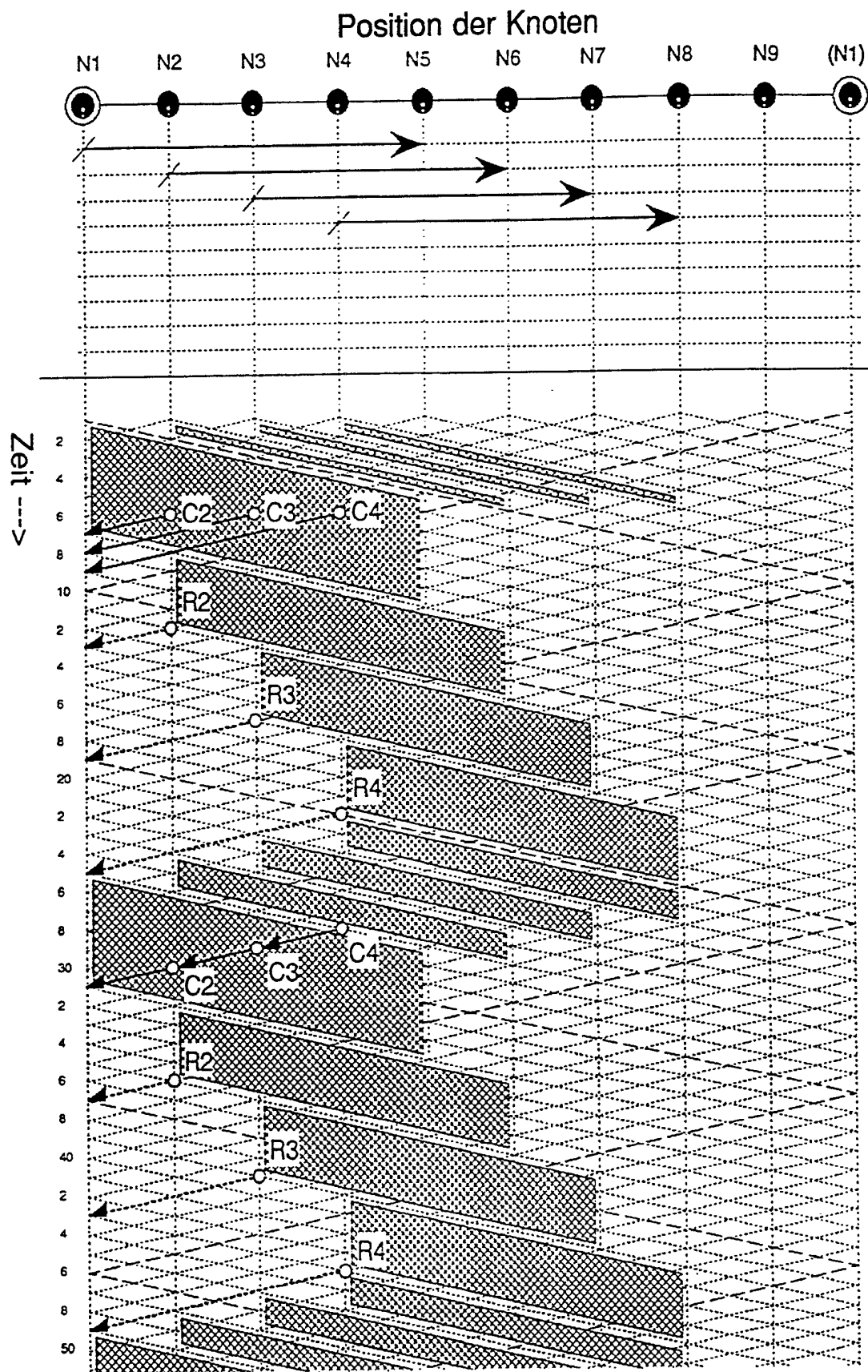


Fig. 6

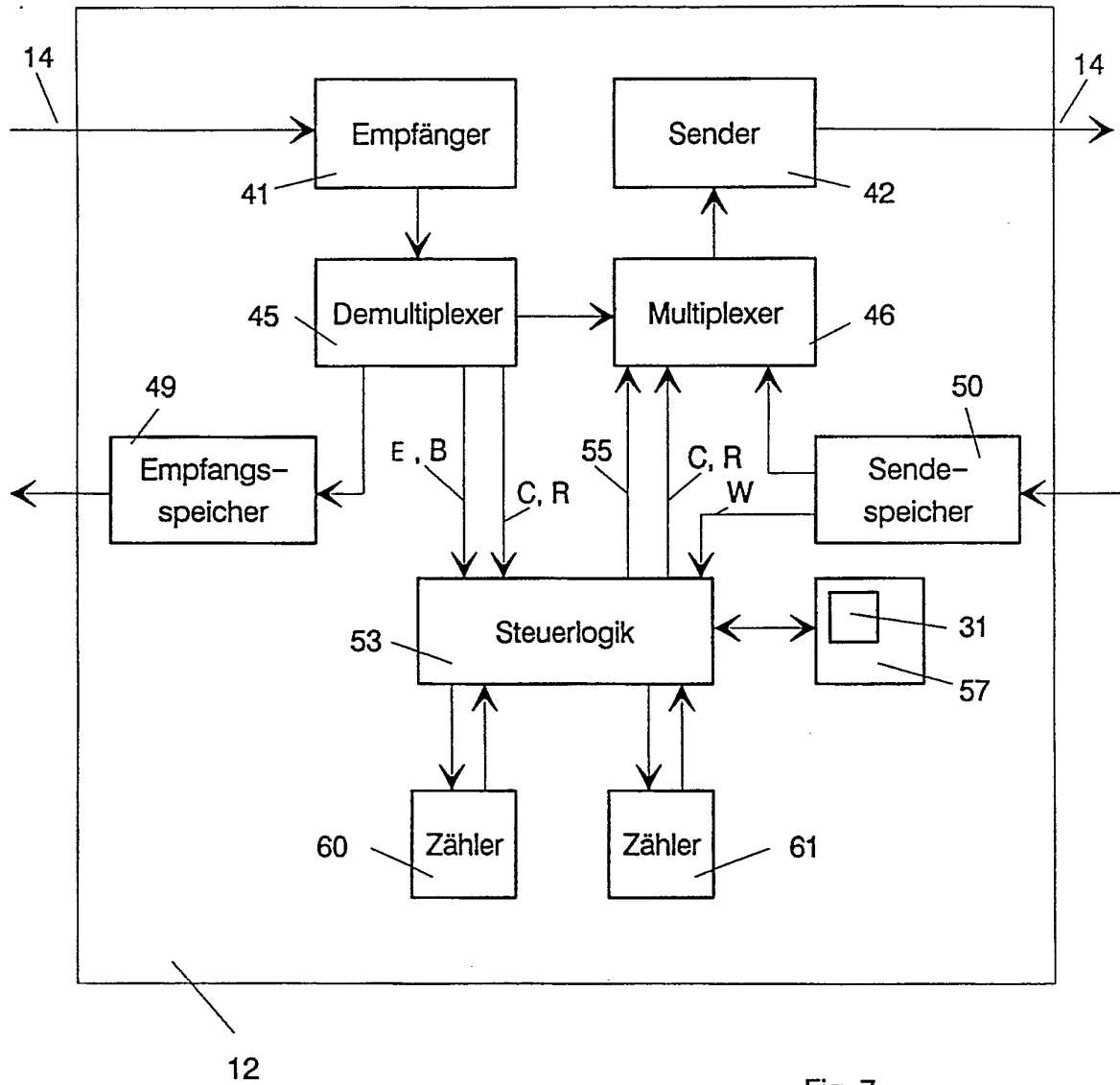


Fig. 7