



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 669 876 A5

⑤ Int. Cl.⁴: H 04 Q 3/42

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

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳ Gesuchsnummer: 4178/85

㉒ Anmeldungsdatum: 26.09.1985

③① Priorität(en): 26.09.1984 US 654765

㉔ Patent erteilt: 14.04.1989

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 14.04.1989

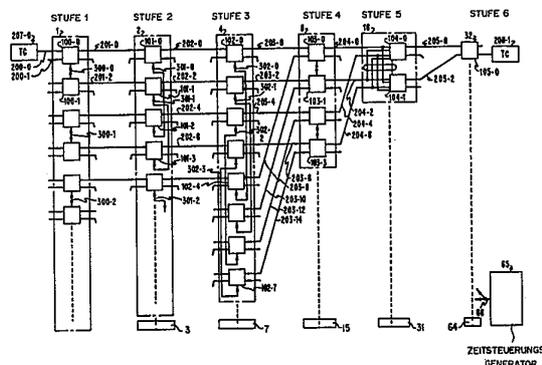
⑦③ Inhaber:
American Telephone and Telegraph Company,
New York/NY (US)

⑦② Erfinder:
Lea, Chin-Tau Albert, Lisle/IL (US)

⑦④ Vertreter:
Bovard AG, Bern 25

⑤④ Verfahren zum Vermitteln von Informationspaketen und Vermittlungsanlage zum Ausführen des Verfahrens.

⑤⑦ Zur Verbindung einer Vielzahl von Schnittstellen-Steuergeräten (207-0, 208-1) für die Übertragung von Nachrichtenpaketen und Informationen über geschaltete Verbindungen mittels mehrfacher Wege im weglenkenden Koppelfeld wird eine Vermittlungsanlage verwendet. Diese weist Stufen von Vermittlungsknoten (102-0, 102-4) auf, die zu Paaren zusammengefasst sind. Die Stufen sind über Zwischenleitungen (203-0) verbunden, und jedes Paar von Vermittlungsknoten teilt sich in den gleichen Satz von Eingangszwischenleitungen (202-0, 202-16, 202-8, 202-24) von der vorhergehenden Stufe. Unter Ansprechen auf Adresseninformationen von einem Bestimmungsort-Schnittstellensteuergerät (207-0), die über eine Zwischenleitung (200-0) übertragen werden, bestimmt ein Paar von Knoten einen von einer Vielzahl von Wegen über das Koppelfeld dadurch, dass einer der Knoten des Paares auf die Adresseninformationen anspricht und diese zur nächstfolgenden Stufe nach Herstellung eines Weges über den jeweiligen Vermittlungsknoten überträgt. Nach Herstellung eines Weges über das Koppelfeld wird ein Bestätigungssignal zurück über das Koppelfeld zum Bestimmungs-Verbindungsleitungssteuergerät übertragen, das angibt, dass der Weg aufgebaut worden ist. Der Weg bleibt aufgebaut, bis das End-Feld des Paketes festgestellt wird oder eine entsprechende End-Information nach Übertragung von Informationen über eine Verbindung ausgesendet wird.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Vermitteln von Informationspaketen über Verbindungswege eines Koppelfeldes mit einer Vielzahl von über Zwischenleitungen verbundenen Koppelstufen, die je Sätze von Vermittlungsknoten enthalten, wobei alle Knoten eines individuellen Satzes von Vermittlungsknoten mit allen Zwischenleitungen eines individuellen Satzes von von einer vorhergehenden Stufe kommenden Zwischenleitungen verbunden sind, gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte: Übertragen von Leitweginformationen über eine der Zwischenleitungen des Satzes von Zwischenleitungen zur Herstellung eines Weges über das Koppelfeld; Auswählen eines von einer Mehrzahl von Wegen über das Koppelfeld, indem ein Vermittlungsknoten eines Satzes von Vermittlungsknoten unter Ansprechen auf die Adressen-Weglenkungsinformationen diese zu einem anderen Satz von Vermittlungsknoten in der nächstfolgenden Stufe überträgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Koppelfeld ferner verteilte Steuergeräte aufweist, die digitale Dateneinheiten mit dem Koppelfeld verbinden, gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte: dass eines der Steuergeräte End-Signale aussendet, wenn alle Informationen einer geschalteten Verbindung übertragen worden sind und dass der Weg über jeden der Vermittlungsknoten beim Empfang der End-Signale unterbrochen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Auswahlverfahren die folgenden Verfahrensschritte enthält: Aussenden eines Eingangszwischenleitungs-Besetzt-Signals zu den anderen Vermittlungsknoten des Satzes durch den einen Vermittlungsknoten des Satzes; Eintreten in einen Frei-Zustand durch die anderen Vermittlungsknoten mit Bezug auf den Weg beim Empfang des Eingangszwischenleitungs-Besetzt-Signals; und Aufbauen des Weges zur nächstfolgenden Stufe durch den einen Vermittlungsknoten des Satzes von Vermittlungsknoten.

4. Leitwegsuchende Informationspaket-Vermittlungsanlage zum Ausführen des Verfahrens nach Patentanspruch 1 mit einer Vielzahl von Stufen (1 bis 6) und einer Vielzahl von Zwischenleitungen (201-0, 201-2, 202-2, 202-3, 204-4), die die Stufen nacheinander verbinden, dadurch gekennzeichnet, dass jede Stufe (1 bis 6) Sätze von Vermittlungsknoten (102-0 bis 102-7) aufweist, die jeweils eine Vielzahl von Knoten umfassen, dass alle Knoten eines Satzes von Knoten mit allen von einem vorgegebenen Satz von Knoten in einer vorhergehenden Stufe kommenden Zwischenleitungen verbunden sind und dass einer der Knoten jedes Satzes unter Ansprechen auf Adresseninformationen (A0 bis A5) einen Weg über diejenige Stufe, in welcher der Knoten sich befindet, zur nächsten Stufe herstellt.

5. Vermittlungsanlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Knoten miteinander verbunden sind, dass jeder Knoten (102-0) wenigstens zwei Zwischenleitungssteuerschaltungen (500, 501) aufweist und dass eine der Zwischenleitungssteuerschaltungen eines Satzes unter Ansprechen auf den Empfang von Adresseninformationen einen der Knoten dieses Satzes zur Übertragung der restlichen Adresseninformationen zur nächstfolgenden Stufe bestimmt.

6. Vermittlungsanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine der Zwischenleitungssteuerschaltungen unter Ansprechen auf das Eintreffen von Adresseninformationen einen der Knoten dieses Satzes, der einer freien Zwischenleitung zur nächstfolgenden Stufen zugeordnet ist, zur Übertragung der restlichen Adresseninformationen zur nächstfolgenden Stufe bestimmt.

7. Vermittlungsanlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass jedes der Informationspakete ein End-Kennzeichenfeld aufweist, das das Ende des Paketes angegebende Signale enthält und dass jeder der Vermittlungsknoten unter Ansprechen auf die End-Signale den Weg über das Koppelfeld auftritt.

8. Vermittlungsanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Satz von Knoten unter Ansprechen auf das Eintreffen eines Nichtverfügbarkeitssignals von dem zur Übertragung bestimmten Knoten der nächstfolgenden Stufe in einen Frei-Zustand eintritt und dass der Satz von Knoten unter weiterem Ansprechen auf das Eintreffen eines Nichtverfügbarkeitssignals ein Nachrichten-Nichtverfügbarkeitssignal zur direkt vorausgehenden Stufe überträgt.

9. Vermittlungsanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass derjenige Knoten des Satzes, der für eine Übertragung zur nächstfolgenden Stufe bestimmt ist, ein Eingangszwischenleitungs-Besetzt-Signal zu den anderen Knoten des Satzes überträgt und dass die anderen Knoten des zugeordneten Satzes beim Empfang des Eingangszwischenleitungs-Besetzt-Signals mit Bezug auf diesen Weg in einen inaktiven Zustand eintreten.

10. Vermittlungsanlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Satz von Knoten zwei Knoten aufweist und der Aufbau des Satzes durch ein Paar von Binärzahlen definiert ist, von denen jede die Position eines individuellen Knotens in der Stufe darstellt, dass eine der Zahlen die Position eines Knotens des Satzes der Stufe darstellt, dass die andere Zahl die Position des anderen Knotens des Satzes darstellt und definiert ist durch Komplementieren derjenigen Bitpositionen einer der Zahlen, welche gleich der Stufennummer der Stufe ist, wenn die Stufennummer kleiner oder gleich der halben Gesamtzahl von Stufen im Koppelfeld ist und die andere Binärzahl durch Komplementieren der niedrigstwertigen Bitpositionen einer der Zahlen definiert ist, wenn die Stufennummer grösser als die halbe Gesamtzahl von Stufen ist.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und eine Vermittlungsanlage nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 4.

Leitwegsuchende Informationspaketvermittlungskoppelfelder, beispielsweise solche, die ungepufferte, sogenannte Banian-Vermittlungsknoten enthalten, übertragen Pakete über das Koppelfeld auf der Grundlage von Adresseninformationen, die vor der Übertragung des Paketes über das Koppelfeld gegeben werden. Ein solches Koppelfeld besitzt nur jeweils einen einzigen Weg zwischen jedem Eingangs-Ausgang-Paar des Koppelfeldes und ist in Fig. 1 dargestellt. Da das Durchschalten einer Verbindung im Gegensatz zur Übertragung eines Paketes die Notwendigkeit beinhaltet, dass ein Weg für eine unbestimmte Zeitdauer bestehen bleibt, lassen sich Informationen nicht ohne weiteres nach Art eines Verbindungsweges über ein bekanntes Banian-Koppelfeld übertragen, da ein grosser Teil der Wege blockiert würde. Ausserdem sind solche bekannten Koppelfelder durch Koppelfeld-Protokollanforderungen auf die Übertragung von Paketen eingeschränkt. Obwohl mittels einer Paketvermittlung Sprache und Daten kleiner bis mittlerer Bandbreite übertragen werden können, müssen Breitbanddaten, beispielsweise Video-Informationen über Verbindungswege vermittelt werden. Zur Bereitstellung der vorgeschlagenen neuen Arten von Daten- und Fernsprechdiensten ist es erwünscht, eine Vermittlungsanlage zur Verfügung zu haben, die sowohl eine Informationspaket- als auch eine Verbindungsweg-Vermittlung ermöglicht.

Ein weiteres Problem beim Vorhandensein nur eines einzigen Weges sind die Auswirkungen unausgeglichener Verkehrsbedingungen im Koppelfeld. Die dabei auftretenden Schwierigkeiten sind das Ergebnis des Aufbaus eines grundlegenden Banian-Koppelfeldes. Der Aufbau gemäss Fig. 1 besteht aus einer Vielzahl von Stufen. Die erste Stufe weist Vermittlungsknoten

100-0 bis 100-31 auf. Die zweite Stufe enthält Vermittlungsknoten 101-0 bis 101-31. Aus Fig. 1 ergibt sich, dass die erste Stufe des Koppelfeldes unter Ansprechen auf die Adresseninformationen das Paket zur einen Hälfte des Koppelfeldes, nämlich den Abschnitten 2 und 3 der zweiten Stufe, gibt und dass die zweite Stufe des Koppelfeldes dann das Paket zu den Abschnitten 4 bis 7 der dritten Stufe leitet. Die vierte, fünfte und sechste Stufe leiten dann das Paket unter Ansprechen auf seine Adresseninformationen zur richtigen Ausgangsleitung. Unter bestimmten unausgeglichener Verkehrsbedingungen führt der Grundaufbau des Banian-Koppelfeldes zu Konzentrationen von Paketen in bestimmten Knoten der dritten Stufe.

Das folgende Beispiel erläutert die Auswirkungen unausgeglichener Verkehrsbedingungen in der dritten Stufe. Es sei angenommen, dass Pakete von den Leitungen 200-0, 200-1, 200-16, 200-17, 200-32, 200-33, 200-48 und 200-49 zu den Leitungen 206-0 bis 206-7 übertragen werden. Alle Pakete von diesen Eingangsleitungen müssen über den Knoten 102-0 zu den nachfolgenden Wegen übertragen werden. Der Übertragungsweg von den Leitungen 200-0 und 200-1 zu den Ausgangsleitungen 206-1 bis 206-7 verläuft über die Zwischenleitungen 201-0 und 202-0 sowie den Knoten 102-0 der Stufe 3. Ein Weg von den Eingangsleitungen 200-16 und 200-17 zu den Ausgangsleitungen 206-1 und 206-7 verläuft über die Zwischenleitungen 201-16 und 202-16 und den Knoten 102-0. Der Weg von den Eingangsleitungen 200-32 und 200-33 zu den Ausgangsleitungen 206-1 bis 206-7 verläuft über die Zwischenleitungen 201-32 und 202-0 sowie den Knoten 102-0. Entsprechend führt der Weg von den Eingangsleitungen 200-48 und 200-49 zu den Ausgangsleitungen über die Zwischenleitungen 201-48 und 202-16 sowie den Knoten 102-0. Der Weg vom Knoten 102-0 zu den genannten Ausgangsleitungen verläuft über die Zwischenleitungen 203-0, 204-0 oder 204-1 und 205-0 oder 205-1 und 205-4 oder 205-5. Man erkennt, dass die Verkehrskapazität des Koppelfeldes bei diesem Beispiel durch die Verkehrskapazität des Knotens 102-0 begrenzt ist.

Ausserdem ist, wenn der Knoten 102-0 ausfällt, keine Möglichkeit vorhanden, Verbindungswege zwischen den genannten Eingangsleitungen und den genannten Ausgangsleitungen herzustellen.

Ein bekanntes Verfahren zur Milderung der Zuverlässigkeits- und Verkehrsprobleme in einem weglenkenden Koppelfeld wird beschrieben in einem Bericht «Development of a Voice Funnel System», Bolt, Beranek and Newman Inc., Report No. 4098, August 1979, Seiten III-29 bis III-76. Dort wird die Verwendung einer zusätzlichen Stufe von Banian-Vermittlungsknoten am Eingang eines weglenkenden Koppelfeldes zur Lösung der oben erwähnten Probleme hinsichtlich unausgeglichener Verkehrsbedingungen und hinsichtlich der Zuverlässigkeit beschrieben. Der genannte Bericht schlägt vor, dass diese zusätzliche Koppelstufe identisch mit den anderen Stufen des Koppelfeldes ist und unter Hinzufügung eines zusätzlichen Adressenbits im Adressenfeld jedes Paketes benutzt wird, das über das Koppelfeld geführt wird. Diese zusätzliche Koppelstufe würde der ersten Stufe 1 in Fig. 1 vorangehen. Das zusätzliche Adressenbit würde durch Hardware oder Software ausserhalb des Koppelfeldes gesteuert und bestimmt den Weg über das Koppelfeld. Die Hardware oder Software wertet dieses Bit aus, um einen Knoten zu umgehen, der ausgefallen ist oder starkem Verkehr unterliegt.

Das in dem genannten Report vorgeschlagene Verfahren ermöglicht zwar die Hinzufügung von mehr als einem speziellen Weg über das Koppelfeld, es verbleibt aber die Schwierigkeit, dass eine zusätzliche Stufe zum Koppelfeld hinzugefügt werden muss und dass die Entscheidung, welcher Weg benutzt werden soll, ausserhalb des Koppelfeldes gefällt wird. Darüber hinaus kann das in dem genannten Bericht beschriebene Koppelfeld nur zum Vermitteln von Paketen verwendet werden.

Die erläuterten Schwierigkeiten werden erfindungsgemäss durch die in dem kennzeichnenden Teil der Patentansprüche 1 und 4 angeführten Merkmale gelöst.

Ausserdem können die Verfahrensschritte die Übertragung von Endsignalen durch eine verteilte Steuerung am Ende der Informationen einer geschalteten Verbindung über einen hergestellten Weg und Auflösung des Weges in jedem der Vermittlungsknoten beim Empfang dieser Endsignale vorsehen. Um sicherzustellen, dass nur ein Vermittlungsknoten eines Satzes in einer gegebenen Stufe auf Informationen eines gegebenen Paket- oder Verbindungswegs anspricht, überträgt ein Vermittlungsknoten nach Aufnahme von und Ansprechen auf die Adressenweglenkungsinformation ein Eingangszwischenleitungs-Besetzt-Signal an die anderen Vermittlungsknoten des den ansprechenden Knoten enthaltenden Satzes. Die anderen Vermittlungsknoten treten bei Empfang des Eingangszwischenleitungs-Besetzt-Signals bezüglich dieses Weges in den Freizustand ein.

Ein technischer Fortschritt kann bei einem Koppelfeldaufbau, der eine gleichzeitige Informationspaket- und Verbindungsdurchschaltung ermöglicht, dadurch erreicht werden, dass mehrere Wege über ein weglenkendes Koppelfeld zwischen zwei beliebigen, gegebenen Eingangs- und Ausgangsanschlüssen bereitgestellt werden, ohne dass weitere Vermittlungsknoten wie bei bekannten weglenkenden Koppelfeldern erforderlich sind oder externe Steuerverfahren verwendet werden müssen. Die Auswirkungen von ungleichmässigen Verkehrsbedingungen und gestörten Vermittlungsknoten im Koppelfeld sind verringert, da mehrere Wege vorhanden sind.

Mit Vorteil weist das Koppelfeld eine Vielzahl von Stufen auf, die je miteinander verbundene Vermittlungsknoten besitzen. Jeder Vermittlungsknoten einer Stufe ist mit Vermittlungsknoten in der nächstfolgenden Stufe verbunden. Ein gegebener Satz von Vermittlungsknoten einer Stufe ist mit einem bestimmten Satz von Vermittlungsknoten in der vorhergehenden Stufe über Zwischenleitungen verbunden, und jeder Vermittlungsknoten dieses Satzes kann unter Ansprechen auf Adresseninformationen, die von einem vorhergehenden Vermittlungsknoten über irgendeine Zwischenleitung übertragen worden sind, einen Weg zur nächstfolgenden Stufe herstellen. Da mehr als ein Vermittlungsknoten einer gegebenen Stufe mit Adresseninformationen von einer vorhergehenden Stufe zur Herstellung eines Weges ansprechen kann, ist eine Vielzahl von Wegen über das Koppelfeld vorhanden.

Auf vorteilhafte Weise wird ein Weg beim Empfang eines Satzes von End-Kennzeichensignalen freigegeben, die in den Paketdaten oder den Informationen für durchgeschaltete Verbindungen enthalten sind.

Weiterhin bezeichnet jeder Vermittlungsknoten unter Ansprechen auf das Eintreffen von Adressensignalen einen der Vermittlungsknoten des Satzes in der nächstfolgenden Stufe, welcher die Adresseninformationen aufnehmen soll und jeder Vermittlungsknoten geht ferner unter Ansprechen auf ein Nachrichten-nicht-verfügbar-Signal vom gekennzeichneten Knoten des Satzes der nächstfolgenden Stufe in einen Freizustand. Darüber hinaus überträgt der Vermittlungsknoten unter Ansprechen auf das Nachrichten-nicht-verfügbar-Signal ein Nachrichten-nicht-verfügbar-Signal zur vorhergehenden Stufe.

Wenn ausserdem der Vermittlungsknoten kein Nachrichten-nicht-verfügbar-Signal von der nächstfolgenden Stufe zurück erhält, gibt er an die Vermittlungsknoten seines Satzes ein Eingangszwischenleitungs-Besetzt-Signal, um den anderen Vermittlungsknoten des Satzes anzuzeigen, dass diese spezielle Zwischenleitung in aktivem Gebrauch ist und dass die anderen Vermittlungsknoten nicht auf irgendeine Paket- oder Verbindungsinformation ansprechen sollen, die über diese spezielle Zwischenleitung übertragen wird.

Mit Vorteil besteht ein Satz von Vermittlungsknoten in einer bestimmten Stufe aus einem Paar von Vermittlungsknoten, die auf die folgende Weise zu einem Paar zusammengefasst sind: jeder Knoten des Paares ist durch eine Binärzahl dargestellt, die seine Position innerhalb der Stufe definiert. Wenn die Position eines Knotens des Paares gegeben ist, wird der andere Knoten des Paares dadurch definiert, dass die Bitpositionen der Binärzahl für die gegebene Knotenposition komplementiert werden. Im einzelnen wird die Position des anderen Knotens definiert, indem die Bitposition der gegebenen Zahl, die gleich der Stufennummer ist, komplementiert wird, wenn die Stufennummer kleiner oder gleich der halben Gesamtzahl von Stufen im Koppelfeld ist und indem die niedrigstellige Bitposition der gegebenen Zahl komplementiert wird, wenn die Stufennummer grösser als die halbe Gesamtzahl von Stufen ist. Eine andere, spezielle Art für die Definition der Position des Paares von Vermittlungsknoten ist die folgende: wenn die Position eines ersten Knotens des Paares gegeben ist, so wird der zweite Knoten des Paares definiert, indem die Bitposition der Binärzahl des zweiten Knotens komplementiert wird, die gleich der halben Gesamtzahl von Stufen abzüglich der Stufennummer zuzüglich 1 ist, wenn die Stufennummer kleiner oder gleich der halben Gesamtzahl von Stufen ist und indem die niedrigstellige Bitposition komplementiert wird, wenn die Stufennummer grösser als die halbe Gesamtzahl von Stufen ist.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Zeichnungen beschrieben.

In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 als Blockschaltbild ein Leitwegsuchendes Informationspaketvermittlungsnetzwerk nach dem Stand der Technik;

Fig. 2 das Blockschaltbild ein Informationspaketvermittlungsnetzwerk nach der Erfindung;

Fig. 3 die Zusammengehörigkeit der Fig. 6 und 7;

Fig. 4 Informationen, die ein Verbindungsleitungs-Steuergerät bei der Zusammenstellung und Weglenkung eines Informationspaketes über das Vermittlungsnetzwerk nach Fig. 2 aussendet;

Fig. 5 eine genaueres Blockschaltbild des Vermittlungsknotens 102-0 in Fig. 2;

Fig. 6 und 7 genauere Einzelheiten der Zwischenleitungssteuerung 500 des Vermittlungsknotens 102-0;

Fig. 8 ein Zeitdiagramm für die Signale, die bei der Herstellung eines Weges über das Vermittlungsnetzwerk nach Fig. 2 Verwendung finden;

Fig. 9 das Zustandsdiagramm, dem das Steuergerät 621 in Fig. 6 bei der Übertragung von Informationen über den Vermittlungsknoten 102-0 folgt;

Fig. 10 als Blockschaltbild das Verbindungsleitungs-Steuergerät 207-0 in Fig. 2;

Fig. 11 als Blockschaltbild eine Neuordnung des Vermittlungsnetzwerkes nach Fig. 2.

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel für ein Informationspaketvermittlungsnetzwerk oder -koppelfeld, das Gegenstand der Erfindung ist. Die Verbindungen innerhalb eines Abschnittes einer bestimmten Stufe, beispielsweise des Abschnitts 3 der Stufe 3, sind beispielhaft für alle Verbindungen innerhalb aller Abschnitte der jeweiligen Stufe. Die Art und Weise der Verbindungen zwischen zwei Knoten eines Paares ist genauer für die Knoten 104-0 und 104-1 dargestellt. Zur Erleichterung des Verständnisses definieren alle numerischen Bezugszeichen mit Ausnahme derjenigen in der 300-er Serie Verbindungen und Vermittlungsknotenpositionen, die identisch mit denjenigen in Fig. 1 sind. In Fig. 2 sind nur diejenigen Zwischenleitungen dargestellt, die Pakete vom Verbindungsleitungs-Steuergerät 207-0 zum Verbindungsleitungs-Steuergerät 208-1 übertragen. In jeder Stufe in Fig. 2 mit Ausnahme der Stufe 6 ist jeder Vermittlungsknoten mit einem anderen Vermittlungsknoten zu einem Paar zusammengefasst, derart, dass ein Paket, das an einem

der Eingänge eines Paares von Knoten ankommt, von jedem der vier Ausgänge dieses Paares von Vermittlungsknoten aus weiter übertragen werden kann.

Der Weg über das Vermittlungsnetzwerk in Fig. 2 wird durch das Verbindungsleitungs-Steuergerät 207-0 eingestellt, das vor der Übertragung von Dateninformationen Adresseninformationen über das Netzwerk überträgt. Diese Adresseninformationen werden von jedem Paar von Vermittlungsknoten in einer gegebenen Stufe ausgewertet, um diejenigen beiden Ausgänge der vier, diesem Paar von Vermittlungsknoten zugeordneten Ausgänge zu bestimmen, die bei der Übertragung des Paketes zur nächstfolgenden Stufe benutzt werden können. Wenn beide Ausgänge frei sind, dann wird ein vorbestimmter Ausgang der beiden Ausgänge benutzt. Wenn jedoch nur ein Ausgang zur Verfügung steht, dann wird dieser Ausgang zur Übertragung des Paketes zur nachfolgenden Stufe verwendet. Nach Herstellung eines Weges durch das Vermittlungsnetzwerk bleibt der Weg bestehen, bis ein End-Kennzeichen von jedem Knoten des Weges in den Dateninformationen festgestellt wird. Da der Weg bestehen bleibt, bis das End-Kennzeichen empfangen wird, kann das Netzwerk für eine Paketübertragung und Übertragung über eine durchgeschaltete Verbindung benutzt werden.

Das Verfahren zur paarweisen Zusammenstellung der Vermittlungsknoten gemäss Fig. 1 ist wie folgt definiert: Es sei

$$[P_{m-1} \dots P_2 P_1]^n$$

(wobei m gleich der Anzahl von Stufen im Netzwerk, n gleich der Knotennummer und i gleich der Stufennummer sind) die Binärdarstellung für die Position des Knotens n in der Stufe i . Jedes «P» stellt ein Bit dar. Ausserdem sei

$$[P_{m-1} \dots P_2 P_1 P_0]^i$$

die Binärdarstellung der Zwischenleitung «1» zu dem Knoten in der Stufe i . Die Binärdarstellung des Partners eines Knotens

$$[P_{m-1} \dots P_i P_1]^n$$

ist

$$[P_{m-1} \dots \bar{P}_i \dots P_1]^n$$

für $i \leq m/2$ und

$$[P_{m-1} \dots P_i \dots \bar{P}_1]^n$$

für $i > m/2$.

Beispielsweise wird der Vermittlungsknoten 103-0 in Stufe 3 dargestellt durch

$$[00000]_3^9,$$

und sein Partner ist

$$[00\bar{0}00]_3^4,$$

was sich auch schreiben lässt als

$$[00100]_3^4.$$

Ein weiteres Verfahren zur paarweisen Zusammenstellung der Vermittlungsknoten ist wie folgt definiert: Die Position des Knotens n und die Zwischenleitungsnummer seien definiert wie oben beschrieben. Der Binärdarstellung des Partners eines Knotens

$$[P_{m-1} \dots P_i P_1]^n$$

ist

$$[P_{m-1} \dots \bar{P}_{\frac{m-i+1}{2}} \dots P_1]^n$$

für $i \leq m/2$ und

$$[P_{m-1} \dots P_i \dots \bar{P}_1]^n$$

für $i > m/2$.

Zur Darstellung der Gesamtfunktion des Paketvermittlungsnetzwerkes nach Fig. 2 sei die Weglenkung des in Fig. 4 dargestellten Pakets vom Verbindungsleitungs-Steuergerät 207-0 zum Verbindungsleitungs-Steuergerät 208-1 betrachtet. Die in Fig. 2 gezeigten Zwischenleitungen stellen alle verfügbaren Wege dar, die für die Durchschaltung des Pakets nach Fig. 2 zum Verbindungsleitungs-Steuergerät 208-1 verwendet werden können. Der Weg über das Vermittlungsnetzwerk wird hergestellt, indem das Verbindungsleitungs-Steuergerät 207-0 zuerst das Adressenfeld des Pakets gemäss Fig. 2 und ein Aufbausignal während der Wegaufbauzeit über die Eingangszwischenleitung 200-0 zum Vermittlungsnetzwerk überträgt. Die Wegaufbauzeit wird durch den Zeitsteuerungsgenerator 65 bestimmt. Jeder Verbindungsknoten lässt bei Empfang der Adresseninformation und des Aufbausignals das höchstwertige Bit der von ihm empfangenen Adresseninformation weg. Beispielsweise empfängt ein Vermittlungsknoten in der Stufe 1 alle sechs Adressenbits A0-A5, lässt das Bit A5 weg und überträgt dann die Bits A0 bis A4 und das Aufbausignal zur zweiten Stufe. Dieser Prozess läuft weiter, bis das Adressenfeld und das Aufbausignal die Stufe 6 erreichen, in der ein Vermittlungsknoten nur das Bit A0 empfängt.

Es sei jetzt genauer die Festlegung des Weges vom Verbindungsleitungs-Steuergerät 207-0 zum Verbindungsleitungs-Steuergerät 208-1 betrachtet. Der Vermittlungsknoten 100-0 überträgt unter Ansprechen auf die Adresseninformation auf der Eingangszwischenleitung 200-0 diese Information und das Aufbausignal entweder über die Zwischenleitung 201-0 zum Knoten 101-0 oder zum Knoten 101-1 über das Kabel 300-0, den Knoten 100-1 und die Zwischenleitung 201-2. Der Knoten 100-0 führt diese Übertragung unter Ansprechen auf die Adresseninformation durch, indem er direkt nachfragt, ob die Zwischenleitung 201-0 frei ist und ob die Zwischenleitung 201-2 über den Knoten 100-1 und das Kabel 300-0 frei ist. Wenn die Adresseninformation und das Aufbausignal den Knoten 101-0 des Abschnitts 2 in der Stufe 2 über die Zwischenleitung 201-0 erreichen, können sie zum Abschnitt 4 der Stufe 3 entweder über den Knoten 101-0 oder über den Knoten 101-2 und das Kabel 301-0 übertragen werden. Auf entsprechende Weise können, wenn die Adresseninformation und das Aufbausignal zum Abschnitt 2 über die Zwischenleitung 201-2 übertragen werden, der Vermittlungsknoten 101-1 oder der Vermittlungsknoten 101-3 benutzt werden, um die Adresseninformation und das Aufbausignal zum Abschnitt 4 der Stufe 3 zu geben.

Nachdem der Knoten im Abschnitt 2 der Stufe 2 zur Übertragung der Adresseninformation bestimmt worden ist, gibt dieser Knoten eine Wartezustandsbestätigung dahingehend, dass ein Weg hergestellt worden ist, zum Verbindungsleitungs-Steuergerät 208-1. Bei Empfang dieser Bestätigung tritt der Knoten in einen Besetzt-Zustand ein und überträgt die nachfolgenden Dateninformationen des Paketes zur gewählten Ausgangszwischenleitung so lange, bis das End-Kennzeichen in dem Paket festgestellt wird. Daraufhin geht der Knoten in den Freizustand.

Die obige Erläuterung zeigt, dass vier Zwischenleitungen für die Übertragung der Adresseninformation und des Aufbausignals sowie des restlichen Paketes zwischen der Stufe 2 und der Stufe 3 in Fig. 2 im Vergleich zu nur einer Zwischenleitung gemäss Fig. 1 zur Verfügung stehen, wenn ein Paket vom Verbindungsleitungs-Steuergerät 207-0 über das Vermittlungsnetzwerk zum Verbindungsleitungs-Steuergerät 208-1 übertragen wird. Man beachte, dass die Übertragung von Paketen über die Kabel, beispielsweise das Kabel 300-0, doppelt gerichtet ist, derart, dass Pakete vom Vermittlungsknoten 100-1 über das Kabel 300-0 zum Vermittlungsknoten 100-0 und umgekehrt übertragen werden können.

Aus der obigen Erläuterung ergibt sich, dass die Adresseninformation und das Aufbausignal zum Abschnitt 4 der Stufe 3

über die Zwischenleitungen 202-0, 202-2, 202-4, 202-6 übertragen werden können, dass die Vermittlungsknoten 102-0 bis 102-7, die den Abschnitt 4 bilden, auf die Adresseninformation auf einer der vorgenannten Zwischenleitungen ansprechen und diese sowie das Aufbausignal über die Zwischenleitungen 203-0, 203-2, 203-4, 203-6, 203-8, 203-10, 203-12 oder 203-14 zur Stufe 4 übertragen. Wiederum sind im Vergleich zu Fig. 1 in Fig. 2 bei der Stufe 3 acht mögliche Ausgangszwischenleitungen zur Übertragung der Adresseninformation und des Aufbausignals sowie des nachfolgenden Pakets vom Verbindungsleitungs-Steuergerät 207-0 zum Verbindungsleitungs-Steuergerät 208-1 vorhanden, während in Fig. 1 nur eine einzige Verbindungsleitung zur Verfügung steht.

Die restlichen Stufen in Fig. 2, nämlich die Stufen 4, 5 und 6, führen die Weglenkung des Pakets zur richtigen Ausgangsleitung durch und sind daher auf einfache Weise mit den benachbarten Vermittlungsknoten gepaart. In der Stufe 4 sprechen die Knoten 103-0 und 103-1 auf den Empfang der Adresseninformation auf den Zwischenleitungen 203-0, 203-2, 203-8 oder 203-10 an und übertragen die Adresseninformation und das Aufbausignal zu den Knoten 104-0 oder 104-1 der Stufe 5 über die Zwischenleitungen 204-0 und 204-4 bzw. 204-2 und 204-6. Die Knoten 104-0 und 104-1 übertragen unter Ansprechen auf das Eintreffen der Adresseninformation diese über die Zwischenleitungen 205-1 oder 205-3 zum Knoten 105-1. Der Knoten 105-0 spricht auf die Adresseninformation an und sendet das Aufbausignal zum Verbindungsleitungs-Steuergerät 208-1.

Das Verbindungsleitungs-Steuergerät 208-1 überträgt unter Ansprechen auf das Eintreffen des Aufbausignals vom Knoten 105-0 ein Bestätigungssignal zurück zum Knoten 105-0. Dieser gibt unter Ansprechen auf das Bestätigungssignal dieses zurück zur Stufe 5 über diejenige Zwischenleitung, die vorher während des Wegaufbaus gewählt worden ist. Das Bestätigungssignal wird dann über den vorher aufgebauten Weg zurück zum Verbindungsleitungs-Steuergerät 207-0 gegeben. Wenn es dort eintritt, beginnt das Steuergerät mit der Übertragung des in Fig. 4 dargestellten Pakets. Da jeder gewählte Knoten auf dem Weg ein Bestätigungssignal vom vorhergehenden Knoten empfängt, tritt der Knoten bei Aufnahme des Bestätigungssignals in einen Besetzt-Zustand ein und hält den Weg über das Netzwerk so lange fest, bis das End-Kennzeichen im Datenpaket ankommt. Wenn ein Knoten, der sich im Wartezustand befindet, das Bestätigungssignal nicht empfängt, wird er während der nächsten Wegaufbauzeit durch das Wegsignal zwangsweise in den Freizustand gebracht.

Es lässt sich zeigen, dass für ein n-stufiges Banian-Koppelfeld der in Fig. 2 gezeigte Aufbau in der mittleren Stufe \sqrt{N} alternative Ausgangszwischenleitungen bereitstellt. Diese zusätzliche Anzahl von alternativen Ausgangszwischenleitungen mildert das Problem einer ungleichmässigen Verkehrsbelastung in starkem Umfang.

Die Knoten 102-0 und 102-4 sind genauer in Fig. 5 gezeigt. Jeder Knoten weist zwei Zwischenleitungs-Steuerschaltungen auf, beispielsweise die Zwischenleitungs-Steuerschaltung 500. Die Knoten 102-0 und 102-4 stehen über ein Kabel 302-0 in Verbindung, das Teilkabel 504 bis 508 umfasst. Wie genauer in Verbindung mit Fig. 6 und 7 beschrieben wird, weist wie die Zwischenleitungssteuerschaltung 500 jede Zwischenleitungssteuerschaltung vier Zustände auf: frei, aufbauen, warten und besetzt. Wenn eine Zwischenleitungssteuerschaltung sich im Freizustand befindet, spricht sie auf ein über eine Zwischenleitung empfangendes Aufbausignal an und geht in den Aufbauzustand. Im Aufbauzustand überwachen die Zwischenleitungssteuerschaltungen 500 bis 503 die Teilkabel 504 bis 507 auf Adresseninformationen. Wenn das höchstwertige Bit der empfangenen Adresseninformation eine 0 ist, bauen die Zwischenleitungssteuerschaltungen 500 und 502 daraufhin einen Weg über entweder die Zwischenleitung 203-0 oder die Zwischen-

leitung 203-8 auf. Konflikte sind vermieden, da die Zwischenleitungssteuerschaltung 500 den Aufbau des Übertragungsweges zu einem anderen Zeitpunkt als die Zwischenleitungssteuerung 502 versucht, und zwar unter Auswertung einer Zeitsteuerungsinformation, die vom Zeitsteuerungsgenerator 65 über das Kabel 66 ankommt. Wenn das höchstwertige Bit der Adresseninformation eine 1 ist, versuchen die Zwischenleitungssteuerschaltungen 501 und 503 den Aufbau eines Verbindungsweges über die Zwischenleitung 203-1 bzw. 203-9. Ob eine Zwischenleitungssteuerschaltung einen Weg aufbauen kann oder nicht, hängt davon ab, ob die angeschaltete Zwischenleitung frei ist. Wenn eine Zwischenleitungssteuerschaltung den Weg aufbaut, geht sie anschliessend in einen Wartezustand, in welchem sie die restlichen Adressenbits der über das Teilkabel empfangenen Adresseninformation zu den nachfolgenden Stufen überträgt.

Wenn die Zwischenleitungssteuerschaltung ein von der vorhergehenden Stufe zurück übertragenes Bestätigungssignal empfängt, geht sie in den Besetzt-Zustand. Falls die Zwischenleitungssteuerschaltung das Bestätigungssignal nicht vor Übertragung des nächsten Aufbausignals empfängt, das angibt, dass kein Weg hergestellt worden ist, so wird die Zwischenleitungssteuerschaltung durch das nächste Aufbausignal in den Freizustand gebracht. Nachdem die Zwischenleitungssteuerschaltung das Bestätigungssignal empfangen hat, geht sie in den Besetzt-Zustand und bleibt in diesem Zustand, bis das End-Kennzeichen ankommt.

Die Zwischenleitungssteuerschaltungen tauschen ausserdem Informationen über das Teilkabel 508 aus, die angeben, ob sie im Augenblick einen Weg für eine gegebene ankommende Zwischenleitung aufgebaut haben, beispielsweise die Zwischenleitung 202-0. Der Zweck dieses Informationsaustausches über das Teilkabel 508 besteht darin, zu verhindern, dass die andere Zwischenleitungssteuerschaltung fehlerhaft auf Datenpaketbits anspricht, indem sie diese als Adresseninformation und Aufbausignal deutet.

Die Zwischenleitungssteuerschaltung 500 ist genauer in den Fig. 6 und 7 dargestellt. Die Zwischenleitungssteuerschaltung 502 hat identischen Aufbau. Die Zwischenleitungssteuerschaltung 501 und 503 weichen in ihrem Aufbau jedoch dahingehend ab, dass der untere Eingang der Gatter 616 bis 619 kein negierender Eingang ist, da diese Zwischenleitungssteuerschaltungen darauf ansprechen, dass das Adressenbit eine 1 ist.

Gemäss Fig. 6 und 7 weist jede Zwischenleitung zwei Adern auf, beispielsweise besitzt die Zwischenleitung 202-0 die Adern 600 und 601. Wie oben angegeben, kann jede der vier Zwischenleitungssteuerschaltungen eines Knotens unabhängig in einem von vier Zuständen sein, nämlich frei, aufbauen, warten und besetzt. Wenn die Zwischenleitungssteuerschaltung im Besetzt-Zustand ist, übertragen die beiden Adern jeder Zwischenleitung beide die Dateninformation zur Zwischenleitungssteuerschaltung. Im Besetzt-Zustand überträgt eine Ader (gerade Ader) alle geraden Datenbits, beispielsweise D0, und die andere Ader (ungerade Ader) überträgt alle ungeraden Datenbits, beispielsweise D1. Im Frei-, Aufbau- und Warte-Zustand dienen die beiden Adern einer gegebenen Zwischenleitung jedoch unterschiedlichen Zwecken und werden als gerade und ungerade Ader bezeichnet. Beispielsweise wird für die Zwischenleitung 202-0 die Ader 600 als I00 (gerade Ader) und die Ader 601 als I01 (ungerade Ader) bezeichnet.

Die Zwischenleitung 202-16 weist die Adern 602 (I10, gerade Ader) und 603 (I11, ungerade Ader) auf, die Zwischenleitung 202-8 die Adern 604 (I20, gerade Ader) und 605 (I21, ungerade Ader) auf und die Zwischenleitung 202-18 die Adern 606 (I30, gerade Ader) und 607 (I31, ungerade Ader) auf. Während des Aufbauzustandes überträgt das abgehende Verbindungsleitungs-Steuergerät ein Aufbausignal während sechs Taktsignale der Anlage auf der geraden Ader und die Adresseninformation für die gleiche Zeitdauer auf der ungeraden Ader.

Fig. 8 zeigt die Übertragungsvorgänge, die zwischen den sechs Stufen auf den geraden und ungeraden Adern während der Wegaufbauzeit stattfinden. Gemäss Zeile 813 liefert der Anlagetakt die grundlegende Zeitsteuerung für die Vermittlungsknoten in den sechs Stufen. Das Wegsignal gemäss Zeile 830 definiert den Beginn der Wegaufbauzeit. Zu Anfang überträgt der Verbindungsleitungs-Steuergerät 207-0 die Informationen gemäss Zeile 800 und 801 zum Vermittlungsknoten 100-0 über die gerade bzw. ungerade Ader der Zwischenleitung 200-0. Während der Zeit 822 spricht die Adressendetektorschaltung des Knotens 100-0 auf das Aufbausignal gemäss Zeile 800 an und fragt das Adressenbit A5, eine 0, ab, die auf der ungeraden Ader empfangen wird und als Eingangssignal der Stufe 1 auf der Zeile 801 gezeigt ist. Der Vermittlungsknoten 100-0 überträgt unter Ansprechen auf diese Information alle nachfolgenden Informationen, die auf der ungeraden und geraden Ader vom Verbindungsleitungs-Steuergerät 207-0 empfangen werden, zum gewählten Knoten in der Stufe 2, und zwar beginnend zum Zeitpunkt 823. Der Aufbauimpuls und die Adressenbits werden über die Stufen entsprechend der Darstellung in den Zeilen 802 bis 812 übertragen.

Wie später noch genauer beschrieben werden soll, entfernt in jeder Stufe der Knoten das höchstwertige Adressenbit. Beispielsweise entfernt die Stufe 1 das Adressenbit A5. Da das Adressenbit A5 in der Stufe 1 entfernt worden ist, nimmt der empfangende Knoten in der Stufe 2 das Adressenbit A4 entsprechend der Darstellung in Zeile 803 gleichzeitig mit dem Empfang des Aufbausignals gemäss Zeile 802 auf. Gemäss Zeile 812 überträgt der Knoten in der Stufe 6, der die Informationen auf der ungeraden und geraden Ader empfängt, diese Informationen zum Zeitpunkt 824 zum Verbindungsleitungs-Steuergerät 208-1. Dieses Steuergerät gibt unter Ansprechen auf das Aufbausignal ein Bestätigungssignal auf der ungeraden Ader zurück. Das Bestätigungssignal wird dann über alle Vermittlungsstufen entsprechend der Darstellung in den Zeilen 815 bis 821 zum Verbindungsleitungs-Steuergerät 207-0 zurückübertragen. Wenn dieses Steuergerät das Bestätigungssignal über die Stufe 1 aufnimmt, beginnt es mit der Übertragung der Paketdaten.

Es sei jetzt die Arbeitsweise der Zwischenleitungssteuerschaltung 500 in Fig. 5 entsprechend der Darstellung in Fig. 6 und 7 betrachtet. Die Zwischenleitungssteuerschaltungen 501 und 503 sind ähnlich im Aufbau. Ihre Unterschiede sollen bei der folgenden Beschreibung aufgezeigt werden. Das Steuergerät 621 führt die Steuerfunktionen für die Zwischenleitungssteuerschaltung 500 durch. Der Adressendetektorblock 646 stellt während des Aufbauzustandes das Auftreten des über eine der angeschalteten Zwischenleitungen empfangenen Adressenbit fest und stellt sicher, dass keine andere Zwischenleitungssteuerschaltung des Knotenpaares im Augenblick Daten für diese spezielle Zwischenleitung überträgt. Ausserdem stellt der Adressendetektorblock 646 das Ende des Aufbauzustandes fest, um das Steuergerät 621 zu veranlassen, in den Wartezustand überzugehen. Der Adressendetektorblock 646 stellt fest, dass der Aufbauzustand vorüber ist, wenn er das Aufbausignal nicht mehr empfängt.

Der Datenauswahlblock 647 überträgt Informationen von einer gewählten Zwischenleitung zur abgehenden Zwischenleitung 203-0 der Zwischenleitungssteuerschaltung 500. Der Datenauswahlblock 647 tritt während des Aufbauzustandes nach Decodieren des ersten Bit der Adresseninformation in Tätigkeit. Es wird dann festgestellt, dass die Zwischenleitungssteuerschaltung 500 den Rest der Adresseninformation und das Aufbausignal zur Zwischenleitung 203-0 übertragen soll. Der Datenauswahlblock 647 tritt ausserdem während des Besetzt-Zustandes in Tätigkeit, um die Dateninformation von der gewählten Eingangszwischenleitung zur Zwischenleitung 203-0 zu übertragen. Während des Warte-Zustandes ist der Datenauswahlblock

647 jedoch nicht aktiv und überträgt keine Bits auf der Zwischenleitung 203-0. Im Warte-Zustand erwartet die Zwischenleitungssteuerschaltung 500 das Bestätigungssignal von der Stufe 4 über die Ader 652 der Zwischenleitung 203-0.

Der Kennzeichendetektor 636 veranlasst unter Ansprechen auf den Empfang des End-Kennzeichens in den Dateninformationen das Steuergerät 621, in den Frei-Zustand zu gehen. Das Steuergerät 621 überträgt unter Verwendung des Bestätigungsübertragungsblocks 660 das von der Stufe 4 empfangene Bestätigungssignal zurück zur Stufe 2.

Wie bei dem obigen Beispiel angegeben, sei angenommen, dass die Information gemäss Zeile 804 in Fig. 8 auf der Ader 600 (gerade Ader) der Zwischenleitung 202-0 und die Information gemäss Zeile 805 in Fig. 8 auf der Ader 601 (ungerade Ader) empfangen werden. Es sei ferner angenommen, dass die Zwischenleitungssteuerschaltung 500 im Frei-Zustand ist. Diese Steuerschaltung spricht auf die Information auf den Adern 600 und 601 zum Zeitpunkt 825 an, und die Zwischenleitungssteuerschaltung 502 spricht zum Zeitpunkt 826 an. Dieser Unterschied in den Ansprechzeitpunkten vermeidet Überschneidungsprobleme zwischen den Zwischenleitungssteuerschaltungen. Um festzustellen, ob irgendeine andere Zwischenleitungssteuerschaltung auf Informationsdaten oder Wegaufbauinformationen anspricht, überwacht das Gatter 608 des Adressendetektorblocks 646 Signale von den anderen drei Zwischenleitungssteuerschaltungen, um sicherzustellen, dass diese Schaltungen im Augenblick keine Paketdaten oder Wegaufbauinformationen über die Zwischenleitung 202-0 empfangen. Die Überwachung wird durch das ODER-Gatter 608 durchgeführt, das auf die Zustandsbits G0 der Zwischenleitungssteuerschaltungen 501, 502 und 503 anspricht. Die Bits werden über das Kabel 508 von Zwischenspeichern ähnlich dem Zwischenspeicher 622 zum Gatter 608 übertragen. Wenn das Ausgangssignal des ODER-Gatters 608 eine 0 ist, so zeigt dies an, dass die Zwischenleitung nicht bezüglich der Übertragung von Paketdaten oder Wegaufbauinformationen in einer anderen Zwischenleitungssteuerschaltung des Knotenpaares aktiv ist. Da das Adressenbit auf der Ader 601 eine 0 ist (A3 auf der Zeile 805 in Fig. 8), überträgt der Ausgang des Gatters 616 eine 1 zur Schlichtungsschaltung 620. Ein Gatter ähnlich dem Gatter 616 in den Zwischenleitungssteuerschaltungen 501 und 503 spricht nur dann auf das Adressenbit A3 an, wenn dies eine 1 ist. Die Ausgänge J0 bis J3 der Schlichtungsschaltung 620 hängen von den Zuständen der Eingänge K0 bis K3 entsprechend den folgenden Gleichungen ab:

$$\begin{aligned} J_0 &= K_0 \\ J_1 &= \overline{K_0} K_1 \\ J_2 &= \overline{K_0} \overline{K_1} K_2 \\ J_3 &= \overline{K_0} \overline{K_1} K_3 K_3 \end{aligned}$$

Die Schlichtungsschaltung 620 überträgt bei einer 1 an ihrem K0-Eingangsgatter 616 eine 1 über die Ader 661 zum Steuergerät 621. Unter Ansprechen auf eine 1 auf der Ader 661 verlässt das Steuergerät 621 den Frei-Zustand, geht in den Aufbauzustand und stellt die Bitposition G0 des Zwischenspeichers 622 auf 1 ein. Dann wird eine 1 über die Ader 650 zu Gattern 623 und 627 übertragen, die daraufhin die nachfolgend auf den Adern 600 und 601 übertragenen Informationen zu den Adern 651 und 652, nämlich den Adern der Ausgangszwischenleitung 203-0, über das Gatter 631, das Gatter 632, die Flipflops 633 und 634 sowie das Gatter 635 gibt. Ausserdem wird die Einstellung des Bits G0 im Zwischenspeicher 622 über das Teilkabel 508 zu den Zwischenleitungssteuerschaltungen 501, 502 und 503 übertragen, um anzuzeigen, dass die Zwischenleitung 202-0 durch die Zwischenleitungssteuerschaltung 500 gewählt worden ist.

Die Übertragung nachfolgender Informationen durch den Datenauswahlblock 647 geht weiter bis zum Zeitpunkt 827. Dann stellt das Gatter 645 des Adressendetektorblocks 646 fest, dass die Zwischenleitungssteuerschaltung 500 nicht mehr das Aufbausignal auf der Ader 600 empfängt, und gibt ein diesen Umstand darstellendes Signal 0 über die Ader 662 zum Steuergerät 621. Dieses geht daraufhin in den Wartezustand. Bei Eintreten in diesen Zustand bereitet das Steuergerät 621 die Zwischenleitungssteuerschaltung 500 auf die Aufnahme des Bestätigungssignals von der Stufe 4 vor. Das Steuergerät 621 überträgt ein Signal OPENd über eine Verzögerungsreinrichtung 670 und die Ader 653. Dieses Signal sperrt das Gatter 635 gegen eine Übertragung auf der Ader 652 und stellt ausserdem das Flipflop 637 zurück.

Wenn das Betätigungssignal von der Stufe 4 zum Zeitpunkt 828 ankommt, wird das Flipflop 637 eingestellt. Sein Ausgang Q überträgt eine 1 über die Ader 654 zum Steuergerät 621. Unter Ansprechen auf die 1 auf der Ader 654 überträgt das Steuergerät 621 das Bestätigungssignal zurück zur Stufe 2 und tritt in den Besetzt-Zustand ein. Diese Rückübertragung des Bestätigungssignals zur Stufe 2 erfolgt durch Rückübertragung einer 1 über die Ader 655 zu Gattern 641 bis 644. Da das Ausgangssignal G0 eine 1 ist und diese auf der Ader 650 übertragen wird, gibt das Gatter 641 einen Bestätigungsimpuls auf der Ader 601 zurück zur Stufe 2. Ausserdem ermöglicht das Signal OPENd dem Datenauswahlblock 647 durch Betätigung des Gatters 635, Daten auf der Ader 652 zu übertragen.

Wenn die Zwischenleitungssteuerschaltung 500 kein Bestätigungssignal über die Ader 652 von der Stufe 4 vor dem Zeitpunkt 832 gemäss Zeile 830 in Fig. 8 empfängt, wird das Steuergerät 621 durch den Empfang eines Signals vom ODER-Gatter 640 und vom UND-Gatter 639 bei Empfang des Wegsignals durch das Gatter 639 zwangsweise in den Frei-Zustand gebracht. Der einzige Grund dafür, dass ein Bestätigungssignal nicht von der Stufe 4 zurückkommt, besteht darin, dass es nicht möglich war, einen Weg zum Verbindungsleitungs-Steuergerät 208-1 aufzubauen. Der Umstand, dass das Steuergerät 621 durch das Wegsignal über das ODER-Gatter 640 und das UND-Gatter 639 in den Frei-Zustand gebracht wird, stellt sicher, dass das Steuergerät 621 nicht auf unbestimmte Zeit im Wartezustand bleibt.

Im Besetzt-Zustand überträgt das Steuergerät 621 alle nachfolgend auf den Adern 600 und 601 ankommenden Daten zu den Adern 651 bzw. 652. Gleichzeitig werden die übertragenen Daten zur Feststellung des End-Kennzeichens überwacht. Wenn das End-Kennzeichen durch den Kennzeichendetektor 636 (der durch das Besetzt-Signal betätigt wird) festgestellt wird, so geht ein diesen Umstand anzeigendes Signal über das ODER-Gatter 640 zum Steuergerät 621. Dieses tritt unter Ansprechen auf das eintreffende Endkennzeichen in den Frei-Zustand ein.

Fig. 9 zeigt die Zustandstabelle für das Steuergerät 621. Die Tabelle definiert die Gesamtoperation des Steuergerätes 621 im einzelnen.

Das Verbindungsleitungs-Steuergerät 207-0 ist in Fig. 10 dargestellt. Es spricht auf Daten an, die von einem Datenteilnehmer empfangen worden sind, und überträgt diese Daten zu dem Koppelfeld gemäss Fig. 2. Wenn bei dem Datenteilnehmer Daten für eine Übertragung anstehen, gibt der Datenteilnehmer über die Ader 1013 das Startsignal zur Steuerung 1004. Unter Ansprechen auf das Startsignal überträgt die Steuerung 1004 das Haltesignal über die Ader 1014 zum Datenteilnehmer und leitet die nachfolgend vom Datenteilnehmer übertragenen Daten über das Kabel 1012, eine Datensynchronisationsschaltung 1002, einen Parallel-Serienwandler 1003 und einen Datenwähler 1005 zum Schieberegister 1006. Die Steuerung 1004 stellt diesen Weg durch Übertragung entsprechender Signale auf den Adern 1015, 1016 und 1017 her. Ausserdem startet die Steuerung 1004 einen Zähler 1011 für die Zählung von sechs Bitzeiten, die die

sechs Adressenbits darstellen, welche vom Datenteilnehmer empfangen und in das Schieberegister 1006 übertragen werden. Nach Einspeicherung der sechs Adressenbits im Schieberegister 1006 überträgt die Steuerung 1004 das Haltesignal über die Ader 1014 zum Datenteilnehmer. Die Übertragung einer 1 auf der Ader 1019 durch den Zähler 1011 zur Steuerung 1004 setzt diese davon in Kenntnis, dass die sechs Adressenbits im Schieberegister 1006 gespeichert sind. Zu diesem Zeitpunkt befindet sich die Steuerung 1004 in einem Wartezustand, bis der Zeitsteuerungsgenerator 65 das Wegsignal erzeugt. Beim Empfang des Wegsignals bereitet die Steuerung 1004 die Datenwähler 1007 und 1008 auf die Aufnahme von Daten über ihre 0-Eingänge vor und überträgt die im Schieberegister 1006 gespeicherten Adressenbits über den Datenwähler 1008, das Gatter 1009 und die Ader 1001 zur Zwischenleitung 200-0. Gleichzeitig wird, da der Datenwähler 1007 seinen 0-Eingang gewählt hat, ein Signal 1 auf der Ader 1000 ausgegeben. Dieses Signal ist das oben beschriebene Aufbausignal.

Nachdem die sechs Adressenimpulse unter Steuerung des Zählers 1011 ausgesendet worden sind, schaltet die Steuerung 1004 das Gatter 1009 ab, betätigt das Flipflop 1010 und wartet auf den über die Ader 1001 zurückkommenden Bestätigungsimpuls. Bei Empfang des Bestätigungsimpulses sendet die Steuerung 1004 ein Signal über die Ader 1014 aus, das den Datenteilnehmer davon in Kenntnis setzt, dass er die Übertragung von Daten fortsetzen kann. Nach Beendigung der Übertragung entweder eines Pakets oder von über eine normale Verbindung laufenden Daten beendet der Datenteilnehmer die Aussendung des Startsignals über die Ader 1013. Bei Aufhören des Startsignals gibt die Steuerung 1004 über die Ader 1024 ein Signal zum Kennzeichengenerator 1023, das den Generator veranlasst, die Bits des End-Kennzeichens über die Datenwähler 1007 und 1008 sowie die Adern 1000 bzw. 1001 auszusenden. Unter Ansprechen auf dieses End-Kennzeichen geben die Knoten auf dem hergestellten Weg diesen frei.

Zur Anpassung des Aufbaus gemäss Fig. 2 an eine Verwirklichung mit Hilfe der Grossintegration (VLSI) ist eine topologische Transformation des Aufbaus gemäss Fig. 2 erforderlich, derart, dass alle Paare von Vermittlungsknoten eine benachbarte Position einnehmen. Die topologische Transformation ist in Fig. 11 dargestellt, wobei Paare von Knoten als einzelnes Bauteil gezeigt sind. Die Bezeichnung ist so gewählt, dass die Bezugszeichen der Bauteile der niedrigsten numerischen Bezeichnung des ersten Vermittlungsknotens in Fig. 2 entsprechen. Bei-

spielsweise ist das Knotenpaar 102-0, 102-4 der Stufe 3 in Fig. 2 in Fig. 11 mit 1002-0 bezeichnet, und das Knotenpaar 101-1, 101-3 gemäss Fig. 2 ist mit 1101-1 bezeichnet. Die topologische Transformation ist wie folgt definiert: Da das Vermittlungsnetzwerk so transformiert worden ist, dass zwei Vermittlungsknoten, die sich den Verkehr teilen, zusammenliegen, ist die Schiebefunktion S_i zur Durchführung dieser Operation für die Knoten der i -ten Stufe in Fig. 2 nach Verschieben der neuen Position der Zwischenleitung

$$[P_{n-1} \dots P_i P_{i-1} \dots P_2 P_1 P_0]$$

definiert zu:

$$S_i \left[[P_{n-1} \dots P_{i+1} P_i P_{i-1} \dots P_2 P_1 P_0] \right] = [P_{n-1} \dots P_{i+1} P_{i-1} \dots P_2 P_1 P_0]$$

wobei $i = 2, 3, \dots, n/2$.

Es sei S_i^{-1} die inverse Funktion von S_i . Dann gilt:

$$S_i^{-1} \left[[P_{n-1} \dots P_{i+1} P_i P_{i-1} \dots P_2 P_1 P_0] \right] = [P_{n-1} \dots P_{i+1} P_i P_{i-1} \dots P_2 P_0].$$

T_i wird wie folgt definiert:

$$T_i \left[[P_{n-1} \dots P_{i+1} P_i P_{i-1} \dots P_2 P_1 P_0] \right] = [P_{n-1} \dots P_{i+1} P_0 P_{i-1} \dots P_2 P_1 P_i].$$

D_i ist die topologische Regel, die definiert, wie Zwischenleitungen von Knoten der i -ten Stufe mit den Zwischenleitungen von Knoten der $(i+1)$ -ten Stufe verbunden sind und $D_i = T_{n-i}$. Die Topologie von Fig. 2 ist gegeben durch

$$S_{i+1} D_i S_i^{-1}.$$

Das obenbeschriebene Ausführungsbeispiel soll lediglich die Grundgedanken der Erfindung wiedergeben. Andere Anordnungen können vom Fachmann verwendet werden. So erkennt der Fachmann ohne weiteres, dass für den Fall $i > m/2$ (m = Zahl der Stufen im Netzwerk und i = Stufennummer) die Knoten in einem gegebenen Abschnitt der i -ten Stufe auf irgendeine Art paarweise zusammengestellt werden können.

FIG. 1

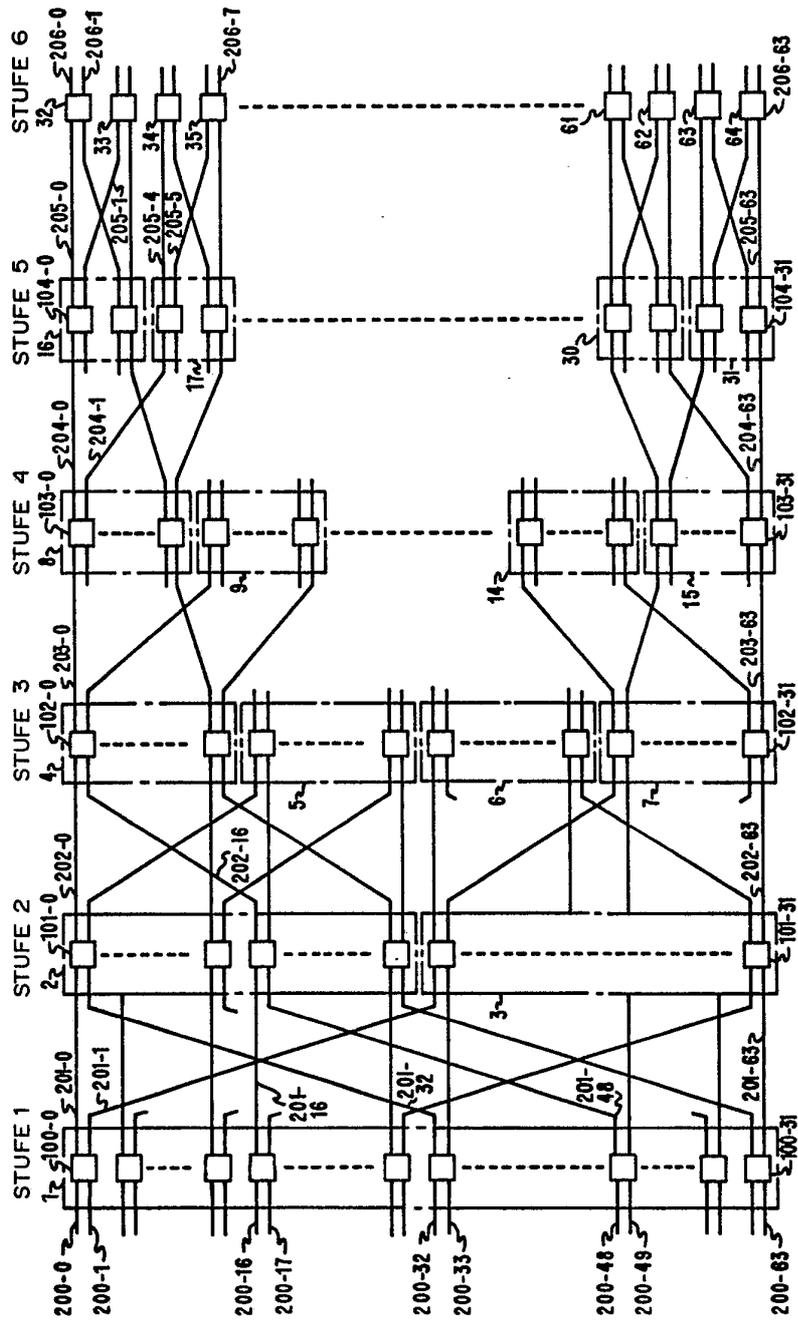


FIG. 3
ZWISCHENLEITUNGS-STEUERSCHALTUNG 500

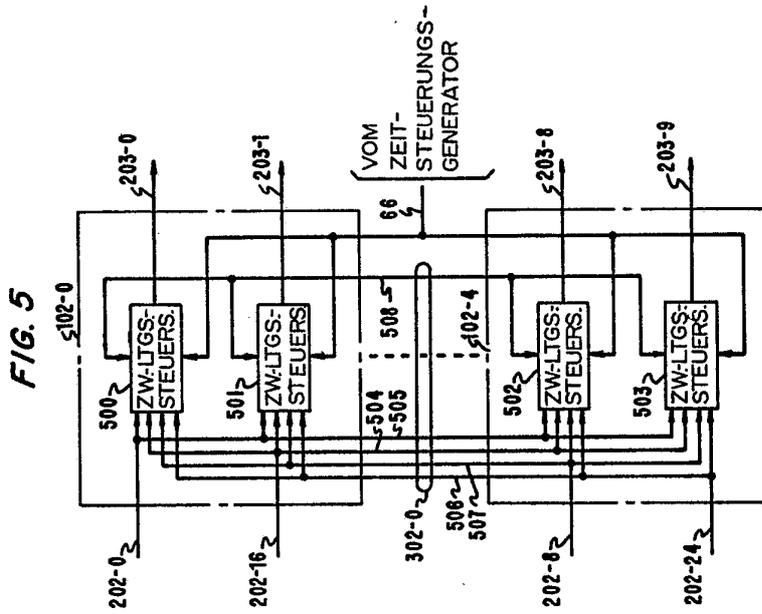
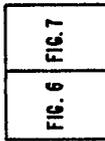


FIG. 4

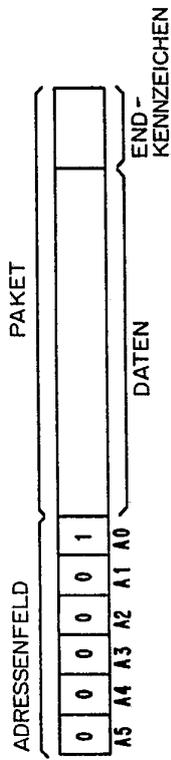


FIG. 6

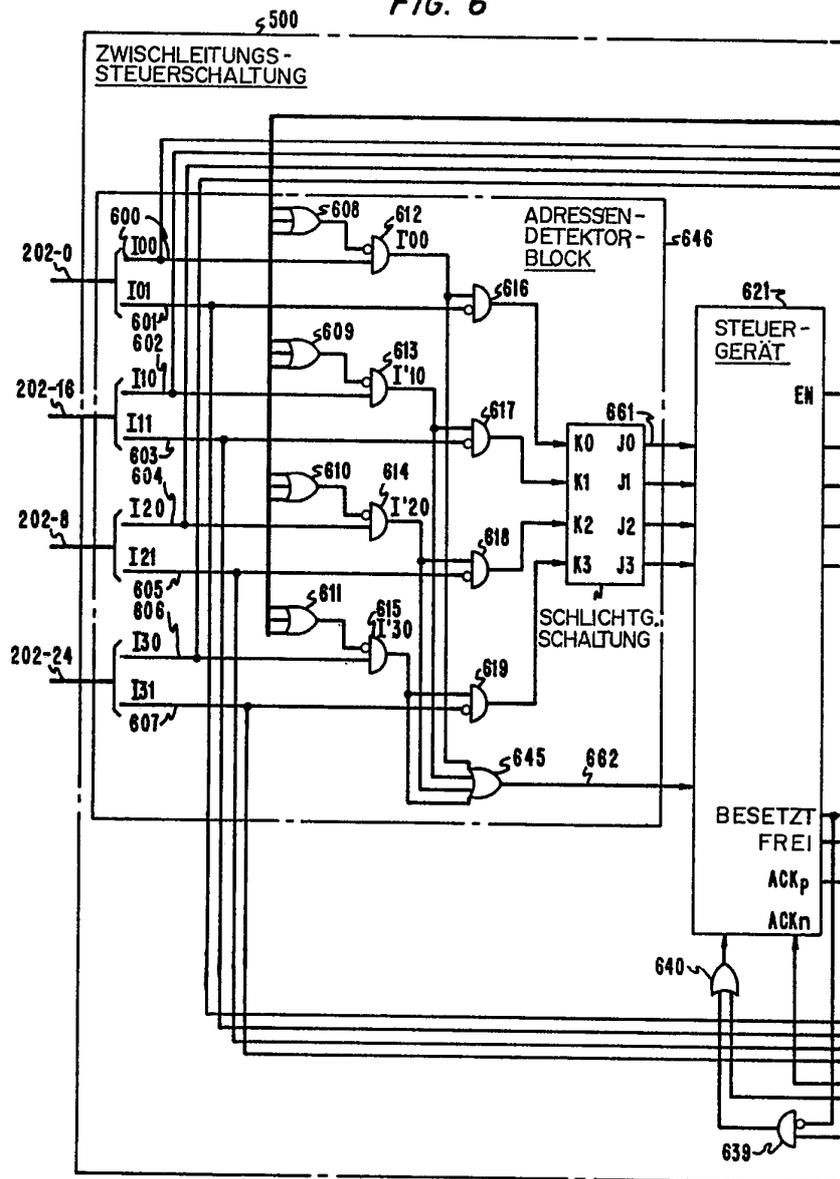


FIG. 7

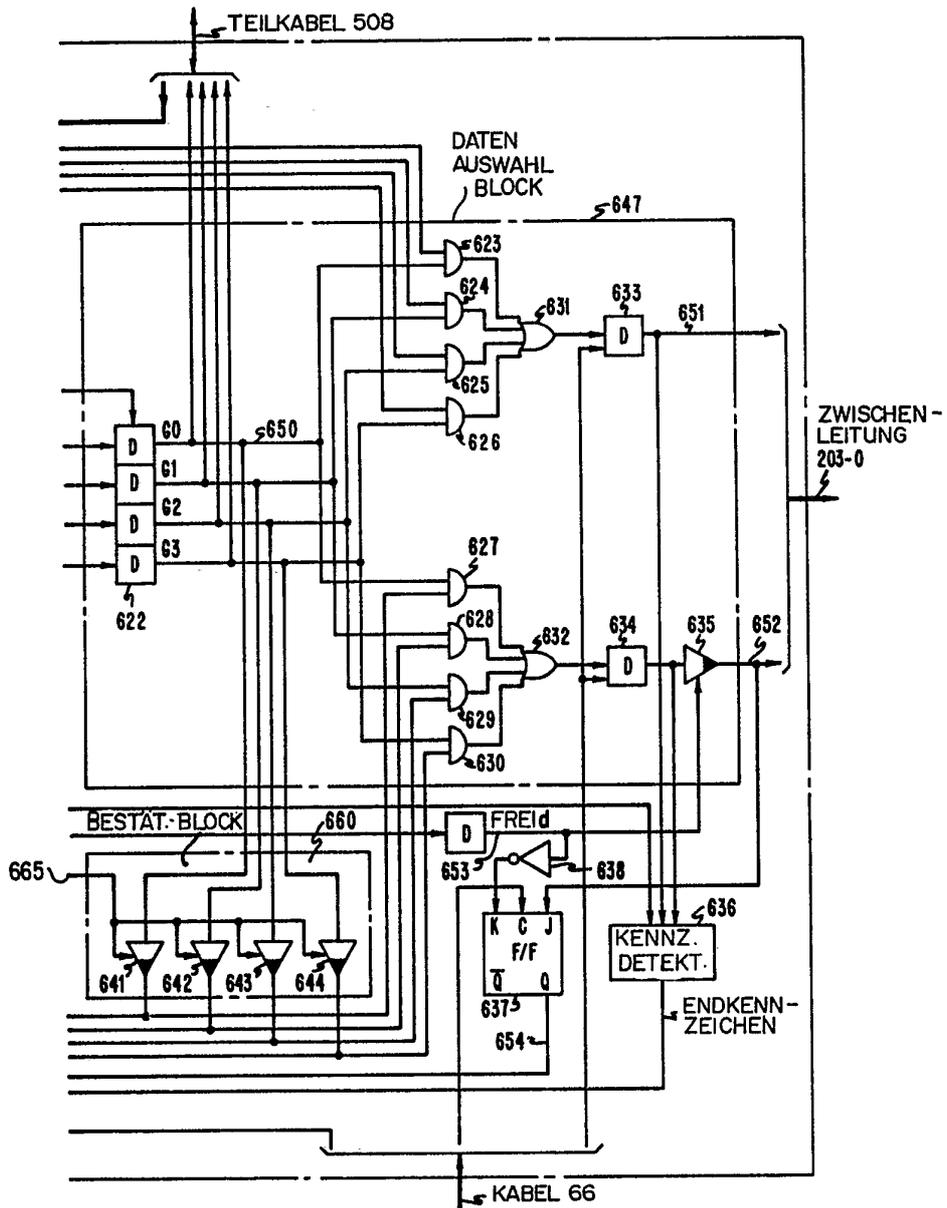


FIG. 8

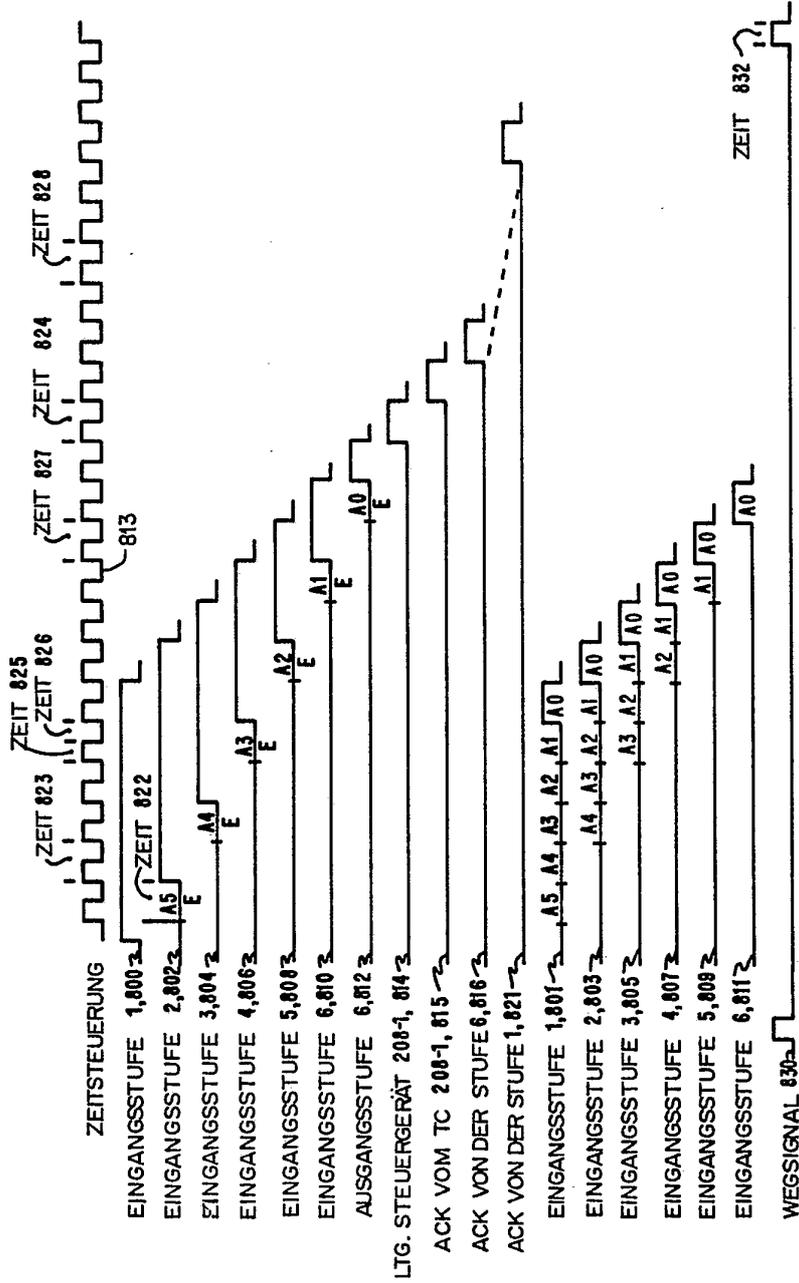


FIG. 9

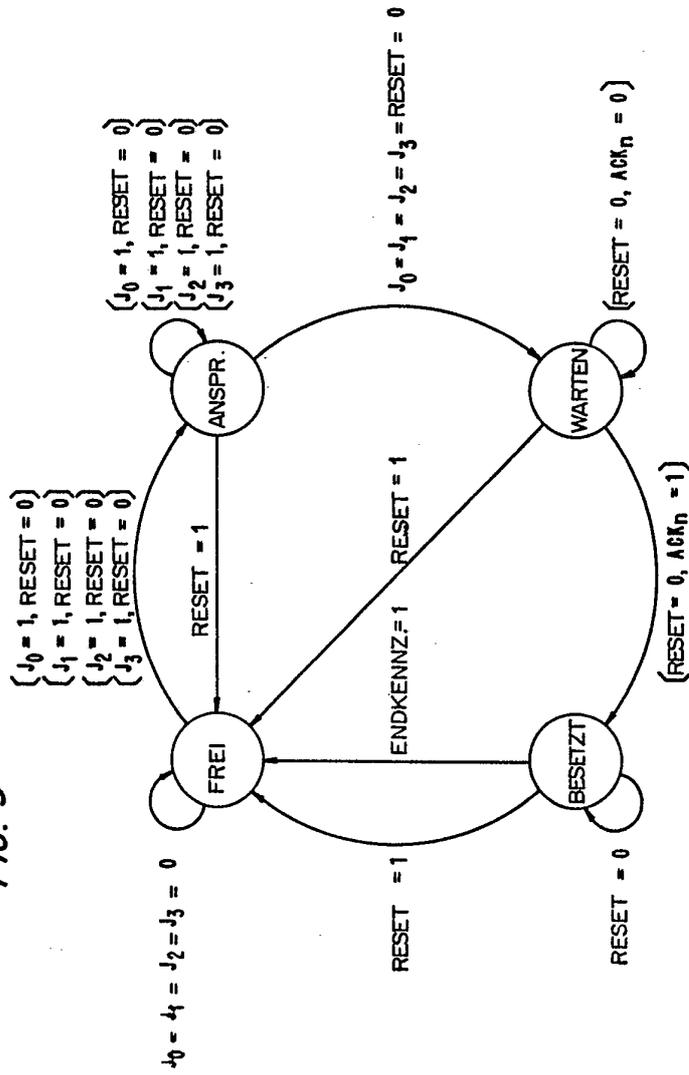


FIG. 10

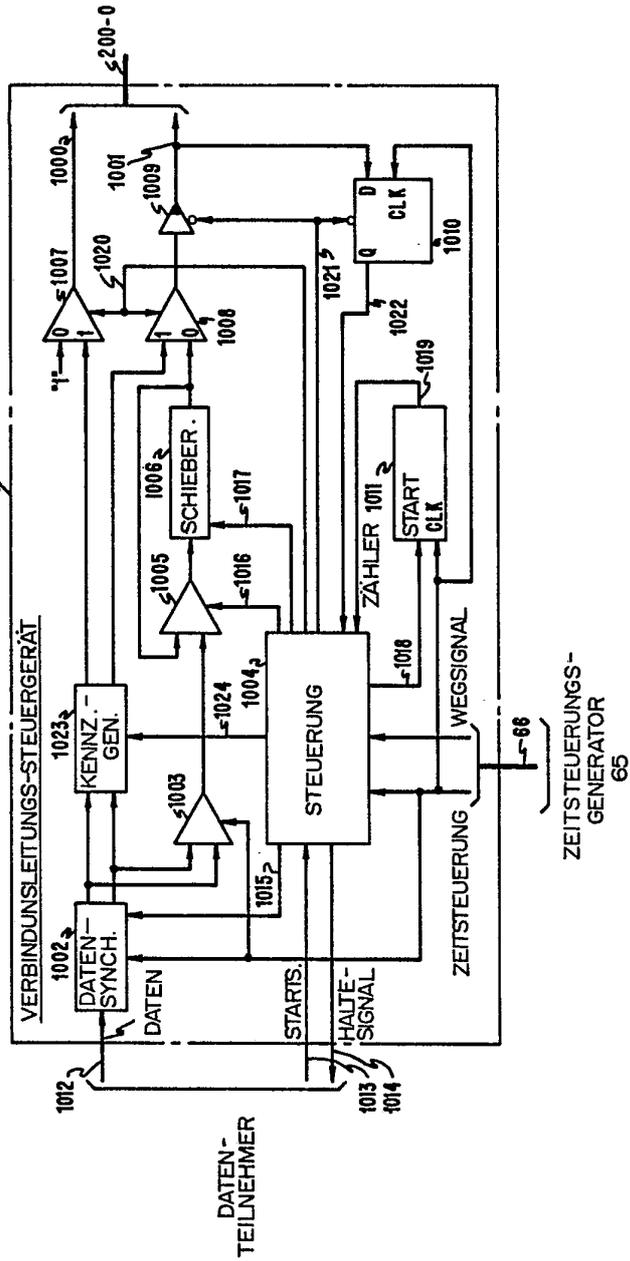


FIG. 11

