



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 18 656 T2** 2005.07.28

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 023 788 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 18 656.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/18324**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 942 132.4**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/10275**

(86) PCT-Anmeldetag: **12.08.1999**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **24.02.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **02.08.2000**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **14.07.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **28.07.2005**

(51) Int Cl.⁷: **H04J 3/06**
H04L 7/00

(30) Unionspriorität:
135502 17.08.1998 US

(73) Patentinhaber:
Gilat Satellite Networks Ltd., Petah Tikva, IL

(74) Vertreter:
Haseltine Lake Partners GbR, 81669 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:
**BEN BASSAT, Itzhak, 55900 Ganey Tikva, IL;
EHRENFELD, Dan, 69086 Tel Aviv, IL**

(54) Bezeichnung: **BIDIREKTIONALES KOMMUNIKATIONS PROTOKOLL**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung**GEBIET DER ERFINDUNG**

[0001] Die Erfindung betrifft Kommunikationsprotokolle, die bei statistischem Paketmultiplex verwendet werden, und insbesondere, jedoch nicht ausschließlich, eine bidirektionale Kommunikation, in der solche Protokolle verwendet werden.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] In digitalen Video-Rundfunksendungen (DVB, DVB = Digital Video Broadcasting) wird als Komprimierungsprotokoll beispielsweise MPEG (Moving Picture Experts Group) eingesetzt. MPEG erzeugt Datenpakete mit veränderlichen Raten, da die Datenkompressionsrate während einer Aussendung nicht konstant ist, sondern von der Veränderungsrate der Einzelheiten in den gesendeten Frames abhängt. Um derartige Daten wirksam auf einen einzigen Rundfunkkanal zu multiplexen, ist es üblich, statistische Multiplexverfahren zu verwenden. Damit ist die Einführung variabler Faktoren möglich, die die Zeitpunkte der Datenpaketübertragung von einer Sendevorrichtung an eine Empfangsvorrichtung beeinflussen.

[0003] Zum Bereitstellen von interaktivem Fernsehen oder von Datenanwendungen über digitale TV-Kanäle oder über Satellit, ein Beispiel wäre Internet-Browsen, ist es erforderlich, dass die Empfangsvorrichtung Datenpakete an die Sendevorrichtung zurücksendet. Gängige bidirektionale Kommunikationsprotokolle verlangen jedoch, dass die Empfangsvorrichtung ein Zeitbezugssignal rekonstruiert, das die Sendevorrichtung erzeugt hat, und nur synchron zu diesem Zeitbezugssignal sendet. Das an der University of Hawaii entwickelte Slotted-ALOHA-Protokoll erlaubt beispielsweise, dass die Empfangsvorrichtung Datenpakete nur zu Beginn eines Zeitschlitzes senden darf, der von der Sendevorrichtung bestimmt wird. Dadurch kann die Konkurrenz zwischen zwei Empfangsvorrichtungen, die gleichzeitig senden, mit minimalem Datenverlust gehandhabt werden.

[0004] Bei statistisch gemultiplextem Übertragen kann sich die Empfangseinheit zum Rekonstruieren des Sendetakts nicht auf die Empfangszeiten der Datenpakete stützen, da die Empfangszeiten die variablen Verzögerungen, d. h. die Jitter, enthalten, die in der Multiplexstufe zugefügt werden.

[0005] In US-A-5,559,796 ist ein Verfahren zum Synchronisieren einer Empfangsvorrichtung bezüglich einer Folge von Datenpaketen offenbart, die eine Paketquelle in einem Kommunikationssystem erzeugt, wobei die Datenpakete als Datenstrom mit variablem Jitter übertragen werden. Das Verfahren um-

fasst das Bereitstellen erster und zweiter Datenpakete in der Folge jeweils zu einem ersten und einem zweiten Eingabezeitpunkt, und das Übertragen des ersten Datenpakets und das Ermitteln eines Maßes für den Jitter, der zur Übertragung des ersten Datenpakets gehört.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0006] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein DVB-Übertragungssystem bereitzustellen, in dem die Senderseite eine ausreichende Zeitbezugsinformation verfügbar macht, mit deren Hilfe sich die Empfängerseiten synchronisieren können, damit eine Zweiwegübertragung möglich wird. Ein derartiges System sollte bevorzugt die Daten nicht verändern, die die Multiplexstufe bereits durchlaufen haben.

[0007] Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Synchronisieren einer Empfangsvorrichtung bezogen auf eine Folge von Datenpaketen bereitgestellt, die in einem Kommunikationssystem von einer Paketquelle erzeugt werden, wobei die Datenpakete als Datenstrom mit variablem Jitter übertragen werden, umfassend:

das Bereitstellen erster und zweiter Datenpakete in der Folge zu jeweils ersten und zweiten Eingabezeitpunkten; und

das Übertragen des ersten Datenpakets und das Ermitteln eines Maßes für den Jitter, der zur Übertragung des ersten Datenpakets gehört, gekennzeichnet durch:

das Schreiben des Maßes für den Jitter des ersten Datenpakets in das zweite Datenpaket; und
das Übertragen des zweiten Datenpakets, wobei die Empfangsvorrichtung das erste und das zweite Datenpaket empfängt und das Maß für den Jitter im zweiten Datenpaket zum Synchronisieren auf den ersten Eingabezeitpunkt verwendet.

[0008] Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird eine Einrichtung für die Datenübertragung in einem Kommunikationssystem bereitgestellt, wobei eine Folge von Datenpaketen von einer Paketquelle erzeugt und als Datenstrom mit einem variablen Jitter übertragen werden, umfassend:

einen Monitor, der die Pakete in dem Datenstrom abtastet; und

einen Verzögerungszähler, der eine Verzögerung zwischen der Übertragung eines ersten Pakets im Datenstrom und einem Eingabezeitpunkt ermittelt, zu dem das erste Paket erzeugt wurde, gekennzeichnet durch:

einen Signaturschreiber, der die Verzögerung, die der Verzögerungszähler ermittelt, in ein zweites nachfolgendes Paket schreibt, das die Paketquelle erzeugt, wobei eine Empfangsvorrichtung im Kommunikationssystem das erste und das zweite Paket empfängt und die in das zweite Datenpaket geschriebene Verzögerung dazu verwendet, den Eingabezeit-

punkt des ersten Pakets zu bestimmen.

[0009] Gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung wird eine Einrichtung zum Synchronisieren einer Empfangsvorrichtung bezogen auf eine Folge von Datenpaketen bereitgestellt, die in einem Kommunikationssystem von einer Paketquelle zu jeweiligen Eingabezeitpunkten erzeugt werden, wobei die Folge von Datenpaketen als Datenstrom mit variablem Jitter der Pakete bezogen auf die jeweiligen Eingabezeitpunkte übertragen wird, und worin ein Maß für den Jitter, der zum ersten Datenpaket in der Folge gehört, in ein zweites nachfolgendes Paket geschrieben wird, und die Einrichtung umfasst:
einen Empfänger, der den Datenstrom einschließlich des ersten und des zweiten Datenpakets empfängt; und
einen Ankunftsmonitor, der eine Empfangszeit des ersten Datenpakets an der Empfängervorrichtung ermittelt;
gekennzeichnet durch:
einen Wiederhersteller, der das Maß für den Jitter aus dem zweiten Datenpaket liest und wieder eine Synchronisierung des Eingabezeitpunkts des ersten Datenpakets herstellt, und zwar mit Hilfe des Maßes für den Jitter und der Empfangszeit aus dem Ankunftsmonitor.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0010] Die Erfindung wird nunmehr zur besseren Darstellung und um zu zeigen, wie sie ausgeführt werden kann, beispielhaft mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben.

[0011] Es zeigt:

[0012] [Fig. 1](#) eine Skizze eines bidirektionalen Satellitensystems gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung;

[0013] [Fig. 2](#) ein skizziertes Blockdiagramm einer Sende-Ausgabevorrichtung im System nach [Fig. 1](#), angeordnet gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung;

[0014] [Fig. 3](#) ein skizziertes Blockdiagramm eines Teils der Vorrichtung in [Fig. 2](#);

[0015] [Fig. 4](#) ein skizziertes Blockdiagramm einer Empfangsvorrichtung im System nach

[0016] [Fig. 1](#) gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung; und

[0017] [Fig. 5](#) eine Darstellung der zeitlichen Bezüge bei einer Sendeprozedur gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0018] [Fig. 1](#) zeigt eine Skizze eines bidirektionalen Satellitenkommunikationssystems **11** gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung. Das System **11** umfasst ein Zentrum **15** bzw. eine Sendestation, die Datenpakete, bevorzugt digitale Videodaten (DVB), über einen Satelliten **13** verbreitet. Die Daten werden mit einer oder mehreren VSAT-Einrichtungen **17** (VSAT = Very Small Aperture Terminal) oder mit anderen geeigneten Empfangsvorrichtungen empfangen. Der Satellit **13** befindet sich bevorzugt in einer geostationären Umlaufbahn. Dies führt zu einer bekannten Verzögerungszeit zwischen der Aussendung eines Signals durch das Zentrum **15** und seinem Empfang bei VSAT **17**. In jedem Fall sind Verfahren zum Bestimmen der Übertragungsverzögerungen durch Satellitenübertragung bekannt. Für diese Beschreibung wird angenommen, dass die Übertragungsverzögerung im System **11** unabhängig von der im Folgenden beschriebenen Prozedur zum Ermitteln der Paketübertragungsverzögerung bekannt ist.

[0019] Bevorzugt umfassen die vom Zentrum **15** gesendeten Daten einen Strom von MPEG-Datenpaketen, in dem die Daten mit bekannten Standards komprimiert und umrahmt sind. Natürlich lassen sich die Leitgedanken der Erfindung, die im Weiteren beschrieben werden, auch auf andere Arten von Datenpaketen anwenden. Jedes derartige Paket wird in aufeinander folgenden Zeitschlitzten erzeugt, die durch einen zum Zentrum **15** gehörenden Takt bestimmt werden.

[0020] Zusätzlich zum Empfang von Datenpaketen vom Zentrum **15** sendet VSAT **17** auch Daten über den Satelliten **13** zurück zum Zentrum. Die Übertragung von Daten durch VSAT **17** ist den durch das Zentrum **15** definierten Zeitschlitzten synchronisiert, und zwar bevorzugt gemäß dem Slotted-ALOHA-Protokoll, siehe oben. Damit ist es erforderlich, dass VSAT **17** über den Zentrumstakt verfügt oder aus den Datenpaketen den Zentrumstakt extrahieren kann, gemäß dem die Zeitschlitzte bestimmt sind, und zwar unabhängig von irgendwelchen zusätzlichen Verzögerungen, die zwischen die Erzeugung der Pakete im Zentrum **15** und ihre Übertragung eingeschleust werden.

[0021] [Fig. 2](#) zeigt eine Ausgabevorrichtung **16** im Zentrum **15** für die Übertragung von in Paketen angeordneten MPEG-Daten gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung. Die Vorrichtung umfasst mehrere Eingänge I/P 1, I/P 2, ... I/P n. Die Eingangssignale werden von zugewiesenen MPEG-Transport-Paketdatenquellen **10** erzeugt (im Weiteren als Datenquelle bezeichnet; in der Abbildung ist nur eine Datenquelle dargestellt). Die Daten

enthalten bevorzugt Video- und/oder Audiodaten. Die Eingänge I/P 1, I/P 2, ... I/P n führen zu einem Multiplexer **12**, der die n Eingangskanäle auf einen einzigen Ausgangskanal oder Datenstrom **14** multiplext. Der Multiplexer **12** ist ein genereller (oder statistischer) Paketmultiplexer. Daher ist es nicht möglich, die exakte Zeit des Erscheinens irgendeines gegebenen Datenpakets im Ausgabestrom zu kennen, wenn die Zeit seines Erscheinens im Multiplexer-Eingabestrom bekannt ist. Dies ist darin begründet, dass der Multiplexer auf die Auslastung der Eingangsströme reagieren kann und stark belasteten Eingängen mehr Ausgaberaum zuweisen kann, dass der Multiplexer leere Datenpakete löschen kann usw., und dass der Multiplexer Daten von verschiedenen Eingabeströmen puffern kann, bis Ausgaberaum verfügbar ist. Die wechselnde Verzögerung, die in die zeitliche Lage der Pakete eingefügt wird, ist im Weiteren als Jitter bezeichnet. Nach dem Aufbauen des Ausgabestroms **14** werden die Ausgabedaten an einen Modulator **18** gesendet und zu VSAT **17** übertragen.

[0022] In einer Ausführungsform der Erfindung ist ein passiver Monitor **22** für den Datenstrom **14** vorhanden, der zur MPEG-Datenquelle **10** zurückführt. Dadurch ist es der Quelle **10** möglich, den Ausgang des Multiplexers **12** zu überwachen und die Ankunft eines jeden Datenpakets, das sie gesendet hat, am Ausgang zu erkennen. Hat sie das Paket erkannt, so kann sie ein Maß für den Jitter bestimmen, und zwar anhand einer Zeitmessung, die beim Senden des Pakets begonnen hat. Der gemessene Jitter wird nun in einen Steuerabschnitt des folgenden zu sendenden Datenpakets geschrieben, und zwar auf eine Weise, die allgemein mit den MPEG-Standards verträglich ist. Auf diese Weise lässt sich der vom Multiplexer **12** eingefügte Jitter beobachten und an die Empfangsvorrichtung **17** übertragen, ohne dass der Multiplexer verändert werden muss. Der Ausgabestrom wird passiv überwacht, und es wird keine zusätzliche Verzögerung in den Ausgabestrom eingefügt. Jede Datenquelle **10** arbeitet unabhängig. Damit werden jegliche Quellen, bei denen eine solche Überwachung nicht erforderlich ist, nicht benachteiligt.

[0023] **Fig. 3** zeigt ein Blockdiagramm gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, in dem die Arbeitsweise der MPEG-Paketquelle **10** skizziert ist. Ein aktuelles Datenpaket wird zunächst auf normalem Weg und in bekannter Weise in einer MPEG-Datenquelle **29** erzeugt und über ein Register **34** an einen Transportpaketformatierer **35** gesendet. Von dort gelangt es zum Multiplexer **12**, der es als aktuelles Datenpaket überträgt. Das aktuelle Paket oder ein Teil davon wird auch in ein Filter **26** eingegeben. Beim Senden des Pakets beginnt ein Verzögerungszähler **20** zu laufen. Gleichzeitig überwacht der passive Monitor **22** den Ausgabestrom **14** des Multiplexers **12**. Datenpakete **24** des Ausgabestroms am Eingang des Modulators **18** werden zum Filter **26**

übertragen, das jedes Paket mit dem von der Quelle **29** eingegebenen aktuellen Paket vergleicht. Ein Synchronisierer **31** erkennt die Anfangszeit eines jeden vom Monitor **22** empfangenen Datenpakets und gibt ein entsprechendes Signal an einen Zeitgeber **32** aus. Während der Verarbeitung des aktuellen Datenpakets lädt die Quelle **29** das folgende Datenpaket in das Register **34**. Die Paketquelle **10** gibt die Pakete an dem Multiplexer **12** jeweils zu Zeitpunkten T_j aus, die den Zeitschlitten der MPEG-Übertragung entsprechen. Diese Zeitpunkte werden in einem Datenfeld der Pakete aufgezeichnet, das für diesen Zweck reserviert ist.

[0024] Entscheidet das Filter **26**, dass eines der Datenpakete **24** mit dem aktuellen Datenpaket übereinstimmt, so wird ein Ausgangssignal "ja" erzeugt. Andernfalls wird ein Ausgangssignal "nein" erzeugt. Das Ja/Nein-Ausgangssignal des Filters **26** wird an einen Zeitsignaturschreiber **28** gesendet, der so beschaffen ist, dass er dem folgenden Datenpaket im Register **34** eine Zeitdatensignatur zufügt, und zwar wie beschrieben in einem dafür geeigneten vorbestimmten Datenfeld. Der Verzögerungszähler **20** empfängt Zeitbezugssignale vom Synchronisierer **31** und teilt dies dem Schreiber **28** mit, der mit Hilfe eines Taktsignals aus dem Zeitgeber **32** die Zeitspanne überwacht, die seit dem Senden des aktuellen Datenpakets an den Multiplexer verstrichen ist. Trifft das Signal "ja" vom Filter **26** ein, so schreibt der Schreiber **28** die verstrichene Zeitspanne in das folgende Datenpaket im Register **34**. Der Signaturschreiber fügt bevorzugt auch die tatsächliche Zentrumszeit aus dem Zeitgeber **32** in die Signatur ein. Gleichzeitig wird der Zähler **20** zurückgesetzt. Das an den Multiplexer **12** gesendete Paket enthält damit einen Zeitpunkt T_j zu dem die Paketquelle **10** das Paket abgeschickt hat, und einen Jitter ΔT_{j-1} der bezüglich des vorhergehenden Pakets ermittelt wurde (eine Ausnahme bildet das erste Paket in einer gegebenen Übertragung, das keine Jitterinformation enthält).

[0025] **Fig. 4** zeigt skizzenhaft ein Blockdiagramm mit Einzelheiten des VSAT **17** gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung. Die in den Steuerdaten des folgenden Datenpakets enthaltene Jitterinformation ermöglicht es VSAT **17**, die tatsächlichen Zeitpunkte zu rekonstruieren, zu denen die Paketquelle **10** die Pakete ausgesendet hat. Damit kann VSAT synchronisiert mit den Zeitschlitten des Zentrums Nachrichten an das Zentrum **15** zurücksenden. Ein Demodulator **40** empfängt und demoduliert den vom Zentrum gesendeten Datenstrom, und ein Demultiplexer **42** demultiplext Ausgabedaten **44**, die ausgewählte Datenpakete (einschließlich der Jitterinformation) enthalten. Für jedes Paket liest ein Datenleser **48** die Zeit- und Jitterdaten T_j und ΔT_{j-1} im Paket. Ein Hauptzähler **46** leitet einen Systemtakt aus dem Datenstrom ab, der den Sendezeitpunkten der Datenpakete vom Zentrum **15** entspricht, und gibt den

Takt an einen Verzögerungswiederhersteller/Prüfer **50** aus.

[0026] Der Wiederhersteller/Prüfer **50** verwendet den Takt aus dem Zähler **46** zum Ermitteln eines Intervalls T_j zwischen der Ankunft des aktuellen Pakets bei VSAT **17** und der Ankunft des vorhergehenden Pakets. Dies entspricht dem Zeitunterschied, mit dem die Pakete an den Modulator **18** ausgegeben wurden. Das ermittelte Intervall wird zusammen mit der Zeit- und der Jitterinformation aus dem Leser **48** zum Rekonstruieren des Schlitztakts der Paketquelle **10** verwendet, d. h. zum Rekonstruieren des aktuellen korrekten Synchronisationstakts der Zeitschlitze der Pakete, die an der Quelle erzeugt wurden. In der Regel wird der korrigierte Takt, wie im Weiteren beschrieben ist, nach nur zwei bei VSAT empfangenen Paketen rekonstruiert (gesendet zu den Zeitpunkten T_0 und T_1). Der Wiederhersteller/Prüfer **50** gibt den korrigierten Takt an den Hauptzähler **46** und einen Monitorzähler **47** aus. Mit dem Monitorzähler wird nachgeprüft, dass der korrigierte Takt mit dem tatsächlichen Zeitpunkt synchronisiert bleibt, zu dem jedes Paket an den Modulator **18** ausgegeben wurde, und zwar bevorzugt durch das Subtrahieren der empfangenen Jitterdaten ΔT_j vom Zeitpunkt, zu dem das Paket tatsächlich bei VSAT **17** empfangen wurde, und den Vergleich des Ergebnisses mit dem korrigierten Takt. Tritt irgendeine Diskrepanz auf, so setzt der Wiederhersteller/Prüfer **50** den Hauptzähler **46** entsprechend zurück.

[0027] Der korrigierte Takt aus dem Hauptzähler **46** wird in einen Übertragungstrigger **52** eingegeben, der die Übertragung von Meldungen freigibt, die VSAT **17** zurück an das Zentrum **15** sendet. Die Meldungen werden bevorzugt zu Beginn eines jeden Schlitzes gesendet, beispielsweise gemäß dem Slotted-ALOHA-Protokoll. Da die Zeitschlitze der Ausgabepakete bevorzugt alle eine bekannte Dauer gemäß dem MPEG-Standards haben, ist es nicht erforderlich, dass der Wiederhersteller/Prüfer **50** alte Zeitschlitze rekonstruiert. Die Jitterinformation in nachfolgenden Paketen wird jedoch bevorzugt dazu eingesetzt, siehe die obige Beschreibung, zu prüfen, dass die Synchronisierung des Triggers **52** erhalten bleibt.

[0028] [Fig. 5](#) zeigt eine Darstellung der zeitlichen Bezüge gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, die dem Verständnis der Arbeitsweise der Paketquelle **10** und des VSAT **17** beim Übertragen von Datenpaketen zwischen dem Zentrum **15** und dem VSAT dient. In dieser Abbildung bezeichnet T_n den Zeitpunkt, zu dem die Paketquelle **10** das n-te Datenpaket ausgibt. ΔT_n bezeichnet die variable Verzögerung, die der Multiplexer **12** beim Senden des Pakets zufügt, d. h. die Zeitspanne zwischen der Ausgabe des Pakets durch die Quelle **10** und dem Empfang des Pakets im Modulator **18**. Das n-te Paket verlässt das Zentrum **15** nicht vor dem Zeitpunkt

$T_n + \Delta T_n$. Es wird nun unterstellt, dass das Paket augenblicklich von VSAT **17** empfangen wird, da die Übertragungsverzögerung über den Satelliten **13** wie angegeben bekannt ist und aus der Berechnung entfernt werden kann. T_n' bezeichnet das Intervall zwischen dem Senden (oder Empfangen) des n-ten Pakets und des (n - 1)ten Pakets an den Modulator **18**. Obwohl die Quelle **10** die Pakete mit bekannten Intervallen an den Multiplexer **12** ausgibt, ändert sich T_n' abhängig von den Schwankungen der Verzögerung zwischen den Paketen unvorhersagbar, und zwar gemäß der Formel: $T_n' = T_n - T_{n-1} + \Delta T_n - \Delta T_{n-1}$. (Für $n = 0$ wird ΔT_{n-1} zu Null gesetzt.) Wie bereits erwähnt ist $T_n - T_{n-1}$ bekannt, und zwar gegeben durch die Dauer der Zeitschlitze, die die Paketquelle **10** erzeugt.

[0029] Bevorzugt wird ΔT_n als Modulowert dargestellt, und zwar mit einem Modul gleich der Anzahl von Schwingungen des Zentrumzeitgebers **32** in einem einzigen Zeitschlitz. Stellt man ΔT_n in dieser Form dar, so kann man die Größe des Datenfelds verringern, das in jedem Paket für den Verzögerungswert angefordert wird. Da der Zweck der Übertragung des Verzögerungswerts zu VSAT **17** darin besteht, dass VSAT seine Sendung mit dem Beginn eines jeden beliebigen Zeitschlitzes synchronisieren kann, und es keine Rolle spielt, mit welchem Zeitschlitz die Sendung synchronisiert wird, reicht es aus, das Modul zu übertragen, und nicht den vollen Zahlenwert der Verzögerungen, die die Dauer eines Zeitschlitzes übersteigen können.

[0030] VSAT **17** rekonstruiert die Zeitschlitzsynchronisierung der Paketquelle **10** mit Hilfe von T_n' . Diesen Wert bestimmt VSAT empirisch aus den Ankunftszeiten der Pakete an der Vorrichtung, und aus den Werten von ΔT_n und ΔT_{n-1} , die als Daten in den Paketen übertragen werden, die das Zentrum **15** an VSAT **17** sendet. Das erste Paket, siehe [Fig. 5](#), kommt an der Vorrichtung zum Zeitpunkt $T_0 + \Delta T_0$ an; ΔT_0 ist zu diesem Zeitpunkt jedoch noch unbekannt. Den Wert von ΔT_0 empfängt die Vorrichtung **17** erst zum Zeitpunkt $T_1 + \Delta T_1$, zu dem das zweite Paket bei VSAT **17** eintrifft. Der Wiederhersteller **50** verwendet nun die empirische Ankunftszeit des ersten Pakets und seinen Verzögerungswert ΔT_0 zum Feststellen des tatsächlichen korrigierten Zeitpunkts T_0 , zu dem die Quelle **10** das erste Paket ausgegeben hat. Der Trigger **52**, der die korrigierte Zeit vom Hauptzähler **46** erhält, zählt beginnend bei T_0 weiter, und zwar mit Hilfe der gleichen Modulobasis, die oben im Zusammenhang mit ΔT_n beschrieben wurde. Damit ist zu Beginn eines jeden Zeitschlitzes das Modul gleich Null, und der Trigger **52** ermöglicht das Übertragen von Meldungen von VSAT **17** zu diesem Zeitpunkt.

[0031] Die obige Berechnung lässt sich wie folgt überprüfen. Das empirische Intervall T_1' zwischen dem ersten und dem zweiten Paket wird durch Subtrahieren der Zeitpunkte des tatsächlichen Eintreffens

fens der beiden Pakete ermittelt. Das Ergebnis der Berechnung sollte als Modulwert die Differenz zwischen den beiden benachbarten Jittern liefern, d. h. $\text{mod}(\Delta T_1 - \Delta T_0)$. Auf diese Weise überprüft der Wiederhersteller/Prüfer **50** die Bestimmung der Verzögerung. Bevorzugt erfolgt eine solche Überprüfung nach jedem Empfang eines Pakets bei VSAT **17**, und jeglicher Versatz im Zeitbezug des Triggers **52**, der sich auf diese Weise aufdecken lässt, wird korrigiert.

[0032] Wie bereits angegeben wird der rekonstruierte Zeitschlitztakt bevorzugt dazu verwendet, Datenpakete zum Senden auf dem Rückweg zurück zum Zentrum **15** zu synchronisieren. Sind die Datenpakete MPEG2-Pakete oder irgendeine andere Form von Datenpaketen, die Videosignale enthalten, so kann man die Prinzipien der Erfindung dazu nutzen, interaktives Fernsehen (2-Wege-Fernsehen) bereitzustellen, beispielsweise für Videokonferenzen. Wie angegeben eignet sich das System besonders zum Einsatz mit dem Slotted-ALOHA-Kommunikationsprotokoll, das im Bereich der Satellitenkommunikation weit verbreitet ist. Damit erlauben es die bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung, interaktives Fernsehen über einen Satellitenkommunikationskanal bereitzustellen.

[0033] Die Überwachung erfolgt passiv durch den Monitor **22** am Ausgang des Multiplexers **12**. Die Ausführungsformen der Erfindung benötigen daher zum Betrieb kein Auswechseln und keine Veränderung des Multiplexers. Damit ist die Anpassung vorhandener Betriebseinrichtungen an den Gebrauch mit dem System der Erfindung eine relativ einfache Aufgabe, die generell nur erfordert, dass die Paketquelle **10** geeignet so modifiziert wird, dass sie die Werte der Paketübertragungsverzögerung ermittelt und sendet. VSAT **17** muss so programmiert werden, dass die Verzögerungswerte gelesen und verwendet werden, siehe die obige Beschreibung. Die hier beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen beziehen sich auf das Zentrum **15** und auf VSAT **17**; natürlich können die Prinzipien der Erfindung gleichermaßen auf bidirektionale Kommunikationssysteme angewendet werden, in denen andere Sende- und Empfangsvorrichtungen eingesetzt werden.

[0034] Die obige Beschreibung dient nur als Beispiel. Der Bereich der Erfindung ist in den beigefügten Ansprüchen definiert. Natürlich lassen sich die verschiedenen Merkmale der Erfindung, die der Verständlichkeit wegen in eigenen Ausführungsformen beschrieben sind, gemeinsam in einer einzigen Ausführungsform bereitstellen. Im Gegensatz dazu lassen sich verschiedene Merkmale der Erfindung, die aus Gründen der Kürze in einer einzigen Ausführungsform beschrieben sind, getrennt oder in jeder beliebigen Untergruppierung bereitstellen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Synchronisieren einer Empfangsvorrichtung (**17**) bezogen auf eine Folge von Datenpaketen (**24**), die in einem Kommunikationssystem (**11**) von einer Paketquelle (**10**) erzeugt werden, wobei die Datenpakete als Datenstrom (**14**) mit variablem Jitter übertragen werden, umfassend: das Bereitstellen erster und zweiter Datenpakete in der Folge zu jeweils ersten und zweiten Eingabezeitpunkten; und das Übertragen des ersten Datenpakets und das Ermitteln eines Maßes für den Jitter, der zur Übertragung des ersten Datenpakets gehört, gekennzeichnet durch: das Schreiben des Maßes für den Jitter des ersten Datenpakets in das zweite Datenpaket; und das Übertragen des zweiten Datenpakets, wobei die Empfangsvorrichtung das erste und das zweite Datenpaket empfängt und das Maß für den Jitter im zweiten Datenpaket zum Synchronisieren auf den ersten Eingabezeitpunkt verwendet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, worin das Bereitstellen des ersten und des zweiten Datenpakets das Bereitstellen von MPEG-Daten [Moving Picture Experts Group] umfasst, und wobei das Schreiben des Maßes für den Jitter das Schreiben des Maßes in ein MPEG-Datenfeld umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1, worin das Ermitteln des Maßes für den Jitter das passive Abtasten des Datenstroms (**14**) umfasst.

4. Verfahren nach Anspruch 3, worin das Ermitteln des Maßes für den Jitter das Filtern des abgetasteten Datenstroms (**14**) umfasst, damit eine Verzögerung bestimmt wird, mit der das erste Datenpaket im abgetasteten Datenstrom (**14**) erscheint.

5. Verfahren nach Anspruch 3, worin das Bereitstellen des ersten und des zweiten Pakets die Eingabe der Pakete in einen Multiplexer (**12**) umfasst, und worin das passive Abtasten des Datenstroms (**14**) das Abtasten eines Ausgangssignals des Multiplexers (**12**) umfasst.

6. Verfahren nach Anspruch 1, worin das Schreiben des Maßes für den Jitter in das zweite Datenpaket das Schreiben eines Modulos des ermittelten Maßes umfasst.

7. Verfahren nach Anspruch 1, worin das Übertragen des ersten und des zweiten Datenpakets das Übertragen der Pakete über eine Satellitenverbindung (**13**) umfasst.

8. Verfahren nach Anspruch 1, umfassend: das Empfangen des ersten und des zweiten Datenpakets und das Beobachten einer Empfangszeit des

ersten Pakets;
das Lesen des Maßes für den Jitter des ersten Datenpakets, das in das zweite Datenpaket geschrieben ist; und
das Rekonstruieren einer Synchronisierung der Eingabezeit des ersten Datenpakets mit Hilfe der Empfangszeit und des Maßes für den Jitter des Pakets.

9. Verfahren nach Anspruch 8, umfassend das Übertragen einer Nachricht, die mit einem der Eingabezeitpunkte in der rekonstruierten Timingfolge synchronisiert ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei das Übertragen der Nachricht das Übertragen einer Nachricht in einem Zeitschlitz umfasst, der dem einen Eingabezeitpunkt entspricht, und zwar gemäß einem Slotted ALOHA-Protokoll.

11. Verfahren nach Anspruch 8, umfassend das Ermitteln eines Maßes für den Jitter des zweiten Datenpakets und das Bereitstellen und Übertragen eines dritten Datenpakets in der Folge, in das ein Maß für den Jitter des zweiten Datenpakets geschrieben wird, und das Verifizieren der Synchronisierung des Eingabezeitpunkts des ersten Datenpakets mit Hilfe der Maße für den Jitter des ersten und des zweiten Datenpakets.

12. Einrichtung (15) für die Datenübertragung in einem Kommunikationssystem (11), wobei eine Folge von Datenpaketen (24) von einer Paketquelle (10) erzeugt und als Datenstrom (14) mit einem variablen Jitter übertragen werden, umfassend:
einen Monitor (22), der die Pakete (24) in dem Datenstrom (14) abtastet; und
einen Verzögerungszähler (20), der eine Verzögerung zwischen der Übertragung eines ersten Pakets im Datenstrom (14) und einem Eingabezeitpunkt ermittelt, zu dem das erste Paket erzeugt wurde, gekennzeichnet durch:
einen Signaturschreiber (28), der die Verzögerung, die der Verzögerungszähler (20) ermittelt, in ein zweites nachfolgendes Paket schreibt, das die Paketquelle (10) erzeugt, wobei eine Empfangsvorrichtung (17) im Kommunikationssystem (11) das erste und das zweite Paket empfängt und die in das zweite Datenpaket geschriebene Verzögerung dazu verwendet, den Eingabezeitpunkt des ersten Pakets zu bestimmen.

13. Einrichtung nach Anspruch 12, worin der Monitor (22) die Pakete in dem Datenstrom (14) im Wesentlichen so abtastet, dass die Daten darin nicht verändert werden.

14. Einrichtung nach Anspruch 12, umfassend einen Multiplexer (12), in den die Folge der Datenpakete (24) eingegeben wird, wobei der Monitor (22) ein Ausgangssignal des Multiplexers (12) abtastet.

15. Einrichtung nach Anspruch 12, umfassend ein Filter (26), das die Abtastpakete aus dem Datenstrom (14) mit dem ersten Datenpaket vergleicht, um eine Übertragungszeit des ersten Datenpakets zu bestimmen, und das abhängig vom Vergleich eine Angabe der Übertragungszeit an den Signaturschreiber (28) ausgibt.

16. Einrichtung nach Anspruch 12, umfassend einen Sender, der den Datenstrom (14) über einen Satelliten (13) an eine Empfangsvorrichtung (17) überträgt.

17. Einrichtung nach Anspruch 12, worin die Datenpakete MPEG-Datenpakete [Moving Picture Experts Group] umfassen, und worin der Signaturschreiber (28) die Verzögerung in ein MPEG-Datenfeld im zweiten Paket schreibt.

18. Einrichtung zum Synchronisieren einer Empfangsvorrichtung (17) bezogen auf eine Folge von Datenpaketen (24), die in einem Kommunikationssystem (11) von einer Paketquelle (10) zu jeweiligen Eingabezeitpunkten erzeugt werden, wobei die Folge von Datenpaketen (24) als Datenstrom (14) mit variablem Jitter der Pakete bezogen auf die jeweiligen Eingabezeitpunkte übertragen werden, und worin ein Maß für den Jitter, der zum ersten Datenpaket in der Folge gehört, in ein zweites nachfolgendes Paket geschrieben wird, und die Einrichtung umfasst:
einen Empfänger (40), der den Datenstrom (14) einschließlich des ersten und des zweiten Datenpakets empfängt; und
einen Ankunftsmonitor (48), der eine Empfangszeit des ersten Datenpakets an der Empfängervorrichtung (40) ermittelt;
gekennzeichnet durch:
einen Wiederhersteller (50), der das Maß für den Jitter aus dem zweiten Datenpaket liest und wieder eine Synchronisierung des Eingabezeitpunkts des ersten Datenpakets herstellt, und zwar mit Hilfe des Maßes für den Jitter und der Empfangszeit aus dem Ankunftsmonitor (48).

19. Einrichtung nach Anspruch 18, worin die Datenpakete MPEG-Datenpakete [Moving Picture Experts Group] umfassen, und worin der Wiederhersteller (50) das Maß für den Jitter liest, das in ein MPEG-Datenfeld im zweiten Paket geschrieben ist.

20. Einrichtung nach Anspruch 18, worin der Empfänger (40) ein drittes Datenpaket empfängt, das ein Maß für den Jitter enthält, der zum zweiten Datenpaket gehört, und der Ankunftsmonitor (48) eine Empfangszeit des zweiten Datenpakets ermittelt, und worin der Wiederhersteller (50) die Synchronisierung mit Hilfe der Maße für den Jitter verifiziert, die zu dem ersten und dem zweiten Datenpaket gehören.

21. Einrichtung nach Anspruch 18, umfassend ei-

nen Sender (**52**), der eine Nachricht überträgt, die mit einem Eingabezeitpunkt der Datenpakete in der rekonstruierten Timingfolge synchronisiert ist.

22. Einrichtung nach Anspruch 21, worin der Sender (**52**) die Nachricht in einem Zeitschlitz überträgt, der einem der Eingabezeitpunkte entspricht, und zwar gemäß einem Slotted ALOHA-Protokoll.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

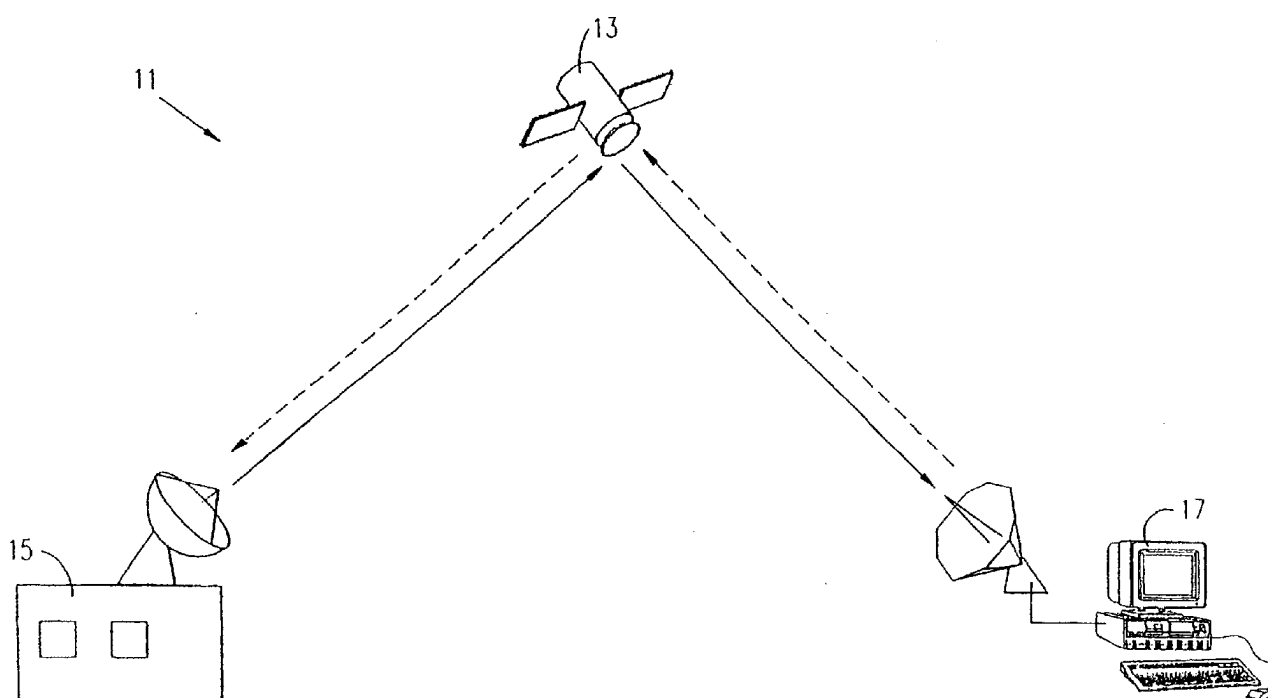


FIG. 1

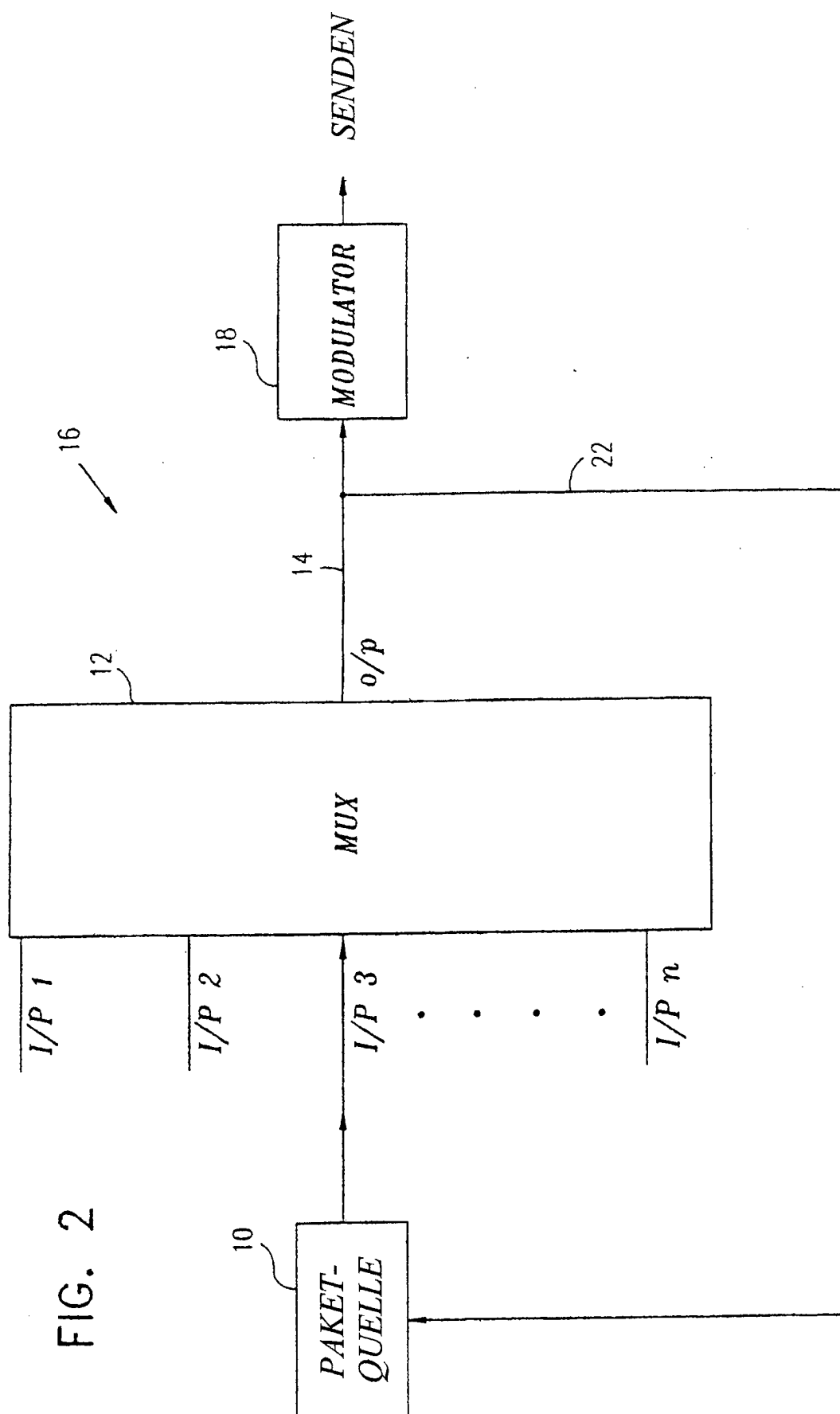


FIG. 4

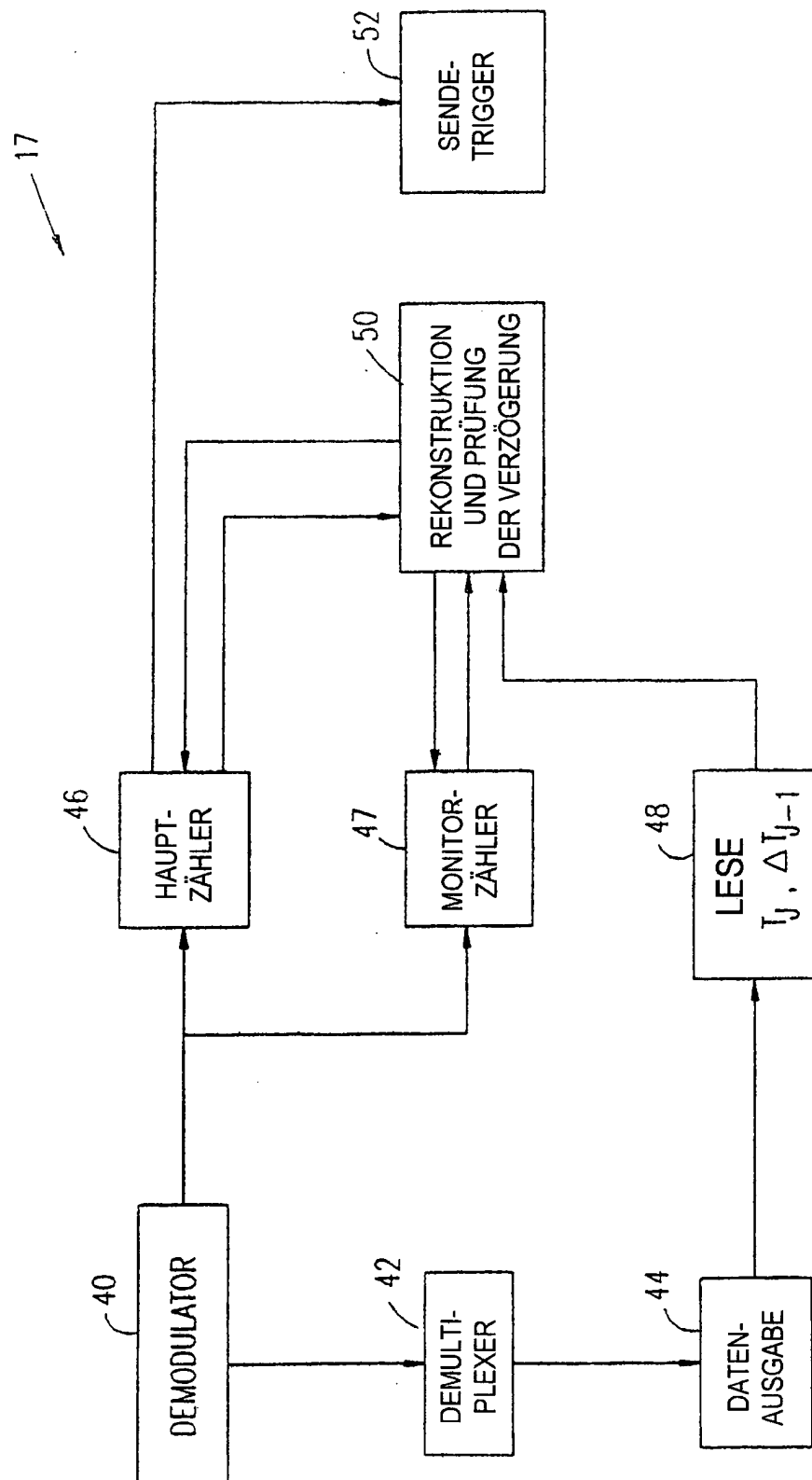


FIG. 5

