



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 31 433 T2** 2007.09.20

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 223 689 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 31 433.2**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 500 265.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **21.12.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.07.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **18.10.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **20.09.2007**

(51) Int Cl.⁸: **H04B 7/185** (2006.01)
H04N 7/24 (2006.01)

(73) Patentinhaber:

Alcatel Lucent, Paris, FR

(74) Vertreter:

**Patentanwälte U. Knecht und Kollegen, 70435
Stuttgart**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(72) Erfinder:

**Ortega Rodriguez, Fernando, 28224 Pozuelo de
Alarcon, Madrid, ES; Rodriguez Martinez, Maria
Africa, 28005 Madrid, ES**

(54) Bezeichnung: **Verbesserungsverfahren für eine Programmtaktreferenz einer in Vielfachzugriffsverfahren und
Burst-Modus arbeitende abwärts Verbindung in einem integriertem mehrstrahlsatelliten Kommunikationssystem**

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

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verbesserungsverfahren für die Programmtaktreferenz einer in Vielfachzugriffsverfahren und Burst-Modus arbeitenden Abwärtsverbindung in einem integrierten Mehrstrahl-Satellitenkommunikationssystem in einem Multimedia-Übertragungsnetz, insbesondere bei digitalen Video-Übertragungsanwendungen (DVB), das dem Nutzer ermöglicht, interaktive Breitbanddienste abzurufen, in dem sowohl auf Sende- als auch auf Empfangsseite Standardstationen eingesetzt werden. Die Erfindung bietet ein Verbesserungsverfahren, das auf Datenströme anwendbar ist, die mit Hilfe von MPEG2-TS-Paketten (Motion Picture Expert Group 2-Transport Stream) in Burstform übertragen werden, indem die Differenz berechnet wird, die zwischen der tatsächlichen Position eines bestimmten MPEG2-TS-Pakets in der Abwärtsverbindung und der theoretischen Position besteht, die das genannte Paket einnehmen müsste.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Der Standard EN 300 421 des ETSI (European Telecommunications Standards Institute) bezieht sich auf DVB-Dienste über transparente Satelliten-Kommunikationssysteme. Der Zweck dieses Standards besteht darin, dem Nutzer die Dienste mit der Bezeichnung DVB-S (Digital Video Broadcasting via Satellite) über ein integriertes Empfangs-/Decoder-Gerät, das im Haus des Nutzers angeordnet ist, direkt zur Verfügung zu stellen. Seine Flexibilität beim Vielfachzugriff ermöglicht den Einsatz verschiedener Übertragungskapazitäten, einschließlich einer Vielzahl an Fernsehdienst-Konfigurationen (TV), darunter auch Ton- und Datendienste. Alle Komponenten der genannten Dienste werden im Zeitmultiplexverfahren (TDM) auf einem einzigen Trägersignal verarbeitet. Die detaillierteste Beschreibung dieses Standards findet sich in der ETSI-Publikation EN 300 421 V1.1.2 (1997–98) mit dem Titel: „Digital Video Broadcasting (DVB), Framing structure, channel coding and modulation for 11/12 GHz satellite services“.

[0003] Außerdem bezieht sich der unter DVB-RCS001 bekannte ETSI-Standard auf Interaktionskanäle in einem transparenten Satelliten-Verteilungssystem. Der Zweck dieses Standards besteht darin, die grundlegenden Spezifikationen für die Bereitstellung von Interaktionskanälen für interaktive Netze auf der Basis geostationärer Satelliten (GEO) zu liefern, die feste RCST-Terminals (Return Channel Satellite Terminals) beinhalten. Dieser Dienst ist auch unter der Bezeichnung DVB-RCS (Digital Video Broadcasting – Return Channel Satellite) bekannt. Dieser Standard erleichtert den Einsatz von RCSTs zur Installation im Haus, sowohl als Einzels als auch als Sammelanlage. Er unterstützt außerdem den Anschluss der genannten Terminals an Datennetze im Haus und ist für alle Frequenzbänder anwendbar, die dem GEO-Satellitendienst zugeordnet sind. Die detaillierteste Beschreibung dieses Standards findet sich in der ETSI-Publikation TM2267r3DVB-RCS001rev12 (11. Februar 2000) mit dem Titel „Digital Video Broadcasting (DVB); Interaction Channel for Satellite Distribution Systems“.

[0004] Diese beiden Standards beziehen sich auf Einstrahlssysteme, d.h. der Satellit definiert eine einzelne Zone als Abdeckungsbereich. Daher weisen Einstrahlssysteme den Nachteil auf, dass sie aufgrund ihres eingeschränkten Abdeckungsbereichs nicht für umfangreiche Gebiete mit weltweitem Umfang geeignet sind. Die Dienste, auf die sich die genannten Standards beziehen, werden derzeit unabhängig voneinander eingesetzt.

[0005] Die ständig wachsende Nachfrage der Nutzer nach interaktiven Diensten macht es erforderlich, dass Satelliten-Kommunikationssysteme eine Übertragung mit Rückkanälen zu den Endnutzern unterstützen, wenn diese über mehrere und unterschiedliche Regionen der Erde verteilt sind, und damit den besseren Zugriff und die schnelle Verbindung untereinander ermöglichen. Dies wiederum macht die Bereitstellung von Systemen erforderlich, die in der Lage sind, über Netzwerke zu übertragen, die Multimedia mit Mehrstrahl-Kommunikationsmerkmalen unterstützen.

[0006] Der von DVB-S gebotene Dienst beinhaltet zwar die Möglichkeit einer direkten Kommunikation mit dem Nutzer zu Hause, weist jedoch den Nachteil auf, dass keine Möglichkeit zur Integration eines Rückkanals vorgesehen ist, über den der Nutzer mit dem Multimedia-Serviceprovider kommunizieren kann. Die von DVB-RCS bereitgestellten Dienste umfassen zwar den genannten Rückkanal, bieten jedoch nicht die Möglichkeit einer direkten Kommunikation mit dem Nutzer zu Hause für Übertragungsanwendungen.

[0007] Im Lichte der vorgenannten Erläuterungen ist es erforderlich geworden, ein integriertes Mehrstrahl-Satellitenkommunikationssystem in einem Multimedia-Übertragungsnetz zu ermöglichen, das in der Lage ist, digitale Video-Übertragungsanwendungen (DVB) zu unterstützen, um Multimediadienste direkt zum Nutzer nach Hause zu gewährleisten und gleichzeitig zu ermöglichen, dass der genannte Nutzer über einen Rückkanal eine Verbindung zum Multimedia-Serviceprovider herstellen kann.

[0008] Eine Lösung für dieses Problem, die von dem gleichen Antragsteller vorgelegt wurde, besteht darin, den Nutzern einen Multimedia-Übertragungsdienst zu bieten, über den der Nutzer über einen Rückkanal zum Satelliten mit dem Multimedia-Serviceprovider kommunizieren kann, und zwar auf äußerst wirtschaftliche Weise.

[0009] In der genannten Lösung wurde der kombinierte Einsatz von standardisierten DVB-S und DVB-RCS-Diensten vorgeschlagen, wodurch ein einzelnes, regeneratives Mehrstrahl-Satellitensystem entstand, das den Einsatz von Standardstationen, sowohl auf Sende- als auch auf Empfangsseite ermöglicht. Durch die genannte Lösung können sowohl der Endnutzer als auch der Multimedia-Serviceprovider einen Rückkanal gemäß dem Standard DVB-RCS über einen Aufwärtskanal zum Satelliten einsetzen.

[0010] An Bord des Satelliten führt die regenerative Nutzlast das Multiplexing der Informationen, die von unterschiedlichen Quellen stammen, zu einem Datenstrom durch, der von einem Nutzer empfangen werden kann, dem ein beliebiges, integriertes Standard-Empfänger/Decoder-Gerät zur Verfügung steht.

[0011] Gemäß dem ETSI-Standard DVB-RCS001 (Entwurf EN 301 790 V1.1.1.) in Bezug auf Interaktionskanäle in Satellitensystemen wird die Synchronisierung der Bursts, die vom Rückkanal-Satellitenterminal (ROST) übertragen werden, zudem durch den Empfang der Informationen in einer Netzwerk-Taktreferenz (NCR) innerhalb von Standardpaketen mit der Bezeichnung MPEG2-TS (Motion Picture Expert Group 2-Transport Stream) ausgeführt, die von einem Netzkontrollzentrum im Format DVB-S versandt werden. RCST rekonstruiert die Originalreferenz des Netzkontrollzentrums von 27 MHz, und bietet somit die Möglichkeit, die Rückinformationen im Burstmodus in einem zugeordneten Zeitschlitz zu übertragen.

[0012] Wie bereits erwähnt, macht die voneinander unabhängige und transparente Nutzung der beiden Übertragungs- und Interaktionsdienste, die auf herkömmliche Weise durchgeführt werden, die Synchronisierung der Bursts bei der Übertragung der Programme, die den Nutzern über den Nutzer/Provider-Rückkanaldienst angeboten werden, unnötig, so dass sich RCST strikt auf den Standard DVB-RCS beschränken könnte.

[0013] Dennoch geht man bei der Kombination der beiden Dienste, DVB-S und DVB-RCS, d.h. bei der Nutzung eines integrierten Übertragungs- und Interaktionssystems, wie oben angeführt, davon aus, dass die von dem Übertragungsprovider genutzten RCSTs die gleichen sind, wie die vom Nutzer eingesetzten. Man hat sich daher dafür entschieden, eine Burst-Synchronisierung vorzunehmen, die sowohl für die interaktiven Dienste als auch für die Übertragung gleich ist und somit den Einsatz des gleichen RCST-Typs auf Serviceprovider-Seite wie auf Nutzerseite ermöglicht.

[0014] Beim aktuellen Stand der Technik sind die Regeln für die Codierung von bewegten Bildern zusammen mit dem entsprechenden Audiosignal innerhalb von MPEG2-TS-Paketen sowie die Synchronisierung des Codiersystems im Standard ISO/IEC 13818-1 definiert. Die genannten Regeln basieren auf dem Empfang von Programmtaktreferenz-Feldern (PCR). PCR ist die Taktreferenz im übertragenen Datenstrom, für den das Timing zur Decodierung erreicht ist. Die Decoder rekonstruieren den Programmtakt, beginnend mit diesen Werten und ihren jeweiligen Ankunftszeiten.

[0015] Gemäß dem Timing-Modell in den Empfehlungen ISO/IEC 13818-1 geht man davon aus, dass alle digitalisierten Bilder sowie die Audio-Abtastwerte, die auf den Codierer angewandt werden, nach einer festgelegten, durchgehenden Laufzeit am Ausgang des Decoders vorliegen. Daher sind die Abtastgeschwindigkeiten, sowohl für die Videorahmens als auch für die Audio-Abtastwerte, im Decoder exakt die gleichen wie im Codierer.

[0016] Im Fall eines erneuten Multiplexingvorgangs zwischen der Codier- und Decodierfunktion wird eine Korrektur der PCRs erforderlich.

[0017] Die genannte Korrektur wird auf herkömmliche Weise durch Addition eines Korrekturfaktors zur PCR anhand der folgenden Formel erreicht:

$$\Delta PCR = del_{curr} - del_{const}$$

wobei del_{curr} die aktuelle Laufzeit für die jeweilige PCR und del_{const} ein konstanter Wert ist, der für alle PCRs des fraglichen Programms verwendet wird.

[0018] Diese Lösung ist nur zulässig, wenn die MPEG2-Pakete in einem kontinuierlichen Modus übertragen

werden, d.h. die vom Codierer eingefügten Informationen behalten am Ausgang der Modulationsstufe ihre Gültigkeit. In dem Fall, in dem die MPEG2-Pakete – wie oben erläutert – im Burst-Modus übertragen werden, wird mit der Lösung der Korrektur anhand des oben angeführten Schemas nicht das gewünschte Ergebnis erzielt, da dabei der Kompressionseffekt, der im TDMA-Modus (Time Division Multiple Access) erzeugt wird, keine Berücksichtigung findet. Dies wäre der Fall in integrierten Satellitensystemen in interaktiven Netzen zur Durchführung von Multimedia-Übertragungen mit Rückkanal, in dem die RCSTs die MPEG2-Datenströme mit Hilfe des MF-TDMA-Zugriffsmodus übertragen, der im Standard DVB-RCS definiert ist.

[0019] Infolgedessen ist es erforderlich, ein neues Verfahren zur Verbesserung der Programmtaktreferenz (PCR) einzusetzen, das auf Übertragungssysteme anwendbar ist, die MPEG2-Übertragungsströme gemäß dem im DVB-RCS-Standard definierten Zugriffsmodus übertragen.

BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0020] Um die oben genannten Probleme zu beseitigen, wurde das Verfahren zur Verbesserung der Programmtaktreferenz für ein integriertes Mehrstrahl-Satellitenkommunikationssystem eines Multimedia-Übertragungsnetzwerks, das Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist, vorgeschlagen.

[0021] An Bord eines Satelliten gibt es herkömmlicherweise einen regenerativen DVB-Prozessor, der das synchrone Multiplexing der verschiedenen Aufwärtskanäle in ein Abwärtssignal im Format DVB-S ausführt. Der genannte Prozessor muss in jedem Fall die aktuelle Konfiguration in Bezug auf die Anzahl an Trägersignalen kennen, die multiplext werden sollen, sowie die Anzahl an Nutzern, die ein gemeinsames Trägersignal teilen. Daher schlägt die Lösung gemäß der Erfindung vor, dass die PCR-Korrektur an Bord durchgeführt wird, anhand einer Berechnung der Differenz zwischen der aktuellen Position jedes MPEG2-TS-Pakets innerhalb des Abwärts-Rahmens und der theoretischen Position, die das Paket einnehmen sollte.

[0022] Daher besteht ein Gegenstand der Erfindung darin, ein Verfahren zur Verbesserung der Programmtaktreferenz in einer Übertragung über eine Abwärtsverbindung in einem integrierten Mehrstrahl-Satellitenkommunikationssystem zu liefern, in dem die genannte Abwärtsverbindung im Burst-Modus übertragen wird und eine Vielzahl an multiplexten, modulierten und komprimierten Paketen umfasst, die mindestens einem Nutzer entsprechen, dadurch gekennzeichnet, dass die genannte Verbesserung der Taktreferenz in Bezug auf die Differenz berechnet wird, die zwischen der tatsächlichen Position eines Pakets und der geschätzten Position des genannten Pakets definiert wird, wobei die geschätzte Position diejenige ist, die das genannte Paket einnehmen würde, wenn die Abwärtsverbindung nicht in einer Modulations- und Kompressionsphase komprimiert worden wäre.

[0023] Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird die genannte Verbesserung anhand der folgenden Formel definiert:

$$C_{PCR} = t_{dpack} \cdot d$$

wobei „ C_{PCR} “ der Korrekturfaktor, „ d “ die Differenz zwischen der tatsächlichen Position und der geschätzten Position des Pakets und „ t_{dpack} “ die zeitliche Dauer eines Paketes im Abwärtsrahmen ist.

[0024] Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung wird die genannte Differenz anhand der folgenden Formel definiert:

$$\bar{d} = n_d - \frac{n_{dt}}{n_{ut}} \cdot n_u$$

wobei:

n_d die Zahl der Abwärtsposition des Pakets im Verfahren ist,
 n_{dt} die Gesamtanzahl an Paketen im Abwärtsrahmen ist;
 n_{ut} die Gesamtanzahl an Paketen pro Rahmen und Nutzer ist; und
 n_u die Zahl der Aufwärtsposition des Pakets im Verfahren ist,
 und wobei n_d und n_u von Null aufwärts gezählt werden.

[0025] Gemäß einem zusätzlichen Aspekt der Erfindung wird die genannte Übertragung in MPEG-2-Transportdatenströmen im TDMA-Format ausgeführt.

[0026] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung besteht darin, ein integriertes Mehrstrahl-Satellitenkommuni-

kationssystem zur Umsetzung des Verfahrens gemäß der Erfindung zu bieten.

[0027] Dieses und weitere Merkmale der Erfindung werden im Folgenden detaillierter in Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0028] [Abb. 1](#) ist eine schematische Zeichnung eines Mehrstrahl-Satellitenkommunikationssystems in einem Multimedia-Übertragungsnetzwerk, in dem vorzugsweise die vorliegende Erfindung umgesetzt wird.

[0029] [Abb. 2](#) stellt das Schema eines synchronen Multiplexing mit unterschiedlichen Frequenzen in aufsteigender Richtung und einer Frequenz in absteigender Richtung dar.

[0030] [Abb. 3](#) zeigt ein Blockdiagramm, in dem die Phasen der MPEG-Codierung und der MF-TDMA-Modulation dargestellt sind, durch die die Pakete zur Übertragung in absteigender Richtung komprimiert werden.

[0031] [Abb. 4](#) stellt ein Schema der Taktrahmen, die MPEG-Pakete beinhalten und ihre Kompression durch den Modulator aus [Abb. 3](#) dar.

[0032] [Abb. 5](#) zeigt ein Beispiel eines Szenarios mit verschiedenen Trägersignalen mit unterschiedlichen Nutzern, die über verschiedene Kanäle übertragen, in den Phasen zur MPEG-Codierung und TDMA-Modulation dar.

[0033] [Abb. 6](#) zeigt das multiplexte DVB-Signal entsprechend dem in [Abb. 5](#) dargestellten Szenario zur Übertragung in absteigender Richtung mit einigen Nutzerpaketen in ihrer jeweiligen tatsächlichen und theoretischen Position.

BESCHREIBUNG EINER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSVARIANTE

[0034] Um ein besseres Verständnis für das Szenario zu vermitteln, in dem die Erfindung implementiert werden soll, wird im Folgenden eine kurze Beschreibung eines Beispiels eines integrierten Systems in einem Übertragungs- und Interaktionsnetzwerk in Bezug auf [Abb. 1](#) aufgeführt.

[0035] Entsprechend einem typischen Szenario dieses Systems sendet ein Provider für Multimediadienste **1** in einem DVB-System Multimediadienst-Signale, z.B. Video on Demand, über den Satelliten **S** an einen Nutzer **2**. Der Provider **1** umfasst, neben den anderen, für seinen Betrieb erforderlichen Komponenten, eine Vorrichtung zur Erzeugung von Übertragungssignalen **11** und ein Rückkanal-Satellitenterminal (RCST) **12**. Der Provider sendet das Übertragungssignal P1, das den Multimediakanal beinhaltet, über den Satelliten **S** an den Nutzer **2**. Dieses Signal enthält auch die Informationen in Bezug auf das Rücksignal, die dem Zugriff und der Synchronisierung mit dem interaktiven Netzwerk dienen. Das Signal P1 ist daher ein Aufwärtssignal mit einem Signaltyp, der dem bereits genannten DVB-RCS-Standard entspricht.

[0036] Ein Netzwerk-Controller **3** übernimmt die Steuerung und Verwaltung der Netzwerkfunktionen. Zudem ist er in der Lage, die Informationen in Bezug auf Signalisierung und Timing für den Netzwerkbetrieb von einem Signalgenerator **31**, der den gleichen DVB-RCS-Standardmodus einsetzt, direkt an den Satelliten zu übermitteln; gleichzeitig ist er in der Lage, die verschiedenen Rückkanäle zu empfangen, die von dem Provider für Multimediadienste und von dem Nutzer stammen, die der Satellit **S** anhand von DVB-S-Signalen an ihn überträgt. Die Signalisierung umfasst alle Operationen zur Netzwerksteuerung, wie beispielsweise Anfragen für den Netzwerkzugriff, Authentifikation, Synchronisierung etc. Unter direkter Signalisierung versteht man die Signale, die von der Controllervorrichtung **3** übermittelt werden, und die Rücksignalisierung entspricht dem vom Nutzer **2** und/oder dem Provider **1** übermittelten Signal. Daher wird der Signalisierungsanteil von P1- und U1-Signalen an die Controllervorrichtung **3** adressiert.

[0037] Die Controllervorrichtung umfasst daher außerdem ein Rückkanal-Satellitenterminal (RCST) **32**.

[0038] Bei dem Satelliten **S** kann es sich vorzugsweise um einen Mehrstrahltyp handeln, wobei er einen Mehrfach-Abdeckungsbereich aufweisen kann, wobei verschiedene Nutzer **2** individuell Breitband-Multimediadienste abrufen können, unabhängig davon, wo sie sich befinden, vorausgesetzt, sie befinden sich innerhalb des Abdeckungsbereichs des Mehrstrahlsatelliten **S**. In [Abb. 1](#) ist aus Gründen der Vereinfachung nur ein Nutzer **2** dargestellt, wobei es sich von selbst versteht, dass verschiedene Nutzer eine Kommunikation mit dem

Satelliten S aufnehmen können.

[0039] Mit diesem Aufbau ruft der Nutzer **2** über ein Signal U1 einen vordefinierten Multimediadienst bei dem Provider **1** ab. Das genannte Signal wird an den Satelliten S gesandt und umfasst den Rückkanal an den Provider **1** und die Rücksignalisierung an die Controllervorrichtung **3**, beides im Format DVB-RCS. Der Satellit S dient zur Übertragung der Abfrage an den Serviceprovider **1** mit Hilfe eines Signals P2 vom Typ DVB-S, das den Rückkanal des Nutzers **2** und die Signalisierung der Controllervorrichtung **3** umfasst. Das genannte Signal P2 wird vom Rückkanal-Satellitenterminal **12** empfangen und dann auf herkömmliche Weise verarbeitet, um die Anfrage des Nutzers **2** zu erfüllen.

[0040] Die Steuervorgänge zur Übertragung der Signale U1 und P2 sowie die Überprüfung von Nutzeridentität und -profil werden in der Controllervorrichtung **3** durch den Austausch der Signale C2 im Format DVB-S und C1 im Format DVB-RCS ausgeführt. Das Signal C1 dient der Sendesignalisierung an den Provider **1** und/oder den Nutzer **2**, und das Signal C2 dient dem Empfang des Rücksignals vom Provider **1** und/oder vom Nutzer **2**. Diese Signale müssen das Rückkanal-Satellitenterminal **32** auf bidirektionale Weise passieren. Unter der Annahme, dass der Nutzer identifiziert und sein Profil für den Empfang des angefragten Dienstes bestätigt wurde, sendet der Provider **1** das Übertragungssignal P1 an den Satelliten. Dieses Signal wird im Format DVB-RCS gesendet. Sobald es vom Satelliten empfangen wurde, wird dieses Signal, zusammen mit dem anderen möglichen Aufwärts-Signalen, die von der gleichen oder anderen Übertragungsquellen empfangen wurden, in einem Multiplexer multiplext, um ein Signal im Format DVB-S in Form eines Datenstroms zu erhalten, der von einem integrierten Empfänger/Decoder-Gerät empfangen werden kann. Das Multiplexing wird mit Hilfe einer Regeneratorvorrichtung an Bord des Satelliten durchgeführt. Der genannte Regenerator ist neben dem Multiplexing auch in der Lage, Funktionen wie z.B. die Durchschaltung und/oder Übertragung von Kanälen in unterschiedliche Abdeckungsgebiete auszuführen.

[0041] Der Nutzer **2** empfängt den Multimediakanal vom Provider **1** sowie die Signalisierung von der Controllervorrichtung **3**, beides im Format DVB-S. Der Nutzer **2** verfügt in seinem Haus über ein Rückkanal-Satellitenterminal (RCST); somit hat er die Möglichkeit, über einen Rückkanal mit dem genannten Satelliten S und über das genannte Signal U1 zu kommunizieren, das diese Operation aufgrund seines Formats DVB-RCS ermöglicht. Auf diese Weise wird das Multiplexing für alle Signale von den Nutzern, die im Satelliten S empfangen werden, im gleichen Multiplexer durchgeführt. Sobald das Multiplexing abgeschlossen ist, sendet der Satellit S das Ausgangssignal an den Provider **1** über das Signal P2, das im Format DVB-S vorliegt.

[0042] Der RCST-Vorgang umfasst die Übertragung von Bursts im Multifrequenz-Modus im Zeitmultiplexverfahren, d.h. MF-TDMA, die MPEG2-TS-Pakete entsprechend einer Aufwärts-Rahmenstruktur enthalten, wie diese im Standard DVB-RCS beschrieben ist.

[0043] In [Abb. 2](#) sind die Trägerfrequenzen F_{u_1} und F_{u_n} sowie eine Aufwärts-Übertragungsrahmendauer T_{uf} dargestellt, die bei jeder Frequenz eine bestimmte Anzahl an Informationspaketen N_u enthält, die im Fall des Beispiels in dieser Abbildung vier betragen. Diese Pakete werden nach der Verarbeitung in den Phasen Demultiplexing, Demodulation, Decodierung und Entscrambeln, die aus Gründen der Vereinfachung in der Abbildung nicht dargestellt sind, an eine Multiplexervorrichtung **4** mit n Eingängen 4_1 bis 4_n und einer Ausgangsfrequenz F_d für das Abwärtssignal angelegt. Vorausgesetzt, die Abwärts-Rahmendauer T_{df} ist gleich dem Aufwärtsrahmen, verwendet der genannte Multiplexer **4** ein synchrones Schema zum Einfügen der Aufwärtspakete in ein Abwärtssignal, indem er eine Abwärts-Übertragungsrate einsetzt, die ein Vielfaches der Netzwerk-Taktreferenzfrequenz darstellt. Das Ergebnis ist die Anzahl an Abwärtspaketen N_{td} (im Fall der Abbildung beträgt diese 8, da $n = 2$ angenommen wurde), die in den Abwärtsrahmen eingefügt werden.

[0044] In einem MPEG2-Transportdatenstrom bietet PCR die Taktreferenz für ein Programm, wobei das Programm eine Gruppe aus elementaren Datenströmen mit einer gemeinsamen Zeitbasis darstellt, wobei die genannten Datenströme für die synchrone Codierung und Darstellung bestimmt sind. Ein Transportdatenstrom kann ebenso mehrere Programme mit unabhängigen Zeitbasen umfassen.

[0045] PCR ist ein 42-Bit-Feld, das in zwei Teilen codiert ist. Der erste Teil, der als PCR-Basis bezeichnet wird (Basis der Programmtaktreferenz), ist ein Feld aus 33 Bits in Einheiten mit einer Dauer von $1/300$ der RCST-Systemtaktfrequenz (27 MHz + 810 MHz). Der zweite Teil, der mit PCR-ext bezeichnet wird (Erweiterung der Programmtaktreferenz), ist ein Feld aus 9 Bits in den Einheiten der jeweiligen Systemtaktfrequenz.

[0046] Der codierte Wert in den PCR-Feldern gibt an die Dauer an, die bis zur Ankunft des Bytes geschätzt wird, das das letzte Bit der PCR-Basis enthält, das anhand der folgenden Gleichung ermittelt wird:

PCT(Dauer) = PCR-Basis × 300 + PCR-ext.

[0047] Die PCR-Felder werden in das Anpassungsfeld einiger Transportdatenstrom-Pakete eingefügt, wobei das maximale Zeitintervall zwischen aufeinander folgenden PCRs bei 100 ms liegt. Die PCR-Toleranz, die als die maximal akzeptable Ungenauigkeit im empfangenen PCR definiert wird, beträgt ±500 ns.

[0048] In [Abb. 3](#) ist ein Blockdiagramm dargestellt, in dem eine erste Phase **51** zum Multiplexing von Video-, Audio- und Datensignalen im MPEG-Format zu sehen ist, die „an Land“ komprimiert und codiert werden. Die PCRs werden in dieser Phase berechnet und in die MPEG-Pakete eingefügt. Anschließend wird das codierte Signal in einer RCST MF-TDMA-Modulationsphase **52** eingefügt. In der genannten Modulationsphase passiert das codierte Signal eine Burst-Formatiereinheit **521**, eine Energie-Streuungseinheit **522**, eine Kanal-Codiereinheit **523** und schließlich eine I/Q (Gleichtakt/Quadratur)-Burstmoduliereinheit **524**, die wiederum die Synchronisierung **53** zur Übertragung in aufsteigender Richtung empfängt. Der Fachmann ist sicherlich mit der Funktion dieser Einheiten vertraut.

[0049] Das Ergebnis ist ein Signal **54**, das in der genannten MF-TDMA-Modulationsphase zur Übertragung in einem Zeitschlitz moduliert und codiert wurde und dem genannten Signal innerhalb eines Aufwärtsrahmens zugeordnet ist.

[0050] Im oberen Teil von [Abb. 4](#) sind zwei Zeitrahmen TF in der MPEG2-Codierphase mit eingefügten PCR-Feldern (in der Abbildung nicht dargestellt) zu sehen, wobei in Form eines Beispiels jeder Zeitrahmen TF in vier MPEG2-Pakete unterteilt ist: P1, P2, P3 und P4 in einem ersten Rahmen und P5, P6, P7 und P8 in einem zweiten Rahmen. Somit weist jedes MPEG2-Paket (P1 bis P8) eine Dauer von $\frac{1}{4}$ TF auf. Sobald die MF-TDMA-Modulation und die entsprechende Kompression in der folgenden Phase ausgeführt wurden, nimmt der Aufwärtsrahmen die im unteren Bereich von [Abb. 4](#) dargestellte Form an, woraus die Umwandlung der Pakete P1, ..., P8 in Pakete mit kürzerer Dauer ersichtlich ist. Diese Umwandlung führt zur Position der Pakete und damit zur zeitlichen Differenz zwischen ihnen, wobei sich diese von der Position unterscheidet, die die genannten Pakete theoretisch in dem Fall einnehmen müssten, in dem die genannte Kompression des Abwärtsrahmens nicht erfolgt wäre.

[0051] An Bord des Satelliten multiplext der DVB-Prozessor die eingehenden Pakete erneut in einen DVB-S-Abwärtsdatenstrom, und zwar wie oben erwähnt auf synchrone Weise.

[0052] Somit wird das Verfahren zur Verbesserung des PCR gemäß der vorliegenden Erfindung auf folgende Weise ausgeführt:

- Die Differenz zwischen der tatsächlichen Position eines Pakets in einem komprimierten Signal im Abwärtsrahmen und der Position, die das gleiche Paket einnehmen müsste, wenn die genannte Kompression nicht erfolgt wäre, wird berechnet.
- Die zeitliche Korrektur der PCR wird berechnet, indem der genannte Differenzfaktor mit der Dauer eines Pakets im Abwärtsrahmen multipliziert wird.

[0053] Die vorgenannten Werte werden anhand der folgenden Formel ermittelt:

$$C_{PCR} = t_{dpack} \cdot d$$

wobei:

„ C_{PCR} “ der gewünschte Korrekturfaktor ist,

„ d “ die Differenz zwischen der tatsächlichen und der theoretischen Position ist, die das Paket schätzungsweise einnehmen sollte; und

„ t_{dpack} “ die zeitliche Dauer eines Pakets im Abwärtsrahmen ist, die auf folgende Weise definiert wird:

$$t_{dpack} = \frac{T_{rahmen}}{n_{dt}} \quad (1)$$

[0054] In dieser Formel ist T_{rahmen} die Dauer des Abwärtsrahmens und n_{dt} ist die Gesamtanzahl an MPEG2-Paketen, die in einem Abwärtsrahmen übermittelt werden.

[0055] Die Differenz „ d “ wird anhand der folgenden Formel berechnet:

$$d = n_d - \frac{n_{dt}}{n_{ut}} \cdot n_u \quad (2)$$

wobei:

n_d ist die Zahl der Abwärtsposition des Pakets im Prozess;
 n_{dt} ist die Gesamtanzahl an Paketen im Abwärtsrahmen;
 n_{ut} ist die Gesamtanzahl an Paketen pro Rahmen und Nutzer; und
 n_u ist die Zahl der Aufwärtsposition des Pakets im Prozess,
 und wobei n_d und n_u von Null aufwärts gezählt werden.

[0056] Das hier vorgeschlagene PCR-Verbesserungsverfahren wird im Folgenden anhand eines praktischen Beispiels unter Bezug auf [Abb. 5](#) und [Abb. 6](#) genauer beschrieben.

[0057] In [Abb. 5](#) ist ein Beispiel für ein Szenario dargestellt, in dem ein erstes Trägersignal A mit zwei Nutzern a1 und a2 zu sehen ist. Ein zweites Trägersignal B weist einen Nutzer b1 und ein drittes Trägersignal C weist vier Nutzer c1, c2, c3 und c4 auf.

[0058] Nutzer a1 verwendet vier Aufwärtspakete a11, a12, a13 und a14. Nutzer a2 verwendet ebenfalls vier Aufwärtspakete a21, a22, a23 und a24. Nutzer b1 verwendet acht Aufwärtspakete b11, b12, b13, b14, b15, b16, b17 und b18. Die Nutzer c1, c2, c3 und c4 verwenden jeweils zwei Pakete: c11, c12, c21, c22, c31, c32 und c41, c42. Diese Pakete passieren die MPEG-Codierphase wie oben beschrieben und sind in [Abb. 5](#) auf der linken Seite dargestellt.

[0059] Bei der Durchführung der MF-TDMA-Modulation und -Kompression, die oben beschrieben wurde, werden zwei Rahmen erzeugt, Rahmen n und Rahmen n + 1, in dem die modulierten und komprimierten Pakete angeordnet sind, die anschließend an den DVB-Multiplexer angelegt werden, um das Abwärtssignal zu erzeugen.

[0060] In [Abb. 6](#) ist die Konfiguration des vom DVB-Multiplexer erzeugten Abwärtssignals dargestellt. Der mit der Referenz Rahmen n bezeichnete Rahmen weist einen Burst mit den Paketen a11 bis c41 auf. Dieser Rahmen stellt die tatsächlichen Positionen der Abwärts-Pakete dar, die das vom Multiplexer DVB MUX in [Abb. 5](#) und [Abb. 6](#) vorgegebene Modulationskriterium erfüllen. Wie daraus ersichtlich ist, wurde die tatsächliche Position der Pakete im Abwärtsrahmen in Bezug auf diese ursprüngliche Position geändert.

[0061] Diese Tatsache ist in Bezug auf Nutzer a1 dargestellt, dessen jeweilige Pakete a11, a12, a13 und a14 die theoretischen Positionen einnehmen würden, die im unteren Bereich von [Abb. 6](#) dargestellt sind.

[0062] Infolgedessen ist aus der genannten Abbildung ersichtlich, dass die tatsächliche Position von Paket a12 bei $\frac{1}{4}$ der Gesamtdauer von Rahmen n beträgt, d.h. am Punkt $T_{fr}/4$ in der Abbildung, während seine theoretische oder geschätzte Position bei $\frac{1}{2}$ Dauer des gleichen Rahmens liegen würde, d.h. am Punkt $T_{fr}/2$. Die genannte Differenz „d“ ist in [Abb. 6](#) durch einen doppelten Pfeil dargestellt.

[0063] Durch Anwendung der Formel (2) auf das Beispiel in [Abb. 6](#) kann der Wert für die Differenz „d“ in Bezug auf das Paket a12 berechnet werden.

[0064] In diesem Fall (siehe [Abb. 5](#) und [Abb. 6](#)):

$$n_d = 3$$

$$n_{dt} = 12$$

$$n_{ut} = 2 \text{ und}$$

$$n_u = 1$$

$$\text{Daher: } d = 3 - (12/2) \cdot 1$$

$$\text{also: } d = -3$$

[0065] Dank der in der Erfindung gebotenen Lösung können die folgenden, wesentlichen Vorteile erzielt werden:

- Das Verfahren gemäß der Erfindung ermöglicht den Einsatz von MPEG2-Codierern, die den entsprechenden Standard für die Erzeugung der Programmtaktreferenz erfüllen.
- Es ermöglicht außerdem den Einsatz von TDMA-Modulatoren, die den DVB-RCS-Standard zur Übertragung von MPEG2-Transportdatenströmen im Burst-Modus erfüllen.
- Die PCR-Verbesserung erfolgt zentral im DVB-Prozessor an Bord des Satelliten, wodurch eine Änderung

in der Multiplexing-Reihenfolge der Pakete keine Änderung in der Konfiguration der RCSTs bedeutet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbesserung der Programmtaktreferenz, das an MPEG2-Transportdatenströmen im TD-MA-Format vorgenommen wird, und das bei der Übertragung über eine Abwärtsverbindung in einem integrierten Mehrstrahl-Satellitenkommunikationssystem (S) umgesetzt werden kann, wobei die genannte Abwärtsverbindung im Burst-Modus übertragen wird und eine Vielzahl an multiplexten, modulierten und komprimierten Paketen umfasst, die mindestens einem Nutzer (a1, a2, b1, c1, c2, c3 und c4) entsprechen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die genannte Verbesserung der Programmtaktreferenz anhand der Differenz (d) zwischen der tatsächlichen Position eines Pakets (a12) und der geschätzten Position des genannten Pakets berechnet wird, wobei die geschätzte Position diejenige ist, die das genannte Paket (a12) einnehmen würde, wenn die Abwärtsverbindung nicht in einer Modulations- und Kompressionsphase komprimiert worden wäre.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, in dem die genannte Verbesserung anhand der folgenden Formel definiert wird:

$$C_{\text{PCR}} = t_{\text{dpack}} \cdot d$$

wobei:

„ C_{PCR} “ der Korrekturfaktor ist;

„d“ die Differenz zwischen der tatsächlichen Position und der geschätzten Position des Pakets ist; und

„ t_{dpack} “ die zeitliche Dauer eines Pakets im Abwärtsrahmen ist.

3. Verfahren gemäß einem der vorgenannten Ansprüche, in dem die genannte Differenz (d) anhand der folgenden Formel definiert wird:

$$d = n_d - \frac{n_{\text{dt}}}{n_{\text{ut}}} \cdot n_u$$

wobei:

n_d die Zahl der Abwärtsposition des Pakets im Prozess ist;

n_{dt} die Gesamtanzahl an Paketen im Abwärtsrahmen ist;

n_{ut} die Gesamtanzahl an Paketen pro Rahmen und Nutzer ist; und

n_u die Zahl der Aufwärtsposition des Pakets im Prozess ist,

und wobei n_d und n_u von Null aufwärts gezählt werden.

4. Integriertes Mehrstrahl-Satellitenkommunikationssystem (S), das Mittel umfasst, die in der Lage sind, sämtliche Schritte des Verfahrens gemäß Anspruch 1 umzusetzen.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

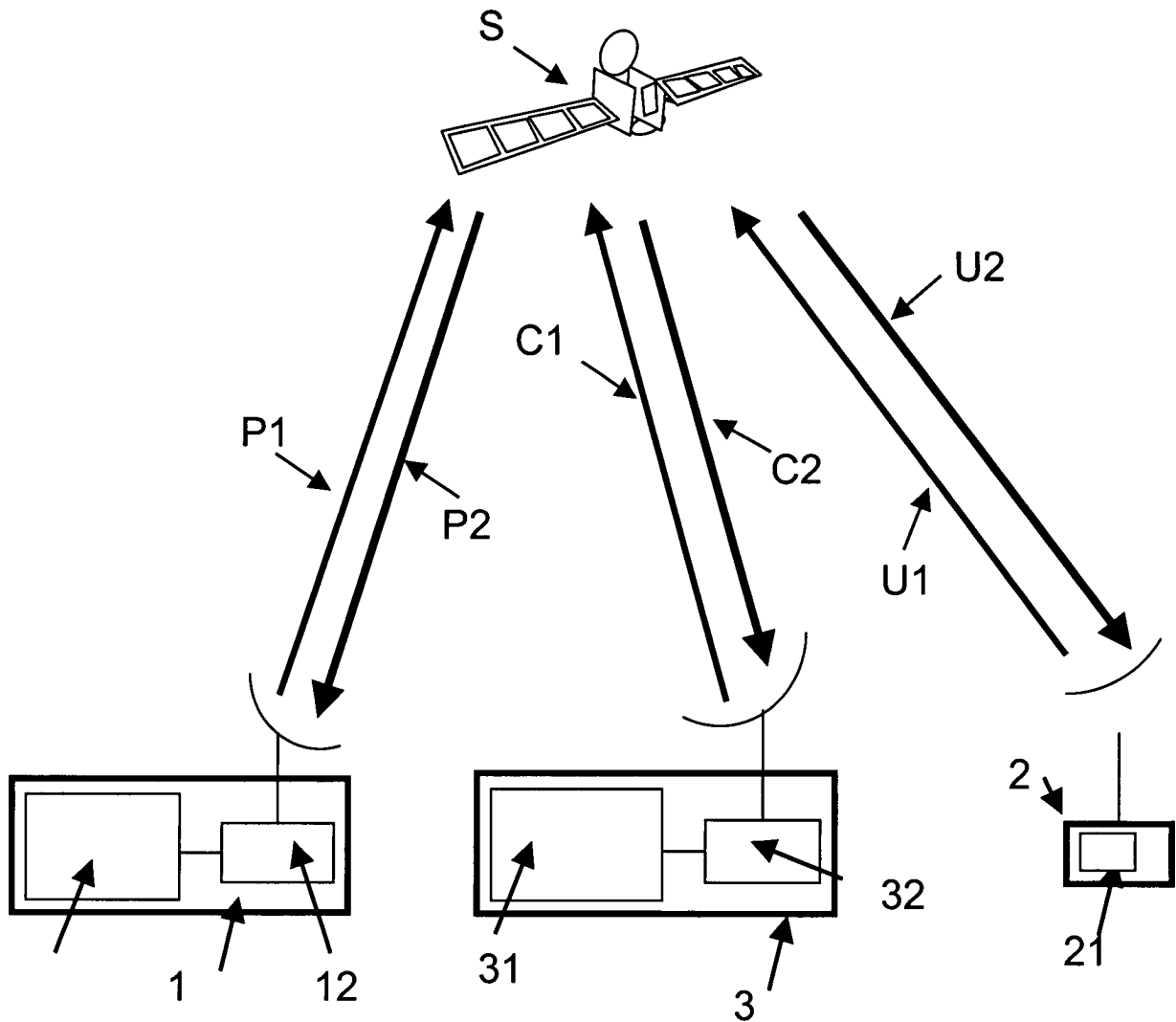


Abb. 1

ABB. 2

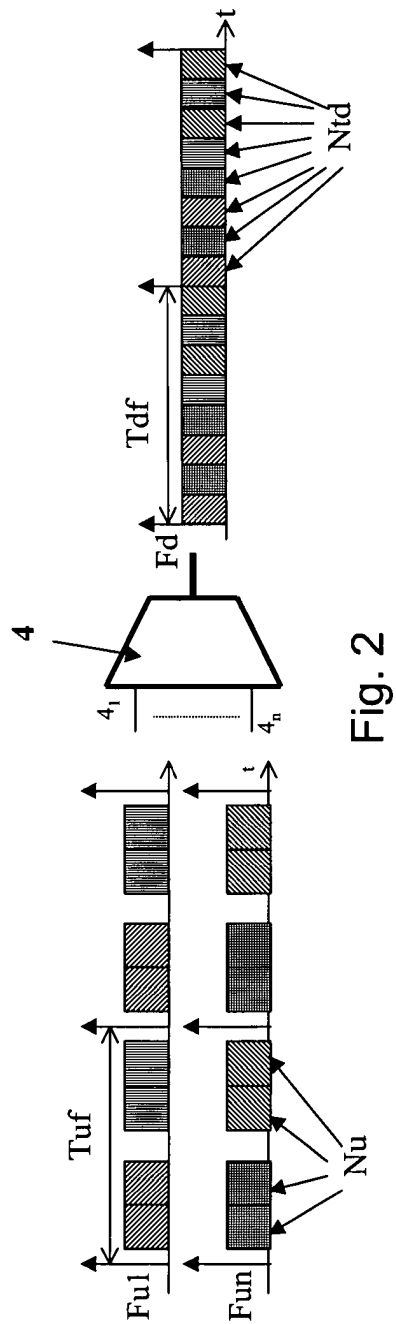


Fig. 2

ABB. 3

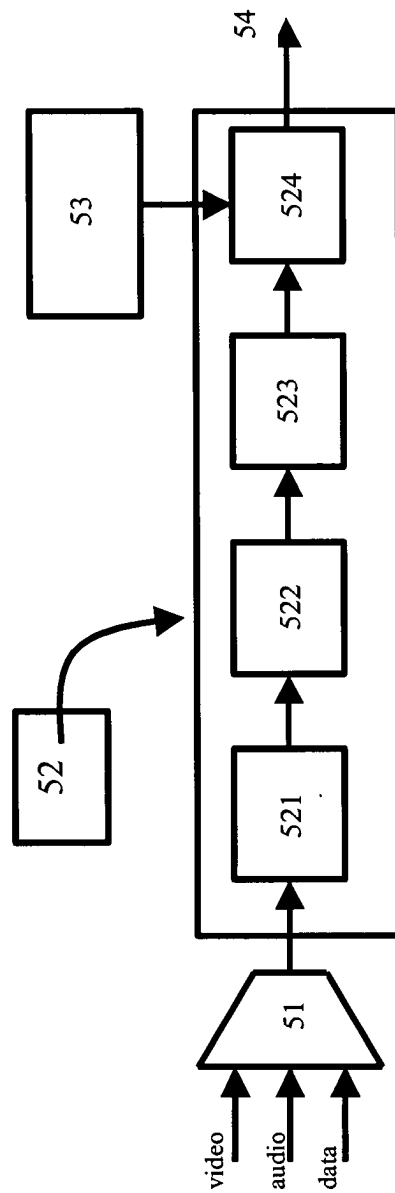


Fig. 3

ABB. 4

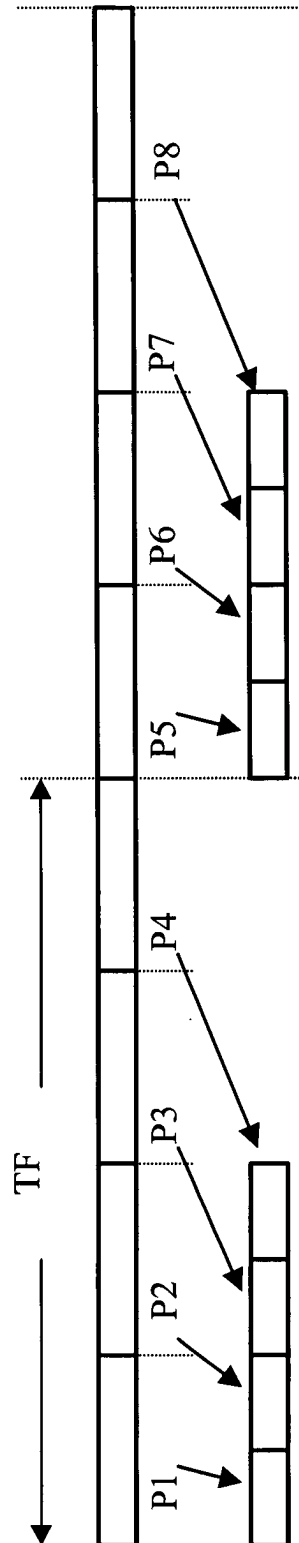
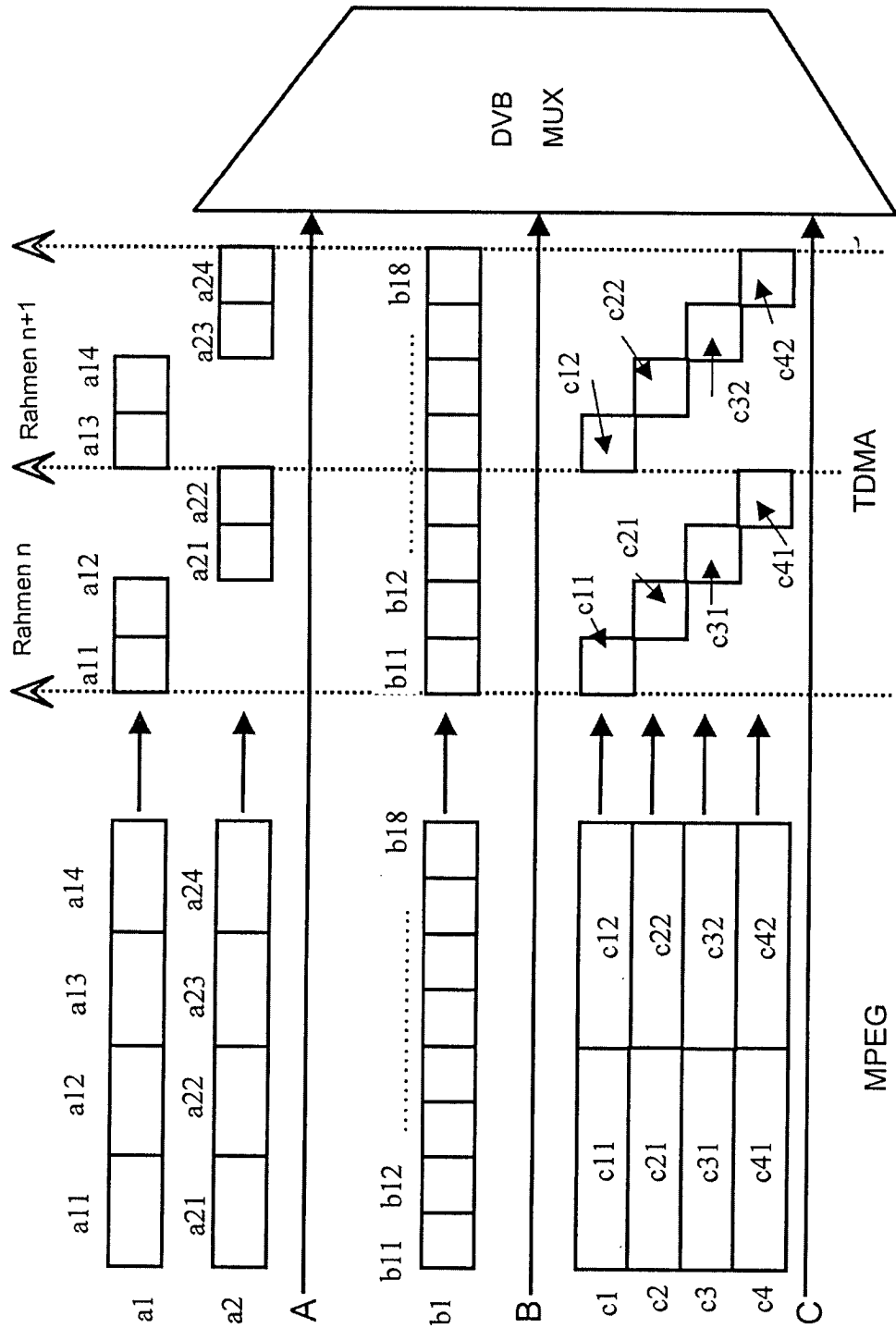


Fig. 4

ABB. 5



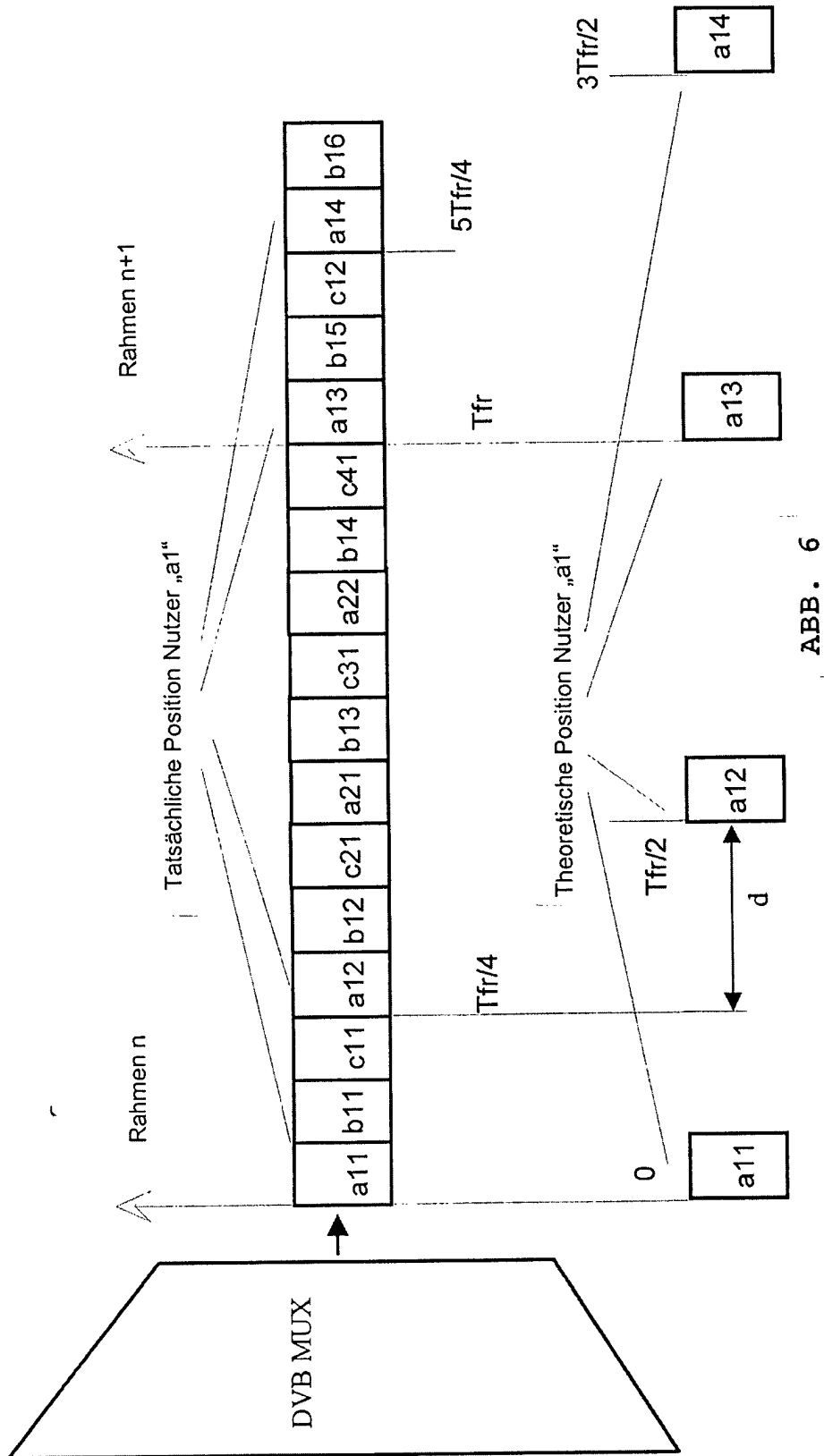


ABB. 6