

ETSI TS 102 773 V1.3.1 (2012-01)



Technická špecifikácia

**Digitálne televízne vysielanie (DVB);
Modulátor rozhrania (T2-MI) pre druhú generáciu digitálneho
pozemského televízneho vysielacieho systému (DVB-T2)**

Digital Video Broadcasting (DVB);
Modulator Interface (T2-MI) for a second generation digital
terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)

Európsky inštitút pre telekomunikačné normy

European Telecommunications Standards Institute

Dôležité upozornenie pre používateľov tejto slovenskej verzie

ETSI je vlastníkom autorských práv tohto dokumentu ETSI.

V prípade nezrovnalostí medzi anglickou a slovenskou verzou platí anglická verzia tohto dokumentu ETSI.

ETSI neskontroloval preklad a nepreberá žiadnu zodpovednosť za presnosť prekladu tohto dokumentu ETSI.

Anglická verzia tohto dokumentu ETSI sa môže stiahnuť zo stránky:

<http://www.etsi.org/standards-search>



Referenčné číslo

RTS/JTC-DVB-312

Kľúčové slová

digital, DVB, satellite, TV

ETSI

650 Route des Lucioles
F-06921 Sophia Antipolis Cedex – France

Tel.: +33 4 92 94 42 00 Fax: +33 4 93 65 47 16

Siret N° 348 623 562 00017 - NAF 742 C
Neziskové združenie registrované
na podprefektúre de Grasse (06) N° 7803/88

Dôležité upozornenie

Jednotlivé kópie tohto dokumentu možno stiahnuť z

<http://pda.etsi.org>

Tento dokument môže byť dostupný vo viacerých elektronických verziách alebo v tlačenej forme. V prípade existujúceho alebo viditeľného rozdielu v obsahu medzi týmito verziami je referenčnou verziou verzia v prenosnom dokumentovom formáte (Portable Document Format – PDF).

V prípade sporu je referenčným výtlačok vytlačený na tlačiarni ETSI z verzie PDF uchováanej na určenom sieťovom serveri sekretariátu ETSI.

Používatelia tohto dokumentu by mali brať do úvahy, že dokument môže byť revidovaný alebo sa môže zmeniť jeho postavenie. Informácie o postavení tohto dokumentu a ďalších dokumentov ETSI sú dostupné na <http://portal.etsi.org/tb/status/status.asp>

Ak nájdete v tomto dokumente chyby, svoje pripomienky zašlite na

http://portal.etsi.org/chaircor/ETSI_support.asp

Oznam o autorských právach

Nijaká časť sa nesmie reprodukovať bez písomného povolenia.
Autorské práva a z toho vyplývajúce obmedzenia sa vzťahujú na reprodukovanie všetkými druhmi médií.

© Európsky inštitút pre telekomunikačné normy 2012.
© Európska vysielacia únia 2012.
Všetky práva vyhradené.

DECT™, **PLUGTESTS™**, **UMTS™** sú obchodné značky ETSI registrované na prospech jej členov.
3GPP™ a **LTE™** sú obchodné značky ETSI registrované na prospech jej členov a partnerských organizácií 3GPP.
GSM® a logo GSM sú registrované obchodné značky vo vlastníctve asociácie GSM.

Obsah

| | |
|---|----|
| Práva duševného vlastníctva | 5 |
| Predhovor | 5 |
| 1 Predmet | 6 |
| 2 Referenčné dokumenty | 6 |
| 2.1 Normatívne referenčné dokumenty | 6 |
| 2.2 Informatívne referenčné dokumenty | 6 |
| 3 Definície, symboly a skratky | 8 |
| 3.1 Definície | 8 |
| 3.2 Symboly | 10 |
| 3.3 Skratky | 12 |
| 4 Všeobecný opis | 15 |
| 4.1 Prehľad systému | 15 |
| 4.2 Architektúra systému | 15 |
| 4.3 Zásobník protokolov | 16 |
| 5 Pakety T2-MI | 18 |
| 5.1 Definícia paketu T2-MI | 18 |
| 5.2 Definícia užitočných dát T2-MI | 20 |
| 5.2.1 Rámec základného pásma | 20 |
| 5.2.2 Dáta pomocného toku I/Q | 20 |
| 5.2.3 Vloženie nezávislej bunky | 22 |
| 5.2.4 Pakety T2-MI L1-aktuálne | 23 |
| 5.2.5 L1-budúce | 24 |
| 5.2.6 Bunky vyváženia posunutia P2 | 25 |
| 5.2.7 Časová značka DVB-T2 | 26 |
| 5.2.7.1 Nulová časová značka | 28 |
| 5.2.8 Individuálne adresovanie | 28 |
| 5.2.8.1 Existujúce funkcie adresovania | 29 |
| 5.2.8.2 Funkcie adresovania špecifické v DVB-T2 | 29 |
| 5.2.8.2.1 Funkcia ACE-PAPR | 30 |
| 5.2.8.2.2 Funkcia skupiny MISO | 31 |
| 5.2.8.2.3 Funkcia TR-PAPR | 31 |
| 5.2.8.2.4 Funkcia L1-ACE-PAPR | 33 |
| 5.2.8.2.5 Funkcia čísel postupností TX-SIG FEF | 33 |
| 5.2.8.2.6 Funkcia ID vysielača pomocného toku TX-SIG | 34 |
| 5.2.9 Časť FEF: Nula | 35 |
| 5.2.10 Časť FEF: Dáta I/Q | 36 |
| 5.2.11 Časť FEF: Zložená | 37 |
| 5.2.12 Subčasť FEF | 38 |
| 5.2.12.1 Subčasť FEF: Nula | 39 |
| 5.2.12.2 Subčasť FEF: IQ | 39 |
| 5.2.12.3 Subčasť FEF: PRBS | 40 |
| 5.2.12.4 Subčasť FEF: TX-SIG FEF | 41 |
| 5.3 Vytvorenie signalizácie L1 z paketov T2-MI | 41 |
| 5.4 Poradie paketov T2-MI pri prenose | 42 |
| 5.5 Časovanie prenosu paketov T2-MI | 44 |
| 6 Prenos paketov T2-MI | 46 |
| 6.1 Zapuzdrenie paketov T2-MI do MPEG-2 TS | 46 |
| 6.1.1 Opis | 46 |
| 6.2 Zapuzdrenie MPEG-2 TS do paketov IP | 47 |
| 6.2.1 Informácie o nastavení | 47 |
| 6.2.2 Transportné protokoly | 48 |
| 6.2.3 Otvorenie a riadenie relácie | 49 |
| 6.2.4 Požiadavky siete | 49 |
| Príloha A (normatívna): Výpočet slova CRC | 50 |
| Príloha B (normatívna): Informačný paket modulátora T2 (T2-MIP) | 52 |
| B.1 Použitie T2-MIP na synchronizáciu vysielača | 52 |
| B.2 Definícia T2-MIP | 53 |
| B.2.1 Opis poľa | 53 |

| | | |
|---------|---|----|
| B.2.2 | Prenos T2-MIP cez DVB-T2 | 55 |
| | Príloha C (informatívna): Vkladanie miestneho obsahu | 57 |
| | Príloha D (informatívna): Spravovanie MISO | 59 |
| | Príloha E (informatívna): Navýšenie T2-MI | 60 |
| E.1 | Zapuzdrenie dát T2 do paketov T2-MI | 60 |
| E.2 | Prenos paketov T2-MI | 60 |
| E.2.1 | Prenos paketov T2-MI cez MPEG-2 TS | 60 |
| E.2.1.1 | Navýšenie FEC pri spoji ASI | 60 |
| E.2.2 | Prenos paketov T2-MI cez MPEG-2 TS do IP | 60 |
| E.2.2.1 | Navýšenie FEC | 61 |
| E.3 | Prehľad navýšení súvisiacich s T2-MI | 61 |
| | Príloha F (informatívna): Časové značky DVB-T2 | 62 |
| F.1 | Vzájomné vzťahy | 62 |
| F.2 | Princíp | 62 |
| | Príloha G (informatívna): Využitie T2-MI v nastaveniach skúšania a merania | 63 |
| G.1 | Úvod | 63 |
| G.2 | Využitie časových značiek programových referenčných hodín (PCR) | 63 |
| G.2.1 | Vzťah medzi ISCR a PCR | 63 |
| G.2.2 | Vkladanie PCR | 64 |
| G.2.3 | Prehrávanie súboru T2-MI s konštantnou bitovou rýchlosťou (CBR) | 64 |
| G.2.4 | Prehrávanie súboru T2-MI s variabilnou bitovou rýchlosťou (VBR) | 65 |
| G.2.5 | Synchronizácia medzi sieťovým prechodom T2 a modulátorom | 65 |
| | Príloha H (normatívna): T2-MI kompozitných signálov | 66 |
| H.1 | Úvod | 66 |
| H.2 | Viacere toky T2-MI | 66 |
| H.3 | Zarovnanie profilov v emitovanom kompozitnom signáli | 66 |
| | Príloha I (informatívna): T2-MI kompozitných signálov: Topológia siete a synchronizácia | 68 |
| I.1 | Úvod | 68 |
| I.2 | Topológia siete | 68 |
| I.3 | Synchronizácia viacerých sieťových prechodov T2 | 69 |
| I.3.1 | Zmeny konfigurácie a viaceré sieťové prechody T2 | 70 |
| | História | 71 |

Práva duševného vlastníctva

Práva duševného vlastníctva, ktoré majú alebo môžu mať zásadný význam pre tento dokument, mohli sa oznámiť organizácii ETSI. Informácie o týchto zásadných právach duševného vlastníctva, ak existujú, sú **pre členov i nečlenov** ETSI verejne dostupné a môžu ich nájsť v dokumente ETSI SR 000 314 s názvom: *Práva duševného vlastníctva (IPR). Zásadné alebo potenciálne zásadné práva duševného vlastníctva oznámené organizácii ETSI vo vzťahu k normám ETSI*, ktorý možno získať na sekretariáte ETSI. Najnovšie znenie je dostupné na serveri ETSI (<http://ipr.etsi.org>).

V súlade so svojou politikou v oblasti práv duševného vlastníctva ETSI neskúma ani nevyhľadáva nijaké práva duševného vlastníctva. Neposkytuje ani záruku na iné práva duševného vlastníctva, ktoré sa neuvádzajú v dokumente SR 000 314 (alebo v jeho aktualizovaných vydaniach na serveri ETSI), ktoré sú alebo môžu byť, alebo by sa mohli stať dôležitými pre predkladaný dokument.

Predhovor

Túto technickú špecifikáciu (TS) vytvorila spojená technická komisia (JTC) Vysielanie Európskej vysielacej únie (EBU), Európskeho výboru pre normalizáciu v elektrotechnike (CENELEC) a Európskeho inštitútu pre telekomunikačné normy (ETSI).

POZNÁMKA. – Spojená technická komisia EBU/ETSI Vysielanie sa zriadila v roku 1990 s cieľom koordinovať návrhy noriem na poli vysielania a v pridružených oblastiach. Od roku 1995 sa JTC Vysielanie zaradením CENELEC, zodpovedného za normalizáciu rozhlasových a televíznych prijímačov, do Memoranda o porozumení stala tripartitným orgánom. EBU ako profesionálne združenie vysielateľov koordinuje aktivity svojich členov v technickej a právnej oblasti a v oblasti výroby a výmeny programov. EBU má aktívnych členov z približne 60 krajín európskeho vysielacieho priestoru; svoje sídlo má v Ženeve.

European Broadcasting Union

CH-1218 GRAND SACONNEX (Geneva)

Switzerland

Tel: +41 22 717 21 11

Fax: +41 22 717 24 81

Projekt digitálneho televízneho vysielania (DVB) je priemyslom vedené konzorcium vysielateľov, výrobcov, prevádzkovateľov sietí, tvorcov softvéru, regulačných orgánov, vlastníkov obsahu a iných, vytvorené s cieľom navrhovať globálne normy, týkajúce sa poskytovania digitálnej televízie a dátových služieb. DVB napomáha rozvoju riešení podporujúcich trh, ktoré vyhovujú potrebám a ekonomickým okolnostiam investorov vo vysielacom priemysle a spotrebiteľom. Normy DVB zahŕňajú všetky hľadiská digitálnej televízie, od vysielania cez rozhrania, podmienený prístup a interaktivitu digitálneho obrazu, zvuku a dát. Konzorcium sa vytvorilo v roku 1993 s cieľom vykonávať normalizáciu, poskytovať interoperabilitu a vytvárať špecifikácie na budúce testovanie.

1 Predmet

V tomto dokumente je definované rozhranie na modulátor systému pozemnej televízie druhej generácie (DVB-T2). Dokument tiež opisuje mechanizmus, ktorý umožňuje prevádzku vysielania regeneratívnych opakovačov v sieťach SFN alebo v iných sieťach.

2 Referenčné dokumenty

Odkazy na dokumenty sú špecifikované (určené dátumom uverejnenia alebo číslom vydania, alebo verzie) alebo nešpecifikované. Pri špecifikovaných odkazoch platí len citovaná verzia. Pri nešpecifikovaných odkazoch platí najnovšia verzia (vrátane všetkých doplnkov).

Referenčné dokumenty, ktoré nie sú verejne dostupné na očakávanom mieste, možno nájsť na adrese <http://docbox.etsi.org/Reference>.

POZNÁMKA. – Aj keď v čase publikovania tohto dokumentu platili všetky hyperlinky uvedené v tomto článku, ETSI nezaručuje ich dlhodobú platnosť.

2.1 Normatívne referenčné dokumenty

Na použitie dokumentu sú potrebné tieto referenčné dokumenty.

- [1] ETSI EN 302 755: "Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)".
- [2] ETSI TS 102 606: "Digital Video Broadcasting (DVB); Generic Stream Encapsulation (GSE) Protocol".
- [3] ETSI TS 101 191: "Digital Video Broadcasting (DVB); DVB mega-frame for Single Frequency Network (SFN) synchronization".
- [4] ETSI EN 301 192: "Digital Video Broadcasting (DVB); DVB specification for data broadcasting".
- [5] ETSI TS 102 034: "Digital Video Broadcasting (DVB); Transport of MPEG-2 TS Based DVB Services over IP Based Networks".
- [6] IETF RFC 3550: "RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications".
- [7] ISO/IEC 13818-1: "Information technology - Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems".
- [8] ETSI EN 300 468: "Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB systems".
- [9] ETSI TS 102 992: "Digital Video Broadcasting (DVB); Structure and modulation of optional transmitter signatures (T2-TX-SIG) for use with the DVB-T2 second generation digital terrestrial television broadcasting system".

2.2 Informatívne referenčné dokumenty

Nasledujúce referenčné dokumenty nie sú na použitie tohto dokumentu nevyhnutné, ale používateľovi môžu pomôcť s ohľadom na jednotlivé predmetné oblasti.

- [i.1] ETSI TS 102 831: "Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)".
- [i.2] CENELEC EN 50083-9: "Cable networks for television signals, sound signals and interactive services - Part 9: Interfaces for CATV/SMATV headends and similar professional equipment for DVB/MPEG-2 transport streams".
- [i.3] DVB BlueBook A115: "DVB Application Layer FEC Evaluations".
- [i.4] ETSI TR 101 290: "Digital Video Broadcasting (DVB); Measurement guidelines for DVB systems".

3 Definície, symboly a skratky

3.1 Definície

V tomto dokumente sa používajú pojmy a definície uvedené v [i.1] a aj nasledujúce pojmy a definície:

pomocný tok (angl. **auxiliary stream**): postupnosť buniek, ktoré prenášajú dáta ešte s nedefinovanou moduláciou a kódovaním, ktoré sa môžu použiť na budúce rozšírenia alebo tak, ako požadujú vysielatelia alebo prevádzkovatelia sietí

spoločný PLP (angl. **common PLP**): PLP, ktorý sa v rámci T2 vyskytuje v jednom segmente prenášanom hneď po signalizácii L1, a ktorý môže obsahovať dáta spoločné s viacerými PLP

kompozitný signál (angl. **composite signal**): signál zložený z viacerých profilov T2, napríklad z profilov T2-Base a T2-Lite, ktorých jednotlivé signály sa prenášajú v časti FEF druhého profilu

konfigurovateľná signalizácia L1 (angl. **configurable L1-signalling**): signalizácia L1 pozostávajúca z parametrov, ktoré zostávajú nemenné počas trvania jedného superrámca

koordinovaný svetový čas (angl. **Coordinated Universal Time, doslovne Universel Temps Coordonné – UTC**): časový formát počítaný v štandardných jednotkách SI – sekundách s periodickým nastavovaním vykonávaným pomocou pridania (alebo odobratia) prestupných sekúnd tak, aby bol rozdiel medzi UTC a astronomickým časom menší ako $\pm 0,9$ s

dátový PLP (angl. **data PLP**): PLP typu 1 alebo typu 2

dynamická signalizácia L1 (angl. **dynamic L1-signalling**): signalizácia L1 pozostávajúca z parametrov, ktoré sa môžu vzhľadom na rámce T2 meniť

elementárna perióda (angl. **elementary period**): časová perióda, ktorá závisí od šírky pásma systému a používa sa na definovanie iných časových období v systéme T2

blok FEC (angl. **FEC Block**): množina N_{cells} buniek OFDM, ktoré prenášajú všetky bity jedného rámca LDPC FECFRAME

rámec FECFRAME (angl. **FECFRAME**): množina N_{ldpc} bitov (16 200 alebo 64 800) z jednej kódovanej operácie LDPC

časť FEF (angl. **FEF part**): časť superrámca medzi dvoma rámcami T2, ktorá obsahuje rámce FEF

veľkosť FFT (angl. **FFT size**): nominálna veľkosť FFT používaná v konkrétnom móde, rovnajúca sa aktívnej perióde symbolu T_S vyjadrenej v počte cyklov elementárnej periódy T

globálny polohový systém (angl. **Global Position System – GPS**): sústava družíc, ktoré poskytujú prijímačom informácie o presnom čase a ich polohe

čas GPS (angl. **GPS Time**): časový signál vysielaný pomocou družíc GPS, ktorý za obdobie od 6. januára 1980 počíta sekundy (bez vynechania alebo pridania) a „číslo týždňa“ (v skutočnosti modulo 604 800 sekúnd), ktoré sa obnovuje každých 1 024 týždňov (približne 19,7 roka)

Im(x): imaginárna časť x

prekladaný rámec (angl. **interleaving frame**): jednotka, v rámci ktorej sa vykonáva dynamické pridelovanie kapacity v konkrétnom PLP založené na celých číslach, dynamicky sa meniacom počte blokov FEC, a ktorá má pevný vzťah k rámcom T2

POZNÁMKA. – Prekladaný rámec sa môže mapovať priamo do jedného rámca T2 alebo do viacerých rámcov T2. Môže obsahovať jeden alebo viac blokov TI.

Medzinárodný atómový čas (angl. **International Atomic Time, doslovne Temps Atomique International – TAI**): časový formát počítajúci v štandardných jednotkách SI – sekundách

signalizácia L1-PRE (angl. **L1 pre-signalling**): signalizácia prenášaná v symboloch P2, ktorá má pevnú veľkosť, kódovanie a moduláciu a obsahuje základné informácie o systéme T2, ako aj informácie potrebné na dekódovanie signalizácie L1-post

POZNÁMKA. – Signalizácia L1-PRE zostáva počas trvania superrámca rovnaká.

signalizácia L1-post (angl. **L1-post signalling**): signalizácia prenášaná v symbole P2, ktorá poskytuje podrobnejšie informácie L1 o systéme T2 a PLP

max: maximum množiny čísel, operátor je definovaný ako:

$$\max_{i=1..I} \{X(i)\} = \max \{X(1), X(2) \dots X(I)\}$$

skupina MISO (angl. **MISO group**): skupina (1 alebo 2), do ktorej patrí konkrétny vysielač v sieti MISO, determinujúca typ spracovania aplikovaný na dátové bunky a na piloty

POZNÁMKA. – Signály vysielačov z rôznych skupín sa optimálnym spôsobom skombinujú v prijímači.

mod: operátor modulo, definovaný ako:

$$x \bmod y = x - y \left\lfloor \frac{x}{y} \right\rfloor$$

modifikovaný juliánsky dátum (angl. **Modified Julian Date – MJD**): formát dátumu založený na počte dní od polnoci 17. novembra 1858 AD

signalizácia P1 (angl. **P1 signalling**): signalizácia prenášaná v symbole P1, ktorá sa používa na identifikáciu základného módu signálu DVB-T2

dátovod fyzickej vrstvy (angl. **Physical Layer Pipe – PLP**): kanál TDM fyzickej vrstvy, ktorý je prenášaný špecifikovanými segmentmi

POZNÁMKA. – PLP môže prenášať jednu alebo viac služieb.

PLP_ID: osembitové pole jednoznačne identifikuje PLP v rámci systému T2, ktorý je identifikovaný T2_system_id

POZNÁMKA. – Rovnaké PLP_ID sa môže vyskytnúť v jednom alebo viacerých rámcov superrámca.

prevádzkač [angl. **relay (transmitter)**]: vysielač v sieti, ktorý znovu vysiela signál prijatý zo vzduchu pomocou jednoduchej frekvenčnej transpozície alebo pomocou obnovenia signálu

Re(x): reálna časť x

blok časového prekladania (angl. **Time Interleaving block – TI-block**): množina buniek, v rámci ktorých je vykonávané časové prekladanie, zodpovedajúca jednému použitiu pamäte časového prekladača

PLP typu 1 (angl. **Type 1 PLP**): PLP, ktorý má v rámci T2 jeden segment a je vysielaný pred ktorýmkoľvek PLP typu 2

PLP typu 2 (angl. **Type 2 PLP**): PLP, ktorý má v rámci T2 dva alebo viac segmentov a je vysielaný po ktoromkoľvek PLP typu 1

rámec T2 (angl. **T2 frame**): pevný rámec TDM fyzickej vrstvy, ktorý sa ďalej delí na segmenty rôznej veľkosti

POZNÁMKA. – Rámec T2 sa začína jedným symbolom P1 a jedným alebo viacerými symbolmi P2.

sieťový priechod T2 (angl. **T2-Gateway**): zariadenie poskytujúce na svojom výstupe T2-MI, ktoré vykonáva funkciu základného sieťového priechodu T2 a voliteľne aj ďalšie procesy, ako napríklad remultiplexovanie

tok T2-MI (angl. **T2-MI stream**): tok paketov T2-MI, ktoré prenášajú dáta T2 jednoduchého profilu T2 a voliteľne akékoľvek neprofilové dáta s danou hodnotou ID toku T2-MI

ID toku T2-MI (angl. **T2-MI stream ID**): jednoznačný identifikátor postupnosti paketov T2-MI vstupujúcich do modulátora a prenášajúcich vlastnú konzistentnú množinu dát T2 cez T2-MI

superrámec T2 (angl. **T2 Super-frame**): množina rámcov T2, ktorá pozostáva z konkrétneho počtu po sebe idúcich rámcov T2

POZNÁMKA. – Superrámec môže navyše obsahovať časti FEF.

systém T2 (angl. **T2 system**): pozemský vysielací systém druhej generácie, ktorého vstupom je jeden alebo viac tokov TS alebo GSE a ktorého výstupom je signál RF

POZNÁMKA. – Systém T2:

- predstavuje entitu, v ktorej sa individuálnym spôsobom v rámci signálu DVB-T2 prenáša jeden alebo viac PLP na jednej alebo viacerých frekvenciách;
- v rámci siete T2 jedinečný a identifikovaný `T2_system_id`: dva systémy T2 s rovnakým identifikátorom `T2_system_id` a `network_id`, majú identickú štruktúru a konfiguráciu fyzickej vrstvy, okrem `cell_id`, ktorý sa môže líšiť;
- transparentný dát, ktoré prenáša (vrátane transportných tokov a služieb).

T2_SYSTEM_ID: šesťnásťbitové pole jednoznačne identifikuje systém T2 v rámci siete T2

3.2 Symboly

V tomto dokumente sa používajú symboly uvedené v [i.1] a aj nasledujúce symboly:

N_x hodnota N vyjadrená v x -ovej číselnej sústave

POZNÁMKA. – Koreň číselnej sústavy x je desiatkové číslo, preto $2A_{16}$ je hexadecimálnym vyjadrením desiatkového čísla 42.

N_{T2} počet rámcov T2 v superrámci

I_{FEF} hodnota FEF_INTERVAL zo signalizácie L1

$I_{JUMP}, I_{JUMP}(i)$ rámcový interval: rozdiel vyjadrený v rámcovom indexe medzi po sebe idúcimi rámcami T2, do ktorých je konkrétny PLP mapovaný (platí s PLP i)

N_{PLP} počet PLP v systéme T2

| | |
|---------------------|---|
| $P_i, P_i(i)$ | počet rámcov T2, do ktorých je každý prekladaný rámec mapovaný (platí s PLP i) |
| T | elementárna časová perióda pri použití frekvenčnom pásme |
| T_F | čas trvania rámca T2 |
| T_{FEF} | čas trvania jednej časti FEF |
| $\lfloor x \rfloor$ | zaokrúhlenie zdola: najväčšie celé číslo menšie alebo rovnajúce sa x |
| $\lceil x \rceil$ | zaokrúhlenie zhora, t. j. najmenšie celé číslo väčšie alebo rovnajúce sa x |

3.3 Skratky

V dokumente sa používajú skratky uvedené v [i.1] a nasledujúce skratky:

| | | |
|----------|---|--|
| ACE | Active Constellation Extension | rozšírenie aktívnej konštelácie |
| AL | Application Layer | aplikačná vrstva |
| AL-FEC | Application Layer Forward Error Correction | aplikačná vrstva korekcie chýb v smere dopredu |
| ASI | Asynchronous Serial Interface | asynchrónne sériové rozhranie |
| BB | BaseBand | základné pásmo |
| bflbf | bit-field, left bit first | bitové pole, ľavý bit prvý |
| bflbfzpb | bit-field, left bit first, zero padded after the last bit to a multiple of 8 bits | bitové pole, ľavý bit prvý, po poslednom bite je vyplnené nulami, kým celkový počet bitov nedosiahne násobok 8 |
| CBR | Constant Bit-rate | konštantná bitová rýchlosť |
| CRC | Cyclic Redundancy Check | kontrola cyklickým redundantným kódom |
| DFL | DataField Length | dĺžka dátového poľa |
| DVB | Digital Video Broadcasting | digitálne televízne vysielanie |
| DVB | Digital Video Broadcasting Project | projekt digitálneho televízneho vysielania |
| DVB-T | DVB system for Terrestrial Broadcasting | pozemné digitálne televízne vysielanie |
| FEC | Forward Error Correction | korekcia chýb v smere dopredu |
| FEF | Future Extension Frame | rámec určený na budúce rozšírenie |
| FFT | Fast Fourier Transform | rýchla Fourierova transformácia |
| GMT | Greenwich Mean Time | stredný greenwichský čas |
| GPS | Global Positioning System | globálny polohový systém |
| GSE | Generic Stream Encapsulation | zapuzdrenie generického toku |
| ID | IDentifier | identifikátor |
| IERS | International Earth Rotation and Reference Systems Service | Medzinárodná služba pre rotáciu Zeme a referenčné systémy |
| IFFT | Inverse Fast Fourier Transform | inverzná rýchla Fourierova transformácia |
| IP | Internet Protocol | internetový protokol |
| IPTV | Internet Protocol TeleVision | televízia s internetovým protokolom |

| | | |
|--------|--|---|
| IQ | Inphase and Quadrature | súfázové a kvadrátúrne (zložky) |
| ISCR | Input Stream Time Reference | časová referencia vstupného toku |
| LDPC | Low Density Parity Check (codes) | kontrola parity s nízkou hustotou |
| LoCI | Local Content Inserter | vkladač lokálneho obsahu |
| LSB | Least Significant Bit | bit s najmenším významom |
| MFN | Multi-Frequency Network | mnohofrekvenčná sieť |
| MISO | Multiple Input, Single Output | viacnásobný vstup, jeden výstup |
| MJD | Modified Julian Date | modifikovaný juliánsky dátum |
| MPEG | Moving Picture Experts Group | skupina expertov na pohyblivé obrazy |
| MSb | Most Significant Bit | najvýznamnejší bit |
| MTU | Maximum Transmission Unit | maximálna prenosová jednotka |
| OFDM | Orthogonal Frequency Division Multiplex | multiplex s ortogonálnym frekvenčným delením |
| PAPR | Peak-to-Average Power Ratio | pomer špičkového a stredného výkonu |
| PAT | Program Association Table | združená tabuľka programov |
| PCR | Program Clock Reference | programové referenčné hodiny |
| PID | Packet Identifier | identifikátor paketu |
| PLP | Physical Layer Pipe | dátovod fyzickej vrstvy |
| PMT | Program Map Table | tabuľka programovej mapy |
| PRBS | Pseudo Random Binary Sequence | pseudonáhodná binárna postupnosť |
| PSI | MPEG-2 Program Specific Information | špecifická informácia o programe v MPEG-2 |
| RF | Radio Frequency | rádiová frekvencia |
| rfu | Reserved for Future Use | rezervované na budúce používanie |
| rms | root mean square | efektívna hodnota |
| rpchof | remainder polynomial coefficients, highest order first | zvyškové polynomicke koeficienty, najvyšší rád prvý |
| RTCP | Real-Time Transport Control Protocol | riadiaci protokol komunikácie v reálnom čase |
| RTP | Real Time Protocol | protokol komunikácie v reálnom čase |

| | | |
|--------|--|--|
| SFN | Single Frequency Network | jednofrekvenčná sieť |
| SI | Service Information | informácia o službe |
| SMPTE | Society of Motion Picture and Television Engineers | Spoločnosť filmových a televíznych tvorcov |
| T2 | DVB-T2 | DVB-T2 |
| T2-MI | DVB-T2 Modulator Interface | rozhranie modulátora DVB-T2 |
| T2-MIP | DVB-T2 Modulator Information Packet | informačný paket modulátora DVB-T2 |
| TAI | International Atomic Time (literally Temps Atomique International) | Medzinárodný atómový čas (doslovne Temps Atomique International) |
| TDM | Time Division Multiplex | multiplex s časovým delením |
| TFS | Time Frequency Slicing | časové a frekvenčné segmentovanie |
| TI | Time Interleaving | časové prekladanie |
| TPH | Transport Packet Header | záhlavie transportného paketu |
| TR | Tone Reservation | rezervácia tónu |
| TS | Transport Stream | transportný tok |
| TX-SIG | Transmitter Signature | označenie vysielača |
| UDP | User Datagram Protocol | používateľský datagramový protokol |
| uimsbf | unsigned integer, most significant bit first | celé číslo bez znamienka, prvý najvýznamnejší bit |
| UTC | Coordinated Universal Time (literally Universel Temps Coordonné) | koordinovaný svetový čas (doslovne Universel Temps Coordonné) |
| VBR | Variable Bit-rate | premenlivá bitová rýchlosť |
| XOR | eXclusive OR function | funkcia eXclusive OR |

4 Všeobecný opis

4.1 Prehľad systému

Špecifikácie DVB-T2 [1] umožňujú dosahovať robustnosť špecifickú na túto službu pomocou použitia dátovodov fyzickej vrstvy (Physical Layer Pipes – PLPs). Rozdelenie dát do jednotlivých PLP nie je normatívne a špecifikácie T2 len stanovujú, že sa musia splniť určité obmedzenia.

Aby bolo možné realizovať prevádzku v rámci jednofrekvenčnej siete (SFN), rozhodnutia o rozdelení a plánovaní sa prijímajú v sieťovom priechode T2 (T2-Gateway). Ich výsledky sa distribuujú v takom formáte, aby všetky modulátory v sieti mohli jednoznačne vytvoriť rovnaké vysielacie signály.

Sieťový priechod T2 formuje jeden alebo viac vstupných tokov systému T2 do nekódovaných rámcov základného pásma a generuje príslušné informácie signalizácie L1, ktoré posiela cez rozhranie T2-MI. Tieto dáta postupujú z T2-MI do modulátora T2, v ktorom sa na účely vytvorenia RF signálu v systéme T2 realizuje potrebné protichybové kódovanie, výstavba rámca a modulácia.

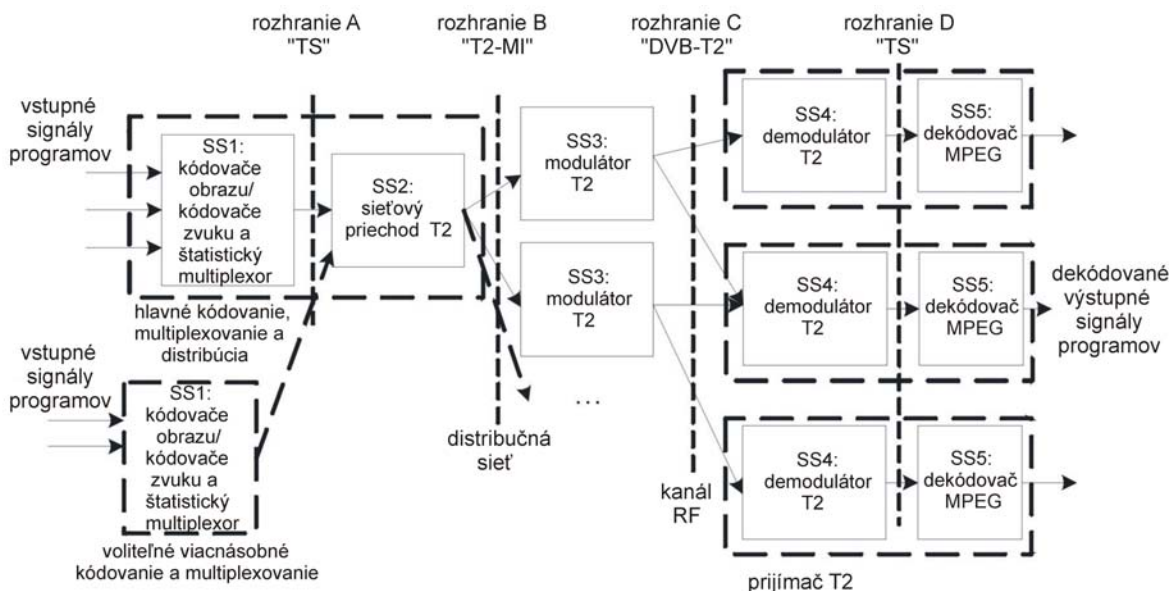
Rozhranie modulátora DVB-T2 (T2-MI) umožňuje realizovať spoľahlivú výstavbu sietí vysielateľov (v konfigurácii MFN aj SFN). Navyše podporuje použitie regeneratívnych opakovačov na zakladanie ďalších sietí MFN a SFN.

Viac informácií týkajúcich sa vytvárania T2-MI v sieťovom priechode T2 a jeho využitia v modulátore je možné nájsť v [i.1].

V tomto dokumente (vo verzii 1.3.1 tejto špecifikácie) je uvedená koncepcia viacerých tokov T2-MI, ktorá umožňuje formovanie kompozitných prenosov T2 založených na viacnásobných profiloch T2, v súlade s časťou I.9 [1]. Signál profilu T2-Lite sa distribuuje v rámci jedného toku T2-MI a vysielá sa v časti FEF signálu T2-Base, ktorý sa distribuuje v rámci druhého toku T2-MI. Podobne signál profilu T2-Base sa vysielá v časti FEF signálu T2-Lite. Toto je podrobne opísané v prílohe H.

4.2 Architektúra systému

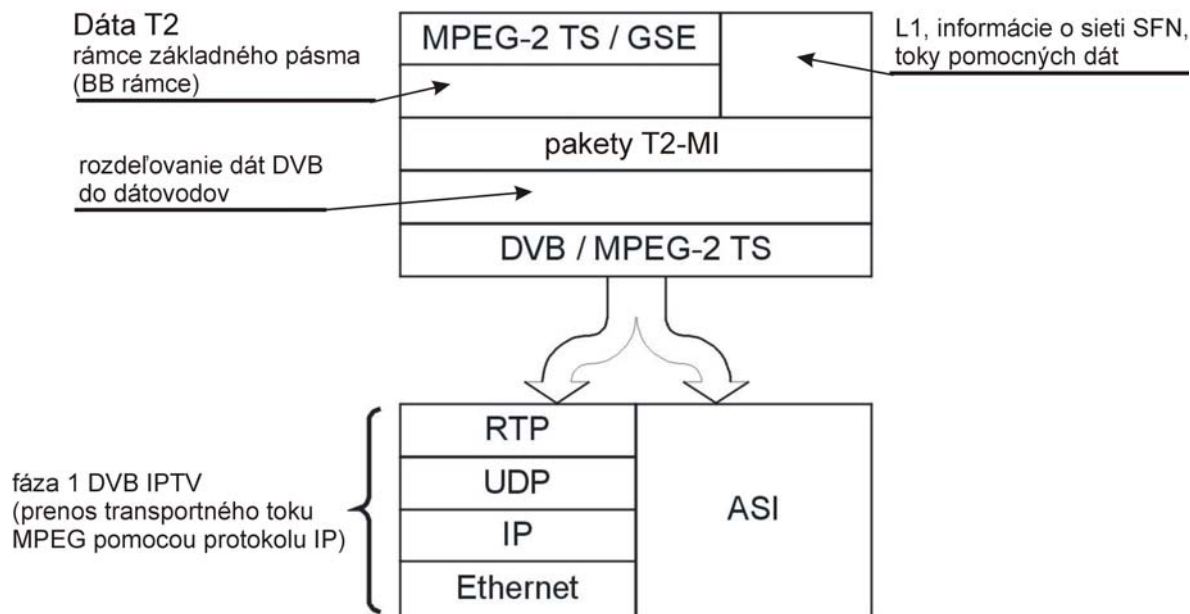
Bloková schéma typického end-to-end reťazca DVB-T2 s transportným tokom na jeho vstupe je zobrazená na obrázku 1. Rozhranie T2-MI je vyznačené ako „Rozhranie B” na výstupe sieťového priechodu T2.



Obrázok 1 – Bloková schéma typického reťazca DVB-T2

4.3 Zásobník protokolov

Na obrázku 2 je zobrazený zásobník protokolov T2-MI.



Obrázok 2 – Zásobník protokolov T2-MI

Rozhranie modulátora DVB-T2 (T2-MI) prenáša vstupy systému DVB-T2 – MPEG-2 TS alebo generické toky, ktoré sú zapuzdrené v rámcoch základného pásma DVB-T2 [1].

Okrem toho T2-MI prenáša aj iné dáta T2, vrátane, ale bez obmedzenia na:

- dáta signalizácie L1 potrebné v modulátore na umožnenie vytvorenia rámcov T2;
- dáta vektora IQ každý pomocný tok;

- časové značky DVB-T2 (potrebné na synchronizáciu);
- dáta rámcov určených pre budúce rozšírenie.

S výnimkou časovej značky DVB-T2 sa všetky tieto informácie prenášajú ako časť vysielaného signálu DVB-T2.

Dáta synchronizačnej časovej značky sa vo vysielanom signáli neprenášajú, ale ich využíva modulátor na určenie presného času vyslania signálu DVB-T2. Výnimkou je špeciálny prípad, keď stanice prevádzachov, ktoré vytvárajú časť SFN, prijímajú signál z hlavnej stanice na inej frekvencii, pretože tiež potrebujú prístup k synchronizačným dátam (pozri prílohu B).

Dáta T2 sa v súlade s časťou 4 EN 301 192 [4] paketizujú do paketov T2-MI a zapuzdrujú do paketov transportného toku DVB/MPEG, pričom sa zároveň rozdeľujú do dátovodov.

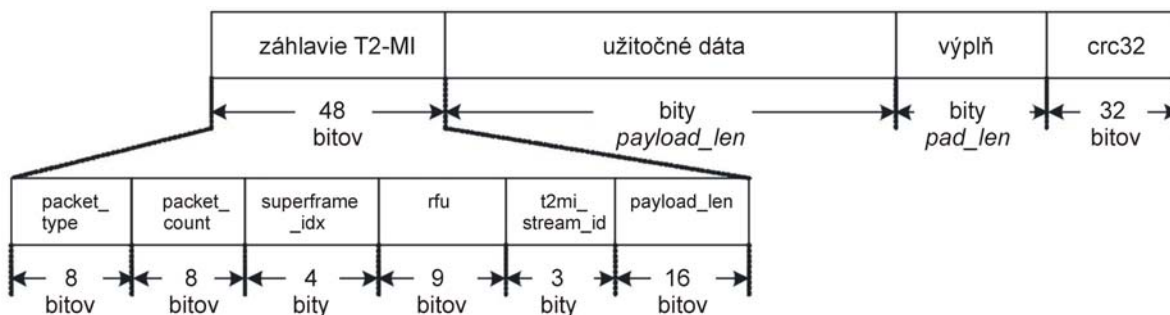
Takéto štandardné pakety DVB TS sa ďalej prenášajú buď klasicky cez štandardné rozhranie transportného toku DVB, ako napr. cez ASI [i.2], alebo v prípade prenosu cez siete IP sa ďalej zapuzdrujú do paketov IP podľa TS 102 034 [5].

5 Pakety T2-MI

Pomocou paketov T2-MI sa môže cez T2-MI vysielat' niekoľko rôznych typov dát súvisiacich s T2. Pokiaľ nie je stanovené inak, všetky polia sú typu uimsbf.

5.1 Definícia paketu T2-MI

Formát paketu T2-MI je zobrazený na obrázku 3.



Obrázok 2 – Formát paketu T2-MI

Každý paket T2-MI sa skladá zo šesťbajtového záhlavia, za ktorým nasleduje časť s užitočnými dátami s variabilnou dĺžkou rozšírenou o výplň, ak je potrebná, a tridsaťdvabitové zakončenie CRC na detekciu chýb.

Paket T2-MI pozostáva z nasledujúcich polí:

packet_type (8 bitov): indikuje typ užitočných dát, ktoré sú prenášané paketom T2-MI; aktuálne definované hodnoty sú uvedené v tabuľke 1, pričom formáty k nim priradené sú definované v nasledujúcich častiach; všetky ostatné hodnoty sú rezervované na budúce používanie (RFU)

Tabuľka 1 – Typy paketov T2-MI

| packet_type T2-MI | Opis |
|------------------------|----------------------------------|
| 00 ₁₆ | Rámec základného pásma |
| 01 ₁₆ | Dáta pomocného toku I/Q |
| 02 ₁₆ | Vloženie nezávislej bunky |
| 10 ₁₆ | L1-aktuálne |
| 11 ₁₆ | L1-budúce |
| 12 ₁₆ | Bunky vyváženia posunutia P2 |
| 20 ₁₆ | Časová značka DVB-T2 |
| 21 ₁₆ | Individuálne adresovanie |
| 30 ₁₆ | Časť FEF: Nula |
| 31 ₁₆ | Časť FEF: Dáta I/Q |
| 32 ₁₆ | Časť FEF: Zmiešaná |
| 33 ₁₆ | Subčasť FEF |
| všetky ostatné hodnoty | Rezervované na budúce používanie |

packet_count (8 bitov): každý vyslaný paket T2-MI, bez ohľadu na užitočné dáta, zväčšené o 1; na prvý vyslaný paket sa nesmú klásť žiadne požiadavky týkajúce sa jeho špecifickej hodnoty počítadla; počítadlo musí počítat' od hodnoty FF₁₆ do 00₁₆

superframe_idx (4 bity): musí byť konštantné vo všetkých paketoch T2-MI patriacich jednému superrámecu T2; každý nasledujúci superrámec sa môže zväčšiť; žiadna implementácia nevyžaduje, aby toto pole malo nejakú osobitnú hodnotu

rfu (9 bitov): bity rezervované na budúce používanie, pričom sa všetky musia nastaviť na 0₂

t2mi_stream_id (3 bity): musí mať do všetkých paketov T2-MI, ktoré patria do príslušného toku T2- MI, rovnakú hodnotu; využíva sa pri prenose kompozitného signálu (v súlade s prílohou I) alebo pri indikácii, ak sa používa len jeden tok; keď sa používa len jeden tok, musí sa nastaviť na 000₂; identifikátor T2-MI musí byť v rámci množiny všetkých tokov uvádzaných do jedného modulátora jedinečný

payload_len (16 bitov): uvádza dĺžku užitočných dát v bitoch

užitočné dáta (payload_len bitov): prenáša užitočné dáta paketu T2-MI, ktoré sú rôzne v závislosti od typu paketu T2-MI a sú definované v časti 5.2

pad (pad_len bitov): musí sa vyplniť od 0 do 7 výplnkovými bitmi tak, aby dĺžka paketu T2-MI bola vždy celé číslo v bajtoch, t. j. **payload_len+pad_len** musí byť násobkom 8; každý výplnkový bit musí mať hodnotu 0₂

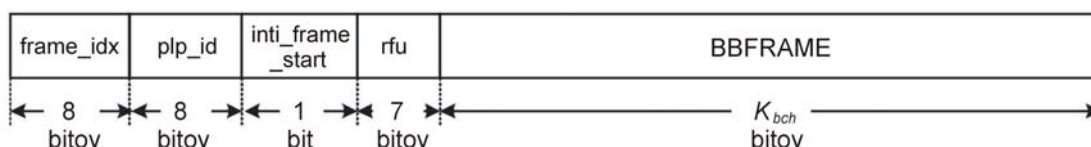
crc32 (32 bitov): je vypočítané v súlade s prílohou A zo všetkých ostatných bitov v pakete (záhlavie, užitočné dáta a pridaná akákoľvek výplň)

5.2 Definícia užitočných dát T2-MI

5.2.1 Rámec základného pásma

Podľa [1], časť 5.1.7, pakety T2-MI s **packet_type** rovnajúcim sa 00₁₆ musia prenášať rámce základného pásma.

Užitočné dáta paketu T2-MI sú znázornené na obrázku 4.



Obrázok 3 – Užitočné dáta rámca základného pásma

Polia sú definované takto:

frame_idx (8 bitov): indikuje FRAME_IDX prvého rámca T2 (ako je definované v [1]), do ktorého je mapovaný prekladaný rámec obsahujúci tento rámec základného pásma

plp_id (8 bitov): signalizuje PLP_ID (definované v [1]), v ktorom sa prenáša rámec základného pásma v signáli DVB-T2

intl_frame_start (1 bit): musí sa v prípade paketu, ktorý obsahuje prvý rámec BBFRAME prekladaného rámca do príslušného PLP, nastaviť na 1₂, a v prípade paketov prenášajúcich ostatné rámce BBFRAME (pokiaľ existujú), sa musí nastaviť na 0₂

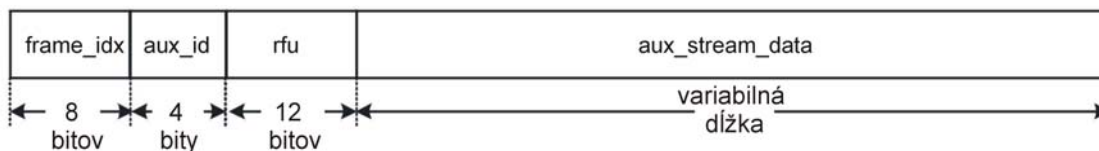
rfu (7 bitov): predstavuje bity rezervované na budúce používanie, pričom všetky sa musia nastaviť na 0₂

BBFRAME (K_{bch} bitov): prenáša K_{bch} bitov rámca základného pásma (pred zakódovaním) patriace príslušnému PLP, vrátane poľa PADDING, ak sa využíva; tento rámec sa musí zapuzdriť práve do jedného paketu bez ďalšej výplne; dočasné poradie bitov rámca základného pásma sa musí zachovať; ak sa pole PADDING rámca základného pásma využíva na signalizáciu vnútri pásma, relevantné bity poľa PADDING sa musia nastaviť na „0” a tieto sa potom v modulátore musia nahradiť príslušnou signalizáciou vnútri pásma

5.2.2 Dáta pomocného toku I/Q

Podľa [1], časť 8.3.7, pakety T2-MI s **packet_type** rovnajúcim sa 01₁₆ musia prenášať dáta pomocného toku.

Užitočné dáta paketu T2-MI sú znázornené na obrázku 5.



Obrázok 4 – Užitočné dáta pomocného toku

frame_idx (8 bitov): indikuje FRAME_IDX rámca T2 (ako je definované v [1]), ktorý prenáša dáta pomocného toku

aux_id (4 bity): indikuje príslušný pomocný tok, ktorému dáta patria; pomocné toky sa musia posielat' v rovnakom poradí, ako sa vysielajú pomocou signálu DVB-T2, pričom začínajú s **aux_id** = 1₁₆, ktoré indikuje prvý pomocný tok a v každom novom pomocnom toku sa zväčší o „1“; najvyššia možná hodnota F₁₆ zodpovedá 15. pomocnému toku a ostatné hodnoty sú rezervované na budúce používanie

rfu (12 bitov): predstavuje bity rezervované na budúce používanie

aux_stream_data (variabilný počet bitov): prenáša dáta každého pomocného toku; pozostáva z komplexných hodnôt buniek usporiadaných vzostupne podľa bunkových adries (ako je definované v [1]); každá hodnota bunky sa musí poslat' ako dvanásťbitová hodnota dvojkového doplnku/ reálnej časti, okamžite nasledovaná dvanásťbitovou hodnotou dvojkového doplnku Q imaginárnej časti komplexného čísla; na použitie podľa časti 8.3.7 [1] musí byť hodnota bunky $x_{m,l,p}$ daná vzťahmi:

$$\begin{aligned} \operatorname{Re}(x_{m,l,p}) &= \frac{I}{2^9} \\ \operatorname{Im}(x_{m,l,p}) &= \frac{Q}{2^9} \end{aligned}$$

kde I a Q sú dvanásťbitové hodnoty dvojkového doplnku vyjadrené ako celé čísla v rozsahu od -2^{11} do $2^{11}-1$.

POZNÁMKA. – Ak sa efektívna hodnota $x_{m,l,p}$ rovná 1 (ako požaduje [1]), pomer signálu a kvantizačného šumu je približne 59 dB, čo má byť dostačujúce vo všetkých aplikáciách.

Pole dát pomocného toku sa musí zapuzdriť do jedného alebo viacerých paketov T2-MI v rovnakom poradí, ako sú bunky OFDM umiestnené v signáli DVB-T2. Nesmie sa použiť žiadna výplň.

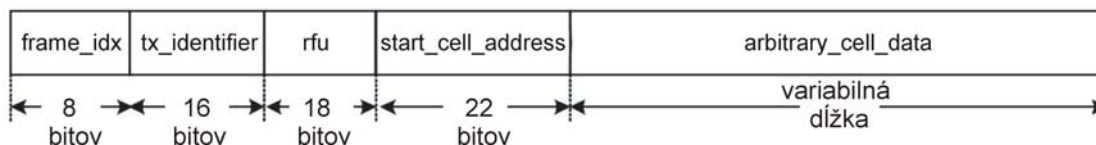
Ak sa na príslušný pomocný tok využívajú viaceré pakety T2-MI, užitočné dáta paketov T2-MI, v rámci ktorých tok nie je ukončený, musia sa zakončiť kompletnou bunkou. Nasledujúca hodnota bunky tohto toku bude začínať na začiatku užitočných dát ďalšieho paketu T2-MI s **packet_type** rovnajúcim sa 01₁₆ a s rovnakým **aux_id**.

Hodnoty buniek pomocných tokov sa musia pri všetkých vysielačoch v jednofrekvenčnej sieti rovnať, keď sa posielajú cez T2-MI s **packet_type** T2-MI rovnajúcim sa 01₁₆. Ak sa požaduje, aby sa hodnoty buniek líšili (ako to dovoľuje [1]), dáta pomocného toku sa musia do modulátorov posielat' iným spôsobom.

5.2.3 Vloženie nezávislej bunky

Pakety s **packet_type** rovnajúcim sa 02_{16} musia prenášať dáta nezávislej bunky, ktoré modulátor musí vložiť do rámca T2, pričom začína na špecifikovanej adrese bunky a pokračuje až do poslednej z komplexných hodnôt bunky uvedených v poli **arbitrary_cell_data**.

Užitočné dáta paketu T2-MI sú znázornené na obrázku 6.



Obrázok 5 – Užitočné dáta vloženia nezávislej bunky

frame_idx (8 bitov): indikuje FRAME_IDX rámca T2 (ako je definované v [1]), ktorý prenáša dáta nezávislej bunky

tx_identifier (16 bitov): slovo, ktoré sa používa na adresovanie jednotlivých vysieláčov a modulátorov; pole má rovnaký význam ako v časti 5.2.8 a jeho hodnota 0000_{16} sa používa ako vysielacia adresa na adresovanie všetkých vysieláčov a modulátorov v sieti; dáta z predchádzajúcich paketov sa môžu prepísať neskoršie prijatými paketmi príslušným modulátorom

rfu (18 bitov): predstavuje bity rezervované na budúce používanie, pričom všetky sa musia nastaviť na 0_2 , až kým sa nezadefinujú

start_cell_address (22 bitov): indikuje počiatočnú adresu dát nezávislej bunky, pričom využíva metódu adresovania buniek, ktorá je špecifikovaná v časti 8.3.6.2 [1]

arbitrary_cell_data (angl. variabilný počet bitov): prenáša dáta nezávislej bunky, ktoré sa majú vložiť pomocou modulátora; musí pozostávať z komplexných hodnôt buniek zoradených vzostupne podľa bunkových adries (ako je to definované v [1]) a každá hodnota bunky sa musí poslať ako dvanásťbitová hodnota dvojkového doplnku/reálnej časti, okamžite nasledovaná dvanásťbitovou hodnotou dvojkového doplnku Q imaginárnej časti komplexného čísla; na použitie podľa časti 8.3.7 [1] musí byť hodnota bunky $x_{m,l,p}$ daná vzťahmi:

$$\begin{aligned} \operatorname{Re}(x_{m,l,p}) &= \frac{I}{2^9} \\ \operatorname{Im}(x_{m,l,p}) &= \frac{Q}{2^9} \end{aligned}$$

kde I a Q sú dvanásťbitové hodnoty dvojkového doplnku vyjadrené ako celé čísla v rozsahu od -2^{11} do $2^{11}-1$.

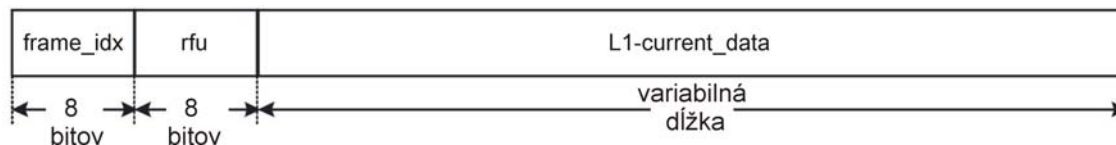
POZNÁMKA. – Ak sa efektívna hodnota $x_{m,l,p}$ rovná 1 (ako požaduje [1]), pomer signálu a kvantizačného šumu je približne 59 dB, čo má postačovať vo všetkých aplikáciách.

Ak sa požaduje prenášať viac dát nezávislých buniek, ako sa môže preniesť jedným paketom T2-MI, potom sa dáta buniek musia rozdeliť do viacerých paketov T2-MI typu 02_{16} s príslušnými hodnotami **start_cell_address**. Každý paket T2-MI sa musí ukončiť kompletnou bunkou.

5.2.4 Pakety T2-MI L1-aktuálne

Pakety T2-MI s **packet_type** rovnajúcim sa 10_{16} musia obsahovať dáta signalizácie L1-PRE a L1-POST, ktoré sa vkladajú (ako je to opísané v časti 5.3) do symbolov P2 rámca T2 indikovaného pomocou **frame_idx** a ktoré opisujú rovnaký („aktuálny“) rámec.

Užitočné dáta paketu T2-MI sú znázornené na obrázku 7.



Obrázok 6 – Užitočné dáta L1-aktuálne

frame_idx (8 bitov): indikuje FRAME_IDX rámca T2 (podľa [1]), v ktorom sa prenášajú dáta signalizácie L1; tento istý rámec T2 dáta signalizácie L1 tiež aj opisujú

rfu (8 bitov): predstavuje bity rezervované na budúce používanie, pričom všetky sa musia nastaviť na 0₂

L1-current_data: obsahuje polia v poradí uvedenom v tabuľke 2

POZNÁMKA. – Signalizácia P1 je generovaná v modulátore z polí S1 a S2 v signalizácii L1-PRE (pozri časť 7.2.2 v [1]).

Tabuľka 2 – Dátové polia L1-aktuálne

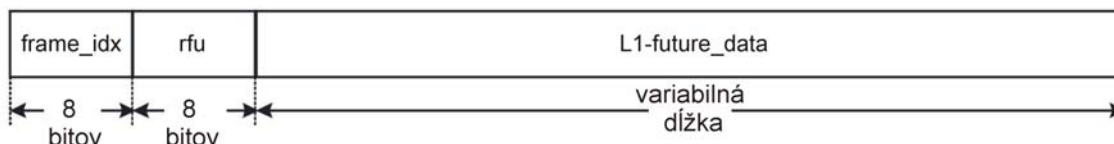
| Pole | Dĺžka poľa (bitov) | Formát | Opis |
|----------------|---|----------|--|
| L1PRE | 168 | bflbf | Bity signalizácie L1-PRE v poradí definovanom v časti 7.2.2 [1], okrem CRC. |
| L1CONF_LEN | 16 | uimsbf | Dĺžka konfigurovateľnej signalizácie L1 v bitoch. |
| L1CONF | $8 \times \lceil L1_CONF_LEN/8 \rceil$ | bflbfzpb | Polia konfigurovateľnej signalizácie L1-post v poradí definovanom v časti 7.2.3.1 [1]. |
| L1DYN_CURR_LEN | 16 | uimsbf | Dĺžka dynamickej L1, aktuálny rámec. |
| L1DYN_CURR | $8 \times \lceil L1DYN_CURR_LEN/8 \rceil$ | bflbfzpb | Polia „dynamickej L1-post aktuálneho rámca“ v poradí definovanom v časti 7.2.3.2 [1]. |
| L1EXT_LEN | 16 | uimsbf | Dĺžka poľa rozšírenia L1 v bitoch. |
| L1EXT | $8 \times \lceil L1_EXT_LEN/8 \rceil$ | bflbfzpb | Pole rozšírenia L1-post, ako je definované v časti 7.2.3.4 [1]. |

Polia L1PRE, L1CONF a L1DYN_CURR sú vo všetkých paketoch T2-MI povinné a musia sa zakódovať jednotlivo v poradí podľa častí 7.2.2, 7.2.3.1 a 7.2.3.2 [1] bez aplikácie akéhokoľvek skramblovania L1-POST.

POZNÁMKA. – Pole L1DYN_CURR sa v prípade módu TFS v P2 nevysiela, je povinné, pretože jeho informácie využíva modulátor pri prekladaní a vytváraní rámca.

5.2.5 L1-budúce

Pakety T2-MI s **packet_type** rovnajúcim sa 11_{16} musia obsahovať dáta signalizácie L1-POST, ktoré sa vkladajú (podľa časti 7.2.3 [1]) do symbolov P2 rámca T2 indikovaného pomocou **frame_idx** alebo dáta signalizácie vnútri pásma, ktoré sa vkladajú do prvého prekladaného rámca BB-rámca, ktorý začína v tomto rámci T2. Uvedené signalizácie obsahujú také polia, ktoré opisujú budúce rámce T2, a preto nemusia sa sprístupniť v čase, kedy sa posiela paket T2-MI L1-aktuálne. Užitočné dáta paketu T2-MI sú znázornené na obrázku 8.



Obrázok 7 – Užitočné dáta L1-budúce

frame_idx (8 bitov): indikuje FRAME_IDX rámca T2 (podľa [1]), v ktorého symboloch P2 sa prenášajú dáta dynamickej signalizácie L1-post; tiež indikuje aj prvý rámec T2 prenášajúci prekladaný rámec, ktorého prvý BB-rámec obsahuje signalizáciu *vnútri pásma*

Ako je uvedené v jednotlivých častiach 7 a 5.2.3 [1], od použitia TFS závisí, ktorý rámec T2 bude opísaný pomocou dynamickej signalizácie *post* a signalizácie *vnútri pásma*. V časti 5.2.3 [1] sa uvádza, že závisí aj od parametrov prekladania PLP (P_1 and I_{jump}), ktorý rámec T2 alebo ktoré rámce budú opísané pomocou signalizácie *vnútri pásma*.

rfu (8 bitov): predstavuje bity rezervované na budúce používanie, pričom všetky sa musia nastaviť na 0_2

L1-future_data: obsahuje polia v poradí uvedenom v tabuľke 3

Tabuľka 3 – Dátové polia L1-budúce

| Pole | Dĺžka poľa (bitov) | Formát | Opis |
|--------------------------|--|----------|--|
| L1DYN_NEXT_LEN | 16 | uimsbf | Dĺžka poľa „dynamické, ďalší rámec“. Ak blok L1DYN_NEXT chýba, je nastavené na nulu. |
| L1DYN_NEXT | $8 \times \lceil L1DYN_NEXT_LEN / 8 \rceil$ | bflbfzpb | Polia „dynamické, ďalší rámec“ L1-post. V jednoduchom móde RF voliteľné, v TFS povinné. |
| L1DYN_NEXT2_LEN | 16 | uimsbf | Dĺžka poľa „dynamické, ďalší-ale-jediný rámec“ v móde TFS. Ak blok L1DYN_NEXT2 chýba, je nastavené na nulu. |
| L1DYN_NEXT2 | $8 \times \lceil L1DYN_NEXT2_LEN / 8 \rceil$ | bflbfzpb | Polia „dynamické, ďalší-ale-jediný rámec“ L1-post v poradí definovanom v časti 7.2.3.2 [1]. V TFS je voliteľné, v jednoduchom móde RF nesmie byť prítomné. |
| NUM_INBAND | 8 | uimsbf | Počet PLP, kde je prítomná signalizácia vnútri pásma v nasledujúcej slučke. |
| For i=1..NUM_INBAND { | | | Slučka signalizácie vnútri pásma. |
| PLP_ID | 8 | uimsbf | Identifikátor PLP, ktorý obsahuje dáta signalizácie vnútri pásma, stanovené nasledujúcim poľom INBAND. |
| INBAND_LEN | 16 | | Dĺžka nasledujúceho poľa INBAND v bitoch. |
| INBAND | $8 \times \lceil INBAND_LEN / 8 \rceil$ | bflbfzpb | Polia signalizácie vnútri pásma do PLP indikované PLP_ID v poradí definovanom v časti 5.2.3 [1]. |
| } | | | |

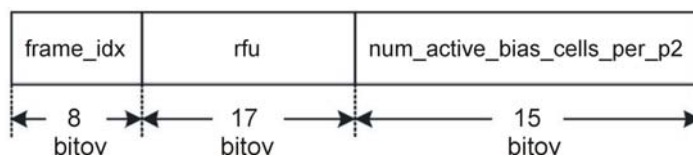
V slučke signalizácie vnútri pásma sa môžu vyskytovať iba tie PLP, kde je rámec T2 indikovaný pomocou **frame_idx** je prvým rámcem T2, do ktorého je mapovaný prekladaný rámec.

Polia L1DYN_NEXT a L1DYN_NEXT2 sa musia zakódovať podľa časti 7.2.3.2 [1]. Polia INBAND sa musia zakódovať podľa časti 5.2.3 [1], bez aplikácie akéhokoľvek skramblovania L1-post.

5.2.6 Bunky vyváženia posunutia P2

Pakety T2-MI s **packet_type** rovnajúcim sa 12_{16} musia obsahovať informácie týkajúce sa buniek vyváženia posunutia, ktoré modulátor vkladá (podľa časti 8.3.6.3.1 [1]) na účely približného vyváženia posunutia signalizácie L1 do symbolov P2 rámcu T2, ktorý je indikovaný pomocou **frame_idx**. Takýto paket dáva modulátoru inštrukciu, koľko buniek vyváženia posunutia má vložiť do každého symbolu P2. Výpočet aktuálnej hodnoty buniek vyváženia posunutia C_{bal} musí modulátor vykonať v zakódovaných a modulovaných bunkách L1.

Užitočné dáta paketu T2-MI sú zobrazené na obrázku 9.



Obrázok 8 – Užitočné dáta buniek vyváženia posunutia P2

frame_idx (8 bitov): indikuje FRAME_IDX rámca T2 (ako je definované v [1]), ktorý prenáša bunky vyváženia posunutia

rfu (17 bitov): predstavuje bity rezervované na budúce používanie, pričom všetky sa musia nastaviť na 0₂

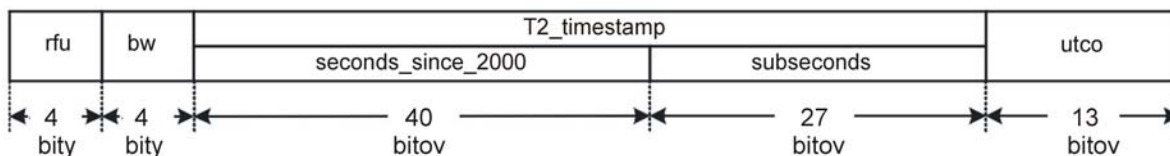
num_active_bias_cells_per_p2 (15 bitov): indikuje počet buniek vyváženia posunutia, ktoré sa použijú v každom symbole P2 rámca T2, takto:

$$N_{biasCellsActive} = num_active_bias_cells_per_p2$$

5.2.7 Časová značka DVB-T2

Pakety T2-MI s **packet_type** rovnajúcim sa 20₁₆ musia prenášať časovú značku DVB-T2, ktorá sa využíva na synchronizáciu výstupu modulátorov DVB-T2. Sú definované dva mechanizmy: absolútny a relatívny.

Užitočné dáta paketu T2-MI – tento typ dát sú zobrazené na obrázku 10.



Obrázok 9 – Užitočné dáta časovej značky DVB-T2

rfu (4 bity): predstavuje bity rezervované na budúce používanie, pričom všetky sa musia nastaviť na 0₂

bw (4 bity): indikuje šírku pásma systému, v súlade s časťou 9.5 [1]; tiež definuje jednotky poľa subsekúnd časovej značky T2, ako je uvedené v tabuľke 4

Tabuľka 4 – Šírky pásma a jednotky poľa subsekúnd s časovou značkou T2

| Šírka pásma | Pole bw | Elementárna perióda T2, T | Jednotka subsekúnd, T_{sub} |
|-------------|----------|------------------------------|----------------------------------|
| 1,7 MHz | 0_{16} | 71/131 μ s | 1/131 μ s |
| 5 MHz | 1_{16} | 7/40 μ s | 1/40 μ s |
| 6 MHz | 2_{16} | 7/48 μ s | 1/48 μ s |
| 7 MHz | 3_{16} | 7/56 μ s | 1/56 μ s |
| 8 MHz | 4_{16} | 7/64 μ s | 1/64 μ s |
| 10 MHz | 5_{16} | 7/80 μ s | 1/80 μ s |

seconds_since_2_000 (40 bitov): počítadlo počtu sekúnd od 1. 1. 2000 00:00:00 UTC vyjadrené ako štyridsaťbitová neznamienková veličina; používa sa na definíciu absolútneho času vysielania; toto počítadlo sa musí zvýšiť o každú uplynutú sekundu SI, hodnota 0000000000₁₆ indikuje relatívnu časovú značku, ktorá je definovaná ďalej len pomocou poľa subsekúnd

subseconds (27 bitov): definuje počet jednotiek subsekúnd uplynutých od času uvedeného v poli sekúnd; táto hodnota je vyjadrená ako neznamienkové celé číslo

T2_timestamp: polia **seconds_since_2000** a **subseconds** dohromady definujú časovú značku DVB-T2 a čas vysielania DVB-T2; v prílohe F sú podrobnejšie opísané vzťahy medzi časovou značkou DVB-T2 a inými časovými normami

Keď pole **seconds_since_2000** je nenulové, čas emisie je daný pomocou vzťahu **seconds_since_2000 + subseconds \times T_{sub}**

Keď pole **seconds_since_2000** je celé nulové, čas emisie je **subseconds \times T_{sub}** po hranici sekundy SI, ktorá tomu predchádza.

POZNÁMKA. – Hranica sekundy SI môže byť daná príslušnou hranou signálu 1 impulzu za sekundu.

Čas emisie musí predstavovať čas, v ktorom je vyžiarených 50 % energie prvej časovej vzorky z IFFT časti „C“ úvodného symbolu P1 prvého prenosového rámcu T2 príslušného superrámca. Všetky rámce T2 v rámci superrámca musia mať rovnakú hodnotu časovej značky. Časové značky nasledujúcich superrámcov sa musia zväčšiť o čas trvania superrámca.

POZNÁMKA. – Na základe poznania časovej značky DVB-T2 konkrétneho superrámca a signalizácie L1 týkajúcej sa príslušného rámcu T2 má modulátor určiť požadovaný čas emisie s každým takýmto rámcem T2, dokonca aj vtedy, ak zmešká začiatok superrámca, napríklad po reštarte. Aby to bolo možné urobiť, modulátor potrebuje informácie o indexe a dĺžke rámcu T2, ako aj o celkových dĺžkach častí FEF, ktoré sa vyskytli v superrámci pred aktuálnym rámcem T2.

utco (13 bitov): predstavuje rozdiel (ofset) v sekundách medzi UTC a poľom **seconds_since_2_000**; hodnota je vyjadrená ako neznamienkové celé číslo; od februára 2009 sa hodnota rovná 2 a musí sa zmeniť v dôsledku každej prestupnej sekundy určenej Medzinárodnou službou pre rotáciu Zeme a referenčné systémy (IERS)

POZNÁMKA 1. – Hodnota, ktorú pole obsahuje, nemá žiadny vplyv na čas emisie z modulátora, môže sa použiť na implementáciu modulátora, keď je dostupný iba zdroj času UTC.

POZNÁMKA 2. – Je potrebné poznať súčet maximálneho oneskorenia distribučného systému a maximálneho oneskorenia spracovania implementácií modulátora (t. j. príslušnej hodnoty T_{min} z časti 5.5) módu, ktorý sa vysiela. Ak rozsah celkového oneskorenia presiahne 1 sekundu, je nevyhnutné použiť absolútnu časovú značku T2, aby sa zabránilo nejednoznačnému času začiatku superrámca.

5.2.7.1 Nulová časová značka

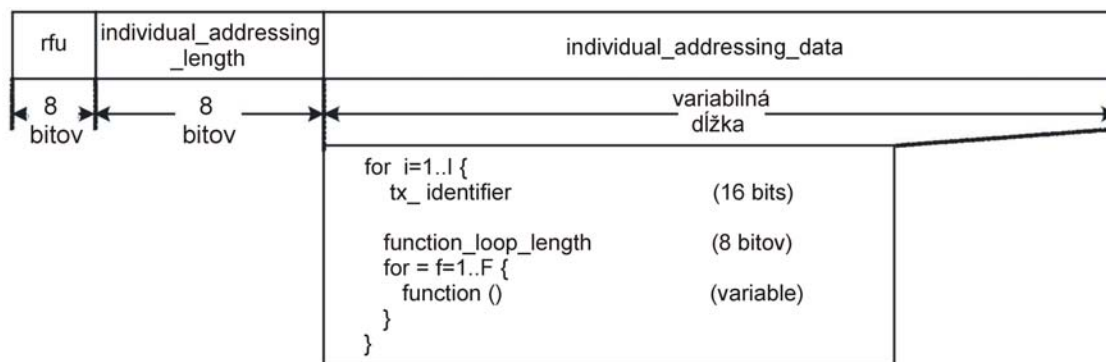
Keď nie je požadovaná synchronizácia výstupu viacerých modulátorov DVB-T2, časová značka DVB-T2 sa musí signalizovať ako nula, čo sa dosiahne nastavením všetkých bitov poľa **T2_timestamp** a **utco** na 1₂. Keď je generovaný kompozitný signál, dokonca aj v MFN, nulové časové značky sa nesmú používať, aby bolo zaistené správne relatívne časovanie rôznych tokov T2-MI.

Paket s časovou značkou DVB-T2 sa musí vyslať vždy (či už prenáša nulovú časovú značku alebo nie), aby bolo možné modulátoru T2 podať informáciu o šírke pásma prenosu T2.

5.2.8 Individuálne adresovanie

Pakety T2-MI s **packet_type** rovnajúcim sa 21₁₆ musia prenášať dáta individuálneho adresovania, ktoré sa môžu použiť na konfiguráciu samostatného modulátora alebo skupiny modulátorov. Mechanizmus individuálneho adresovania je asynchrónny a pakety sa môžu posilať v ľubovoľnom čase. Ako a kedy sa tieto pakety prijímajú, závisí od modulátora pri vykonávaní aktualizácie hodnôt registrov. Modulátor musí používať signalizáciu L1 ako svoj primárny zdroj informácií o tom, ako vytvoriť úplný rámec DVB-T2, pričom sa odvolá na hodnoty registrov, pokiaľ je to vyžadované.

Užitočné dáta paketu T2-MI sú zobrazené na obrázku 11. Dáta individuálneho adresovania sú v rovnakom formáte, aký je opísaný v časti 6.1 [3].



Obrázok 10 – Užitočné dáta individuálneho adresovania

individual_addressing_length (8 bitov): indikuje dĺžku poľa **individual_addressing_data** v bajtoch

individual_addressing_data (variabilný počet bitov) je zložený takto:

- **tx_identifier (16 bitov)** je slovo používané na adresovanie jednotlivých vysielačov alebo modulátorov; hodnota 0000₁₆ sa používa ako vysielačova adresa na adresovanie všetkých vysielačov alebo modulátorov v sieti;
- **function_loop_length (8 bitov)** indikuje dĺžku nasledujúcej slučky funkcií v bajtoch;

function() je funkcia adresovania a závisí od aplikácie; funkcie adresovania sú definované v častiach 5.2.8.1 a 5.2.8.2

5.2.8.1 Existujúce funkcie adresovania

Formát funkcií individuálneho adresovania je v súlade s časťou 6.1 TS 101 191 [3]. Tabuľka 5 uvádza, ktoré z aktuálne definovaných funkcií je možné aplikovať aj v DVB-T2.

Tabuľka 5 – Existujúce funkcie individuálneho adresovania

| Funkcia | Hodnota function_tag | Aplikácia v DVB-T2 |
|----------------------------|----------------------|--------------------|
| Časový ofset vysielača | 00 ₁₆ | áno |
| Frekvenčný ofset vysielača | 01 ₁₆ | áno |
| Výkon vysielača | 02 ₁₆ | áno |
| Privátne dáta | 03 ₁₆ | áno |
| Identifikačné číslo bunky | 04 ₁₆ | áno |
| Umožnenie | 05 ₁₆ | áno |
| Šírka pásma | 06 ₁₆ | nie |

5.2.8.2 Funkcie adresovania špecifické v DVB-T2

Niektoré nové funkcie, ktoré sú uvedené v tabuľke 6, sú definované na plnú podporu DVB-T2. Zatiaľ čo majú rovnakú základnú štruktúru ako tie, ktoré sú definované v časti 6.1 TS 101 191 [3], dáta, ktoré prenášajú, sú špecifické na ich funkciu v systéme T2.

Tabuľka 6 – Funkcie individuálneho adresovania špecifické v DVB-T2

| Funkcia | Hodnota function_tag |
|----------------------------------|----------------------|
| ACE-PAPR | 10 ₁₆ |
| Skupina MISO vysielačov | 11 ₁₆ |
| TR-PAPR | 12 ₁₆ |
| L1-ACE-PAPR | 13 ₁₆ |
| TX-SIG FEF: Číslo postupností | 15 ₁₆ |
| Pomocný tok TX-SIG: ID vysielača | 16 ₁₆ |

Každá **function()** je vytvorená z troch polí takto:

function_tag (8 bitov): hodnota, ktorá identifikuje príslušnú používanú funkciu, ako je definované v tabuľkách 5 a 6

function_length (8 bitov): definuje celkovú dĺžku **function()** v bajtoch, vrátane polí **function_tag**, **function_length** a **function_body()**

function_body(): pole špecifickej príslušnej funkcie individuálneho adresovania, ako je to definované v odsekoch neskôr

POZNÁMKA. – V každej existujúcej funkcii individuálneho adresovania definovanej v TS 101 191 [3] platí, že **function_body()** zahŕňa všetky polia, ktoré nasledujú za polom **function_length**.

5.2.8.2.1 Funkcia ACE-PAPR

Funkcia ACE-PAPR sa používa na signalizáciu parametrov rozšírenia aktívnej konštelácie (ACE) modulátoru DVB-T2 (pozri časť 9.6.1 [1]). ACE má 3 parametre – G , L a V_{clip} , ktoré sa musia dopraviť všetkým modulátorom, ktoré sú súčasťou SFN, aby sa zaistilo, že budú produkovať rovnaké vysielacie signály. V tabuľke 7 je uvedený formát tejto funkcie individuálneho adresovania.

Tabuľka 7 – Funkcia ACE-PAPR

| Syntax | Počet bitov | Formát |
|--------------------------|-------------|--------|
| tx_ACE_PAPR_function() { | | |
| function_tag | 8 | uimsbf |
| function_length | 8 | uimsbf |
| function_body() { | | |
| ACE_gain | 5 | uimsbf |
| ACE_maximal_extension | 3 | uimsbf |
| ACE_clipping_threshold | 7 | uimsbf |
| reserved_for_future_use | 1 | bflbf |
| } | | |
| } | | |

ACE_gain (5 bitov): musí byť hodnota z rozsahu 0 až 31, ktorá predstavuje zisk ACE – G

ACE_maximal_extension (3 bity): vyjadruje hodnotu maximálneho rozšírenia ACE – L týmto spôsobom:

$$L = \frac{ACE_maximal_extension + 7}{10}$$

ACE_clipping_threshold (7 bitov): predstavuje orezanú prahovú hodnotu ACE – V_{clip} týmto spôsobom:

$$V_{clip} = V_{rms} \cdot 10^{\frac{ACE_clipping_threshold}{200}}$$

Hodnota **ACE_clipping_threshold** rovnajúca sa 1111111_2 indikuje, že $V_{clip} = +\infty$.

reserved_for_future_use (1 bit): predstavuje bit rezervovaný na budúce používanie, pričom sa musí nastaviť na 0_2 , pokiaľ nebude definovaný

5.2.8.2.2 Funkcia skupiny MISO

Táto funkcia umožňuje, aby skupina MISO (pozri časť 9.6.1 [1] a prílohu D) bola signalizovaná modulátoru DVB-T2. V tabuľke 8 je uvedený formát tejto funkcie individuálneho adresovania.

Tabuľka 8 – Funkcia skupiny MISO

| Syntax | Počet bitov | Formát |
|-------------------------|-------------|--------|
| tx_MISO_function() { | | |
| function_tag | 8 | uimsbf |
| function_length | 8 | uimsbf |
| function_body() { | | |
| MISO_group | 1 | bflbf |
| reserved_for_future_use | 7 | bflbf |
| } | | |
| } | | |

MISO_group (1 bit): indikuje skupinu MISO; hodnota 0₂ indikuje skupinu MISO 1; hodnota 1₂ indikuje skupinu MISO 2

reserved_for_future_use (7 bitov): predstavuje bity rezervované na budúce používanie, pričom všetky sa musia nastaviť na 0₂, pokiaľ nebudú definované

5.2.8.2.3 Funkcia TR-PAPR

Funkcia TR-PAPR sa používa na signalizáciu parametrov rezervácie tónu (TR) modulátora DVB-T2 (pozri časť 9.6.2 [1]). TR má jeden parameter V_{clip} , ktorý sa musí dopraviť všetkým modulátorom, ktoré sú súčasťou SFN, aby sa zaistilo, že budú produkovať rovnaké vysielacie signály. V tabuľke 9 sa uvádza, ako sa tieto parametre prenášajú vo funkcii adresovania.

Tabuľka 9 – Funkcia TR-PAPR

| Syntax | Počet bitov | Formát |
|--------------------------|-------------|--------|
| tx_TR_PAPR_function() { | | |
| function_tag | 8 | uimsbf |
| function_length | 8 | uimsbf |
| function_body() { | | |
| reserved_for_future_use1 | 4 | bflbf |
| TR_clipping_threshold | 12 | uimsbf |
| reserved_for_future_use2 | 14 | |
| number_of_iterations | 10 | bflbf |
| } | | |
| } | | |

reserved_for_future_use1 (4 bity): predstavuje bity rezervované na budúce používanie, pričom všetky sa musia nastaviť na 0₂, pokiaľ nebudú definované

TR_clipping_threshold (7 bitov): predstavuje orezanú prahovú hodnotu TR – V_{clip} (meranú vo voltoch) takto:

$$V_{clip} = V_{rms} \cdot 10^{\frac{TR_clipping_threshold}{2000}}$$

Hodnota **TR_clipping_threshold** rovnajúca sa FFF₁₆ indikuje, že $V_{clip} = +\infty$, t. j., že TR-PAPR nemá žiadny vplyv.

POZNÁMKA. – Odvodenie V_{clip} z tohto poľa sa líši od odvodenia použitého vo funkcii ACE-PAPR, ktoré je definované v časti 5.2.8.2.1.

reserved_for_future_use2 (14 bitov): predstavuje bity rezervované na budúce používanie, pričom všetky sa musia nastaviť na 0₂, pokiaľ nebudú definované

number of iterations (10 bitov): počet opakovaní algoritmu TR, ktorý sa má použiť; hodnota rovnajúca sa 111111111₂ indikuje, že modulátor ich môže použiť toľko, koľko považuje za potrebné

Ak pole T2_VERSION v signalizácii L1 je nastavené na hodnotu väčšiu ako 0000₂ a pole PAPR je nastavené na hodnotu 0000₂, potom táto funkcia musí signalizovať hodnotu V_{clip} len na jednu iteráciu rezervácie tónu aplikovanú na symboly P2 (pozri časť 9.6.2 [1]). V tomto prípade sa musí **number_of_iterations** nastaviť na 000000001₂. Všetky ostatné hodnoty sú rezervované na budúce používanie.

5.2.8.2.4 Funkcia L1-ACE-PAPR

Funkcia L1-ACE-PAPR sa využíva na signalizáciu parametrov rozšírenia aktívnej konštelácie (ACE), ktoré sa aplikujú len pri použití ACE v bunkách signalizácie L1, modulátora DVB-T2 (pozri časť 9.6.1 [1]). L1-ACE má jeden parameter $C_{L1_ACE_MAX}$, ktorý sa musí dopraviť všetkým modulátorom, ktoré sú súčasťou SFN, aby sa zaistilo, že budú produkovať rovnaké vysielacie signály. V tabuľke 10 je uvedený formát tejto funkcie individuálneho adresovania.

Tabuľka 10 – Funkcia L1-ACE-PAPR

| Syntax | Počet bitov | Formát |
|-----------------------------|-------------|--------|
| tx_L1_ACE_PAPR_function() { | | |
| function_tag | 8 | uimsbf |
| function_length | 8 | uimsbf |
| function_body() { | | |
| L1_ACE_max_correction | 16 | uimsbf |
| reserved_for_future_use | 16 | bflbf |
| } | | |
| } | | |

L1_ACE_max_correction (16 bitov): vyjadruje maximálnu korekciu L1-ACE – $C_{L1_ACE_MAX}$ takto:

$$C_{L1_ACE_MAX} = \frac{L1_ACE_max_correction}{1000}$$

Hodnota **L1_ACE_max_correction** rovnajúca sa 0000_{16} znamená, že algoritmus L1-ACE nebude vytvárať žiadnu korekciu.

reserved_for_future_use (16 bitov): predstavuje bity rezervované na budúce používanie, pričom všetky sa musia nastaviť na 0000_{16} , pokiaľ nebudú definované

5.2.8.2.5 Funkcia čísel postupností TX-SIG FEF

Táto funkcia sa využíva na signalizáciu poradových čísel používaných modulátorom DVB-T2 pri generovaní označenia vysieláča, ktoré sa nachádza v časti FEF (pozri časť 6 [9]). Označenie vysieláča má dve hodnoty parametra h , ktorý sa využíva pri výbere; všeobecná ortogonálna postupnosť S_h sa bude prenášať v prvej a v druhej perióde označenia. V tabuľke 11 je uvedený formát tejto funkcie individuálneho adresovania.

Tabuľka 11 – Funkcia čísel postupností TX-SIG FEF

| Syntax | Počet bitov | Formát |
|--------------------------------|-------------|--------|
| tx_TX_SIG_SEQ_NUM_function() { | | |
| function_tag | 8 | uimsbf |
| function_length | 8 | uimsbf |
| function_body() { | | |
| reserved_for_future_use1 | 5 | bflbf |
| TX_SIG_FEF_SEQ_NUM_1 | 3 | uimsbf |
| reserved_for_future_use2 | 5 | bflbf |
| TX_SIG_FEF_SEQ_NUM_2 | 3 | uimsbf |
| reserved_for_future_use3 | 24 | bflbf |
| } | | |
| } | | |

reserved_for_future_use1 (5 bitov): predstavuje bity rezervované na budúce používanie, pričom všetky sa musia nastaviť na 0₂, pokiaľ nebudú definované

TX_SIG_FEF_SEQ_NUM_1 (3 bity): vyjadruje hodnotu h , ktorá indikuje, ktorá všeobecná ortogonálna (GO) postupnosť S_h sa bude prenášať v prvej perióde označenia

reserved_for_future_use2 (5 bitov): predstavuje bity rezervované na budúce používanie, pričom všetky sa musia nastaviť na 0₂, pokiaľ nebudú definované

TX_SIG_FEF_SEQ_NUM_2 (3 bity): vyjadruje hodnotu h , ktorá indikuje, ktorá všeobecná ortogonálna (GO) postupnosť S_h sa bude prenášať v druhej perióde označenia

reserved_for_future_use3 (24 bitov): predstavuje bity rezervované na budúce používanie, pričom všetky sa musia nastaviť na 0₂, pokiaľ nebudú definované

5.2.8.2.6 Funkcia ID vysielača pomocného toku TX-SIG

Táto funkcia sa využíva na signalizáciu ID vysielača používaného modulátorom pri generovaní označenia vysielača, ktoré sa nachádza v pomocnom toku (pozri časť 5 [9]). Značka vysielača označuje jednotlivé vysielače, ktoré budú signalizované z ID vysielača tx_id_1 , tx_id_2 , tx_id_M , t. j. tx_id_m , kde $m = 1 \dots M$. Funkcia signalizuje hodnotu m daného vysielača. V tabuľke 12 je uvedený formát tejto funkcie individuálneho adresovania.

POZNÁMKA. – Táto skôr uvedená hodnota tx_id_M , ktorá predstavuje parameter označenia vysielača, sa nemá zamieňať s hodnotou $tx_identifier$, ktorá sa používa na adresovanie jednotlivých modulátorov alebo vysielačov pomocou toku T2-MI.

Tabuľka 12 – Funkcia ID vysielača pomocného toku TX-SIG

| Syntax | Počet bitov | Formát |
|----------------------------------|-------------|--------|
| tx_TX_SIG_AUX_TX_ID_function() { | | |
| function_tag | 8 | uimsbf |
| function_length | 8 | uimsbf |
| function_body() { | | |
| TX_SIG_AUX_TX_ID | 12 | uimsbf |
| reserved_for_future_use | 20 | bflbf |
| } | | |
| } | | |

TX_SIG_AUX_TX_ID (12 bitov): predstavuje identifikátor vysielača m takto:
 $TX_SIG_AUX_TX_ID = m$; hodnota 000_{16} je rezervovaná na budúce používanie

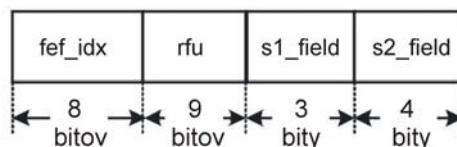
reserved_for_future_use (20 bitov): predstavuje bity rezervované na budúce používanie, pričom všetky sa musia nastaviť na 0_2 , pokiaľ nebudú definované

POZNÁMKA. – Ostatné príslušné parametre označenia vysielača sa prenášajú v signalizácii L1.

5.2.9 Časť FEF: Nula

Pakety T2-MI s **packet_type** rovnajúcim sa 30_{16} musia v súlade s časťou 8.4 [1] prenášať informácie týkajúce sa časti FEF, počas ktorej sa pomocou modulátora s jednoduchým profilom nesmie generovať žiadny signál, okrem preambuly P1.

Užitočné dáta paketu T2-MI sú zobrazené na obrázku 12.

**Obrázok 11 – Časť FEF: nulové užitočné dáta**

fef_idx (8 bitov): indikuje index časti FEF v superrámci; prvá časť FEF v superrámci musí mať hodnotu **fef_idx** rovnajúcu sa 0 a v každej nasledujúcej časti FEF sa táto hodnota musí zväčšiť o 1

rfu (9 bitov): predstavuje bity rezervované na budúce používanie, pričom všetky sa musia nastaviť na 0_2 , pokiaľ nebudú definované

s1_field: udáva hodnotu poľa S1 v preambule P1 časti FEF, v súlade s časťou 7.2.1 [1]

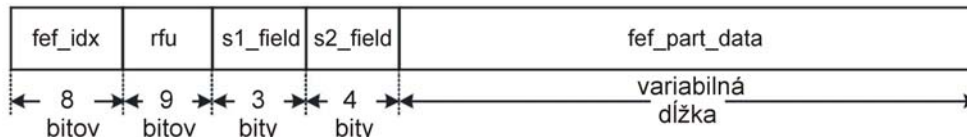
s2_field: udáva hodnotu poľa S2 v preambule P1 časti FEF, v súlade s časťou 7.2.1 [1]

Pokiaľ nie je obsah zodpovedajúcej časti FEF špecifikovaný inými prostriedkami, modulátor musí generovať preambulu P1 v súlade s **s1_field** a **s2_field**, za ktorou nasledujú nulové hodnoty modulácie vo zvyšku časti FEF.

5.2.10 Časť FEF: Dáta I/Q

Pakety T2-MI s **packet_type** rovnajúcim sa 31₁₆ musia v súlade s časťou 8.4 [1] prenášať informácie týkajúce sa časti FEF spoločne s dátami I/Q, ktoré sa budú vysielat' počas časti FEF.

Užitočné dáta paketu T2-MI sú zobrazené na obrázku 13.



Obrázok 12 – Časť FEF: Užitočné dáta prenášajúce dáta I/Q

fef_idx (8 bitov): indikuje index časti FEF v superrámci; prvá časť FEF v superrámci musí mať hodnotu fef_idx rovnajúcu sa 0 a v každej nasledujúcej časti FEF sa táto hodnota musí zväčšiť o 1

rfu (9 bitov): predstavuje bity rezervované na budúce používanie, pričom všetky sa musia nastaviť na 0₂, pokiaľ nebudú definované

s1_field: udáva hodnotu poľa „S1“ v preambule P1 časti FEF, v súlade s časťou 7.2.1 [1]

s2_field: udáva hodnotu poľa „S2“ v preambule P1 časti FEF, v súlade s časťou 7.2.1 [1]

fef_part_data: prenáša dáta I/Q v každej časti FEF; musí pozostávať z komplexných hodnôt vzoriek v časovom poradí, začínajúc od prvej vzorky po skončení preambuly P1, so vzorkovacou frekvenciou $1/T$, ako je to definované v časti 9.5 [1]; každá hodnota vzorky sa musí poslať ako dvanásťbitová hodnota dvojkového doplnku/v reálnej časti, okamžite nasledovaná dvanásťbitovou hodnotou dvojkového doplnku Q v imaginárnej časti komplexného čísla; hodnota vzorky $p_{FEF}(t)$ musí byť daná vzťahmi:

$$\begin{aligned} \operatorname{Re}(p_{FEF}(t)) &= \frac{I}{2^9} \\ \operatorname{Im}(p_{FEF}(t)) &= \frac{Q}{2^9} \end{aligned}$$

kde I a Q sú dvanásťbitové hodnoty dvojkového doplnku vyjadrené ako celé čísla v rozsahu od -2^{11} do $2^{11}-1$. Vysielaný signál $s(t)$ počas rámca T2 je definovaný v časti 9.5 [1] a signál počas častí FEF, ktorý používa rovnakú mierku, musí byť daný vzťahom:

$$s(t) = \operatorname{Re}\left\{e^{j2\pi f_c t} p_{FEF}(t)\right\}.$$

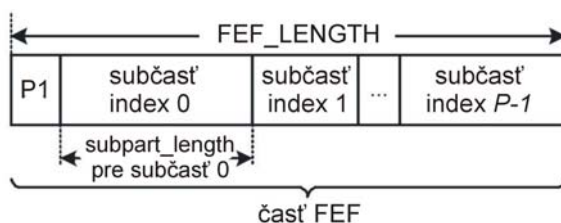
POZNÁMKA. – Toto umožňuje, aby absolútna hodnota špičkovej modulácie bola pri akejkoľvek fáze o 12 dB vyššia ako úroveň efektívnej hodnoty signálu počas rámcov T2. Kvantizačný šum je približne o 59 dB nižší ako úroveň rms rámcov T2.

Keď sa používa tento typ paketu T2-MI, stredný výkon komplexných vzoriek $E(|p_{FEF}|^2)$ nesmie presiahnuť jednotku.

Ak sa v príslušnej časti FEF používa viac ako jeden paket T2-MI, užitočné dáta paketu T2-MI s nedokončeným tokom sa musia ukončiť kompletnou vzorkou. Nasledujúca hodnota vzorky v tejto časti FEF potom musí začínať na začiatku užitočných dát ďalšieho paketu T2-MI s **packet_type** rovnajúcim sa 31_{16} a s rovnakým **fef_idx**. Všetky pakety T2-MI typu 31_{16} s daným **fef_idx** musia mať rovnakú hodnotu **s1_field** a **s2_field**. Celkový počet komplexných vzoriek sa musí rovnať $\text{FEF_LENGTH} - 2048$, kde **FEF_LENGTH** je konfigurovateľné pole signalizácie L1-post definované v časti 7.2.3.1 [1].

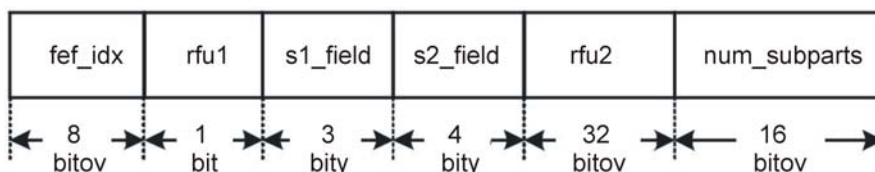
5.2.11 Časť FEF: Zložená

Pakety T2-MI s **packet_type** rovnajúcim sa 32_{16} musia v súlade s časťou 8.4 [1] prenášať informácie týkajúce sa časti FEF vytvorenej ako zloženie subčastí, ako je to znázornené na obrázku 14.



Obrázok 13 – Rozdelenie častí FEF na subčasti

Zložená časť FEF je modulátoru signalizovaná pomocou využitia užitočných dát paketu T2-MI, ktoré sú zobrazené na obrázku 15. Skutočné subčasti sa prenášajú v samostatných paketoch s **packet_type** rovnajúcim sa 33_{16} , ktoré sú definované v časti 5.2.12. Paket s **packet_type** rovnajúcim sa 32_{16} v danom **fef_idx** musí prísť do modulátora pred všetkými paketmi opisujúcimi subčasti. Modulátoru sa musí signalizovať kompletná množina subčastí P , ktorá opisuje celú časť FEF a ktorej celková dĺžka dáva súčet **FEF_LENGTH** (časť 7.2.3.1 [1]).



Obrázok 14 – Užitočné dáta zloženej časti FEF

fef_idx (8 bitov): indikuje index časti FEF v superrámci; prvá časť FEF v superrámci musí mať hodnotu **fef_idx** rovnajúcu sa „0” a v každej nasledujúcej časti FEF sa táto hodnota musí zväčšiť o 1

rfu1 (1 bit): rezervované na budúce použitie a musí sa nastaviť na 0_2

s1_field: udáva hodnotu poľa S1 v preambule P1 časti FEF, v súlade s časťou 7.2.1 [1]

s2_field: udáva hodnotu poľa S2 v preambule P1 časti FEF, v súlade s časťou 7.2.1 [1]

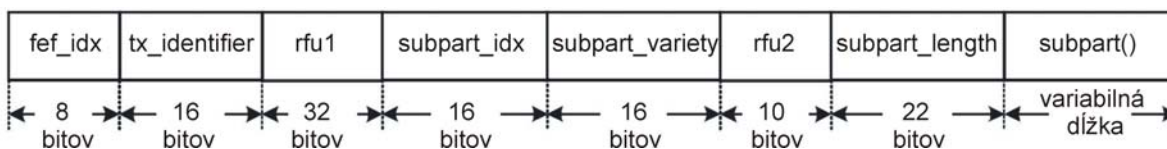
rfu2 (32 bitov): rezervované na budúce použitie a musí sa nastaviť na 0_2

num_subparts (16 bitov): signalizuje celkový počet subčastí P , ktoré vytvárajú časť FEF

Celkové zloženie subčastí je definované týmto typom paketu. Všetky modulátory sa musia napájať rovnako jedným spojom T2-MI. Obsah jednotlivých subčastí sa môže adresovať modulátorom, prípadne zostavám modulátorov jednotlivo pomocou poľa **tx_identifier** v subčasti FEF (pozri časť 5.2.12).

5.2.12 Subčasť FEF

Pakety T2-MI s **packet_type** rovnajúcim sa 33_{16} musia prenášať informácie týkajúce sa subčasti FEF, ako je to zobrazené na obrázku 16.



Obrázok 15 – Časť FEF: užitočné dáta subčasti

fef_idx (8 bitov): indikuje index časti FEF v superrámci; prvá časť FEF v superrámci musí mať hodnotu **fef_idx** rovnajúcu sa 0 a v každej nasledujúcej časti FEF sa táto hodnota musí zväčšiť o 1; **fef_idx** musí byť zhodné vo všetkých subčastiach, ktoré tvoria časť tej istej časti FEF

tx_identifier (16 bitov): slovo, ktoré sa používa na adresovanie subčasti jednotlivým vysielačom alebo modulátorom; toto pole má rovnaký význam ako v časti 5.2.8; hodnota 0000_{16} sa využíva ako vysielačia adresa na adresovanie všetkých vysielačov alebo modulátorov v sieti; ak modulátor prijme viac ako jednu subčasť, ktorá mu je adresovaná s danými hodnotami **fef_idx** a **subpart_idx**, na vytvorenie vysielaného signálu musí použiť poslednú prijatú subčasť

rfu1 (32 bitov): rezervované na budúce použitie a musí sa nastaviť na 0_2

subpart_idx (16 bitov): indikuje index p subčasti, ktorá tvorí časť FEF, podľa časti 5.2.11; subčasti sa musia zostaviť vo vzostupnom poradí podľa indexu subčasti

rfu2 (10 bitov): rezervované na budúce použitie a musí sa nastaviť na 0_2

subpart_length (22 bitov): signalizuje dĺžku tejto subčasti v elementárnych časových periódach; súčet dĺžok všetkých subčastí s daným **fef_idx** sa musí rovnať FEF_LENGTH-2048

subpart_variety (16 bitov): indikuje druh subčasti FEF; čísla rôznych druhov subčasti FEF sú definované v tabuľke 13

Tabuľka 13 – Signalizácia subpart_variety (druhov subčasti)

| Hodnota subpart_variety | Druh subčasti FEF |
|----------------------------|--------------------------------|
| 0000_{16} | Nula |
| 0001_{16} | IQ |
| 0002_{16} | PRBS |
| 0003_{16} | TX-SIG: FEF |
| 0004_{16} to $FFFF_{16}$ | Rezervované na budúce použitie |

subpart() je pole, ktorého formát a dĺžka sa mení v závislosti od signalizovanej hodnoty **subpart_variety**

Formát poľa je podrobnejšie opísaný v nasledujúcich častiach.

5.2.12.1 Subčasť FEF: Nula

Tento druh subčasti dáva modulátoru pokyn na prenos nulovej subčasti, počas ktorej nesmie modulátor generovať žiadny signál. Jej formát je opísaný v tabuľke 14.

Tabuľka 14 – Subčasť FEF: Nula

| Formát | Počet bitov | Formát |
|-------------------------|-------------|--------|
| subpart() { | | |
| reserved_for_future_use | 32 | bflbf |
| } | | |

reserved_for_future_use (32 bitov): bity rezervované na budúce použitie, pričom všetky sa musia nastaviť na 0₂

5.2.12.2 Subčasť FEF: IQ

Tento druh subčasti dáva modulátoru pokyn na prenos množiny vzoriek IQ v časovej oblasti v čase trvania subčasti. Jej formát je opísaný v tabuľke 15.

Tabuľka 15 – Subčasť FEF: Dáta IQ

| Formát | Počet bitov | Formát |
|-------------------------|-------------|----------------|
| subpart() { | | |
| reserved_for_future_use | 32 | bflbf |
| iq_data | variabilný | (pozri neskôr) |
| } | | |

reserved_for_future_use (32 bitov): bity rezervované na budúce použitie, pričom všetky sa musia nastaviť na 0₂

iq_data (variabilný počet bitov): prenáša dáta IQ v subčasti FEF; musí pozostávať z komplexných hodnôt vzoriek v časovom poradí, začínajúc od prvej vzorky po skončení preambuly P1, so vzorkovacou frekvenciou $1/T$, ako je to definované v časti 9.5 [1]; každá hodnota vzorky sa musí poslať ako dvanásťbitová hodnota dvojkového doplnku/reálna časť, okamžite nasledovaná dvanásťbitovou hodnotou dvojkového doplnku Q/ imaginárna časť komplexného čísla; hodnota vzorky $p_{FEF}(t)$ musí byť daná vzťahmi:

$$\begin{aligned} \operatorname{Re}(p_{FEF}(t)) &= \frac{I}{2^9} \\ \operatorname{Im}(p_{FEF}(t)) &= \frac{Q}{2^9} \end{aligned}$$

kde I a Q sú dvanásťbitové hodnoty dvojkového doplnku vyjadrené ako celé čísla v rozsahu od -2^{11} do $2^{11}-1$. Vysielaný signál $s(t)$ počas rámca T2 je definovaný v časti 9.5 [1] a signál počas častí FEF, ktorý používa rovnakú mierku, musí byť daný vzťahom:

$$s(t) = \operatorname{Re}\left\{e^{j2\pi f_c t} p_{FEF}(t)\right\}.$$

POZNÁMKA. – Toto umožňuje, aby absolútna hodnota špičkovej modulácie bola pri akejkoľvek fáze o 12 dB vyššia ako úroveň efektívnej hodnoty signálu počas rámcov T2. Kvantizačný šum je približne o 59 dB nižší ako úroveň rms rámcov T2.

Keď sa používa tento typ paketu T2-MI, stredný výkon komplexných vzoriek $E(|p_{FEF}|^2)$ nesmie presiahnuť jednotku.

Ak sa vyžaduje prenos viacerých dát vzoriek IQ, ako sa môže prepravovať v jednom pakete T2-MI, potom sa dáta časových vzoriek musia rozdeliť do viacerých subčastí.

5.2.12.3 Subčasť FEF: PRBS

Tento druh subčasti dáva modulátoru pokyn na prenos subčasti, ktorá obsahuje dáta generované PRBS. Jej formát je opísaný v tabuľke 16.

Tabuľka 16 – Subčasť FEF: PRBS

| Formát | Počet bitov | Formát |
|-------------------------|-------------|--------|
| subpart() { | | |
| prbs_type | 8 | uimsbf |
| reserved_for_future_use | 96 | bflbf |
| } | | |

prbs_type (8 bitov): indikuje typ PRBS a použitý spôsob generovania subčasti FEF; povolené hodnoty sú uvedené v tabuľke 17

Tabuľka 17 – Signalizácia subpart_variety (druhu subčasti)

| prbs_type | Druh subčasti FEF |
|--------------------------------------|--|
| 00 ₁₆ | Skúšanie a meranie definované používateľom |
| 01 ₁₆ až FF ₁₆ | Rezervované na budúce použitie |

reserved_for_future_use (96 bitov): bity rezervované na budúce použitie, pričom všetky sa musia nastaviť na 0₂

5.2.12.4 Subčasť FEF: TX-SIG FEF

Tento druh subčasti dáva modulátoru pokyn na vytvorenie subčasti, počas ktorej sa musí vysielat' označenie vysielateľa využívajúce FEF [9]. Jej formát je opísaný v tabuľke 18.

Tabuľka 18 – Subčasť FEF: TX-SIG využívajúce FEF

| Formát | Počet bitov | Formát |
|-------------------------|-------------|--------|
| subpart() { | | |
| reserved_for_future_use | 32 | bflbf |
| } | | |

reserved_for_future_use (32 bitov): bity rezervované na budúce použitie, pričom všetky sa musia nastaviť na 0₂

POZNÁMKA 1. – V čase písania tohto dokumentu bolo označenie Tx FEF definované ako „nedefinovaná časť FEF“, signalizované pomocou S1 = 010, S2 = 000X v pakete T2-MI s **packet_type** rovnajúcim sa 32₁₆ (časť 5.2.11), ktorý opisuje časť FEF, ktorá obsahuje túto subčasť.

POZNÁMKA 2. – Príslušné čísla postupností používané pri vytváraní TX-SIG daným vysielateľom alebo modulátorom sa môžu signalizovať pomocou funkcie individuálneho adresovania (časť 5.2.8.2.6).

5.3 Vytvorenie signalizácie L1 z paketov T2-MI

Fungovanie modulátora DVB-T2 pracujúceho so signálom T2-MI, opísané v tomto dokumente, je definované pomocou špecifikácie DVB-T2 vysielaného signálu v kombinácii s definíciou obsahu rôznych paketov T2-MI, spoločne s určenými parametrami konfigurácie daného modulátora.

Modulátory vytvárajú signalizáciu L1-PRE pomocou zloženia:

- poľa L1-PRE z paketu T2-MI L1-aktuálne (typ 10₁₆), ktorý má **frame_idx** rovnajúci sa FRAME_IDX rámca T2, ktorý sa má vytvoriť;
- CRC generovaného samotným modulátorom.

Modulátory vytvárajú signalizáciu L1-POST daného rámca T2 pomocou zloženia:

- L1CONF z príslušného paketu T2-MI L1-aktuálne (typ 10₁₆);

- vhodnej kombinácie L1_DYN_CURR z príslušného paketu T2-MI L1-aktuálne (typ 10₁₆) a L1_DYN_NEXT a L1_DYN_NEXT2 z príslušného paketu T2-MI L1-budúce (typ 11₁₆), ako je uvedené v tabuľke 19;
- L1_EXT z príslušného paketu T2-MI L1-aktuálne (type 10₁₆), ak je prítomný;
- CRC generovaného samotným modulátorom;

kde príslušný paket má **frame_idx** rovnajúci sa FRAME_IDX rámca T2, ktorý sa má vytvoriť.

V prípade, že modulátor vytvára viacnásobné profily T2 (napríklad kombináciu profilov T2-Base a T2-Lite), dáta T2 každého z profilov sa prenášajú vo vlastnom konzistentnom toku T2-MI každého profilu.

Tabuľka 19 – Kombinácia dynamických polí L1 využívaná na vytvorenie signalizácie L1-post

| | L1_REPETITION_FLAG=0 | L1_REPETITION_FLAG=1 |
|----------------------------|----------------------|---------------------------|
| NUM_RF=1 (bez TFS) | L1_DYN_CURR | L1_DYN_CURR, L1_DYN_NEXT |
| NUM_RF>1 (s TFS) | L1_DYN_NEXT | L1_DYN_NEXT, L1_DYN_NEXT2 |

POZNÁMKA. – Pri TFS sa pole L1_DYN_CURR nikdy neprenáša v symboloch P2. Keďže informácie tohto poľa sú v modulátore potrebné na prekladanie a vytvorenie rámca, tak sa vždy posielajú v pakete T2-MI L1-aktuálne.

Modulátor môže nahradiť pole CELL_ID v signalizácii L1-PRE alebo pole (resp. polia) FREQUENCY v konfigurovateľnej signalizácii L1-post. Všetky modulátory pracujúce v tej istej jednofrekvenčnej sieti (SFN) musia používať rovnaké hodnoty týchto polí.

POZNÁMKA. – Ak sú tieto polia v modulátore modifikované, toto sa vykoná pred výpočtom CRC.

5.4 Poradie paketov T2-MI pri prenose

Pakety T2-MI s **packet_type** rovnajúcim sa 00₁₆ (rámce BB) daného PLP sa musia posielat' v pôvodnom poradí rámcov základného pásma, ktoré zapuzdrujú. Prenos takýchto paketov T2-MI je povinný.

Pakety T2-MI s **packet_type** rovnajúcim sa 01₁₆ (pomocné toky) s danou hodnotou **aux_id** a pakety s **packet_type** rovnajúcim sa 02₁₆ (nezávislé bunky) sa musia posielat' vo vzostupnom poradí podľa bunkovej adresy prvej bunky, ktorú prenášajú.

Pakety T2-MI typu 30₁₆, 31₁₆, 32₁₆ a 33₁₆ (časti FEF a subčasti) sa musia posielat' tak, ako je vyžadované.

POZNÁMKA 1. – Rozšírenie prenosu paketov FEF do priebehu jedného alebo viacerých rámcov T2, pri zohľadnení limitov T_{max4} a T_{min3} daného modulátora (časť 5.5), možno využiť na zmiernenie požiadavky na špičkovú bitovú rýchlosť T2-MI.

Pakety T2-MI typu 00₁₆ rôznych PLP a pakety typu 01₁₆ rôznych hodnôt **aux_id**, ako aj pakety T2-MI typu 02₁₆, ktoré prenášajú dáta nezávislých buniek, sa môžu spoločne multiplexovať v akomkoľvek poradí, ak sú splnené už uvedené podmienky.

POZNÁMKA 2. – **frame_idx** v pakete T2-MI typu 00_{16} sa môže meniť v rôznom čase rôznych PLP. Napríklad pakety typu 00_{16} jedného PLP rámca $m+1$ sa môžu poslať pred paketmi typu 00_{16} iného PLP rámca m . Toto môže nastať obzvlášť vtedy, keď sa používa multirámcové prekladanie.

Ihneď po prenesení posledného paketu T2-MI s **packet_type** rovnajúcim sa 00_{16} , 01_{16} alebo 02_{16} s danou hodnotou **frame_idx** sa musia v uvedenom poradí poslať tieto pakety T2-MI:

- jeden paket T2-MI s **packet_type** rovnajúcim sa 20_{16} (časová značka DVB-T2) s rovnakou hodnotou **frame_idx**; prenos takéhoto paketu T2-MI každého rámca T2 je povinný; keď sa nevyžaduje synchronizácia SFN, časová značka DVB-T2 musí byť nulová (pozri časť 5.2.5.1);
- ak je to nutné, jeden paket T2-MI s **packet_type** rovnajúcim sa 12_{16} (bunky vyváženia posunutia P2) s rovnakou hodnotou **frame_idx**; ak neexistuje žiadna požiadavka na bunky vyváženia posunutia P2, tento paket sa nesmie posilať;
- jeden paket T2-MI s **packet_type** rovnajúcim sa 10_{16} (dáta L1-aktuálne) s rovnakou hodnotou **frame_idx**; prenos jedného takéhoto paketu T2-MI počas rámca T2 je povinný.

Ak sa používa signalizácia vnútri pásma, L1-opakovanie, alebo TFS, paket T2-MI typu 11_{16} (L1-budúce) s rovnakým **frame_idx** sa musí poslať neskôr.

Keď sa používa paket T2-MI s **packet_type** 11_{16} (L1-budúce), musí byť vždy posledným paketom T2-MI s daným **frame_idx** a paket T2-MI typu 10_{16} (L1-aktuálne) musí byť predposledným paketom s daným **frame_idx**. V opačnom prípade paket T2-MI typu 10_{16} (L1-aktuálne) musí byť posledným paketom T2-MI s daným **frame_idx**.

Pakety funkcie individuálneho adresovania (**packet_type** 21_{16}) sa môžu posilať kedykoľvek.

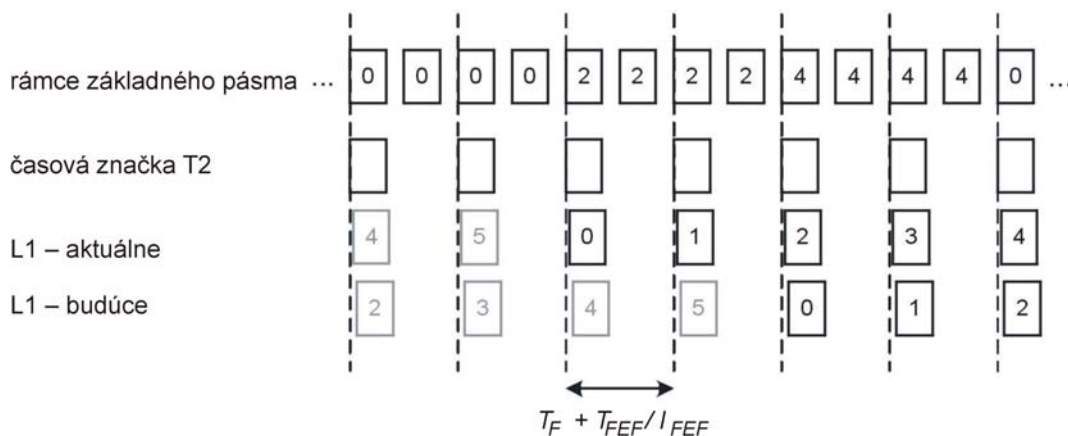
V prípade, že sa používa multirámcové prekladanie, môžu sa vyskytnúť niektoré hodnoty poľa **frame_idx**, ktoré sa v paketoch rámca základného pásma nikdy nesignalizujú. Kvôli tým hodnotám indexu rámca T2, ktoré sa nikdy nesignalizujú, sa musia stále posilať iné typy paketov, ktoré vytvárajú signál s touto hodnotou **frame_idx** (napríklad časová značka a L1-aktuálne).

Aby sa na vstupe do modulátora udržala približne konštantná frekvencia paketov, tieto pakety sa majú posilať približne v intervaloch:

$$T_f + (T_{FEF} / I_{FEF})$$

POZNÁMKA. – Toto má vplyv na minimalizáciu hodnoty T_{max3} , čo je požiadavka, ktorú majú modulátory podporovať (pozri časť 5.5).

PRÍKLAD: Obrázok 17 ilustruje prípad, keď $P_l = 2$, zobrazuje relatívne časovanie paketov T2-MI a v prípade potreby príslušné hodnoty **frame_idx**.



Obrázok 16 – Odporúčané časovanie paketov T2-MI v prípadoch jedného PLP s $P_1 = 2$

KONIEC PRÍKLADU

Poradie prenosu a časovanie paketov T2-MI je zhrnuté na obrázku 18 (časť 5.5).

Keď modulátor generuje viacnásobné profily T2 (napríklad kombináciu profilov T2-Base a T2-Lite), dáta T2 každého z profilov sa prenášajú vo vlastnom konzistentnom toku T2-MI v každom profile.

5.5 Časovanie prenosu paketov T2-MI

V tejto časti predstavujú $T_{\min 1}$, $T_{\min 2}$, $T_{\min 3}$, $T_{\max 1}$, $T_{\max 2}$, $T_{\max 3}$ a $T_{\max 4}$ hodnoty špecifikácií modulátora, ktoré sa majú stanoviť výrobcami modulátorov. Prevádzkovatelia sietí majú naprojektovať časovanie v sieťach prenášajúcich T2-MI, pričom majú vziať do úvahy hodnoty každého modulátora v sieti.

Pakety T2-MI typu 00_{16} , 01_{16} , 02_{16} , 10_{16} , 12_{16} a 20_{16} s daným **frame_idx** sa musia posielat tak, aby nedorazili do modulátora neskôr ako $T_{\min 1}$ predtým, ako bude začiatok príslušného rámca T2 pripravený na prenos.

Ak sa používa paket T2-MI typu 11_{16} s daným **frame_idx**, musí sa poslať tak, aby nedorazil do modulátora neskôr ako $T_{\min 2}$ predtým, ako bude začiatok príslušného rámca T2 pripravený na prenos.

Pakety T2-MI typu 30_{16} , 31_{16} , 32_{16} a 33_{16} s daným **fef_idx** nesmú doraziť neskôr ako $T_{\min 3}$ predtým, ako bude príslušná časť FEF pripravená na prenos.

Pakety T2-MI typu 00_{16} s daným **frame_idx** nesmú doraziť skôr ako $T_{IF} + T_{\max 1}$ predtým, ako bude začiatok príslušného rámca T2 pripravený na prenos, kde:

$$T_{IF}(i) = P_1(i) \times I_{\text{jump}}(i) \times \left(T_F + \frac{T_{FEF}}{I_{FEF}} \right)$$

je čas trvania jedného prekladaného rámca príslušného PLP i .

Pakety T2-MI typu 01_{16} a 02_{16} s daným **frame_idx** nesmú doraziť skôr ako $T_{\max 2}$ predtým, ako bude začiatok príslušného rámca T2 pripravený na prenos.

Pakety T2-MI typu 10_{16} , 11_{16} , 12_{16} a 20_{16} s daným **frame_idx** nesmú doraziť skôr ako T_{max3} predtým, ako bude začiatok príslušného rámca T2 pripravený na prenos.

Pakety T2-MI typu 30_{16} , 31_{16} , 32_{16} a 33_{16} s daným **fef_idx** nesmú doraziť skôr ako T_{max4} predtým, ako bude príslušná časť FEF pripravená na prenos.

Na účely tejto časti sa čas príchodu paketu T2-MI do modulátora definuje ako čas, v ktorom je paket doručený pomocou uvedeného dátového protokolu DVB (pozri časť 6.1).

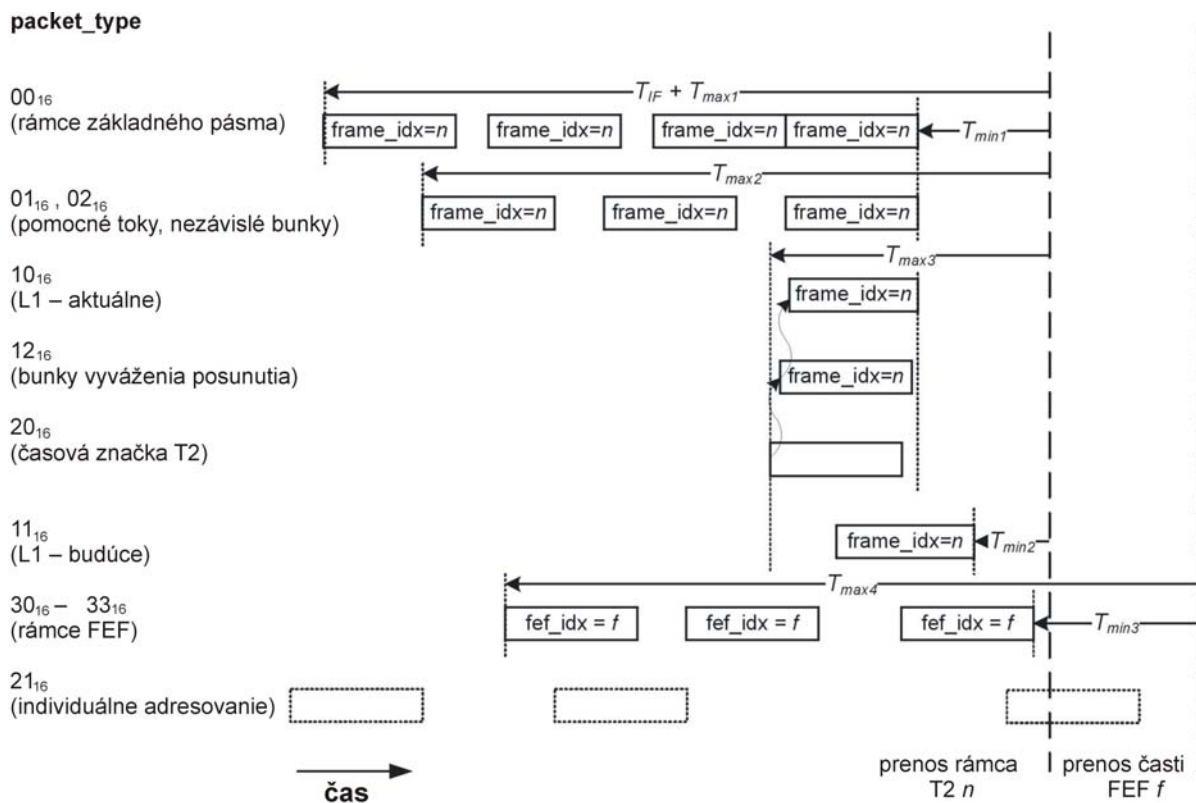
Časovanie a poradie prenosu paketov T2-MI je zhrnuté na obrázku 18.

POZNÁMKA 1. – Všetky operácie **frame_idx** sú modulo N_{T2} .

POZNÁMKA 2. – Funkcie individuálneho adresovania (**packet_type** rovnajúci sa 21_{16}) sa môžu posilať v ktoromkoľvek čase.

POZNÁMKA 3. – Časová značka T2 sa vzťahuje na čas prenosu superrámca, aj keď sa posila v každom rámci.

POZNÁMKA 4. – Obrázok zobrazuje jeden PLP. Keď sa používajú viacnásobné PLP a T_{IF} , požiadavky na časovanie paketov typu 00_{16} sa môžu v rôznych PLP líšiť.



Obrázok 17 – Časovanie a poradie prenosu paketov T2-MI

Keď modulátor generuje viacnásobné profily T2 (napríklad kombináciu profilov T2-Base a T2-Lite), dáta T2 každého z profilov sa prenášajú vo vlastnom konzistentnom toku T2-MI.

6 Prenos paketov T2-MI

Štruktúra zásobníka protokolov opísaná v časti 4.3 umožňuje použiť na distribúciu dva mechanizmy, jeden s tradičným rozhraním ASI a druhý v sieťach založených na IP.

Obidva mechanizmy sú charakteristické tým, že najprv vkladajú pakety T2-MI do paketov DVB/MPEG-2 TS, ktoré sa potom môžu presúvať do prenosovej siete cez také rozhrania, aké sú opísané v EN 50083-9 [i.2].

Výsledný TS sa môže ďalej zapuzdriť do toku IP, podľa normy DVB IPTV – TS 102 034 [5].

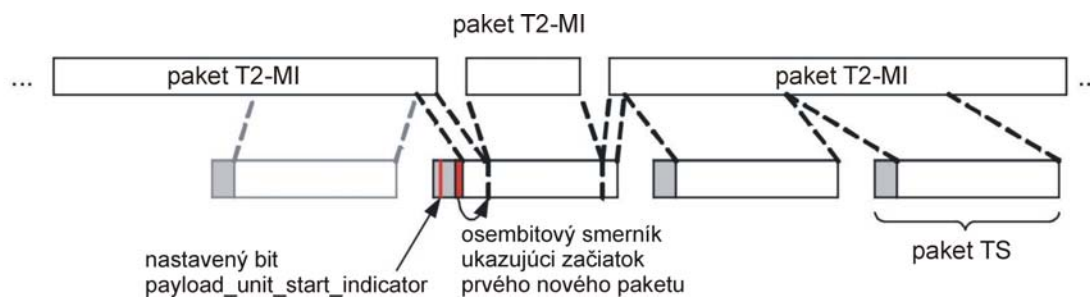
6.1 Zapuzdrenie paketov T2-MI do MPEG-2 TS

Vkladanie paketov T2-MI do MPEG-2 TS sa musí realizovať podľa EN 301 192 [4], časť 4, „Data Piping“. Tento mechanizmus umožňuje vloženie dát priamo do užitočných dát paketov MPEG-2 TS s minimálnym ďalším navýšením.

6.1.1 Opis

Pakety T2-MI sa jeden po druhom vkladajú do rámca užitočných dát paketov MPEG-2 TS. Každý nový paket T2-MI musí začínať okamžite za predchádzajúcim paketom. Paket TS môže obsahovať viac ako jeden paket T2-MI. Pakety T2-MI, ktoré sú príliš veľké na to, aby sa zmestili do rámca užitočných dát jedného paketu TS, musia sa podľa potreby rozdeliť do viacerých paketov TS.

Pretože dĺžka každého paketu T2-MI je variabilná (indikuje sa v záhlaví paketu T2-MI pomocou poľa **payload_len**), začiatok užitočných dát paketu TS sa nemusí nutne zhodovať so začiatkom paketu T2-MI. Aby bola možná synchronizácia medzi zariadeniami prijímajúcimi T2-MI, na indikáciu toho, že nový paket T2-MI začína niekde vnútri aktuálneho paketu TS, musí sa použiť bit „payload_unit_start_indicator“ v záhlaví TS. V takomto prípade sa musí ako prvý bajt užitočných dát paketu TS umiestniť osembitový smerník, ktorý indikuje posunutie (offset) medzi začiatkom užitočných dát TS a prvým bajtom prvého paketu T2-MI. Toto osembitové pole smerníka (uimsbf) musí indikovať počet bajtov, ktoré nasledujú hneď za ním a pokračujú až po prvý bajt prvého paketu T2-MI, ktorý sa nachádza v užitočných dátach paketu transportného toku (t. j. hodnota 00_{16} v poli smerníka indikuje, že paket T2-MI začína hneď za polom smerníka). Toto je zobrazené na obrázku 19.



Obrázok 18 – Zapuzdrenie paketov T2-MI do MPEG-2 TS

Keď sa používa tento mechanizmus, paket T2-MI môže začínať kdekoľvek v pakete TS. Neexistujú žiadne požiadavky na to, aby pakety T2-MI začínali na začiatku paketu TS, ani nevzniká žiadna potreba zbytočnej výplne.

POZNÁMKA. – Keďže pakety TS, ktoré obsahujú pakety T2-MI, prenášajú typ dát, ktorý nie je definovaný MPEG, EN 301 192 [4] pripúšťa v tomto „spôsobe privátnej služby“ použitie bitu „payload_unit_start_indicator“.

Keď paket T2-MI končí v predposlednom bajte paketu TS a začína v predchádzajúcom pakete TS, jeden bit, ktorý zostáva, neposkytuje priestor na vloženie poľa osembitového smerníka a prvého bajtu nasledujúceho paketu T2-MI. V tomto prípade sa musí veľkosť užitočných dát paketu TS zredukovať o jeden bajt pomocou použitia výplne adaptačného poľa [7] tak, aby aktuálny paket T2-MI končil na konci užitočných dát paketu TS. Nasledujúci paket T2-MI musí začínať v ďalšom pakete TS, ktorý má rovnaký PID.

POZNÁMKA. – Ak je to nutné, pomocou použitia ľubovoľného počtu výplnkových bajtov v adaptačnom poli paketu transportného toku je v tejto vrstve možné pridať ľubovoľné množstvo výplne [7].

PRÍKLAD: Prenáša sa paket T2-MI. Väčšina z paketu T2-MI je už prenesená, ostáva poslať iba 50 bajtov. Nasledujúci paket T2-MI ešte nie je k dispozícii, preto nie je dostatok bajtov na naplnenie paketu TS. Aby bolo možné tento paket TS ihneď preniesť, pred užitočné dáta sa môže vložiť adaptačné pole s celkovou dĺžkou 134 bajtov (`adaptation_field_length = 133`), ktoré obsahuje výplnkové bajty.

Na účely predchádzania falošným poplachom z jestvujúceho nastavenia sa má pri preprave cez riadené distribučné siete používať čo najmenej PSI. Tieto majú bežne zahŕňať PAT a PMT s jedným „programom“, ako je definované v ISO/IEC 13818-1 [7]. Typ toku, ktorý sa má použiť v PMT, nie je v EN 301 192 [4] definovaný. Kvôli interoperabilite sa má nastaviť na 06₁₆ a ak sa používa T2MI_descriptor [8], musí sa pridať do tabuľky PMT v každom toku T2-MI.

Podobne niektoré siete môžu vyžadovať prepravu povinných tabuliek DVB SI a pri vhodných hodnotách, ktoré sa majú použiť v týchto tabuľkách, môžu sa urobiť odkazy na EN 300 468 [8].

Keď NUM_RF = 1, maximálna rýchlosť transportného toku, ktorý prenáša T2-MI, musí byť 72 Mbit/s.

6.2 Zapuzdrenie MPEG-2 TS do paketov IP

Modulátor DVB-T2 môže podporovať prenos MPEG-2 TS cez IP. V prípade, že modulátor DVB-T2 podporuje prepravu založenú na IP, prenos MPEG-2 TS cez IP musí spĺňať špecifikácie uvedené v tejto časti. Prenos MPEG-2 TS cez IP využíva metódy špecifikované v TS 102 034 [5]. Táto časť špecifikuje protokol na prepravu typu multicast transportného toku MPEG-2 s ochranou FEC cez RTP, založený na IP verzii 4 podľa [5]. Nie je podporovaný IP verzie 6.

Preprava typu unicast transportného toku MPEG-2 cez IP nie je predmetom tohto dokumentu. Transport typu unicast môže využívať rovnaký protokol, aký je špecifikovaný v časti 6.2.2.

6.2.1 Informácie o nastavení

Pri využití protokolov v TS 102 034 [5] na prepravu transportných tokov MPEG-2 typu multicast s ochranou FEC cez RTP sa majú podľa [5], časť 5.2.6.2, tabuľka 4, poskytnúť tieto informácie o nastavení:

- IPMulticastAddress:
 - IPMulticastAddress@Source: voliteľne sa môže poskytnúť adresa IP typu unicast zdroja TS;
 - IPMulticastAddress@Address: poskytuje adresu typu multicast, na ktorej je možný prístup k službe;
 - IPMulticastAddress@Port: poskytuje port, na ktorom je možný prístup k službe;

- FECBaseLayer: obsahuje adresu typu multicast a port toku AL-FEC; tento prvok musí byť prítomný, ak je prítomný prvok FECBaseLayer:
 - FECBaseLayer@Address: adresa IP typu multicast do základnej vrstvy FEC; ak je adresa IP typu multicast vynechaná, potom sa predpokladá, že tok FEC má rovnakú adresu typu multicast ako pôvodné dáta;
 - FECBaseLayer@Source: zdrojová adresa IP typu multicast do základnej vrstvy FEC; ak je zdrojová adresa IP typu multicast vynechaná, potom sa predpokladá, že tok FEC má rovnakú zdrojovú adresu typu multicast ako pôvodné dáta;
 - FECBaseLayer@Port: port UDP do základnej vrstvy FEC;
- FECEnhancementLayer: obsahuje adresu typu multicast a port toku (tokov) rozšírenia AL-FEC; tento prvok musí byť prítomný iba vtedy, ak je prítomný prvok FECBaseLayer a môže sa opakovať vo viacerých vrstvách:
 - FECEnhancementLayer@Address: adresa IP typu multicast do vrstvy rozšírenia FEC; ak je adresa IP typu multicast vynechaná, potom sa predpokladá, že tok FEC má rovnakú adresu typu multicast ako pôvodné dáta;
 - FECEnhancementLayer@Source: zdrojová adresa IP typu multicast do vrstvy rozšírenia FEC; ak je zdrojová adresa IP typu multicast vynechaná, potom sa predpokladá, že tok FEC má rovnakú zdrojovú adresu typu multicast ako pôvodné dáta;
 - FECEnhancementLayer@Port: port UDP do vrstvy rozšírenia FEC;
 - IPMulticastAddress@FECMaxBlockSizePackets: indikátor maximálneho počtu zdrojových paketov toku, aký sa môže vyskytnúť medzi prvým paketom bloku zdroja (vrátane) a posledným paketom tohto bloku zdroja (zdrojovým alebo opraveným);
 - IPMulticastAddress@FECMaxBlockSizeTime: maximálny čas trvania prenosu akéhokoľvek bloku FEC (zdrojové a opravené pakety);
 - IPMulticastAddress@FECObjectTransmissionInformation: informácie o prenose objektu FEC v Raptorovom kóde; ak je zahrnutý prvok FECEnhancementLayer, musí sa zahrnúť tento prvok.

Podrobnosti týkajúce sa sémantiky týchto parametrov sa nachádzajú v [5].

6.2.2 Transportné protokoly

Keď sa MPEG-2 TS prenáša cez IP, musí sa zapuzdriť v RTP (transportný protokol komunikácie v reálnom čase) podľa RFC 3550 [6], ako je špecifikované v TS 102 034 [5], časť 7.1.1.

Nesmú sa používať správy odosielateľa RTCP ani správy príjemcu.

Ochrana FEC transportného toku MPEG-2 sa môže zabezpečiť podľa TS 102 034 [5], časti E.3 a E.4. Keď sa poskytuje vrstva rozšírenia DVB AL-FEC, musí sa použiť metóda FEC definovaná v TS 102 034 [5], časť E.4.3.2.

Modulátory DVB-T2, ktoré podporujú prenos MPEG-2 TS cez IP, musia spĺňať minimálne požiadavky na dekódovač podľa [5], časť E.5.1.1, t. j. dekódovače FEC musia podporovať spracovanie paketov základnej vrstvy DVB AL-FEC.

Modulátory DVB-T2, ktoré podporujú prenos MPEG-2 TS cez IP, môžu spĺňať rozšírené požiadavky na dekódovač podľa [5], časť E.5.1.2, t. j. dekódovače FEC môžu podporovať spracovanie paketov základnej vrstvy DVB AL-FEC a vrstvy rozšírenia DVB AL-FEC.

6.2.3 Otvorenie a riadenie relácie

Otvorenie relácie nie je predmetom tejto špecifikácie. Môže sa použiť otvorenie a riadenie relácie na distribúciu typu multicast podľa TS 102 034 [5], časť 7.3.1.

6.2.4 Požiadavky siete

Požiadavky siete na distribúciu typu multicast musia byť v súlade s TS 102 034 [5], časť 7.2.

V prípade, že sa využíva FEC aplikačnej vrstvy, požiadavky siete sa môžu zmierniť. Príklady konfigurácie FEC aplikačnej vrstvy s rôznymi charakteristikami siete sa nachádzajú v DVB BlueBook A115 [i.3].

Príloha A (normatívna): Výpočet slova CRC

Implementácia kódov kontroly cyklickým redundantným kódom (CRC) umožňuje detegovanie chýb prenosu na strane prijímača. Kvôli tomuto účelu sa slová CRC musia vložiť do prenášaných dát. Tieto slová CRC musí definovať výsledok postupu, ktorý je opísaný v tejto prílohe.

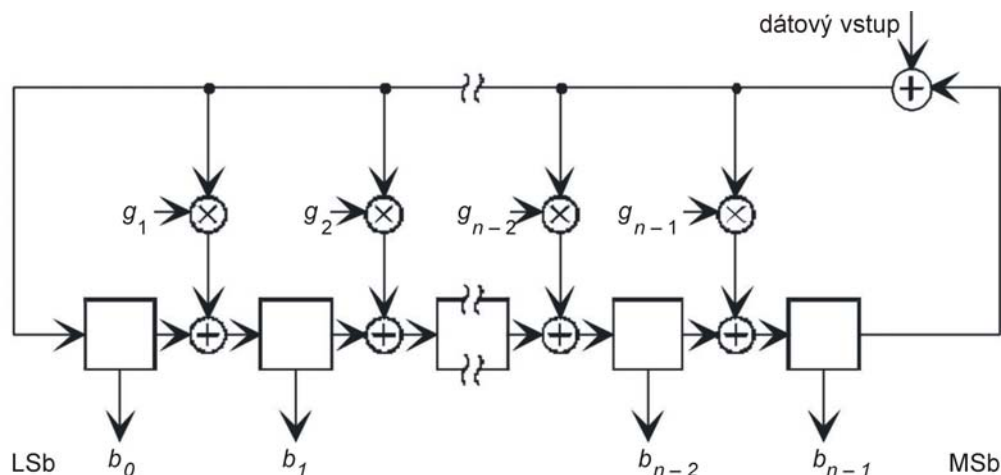
Kód CRC sa definuje polynómom n -tého stupňa:

$$G_n(x) = x^n + g_{n-1}x^{n-1} + \dots + g_2x^2 + g_1x + 1,$$

kde $n \geq 1$

a
$$g_i \in \{0,1\}, \quad i = 1, \dots, n-1$$

Výpočet CRC je možné vykonať pomocou posuvného registra obsahujúceho n registrových stupňov, ktoré zodpovedajú stupňu polynómu (pozri obrázok A.1). Stupne sú označené $b_0 \dots b_{n-1}$, kde b_0 zodpovedá 1, b_1 zodpovedá x , b_2 zodpovedá x^2, \dots , b_{n-1} zodpovedá x^{n-1} . Posuvný register sa naplní vložением XOR na vstupy tých stupňov, ktorých zodpovedajúce koeficienty polynómu g_i sa rovnajú „1“.



Obrázok A.1 – Všeobecná bloková schéma CRC

Na začiatku výpočtu CRC-32 sa obsah všetkých stupňov registra inicializuje na jednotku.

Po príchode prvého bitu bloku dát (MSB prvý) na vstup posúvacie hodiny spôsobia, že register posunie svoj obsah o jeden stupeň smerom k stupňu MSB (b_{n-1}), pokiaľ sa načítavajú stupne naplnené výsledkami príslušných operácií XOR. Postup sa potom opakuje s každým bitom dát. Po posuve nasledujúcom po príchode posledného bitu (LSB) dátového bloku na vstup posuvný register obsahuje slovo CRC, ktoré sa potom prečíta. Dáta a slovo CRC sa prenášajú s MSB prvým.

Kód CRC, ktorý sa používa v paketoch T2-MI, je založený na tomto polynóme:

$$G_{32}(x) = x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$$

POZNÁMKA. – Kódovač CRC-32, ktorý je definovaný v tejto prílohe, je identický s kódovačom špecifikovaným v prílohe F špecifikácie systému DVB-T2 [1].

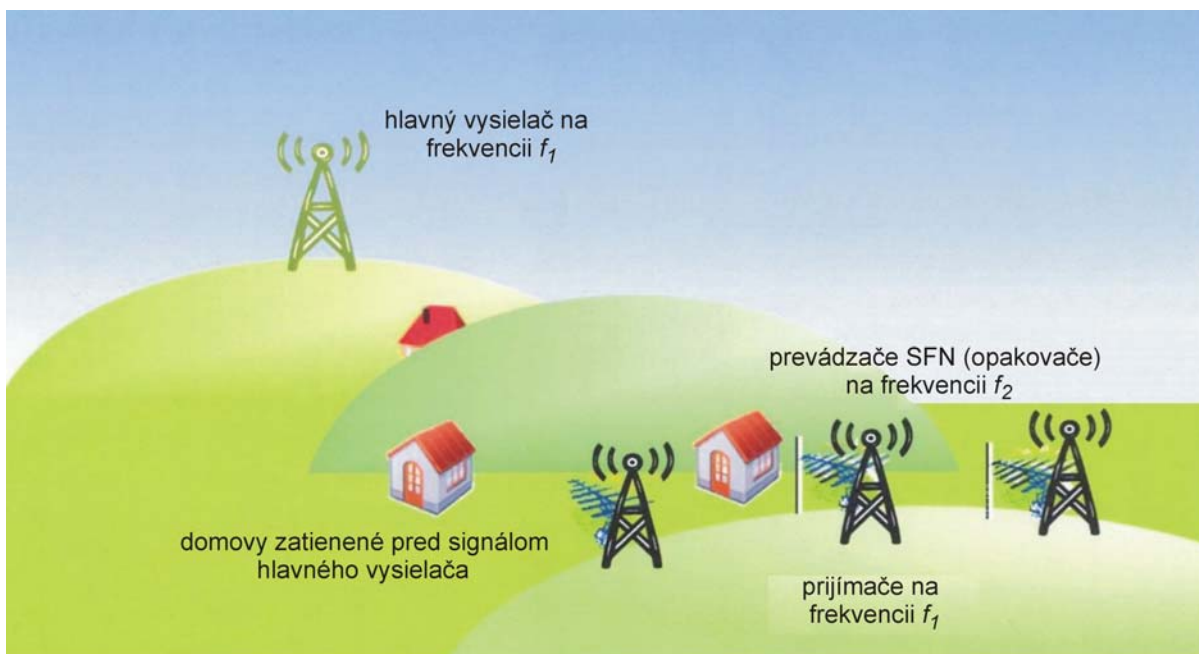
Príloha B (normatívna): Informačný paket modulátora T2 (T2-MIP)

B.1 Použitie T2-MIP na synchronizáciu vysielania

Ako je opísané v hlavnej časti tohto dokumentu, pakety T2-MI využíva iba modulátor, a nepoužívajú sa na vysielanie z vysieláča. V prípadoch, keď niekoľko opakovačov prijíma signál DVB-T2 z hlavného vysieláča a znovu ich vysielá na inej spoločnej frekvencii v rámci SFN, je pri realizácii retransmisie z opakovačov potrebné použiť časovú synchronizáciu. Takáto situácia je detailnejšie zobrazená na obrázku B.1.

Sú k dispozícii dva typy opakovačov, a to:

- regeneratívne opakovače, ktoré demodulujú signál DVB-T2 a znovu modulujú demodulované transportné toky tak, aby vytvorili obnovený signál DVB-T2, ktorý sa potom znovu vysielá;
- prevádzače, ktoré môžu zmeniť frekvenciu, zosilniť, oneskoriť a vysielajú signál DVB-T2 bez opätovného uskutočnenia celého procesu modulácie.



Obrázok B.1 – Prevádzače SFN prijímajúce vstupný signál z hlavného vysieláča

V tomto prípade prevádzače nemajú prístup k paketom T2-MI, ktoré v hlavnom vysieláči využíval modulátor na generovanie vysielaného signálu T2 vo fyzickej vrstve.

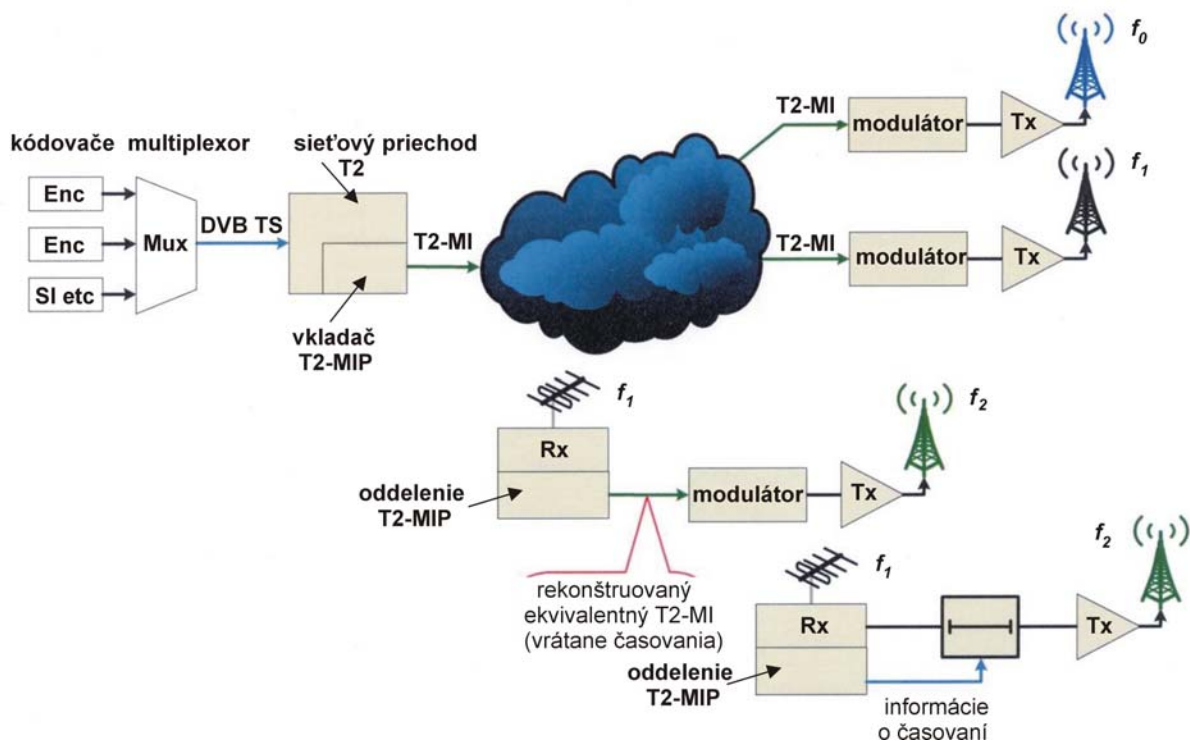
Keďže signál fyzickej vrstvy bol definovaný v hlavnom vysieláči, jediným synchronizačným údajom požadovaným prevádzačmi je čas emisie. Tento údaj sa prenáša pomocou špeciálneho paketu transportného toku (T2-MIP), ktorý je súčasťou vysielaného signálu DVB-T2.

Na účely získania požadovaného času emisie príslušného superrámca signálu DVB-T2 sa v každom opakovači môže pomocou demodulátora tento paket TS dekodovať. Na základe tejto informácie a známeho časovania práve prijatého superrámca môže každý opakovač zaviesť vhodné časové oneskorenie, aby emisia superrámca bola zabezpečená v požadovanom čase.

Táto verzia špecifikácie T2-MI definuje len T2-MIP prenášaný cez transportný tok, ktorý je odvodený z ekvivalentného paketu používaného v sieťach DVB-T [3]. Momentálne neexistuje obdobná špecifikácia takéhoto mechanizmu na synchronizáciu sietí, ktoré prenášajú služby cez iné transportné toky, ako napr. GSE [2].

Architektúra takejto siete je zobrazená na obrázku B.2.

POZNÁMKA. – Vkladač T2-MIP je umiestnený v sieťovom priechode T2, nakoľko on je tou jednotkou, ktorá definuje štruktúru rámca T2 a superrámca, a teda aj časový vzájomný vzťah paketov TS a modulácie fyzickej vrstvy.



Obrázok B.2 – Všeobecná architektúra distribúcie T2-MIP pomocou vysielania do podsiete SFN

Po splnení týchto podmienok sa počíta s tým, že prijímač v stanici prevádzka rozloží prichádzajúci signál DVB-T2 na základné zložky tak, aby ekvivalent signálu T2-MI mohol efektívne prejsť do modulátora prevádzka. Je nevyhnutné zabezpečiť, aby každý modulátor prevádzka vytvoril rovnaké vysielacie rozhranie v každej stanici v SFN.

V prípade, že sieť vysiela viacnásobné profily T2 (napríklad kombináciu profilov T2-Base a T2-Lite), presnú rekonštrukciu signálu fyzickej vrstvy je potrebné zachovať vo všetkých profiloch.

B.2 Definícia T2-MIP

B.2.1 Opis poľa

T2-MIP je paket transportného toku (TS) v súlade s MPEG-2 [7], vytvorený zo 4 bajtov záhlavia a 184 dátových bajtov. Usporiadanie T2-MIP je uvedené v tabuľke B.1.

Tabuľka B.1 – Informačný paket modulátora DVB-T2 (T2-MIP)

| Syntax | Počet bitov | Identifikátor |
|--|-------------|---------------|
| t2_modulator_information_packet() { | | |
| transport_packet_header | 32 | bslbf |
| synchronization_id | 8 | uimsbf |
| section_length | 8 | uimsbf |
| t2_timestamp_mip_length | 8 | uimsbf |
| t2_timestamp_mip | 88 | bslbf |
| rfu_length | 8 | uimsbf |
| for i = 1..rfu_length { rfu_byte } | 8 | uimsbf |
| individual_addressing_length | 8 | uimsbf |
| for j = 1..individual_addressing_length { individual_addressing_byte } | 8 | uimsbf |
| crc_32 | 32 | rpchof |
| for k = 1..stuffing_length { stuffing_byte } | 8 | uimsbf |
| } | | |
| POZNÁMKA 1. – Voliteľné parametre sú vyznačené <i>kurzívou</i> . | | |
| POZNÁMKA 2. – Celková dĺžka T2-MIP vždy musí byť 188 bajtov. | | |

transport_packet_header (32 bitov) sa musí zhodovať s ISO/IEC 13818-1 [7], časť 2.4.3.2, tabuľka 3 a 4.

- Hodnota PID informačného paketu modulátora T2 (T2-MIP) sa musí rovnať 15_{16} .
- Funkcia synchronizácie SFN nepoužíva `payload_unit_start_indicator`, ktorý sa musí nastaviť na 1.
- Funkcia synchronizácie SFN nepoužíva hodnotu `transport_priority`, ktorá sa musí nastaviť na 1.
- Hodnota `transport_scrambling_control` sa musí nastaviť na 00 (neskramblované).
- Hodnota `adaptation_field_control` sa musí nastaviť na 01 (len užitočné dáta).
- Všetky ostatné parametre sú v súlade s ISO/IEC 13818-1 [7], časť 2.4.3.2.

- Záhlavie transportného paketu (TPH) je povinné.

Povinné polia T2-MIP

synchronization_id (8 bitov): používa sa na identifikáciu použitej metódy synchronizácie; v DVB-T2 sa jej hodnota musí rovnať 02_{16}

POZNÁMKA. – Hodnoty **synchronization_id**, ktoré sa používajú v iných prenosových systémoch, sú definované v tabuľke 2 TS 101 191 [3].

section_length (8 bitov): špecifikuje počet bajtov nasledujúcich bezprostredne za polom **section_length** až po posledný bajt **crc_32** (vrátane), okrem akéhokoľvek **stuffing_byte**; **section_length** nesmie presiahnuť 182 bajtov

t2_timestamp_mip_length (8 bitov): špecifikuje dĺžku nasledujúceho poľa **t2_timestamp_mip** v bajtoch; aktuálne je hodnota pevne stanovená na 11_{10}

t2_timestamp_mip (88 bitov): pole s rovnakým formátom ako to isté pole špecifikované na kompletne užitočné dáta paketu T2-MI s typom paketu 20_{16} (pozri časť 5.2.7); hodnota vyjadrená týmto polom sa vzťahuje na čas emisie z opakovača toho superrámca T2, v ktorom sa nachádza posledný bit užitočných dát paketu TS, ktorý prenáša T2-MIP

POZNÁMKA. – Hodnota časovej značky T2 prenášanej v T2-MIP sa môže líšiť od hodnoty časovej značky T2, ktorú obsahuje paket typu 20_{16} rozhrania T2-MI, ktoré sa používa ako vstup do modulátora hlavnej stanice.

rfu_length (8 bitov): špecifikuje počet nasledujúcich **rfu_byte**: hodnota 00_{16} indikuje, že nenasledujú žiadne **rfu_byte**, táto hodnota je aktuálne pevne stanovená na 00_{10} , t. j. nie sú definované žiadne **rfu_byte**

rfu_byte: jeden bajt z variabilného počtu bajtov, ktoré sú rezervované na budúce používanie a počet ktorých je definovaný v poli **rfu_length**; všetky bajty musia mať hodnotu 00_{16}

individual_addressing_length (8 bitov): udáva celkovú dĺžku slučky individuálneho adresovania v bajtoch; ak sa individuálne adresovanie vysieláčov nevykonáva, hodnota tohto poľa je 00_{16} a nesmie existovať žiadne pole **individual_addressing_byte**

individual_addressing_byte: obsahuje bajty poľa **individual_addressing_data** paketu T2-MI typu 21_{16} (pozri časť 5.2.8)

crc_32 (32 bitov): vypočítané podľa prílohy A zo všetkých ostatných bitov v pakete, vrátane **transport_packet_header**, ale okrem poľa **stuffing_byte**

stuffing_byte: musí mať hodnotu FF_{16} ; musí existovať viacero **stuffing_byte**, pretože pole **t2_modulator_information_packet** je dlhé presne 188 bajtov

POZNÁMKA. – Zatiaľ čo hodnoty poľa **t2_timestamp** a **individual_addressing_bytes** majú rovnaký formát ako užitočné dáta paketov T2-MI typu 20_{16} , resp. 21_{16} , samotné prenášané hodnoty sa môžu líšiť od tých, ktoré sa prenášajú v týchto paketoch v rámci T2-MI.

B.2.2 Prenos T2-MIP cez DVB-T2

T2-MIP sa môžu prenášať v jednom alebo viacerých transportných tokoch posielaných cez DVB-T2. Ak sa používajú T2-MIP, v každom profile T2 musí byť v jednom superrámci najmenej jeden kompletný T2-MIP. T2-MIP sa môže odosielať v ktoromkoľvek čase v rámci superrámca a

časovanie môže byť vzhľadom na superrámce rôzne (pozri definíciu poľa **t2_timestamp_mip** v časti B.2.1)

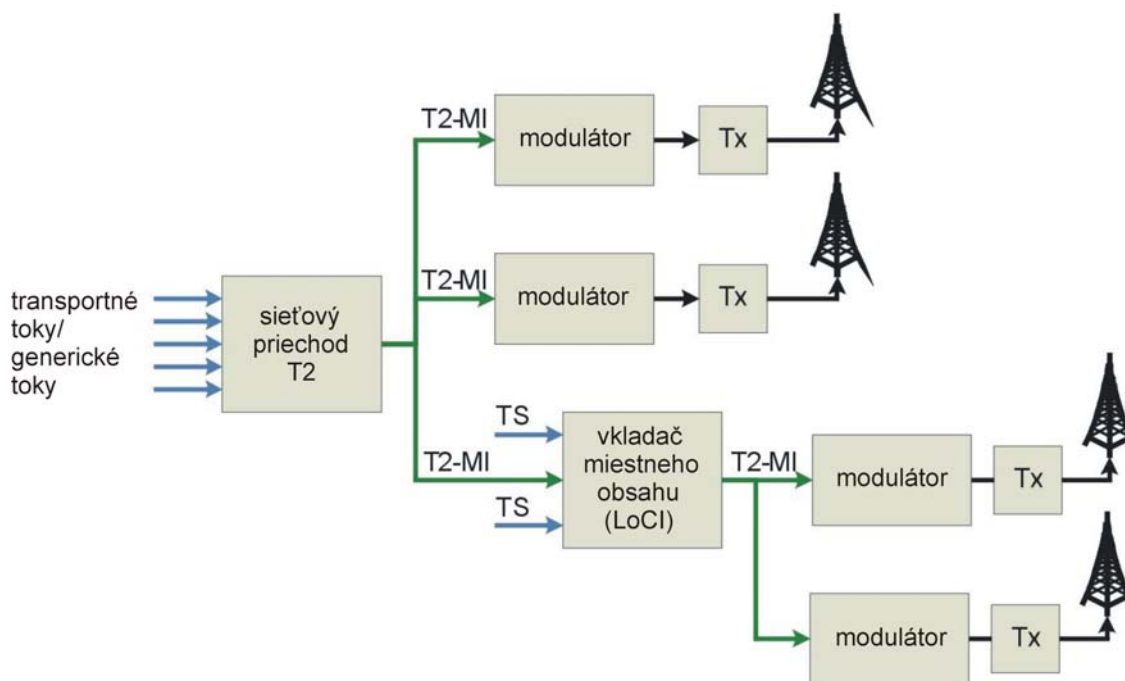
Keď sa používajú viaceré PLP, T2-MIP má prenášať len jeden z nich. Ak sa prenáša vo viacerých PLP, potom časová značka T2 musí byť rovnaká vo všetkých PLP tohto superrámca.

POZNÁMKA. – Keď je k dispozícii spoločný PLP, tak je T2-MIP s preferovaným umiestnením.

Príloha C (informatívna): Vkladanie miestneho obsahu

Keď prenášané dáta na vysielanie T2 obsahujú viaceré PLP, miestny obsah sa môže vkladať v jednotlivých PLP do T2-MI v bode alebo v bodoch dátového toku sieťového prechodu T2. Táto príloha opisuje jeden spôsob, ako to dosiahnuť.

Typická aplikácia je zobrazená na obrázku C.1.



Obrázok C.1 – Vkladanie miestneho obsahu do toku T2-MI v rámci systému T2

Vkladač miestneho obsahu (LoCI) prijíma na svojom vstupe tok T2-MI generovaný v sieťovom prechode T2, vkladá doň miestny obsah a na výstupe produkuje výsledný tok T2-MI.

PLP, ktoré majú prenášať miestne vložený obsah, sieťový prechod T2 alokuje všetky rámce BB ako normálne; generuje pakety T2-MI typu 00_{16} , ktoré sú zhodné so signalizáciou L1 prenášanou v paketoch T2-MI typu 10_{16} a 11_{16} a ktoré majú správne časovanie.

Daný PLP LoCI filtruje prichádzajúci paket T2-MI typu 00_{16} (prenášaný rámcami základného pásma) založený na poli `plp_id` (pozri časť 5.2.1). Dátové pole `BBFRAME` každého paketu T2-MI so zodpovedajúcim poľom `plp_id` sa potom nahradí miestnym obsahom, pričom sa primerane použije výplň rámca BB a znovu vypočítané slovo CRC32.

Keď v sieťovom prechode nie je dostupný žiadny obsah na vyplnenie tých rámcov BB prislúchajúcich k PLP, ktoré sa neskôr majú v LoCI nahradiť, rámce BB môžu mať nulovú dĺžku dátového poľa `DataField Length` (`DFL = 0`), t. j. všetky môžu mať výplň.

Časovanie medzi prichádzajúcim T2-MI a miestnymi transportnými tokmi na vstupe do LoCI môže LoCI riešiť rôznymi spôsobmi. Existujú tri možnosti:

- miestny transportný tok je zamknutý do T2-MI a má takú rýchlosť, ktorá presne zodpovedá rýchlosti potrebnej na naplnenie rámcov BB, ktoré sa majú nahradiť;

- rýchlosť miestneho transportného toku je menšia ako rýchlosť, ktorá je potrebná na naplnenie rámcov BB, ktoré sa majú nahradiť a LoCI vloží do rámcov BB výplň;
- rýchlosť miestneho transportného toku je menšia ako rýchlosť potrebná na naplnenie rámcov BB, ktoré sa majú nahradiť a LoCI vloží do rámcov BB nulové pakety TS; v tomto prípade LoCI vykoná všetky nevyhnutné preznačenia.

Táto metóda vkladania miestneho obsahu má výhodu v tom, že LoCI môže byť jednoduché zariadenie, ktoré nevyžaduje žiadne informácie o časovej značke SFN. Nevýhodou je, že kapacita rámcov BB, ktoré sa majú nahradiť miestnym obsahom, je alokovaná na spoji, ktorý prenáša pôvodný T2-MI od sieťového prechodu T2.

**Príloha D (informatívna):
Spravovanie MISO**

Ako bolo opísané, T2-MI je navrhnuté na zabezpečenie, aby všetky modulátory v sieti generovali rovnaké signály v rovnakom čase. Keď sa v DVB-T2 používa voľba MISO, ako je opísané v časti 9.1 [1], je požadované, aby modulátory patriace do skupiny vysielateľov 1 generovali odlišné signály ako modulátory v skupine 2. Napriek tomu všetky modulátory v sieti prenášajú identické rámce základného pásma a signalizáciu L1, s identickým časovaním, preto vo všetkých modulátoroch postačuje rovnaký tok T2-MI. Navyše je potrebné, aby bol každý modulátor konfigurovaný ako súčasť skupiny 1 alebo ako súčasť skupiny 2. Toto sa podobne môže vyskytovať aj pri iných špecifických parametroch modulátora, ako sú výkon, frekvencia alebo individuálne časové posunutie a je to možné konfigurovať miestne v modulátore, pomocou centrálného riadiaceho systému alebo pomocou použitia funkcie individuálneho adresovania, ktorá je opísaná v časti 5.2.6.

Príloha E (informatívna): Navýšenie T2-MI

Táto príloha prináša informácie o navýšení, ktoré súvisí so zapuzdrením dát T2 do paketov T2-MI a o ďalšom navýšení, ktoré je spojené s prenosom T2-MI cez transportný tok MPEG-2 alebo cez IP s využitím korekcie chýb alebo bez využitia korekcie chýb v smere dopredu (FEC).

E.1 Zapuzdrenie dát T2 do paketov T2-MI

Zapuzdrenie dát T2 do paketov T2-MI (časť 5.1) si vyžaduje navýšenie spôsobené:

- záhlavím T2-MI (6 bajtov);
- poľom crc32 (4 bajty);
- ďalšími poľami v rámci užitočných dát paketu T2-MI, ktoré sú spojené s prepravou rámcov BB (3 bajty).

Pri typickej konfigurácii T2 (ako je dané v časti 4.3 [i.1]), sú užitočné dáta rámcov BB $K_{bch} = 38\,688$ bits.

S vylúčením signalizácie L1 a za predpokladu, že nie je prítomná žiadna časová značka ani informácie o toku, navýšenie spojené s náležitou prepravou dát rámca základného pásma cez T2-MI je: $13/(38\,688/8) \times 100 = 0,27\%$.

E.2 Prenos paketov T2-MI

E.2.1 Prenos paketov T2-MI cez MPEG-2 TS

Zapuzdrenie paketov T2-MI do stoosemdesiatosembajtových paketov MPEG-2 TS pri využití „data piping“ (časť 6.1) si vyžaduje navýšenie spôsobené:

- záhlavím TS (4 bajty).

Za predpokladu, že navýšenie kvôli smerníku na začiatok paketu T2-MI je zanedbateľné, výsledné navýšenie je potom $4/(188 - 4) = 2,2\%$.

POZNÁMKA. – Aby bol zabezpečený súlad s TR 101 290 [i.4], táto hodnota neberie do úvahy žiadne nulové pakety, ktoré sa vkladajú na účely udržania konštantnej bitovej rýchlosti TS, ani žiadne ďalšie informácie PSI/SI. Príspevok aspoň jednej tabuľky PAT a jednej tabuľky PMT s deskriptorom vysielaných dát sa považuje za zanedbateľný.

E.2.1.1 Navýšenie FEC pri spoji ASI

Keď sa na fyzickom spoji ASI, ktorý prenáša pakety T2-MI cez MPEG-2 TS, vyžaduje FEC, môže sa použiť RS(188,204). Výsledkom je pridané navýšenie 8,5 %.

Celkové navýšenie (prenos paketov T2-MI cez ASI plus FEC) je $(16 + 4)/(188 - 4) = 10,9\%$.

E.2.2 Prenos paketov T2-MI cez MPEG-2 TS do IP

Zapuzdrenie tokov TS do paketov RTP/UDP/IP podľa časti 6.2 má za následok navýšenie spôsobené:

- záhlavím RTP (12 bajtov);

- záhlavím UDP (8 bajtov);
- záhlavím IP (20 bajtov) (bez voliteľného príslušenstva).

Typicky sa do jedného paketu IP zapuzdruje maximálne 7 paketov MPEG-2 TS, aby nebola prekročená MTU ethernetu a aby sa zabránilo fragmentácii.

Potom výsledné navýšenie je: $40/(188 \times 7) = 3 \%$.

Celkové navýšenie pri prenose paketov T2-MI cez MPEG-2 do IP je $(40 + 4 \times 7)/(184 \times 7) = 5,3 \%$.

Keď sa berie do úvahy záhlavie ethernetu, celkové navýšenie pri prenose paketov T2-MI cez MPEG-2 do IP je $(40 + 18 + 4 \times 7)/(184 \times 7) = 6,7 \%$.

E.2.2.1 Navýšenie FEC

Pridané navýšenie kvôli metódam FEC, definovaným v TS 102 034 [5], môže veľmi kolísať v závislosti od zvoleného profilu FEC. Na ilustráciu sa ďalej uvažuje s dvomi prípadmi.

Kód 1-D SMPTE 2022-1 s 20 stípcami:

Pridané navýšenie je $(40 + 12 + 188 \times 7)/(20 \times (40 + 188 \times 7)) = 5 \%$.

Celkové navýšenie pri prenose paketov T2-MI cez MPEG-2 TS do IP s FEC je $20 \times (40 + 4 \times 7) + (40 + 12 + 188 \times 7)/(20 \times (184 \times 7)) = 10,6 \%$ (12,1 % vrátane záhlavia ethernetu).

Kód 1-D SMPTE 2022-1 so 4 stípcami:

Pridané navýšenie je $(40 + 12 + 188 \times 7)/(4 \times (40 + 188 \times 7)) = 25,2 \%$.

Celkové navýšenie pri prenose paketov T2-MI cez MPEG-2 TS do IP s FEC je $(4 \times (40 + 4 \times 7) + (40 + 12 + 188 \times 7)/(4 \times (184 \times 7))) = 31,8 \%$ (33,7 % vrátane záhlavia ethernetu).

E.3 Prehľad navýšení súvisiacich s T2-MI

Celkové navýšenie spôsobené zapuzdrením paketov T2-MI a ich prenosom cez fyzické vrstvy ASI alebo ethernetu je uvedené v tabuľke E1.

Tabuľka E.1 – Prehľad navýšenia T2-MI pri transporte cez rôzne fyzické vrstvy

| Fyzická vrstva | Celkové navýšenie | Metóda FEC | Pridané navýšenie spôsobené FEC | Celkové navýšenie vrátane FEC |
|----------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| ASI | 2,2 % | RS(188,204) | 8,5 % | 10,9 % |
| ethernet | 6,7 % | 1-D SMPTE, 20 stípcov | 5 % | 12,1 % |
| | | 1-D SMPTE, 4 stípcy | 25,2 % | 33,7 % |

**Príloha F (informatívna):
Časové značky DVB-T2****F.1 Vzájomné vzťahy**

V čase vzniku tohto dokumentu (február 2009) boli vzájomné vzťahy medzi časmi UTC, TAI, GPS a časovou značkou DVB-T2 (definovanou v časti 5.2.2) nasledujúce:

- $GPS = TAI - 19 \text{ s}$ (pevné);
- $UTC = TAI - 34 \text{ s}$ (variabilné kvôli prestupným sekundám);
- $UTC = GPS - 15 \text{ s}$ (variabilné kvôli prestupným sekundám);
- $UTC = DVB-T2 - utco$ (pevné kvôli premenlivej hodnote utco);
- $DVB-T2 = TAI - 32 \text{ s}$ (pevné);
- $DVB-T2 = GPS - 13 \text{ s}$ (pevné);
- $DVB-T2 = UTC + utco$ (pevné kvôli premenlivej hodnote utco).

F.2 Princíp

Všeobecne sa využíva niekoľko rôznych kódovaní času a dátumu, vrátane MJD, UTC, GPS a TAI. Bolo odsúhlasené, že žiadne z nich adekvátne nenapĺňa potreby systému DVB-T2 a že je žiaduce definovať špecifický časový formát časovej značky DVB-T2. Na odmietnutie iných spoločných časových základní boli udané tieto dôvody:

- MJD je ovplyvnené prestupnými sekundami vytvárajúcimi zlomkové podiely príliš silno, aby sa mohlo vyjadrovať vo formáte s pevnou rádovou čiarkou;
- UTC je ovplyvnené prestupnými sekundami, ktoré vytvárajú variabilný počet sekúnd za deň (86 399/86 400/86 401);
- Čas GPS je ovplyvnený „zalomením čísla týždňa“ približne každých 19,7 rokov;
- UTC, TAI, MJD a čas GPS majú epochy (dátumy začiatku) uprostred štyristoročného cyklu prestupných rokov.

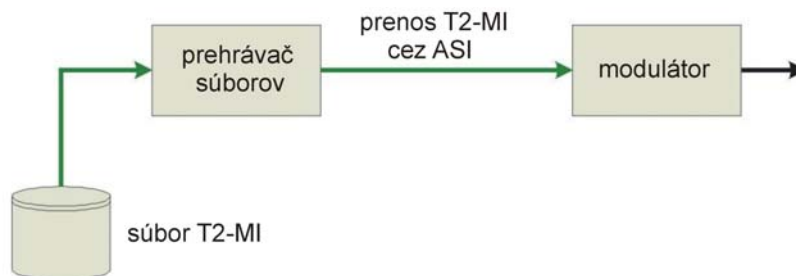
Časová značka DVB-T2 nie je ovplyvnená prestupnými sekundami, ale obsahuje dostatok osobitných informácií (v poli utco) na jednoduchý prevod hodnoty do UTC, ktoré neobsahuje prestupné sekundy. Prevod do času GPS alebo TAI je tiež triviálny pomocou jednoduchého odčítania konštantnej hodnoty. Epocha času DVB-T2 je synchronizovaná so začiatkom štyristoročného cyklu prestupných rokov, čo robí výpočty prestupných rokov jednoduchšími a menej náchylnými na chyby.

Príloha G (informatívna): Využitie T2-MI v nastaveniach skúšania a merania

G.1 Úvod

T2-MI bolo navrhnuté ako rozhranie v reálnom čase medzi sieťovým priechodom T2 a modulátorom T2, ktorých vzájomnú synchronizáciu je možné udržiavať pomocou signálu GPS.

Keďže T2-MI poskytuje jednoznačné vyjadrenie prenosu T2, je užitočné ho využiť aj ako formát na dočasné uloženie na neskoršie použitie skúšobnými generátormi. Obzvlášť v prípade, keď sa používajú viaceré PLP a dynamické pridelovanie. Na ilustráciu, T2-MI uložené v súbore TS je možné čítať priamo pomocou prehrávača ASI podporujúceho prehrávanie súborov, ktorý je pripojený na skúšaný modulátor, ako je zobrazené na obrázku G.1.



Obrázok G.1 – Prehrávač súboru T2-MI

Kvôli zaisteniu interoperability medzi prehrávačom súborov a modulátorom:

- prehrávač súborov plánuje prehrávanie každého transportného paketu (TP) v užitočných dátach T2-MI;
- v prípade, že nie je dostupný žiadny zdroj synchronizácie, modulátor sa synchronizuje s tokom T2-MI.

Príloha opisuje metódu, ktorá umožňuje realizáciu tejto interoperability.

G.2 Využitie časových značiek programových referenčných hodín (PCR)

Táto metóda využíva ISCR [1] ako spoločné referenčné hodiny a používa časové značky programových referenčných hodín (PCR) [7] na prepravu ISCR z vysielača T2-MI do prijímača T2-MI. Všeobecne povedané, táto metóda je podobná a kompatibilná so synchronizáciou dekódovačov a kódovačov v transportnom toku MPEG-2, pri použití časových značiek PCR. Toto je definované v ISO/IEC 13818-1 [7].

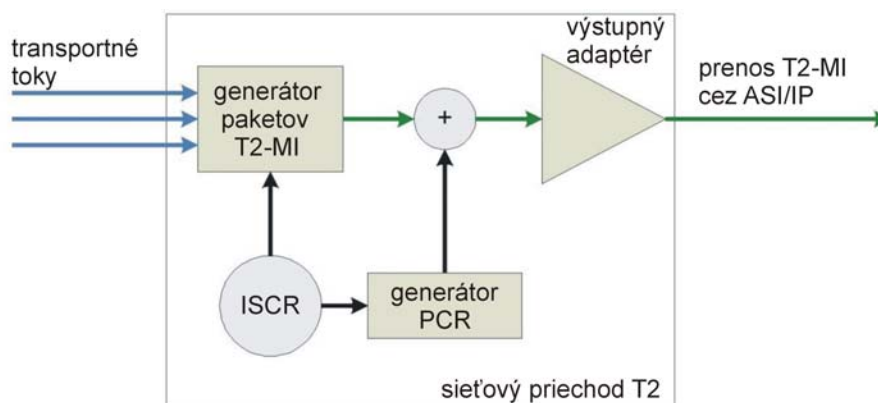
G.2.1 Vzťah medzi ISCR a PCR

Aby bola zachovaná kompatibilita metódy so systémami MPEG-2, v tejto metóde sú PCR založené na hodinovom signáli 27 MHz. Prevod medzi hodnotami hodín ISCR a PCR je možný, pretože pomer medzi frekvenciami hodín PCR a ISCR je presný a môže sa vyjadriť ako pomer s celočíselným čitateľom a menovateľom, ako je uvedené v tabuľke G.1.

Tabuľka G.1 – Šírka pásma verzus pomer medzi frekvenciami hodín PCR a ISCR

| Šírka pásma | 1,7 MHz | 5 MHz | 6 MHz | 7 MHz | 8 MHz | 10 MHz |
|----------------------|--------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|
| T_{ISCR} / T_{PCR} | $27 \times 71/131$ | $27 \times 7/40$ | $27 \times 7/48$ | $27 \times 1/8$ | $27 \times 7/64$ | $27 \times 7/80$ |

Bloková schéma sieťového priechodu T2, ktorý je schopný vkladať PCR do výstupu T2-MI, je zobrazená na obrázku G.2.

**Obrázok G.2 – Vkladanie PCR do sieťového priechodu T2**

Sieťový priechod T2 zodpovedá za vkladanie PCR na také miesta, aby časovanie prenosu paketov T2-MI sa mohlo obnoviť pomocou opísaných metód. Výstup T2-MI je možné zaznamenať do súboru.

POZNÁMKA. – Ak sú ISCR a PCR generované v spoločnom bloku, táto skutočnosť je signalizovaná v T2MI_descriptor [8], ktorý sa prenáša v PMT, ak je k dispozícii.

G.2.2 Vkladanie PCR

Hodnoty PCR sa vkladajú do transportného toku, ktorý prenáša pakety T2-MI. Odporúčanou metódou je vloženie PCR na PID, ktorý prenáša pakety T2-MI. Keď sa používajú viacnásobné profily T2 (toky T2), PCR je možné vložiť do každého profilu na jedinečný PID profilu. Toto sa aplikuje v prípade, keď sa jeden TS používa v oboch profiloch a aj v prípade, keď sa používajú rôzne TS. Eventuálne sa môžu použiť rôzne PID obsahujúce len PCR, ak sú vyžadované obidva prípady – jednoduchý profil aj viacnásobné profily.

Ak transportný tok obsahuje PAT a PMT, PCR PID sa má definovať v PMT [7].

G.2.3 Prehrávanie súboru T2-MI s konštantnou bitovou rýchlosťou (CBR)

Prehrávač súboru môže použiť PCR v súbore T2-MI na získanie správneho odhadu bitovej rýchlosti TS. Toto je možné vypočítať delením počtu bitov medzi dvomi hodnotami PCR rozdielom týchto dvoch hodnôt PCR.

POZNÁMKA. – Rozdiel medzi bitovou rýchlosťou pôvodného toku T2-MI a rýchlosťou prehrávania (kvôli zaokrúhľovaniu odhadu bitovej rýchlosti a odchýlkam hodín) sa prejavuje ako odchýlka hodín ISCR v modulátore.

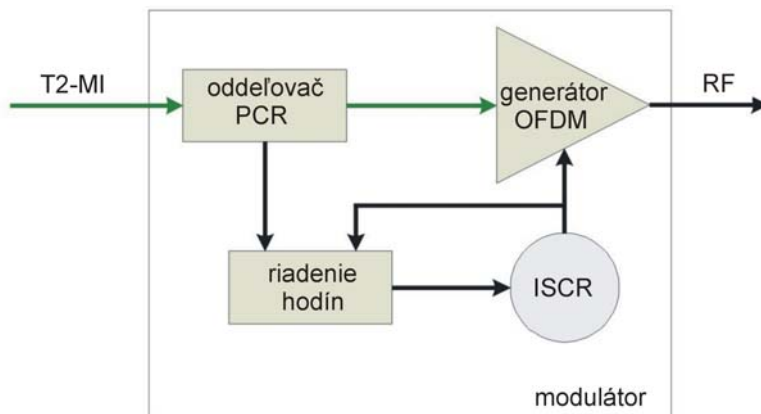
G.2.4 Prehrávanie súboru T2-MI s variabilnou bitovou rýchlosťou (VBR)

V prípade súboru T2-MI s VBR, PCR je možné použiť na určenie plánovaného času prenosu jednotlivých paketov transportného toku, ktoré prenášajú hodnotu PCR. Uprostred dvoch paketov transportného toku, ktoré prenášajú hodnotu PCR, možno rýchlosť TS považovať za konštantnú a čas prenosu paketov možno interpolovať lineárne. Výsledkom toho je signál T2-MI s VBR, ktorého časti sú s CBR.

G.2.5 Synchronizácia medzi sieťovým priechodom T2 a modulátorom

Pomer medzi hodinami PCR a ISCR je presne známy. Ak je oneskorenie medzi sieťovým priechodom T2 a modulátorom konštantné, modulátor môže extrahovať hodnoty PCR a priamo ich použiť na synchronizáciu svojich hodín ISCR. V praxi sieť zavádza nejaké variabilné oneskorenie (jitter), a preto je vyžadovaná nejaká forma riadiacej slučky.

Bloková schéma modulátora, ktorý je schopný synchronizovať svoje hodiny ISCR na základe hodnôt PCR v T2-MI, je znázornená na obrázku G.3.



Obrázok G.3 – Synchronizácia ISCR v modulátore na základe hodnôt PCR

Príloha H (normatívna): T2-MI kompozitných signálov

H.1 Úvod

Zavedenie profilu T2-Lite do verzie 1.3.1 špecifikácie systému DVB-T2 [1] umožňuje, aby sa signál T2-Lite mohol multiplexovať spoločne so signálom T2-Base, alebo s inými signálmi s tým, že každý signál sa prenáša v časti FEF iného signálu. Príklad takéhoto kompozitného signálu T2-Base/T2-Lite je znázornený na obrázku H.1.

Na zjednodušenie generovania kompozitných signálov sa predpokladá, že modulátor T2, schopný vytvárať takéto kompozitné signály, prijíma na vstupe viaceré toky T2-MI, pričom každý tok vyjadruje jednoduchý profil T2.



Obrázok H.1 – Príklad kompozitného signálu obsahujúceho T2-Base a T2-Lite

Keďže medzi signálmi, ktoré patria do rôznych profilov, nesmie vzniknúť žiadne prekrytie, je potrebné presne špecifikovať relatívne časovanie.

Táto príloha vysvetľuje, ako sa T2-MI musí jednoznačným spôsobom používať na prenos dát v kompozitných signáloch do modulátorov v prostredí sietí SFN a MFN.

H.2 Viaceré toky T2-MI

V rámci kompozitného signálu musí jednoduchý tok T2-MI prepravovať dáta na prenos jednoduchého profilu T2 a voliteľne nejaké dáta FEF, ktoré nepatria do profilu. Keď je modulátor schopný prenášať kompozitný signál vytvorený z viacnásobných profilov T2, musí na svojom vstupe akceptovať viaceré toky T2-MI. Každý tok T2-MI, ktorý vytvára kompozitný signál, sa musí jednoznačne identifikovať pomocou odlišnej hodnoty `t2mi_stream_id` v záhlaví paketu T2-MI, ako je to opísané v časti 5.1.

Keď sa viaceré toky T2-MI prenášajú v jednoduchom transportnom toku, musia sa prenášať s rôznymi PID. Ak je v TS prítomná PMT a používa sa `T2MI_descriptor` [8], v každom toku T2-MI sa musí pridať do subtabuľky PMT.

Každý z jednotlivých tokov T2-MI, ktoré vytvárajú kompozitný signál, musí byť celistvý a prenášať všetky také požadované typy paketov, aby modulátor, ktorý akceptuje jednoduchý tok T2-MI, mohol z takéhoto toku generovať reálny vysielací signál T2. Každý individuálny tok T2-MI musí v tých častiach FEF, v ktorých sa má emitovať iný profil T2 prenášaný v inom toku T2-MI, prenášať nulové dáta.

H.3 Zarovnanie profilov v emitovanom kompozitnom signáli

Modulátor, ktorý generuje kompozitný signál, musí na zarovnanie výstupu v každom profile T2 využiť rozdiel medzi časmi emisie, ktoré sú vypočítané z časových značiek T2 prenášaných v jednotlivých tokoch T2. Keď sa na generovanie kompozitného signálu používajú viaceré toky T2-MI, nesmú sa používať nulové časové značky.

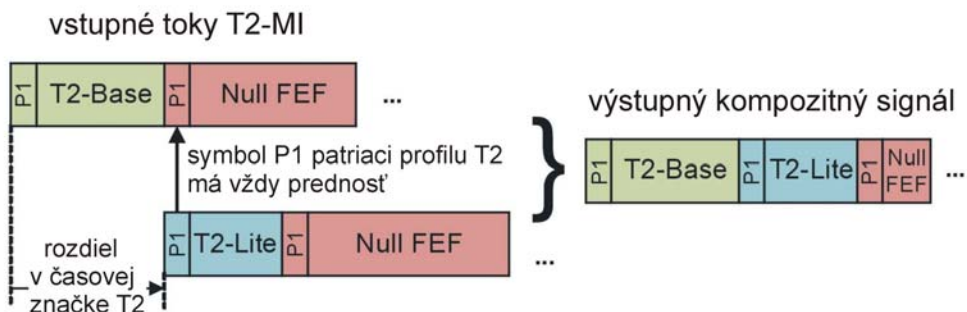
V prípade modulátora MFN je to iba rozdiel medzi časovými značkami v každom toku T2-MI, ktorý sa vyžaduje na vykonanie potrebného zarovnania každého profilu. V prípade modulátora SFN sa tento musí podrobiť aj časovej značke T2 na účely definovania času emisie kompozitného signálu.

POZNÁMKA. – Keď sa na generovanie kompozitného signálu používajú viaceré toky T2-MI, odporúča sa použiť absolútnu časovú značku. To platí pri modulátoroch MFN aj SFN.

Z konceptuálneho hľadiska sa môže modulátor chápať ako sumátor výstupov, ktorý má zarovnaný najprv výstup odvodený z každého toku T2-MI. To má za následok, že niektoré nulové sekcie alebo všetky existujúce nulové sekcie častí FEF sú prepísané dátami iného profilu.

Na začiatku časti FEF môže vzniknúť konflikt medzi symbolom P1 signalizovaným na začiatku nulovej časti FEF a symbolom P1, ktorý patrí príslušnému profilu T2. V tomto prípade musí mať prioritu vždy symbol P1 profilu T2. Toto je zobrazené na obrázku H.2.

POZNÁMKA. – Symbol P1 nulovej časti FEF profilu T2 je presne zarovnaný so symbolom P1 iného profilu, alebo sa vôbec neprekrýva. V prvom prípade je zásada priority triviálna, ako je opísané skôr. V druhom prípade neexistuje žiadny konflikt, a tak konceptuálny sumátor výstupov pracuje správne.



Obrázok H.2 – Zarovnanie dvoch profilov v kompozitnom modulátore

Akékoľvek iné konflikty, ako napríklad konflikty medzi nenulovými sekciami častí FEF a signálmi T2 sa musia modulátorom interpretovať ako chyba.

POZNÁMKA 1. – Keď nesprávna konfigurácia má za následok konflikt medzi rôznymi profilmi, modulátory môžu určiť jeden profil T2, ktorý má pred ostatnými prioritu. V tomto prípade je to ten profil, ktorý sa má prenášať na úkor ktoréhokoľvek iného profilu.

POZNÁMKA 2. – Podľa [1] minimálny interval medzi dvoma symbolmi P1 je 10 000T.

Príloha I (informatívna): T2-MI kompozitných signálov: Topológia siete a synchronizácia

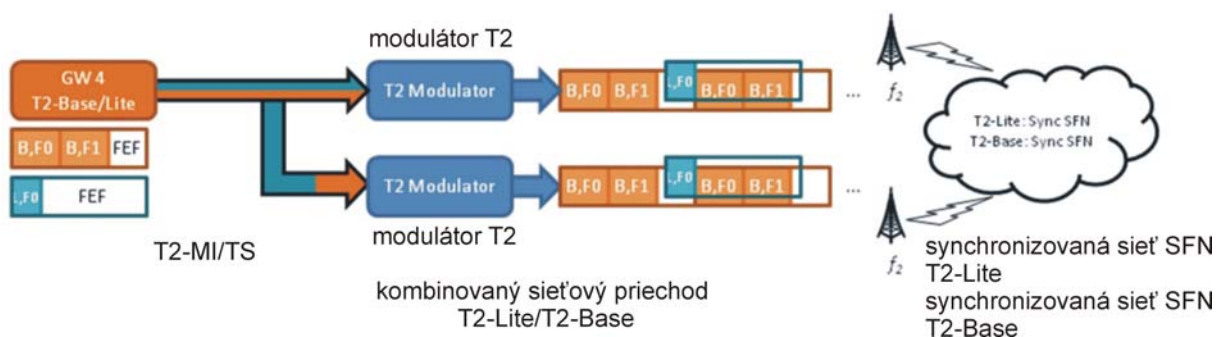
I.1 Úvod

Keď sa na generovanie kompozitného prenosu (napríklad T2-Base/T2-Lite) používajú viaceré toky T2-MI, je možné využiť niekoľko rôznych topológií siete. Keďže toky T2-MI sú z hľadiska generovania kompozitného výstupného signálu navzájom presne prispôbené, v každom toku existuje medzi časovými značkami presný vzťah.

Táto príloha analyzuje otázky synchronizácie a časovania a poskytuje výrobcovi orientačné informácie.

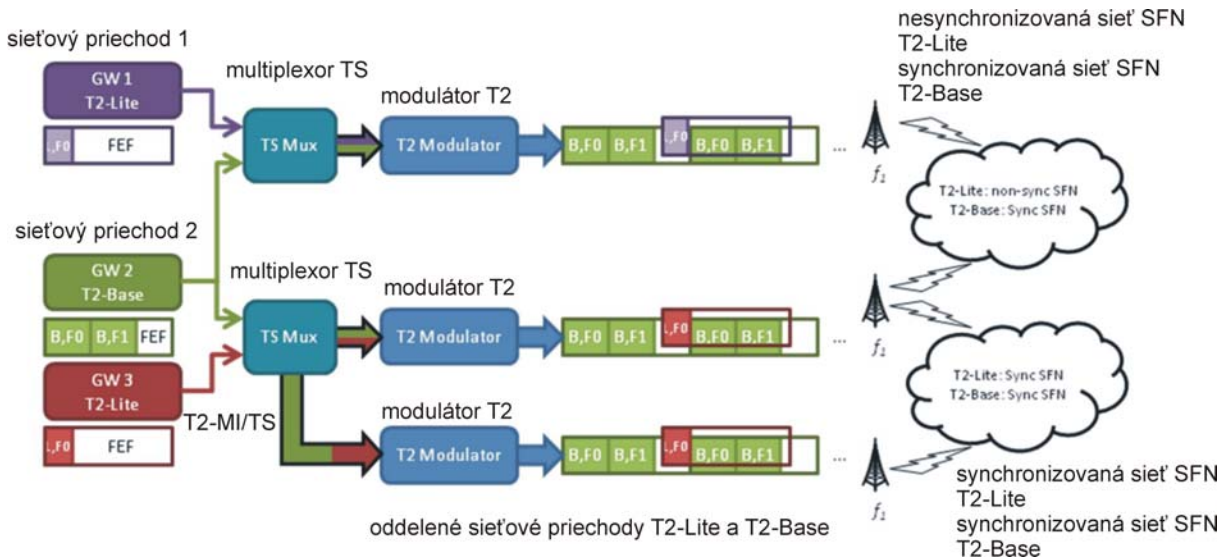
I.2 Topológia siete

Na generovanie viacerých tokov T2-MI sa môže použiť jediný sieťový priechod T2 (obrázok I.1), v prípade ktorého sa môže synchronizácia medzi časovými značkami riadiť vnútorne.



Obrázok I.1 – Použitie jediného sieťového priechodu T2 na generovanie viacerých tokov T2-MI

Alternatívne sa na generovanie T2-MI rôznych profilov môžu použiť viaceré sieťové priechody T2, ktoré sa môžu geograficky oddeliť (obrázok I.2). V tomto prípade sa vyžaduje nejaká forma mechanizmu externej synchronizácie.



Obrázok I.2 – Použitie viacerých sieťových priechodov T2 na generovanie viacerých tokov T2-MI

Viaceré toky T2-MI sa môžu kvôli distribúcii spoločne multiplexovať do jediného transportného toku. Alternatívne sa môžu prenášať v oddelených transportných tokoch, pričom modulátor poskytuje viaceré vstupy tokov T2-MI. Tieto môžu byť na oddelených vstupoch ASI, alebo v prípade zapuzdrenia IP (pozri časť 6.2), môžu používať rôzne skupiny/porty IP typu multicast.

Pozornosť sa má venovať zaisteniu, aby dáta v každom toku T2-MI prichádzali do modulátora v takom čase, aby boli dodržané pravidlá časovania stanovené v časti 5.5.

I.3 Synchronizácia viacerých sieťových priechodov T2

Keď sa na generovanie tokov T2-MI používajú viaceré nezávislé sieťové priechody T2, vyžaduje sa nejaká forma mechanizmu externej synchronizácie kvôli zaisteniu, aby toky rôznych profilov T2 obsahovali koordinované časové značky, a tak sa mohli v modulátore správne usporiadať.

Predpokladá sa, že všetky sieťové priechody generujú absolútne časové značky a majú spoločný zdroj hodín.

V každom jednotlivom toku T2-MI je postupnosť superrámcov pravidelná, s konštantnou vzdialenosťou medzi nimi. Len čo je známy absolútny čas začiatku superrámca jedného profilu, sú známe časy začiatkov všetkých ostatných superrámcov. Jedným spôsobom je usporiadanie priority každého zo sieťových priechodov T2 tak, aby jeden sieťový priechod (GW1) mal najvyššiu priority, zatiaľ čo ostatné sieťové priechody, ktoré generujú toky T2-MI iných profilov (napríklad GW2 a GW3), mali nižšie priority.

Sieťový priechod s najvyššou prioritou (GW1) začína proces a pri normálnych prevádzkových obmedzeniach ľubovoľne definuje čas emisie svojho superrámca. „Správa o časovej značke“, ktorá indikuje absolútny čas emisie jedného superrámca, sa potom vyšle ostatným sieťovým priechodom (GW2 a GW3). Nie je potrebné, aby GW1 indikoval, ktorého superrámca sa toto týka.

Pretože GW2 má rovnakú časovú referenciu a hodiny, môže túto informáciu, spolu s poznatkom o dĺžke superrámca generovaného GW1, použiť na odvodenie absolútneho času začiatku všetkých superrámcov z GW1. Potom môže nastaviť časovú značku, ktorá definuje čas začiatku jeho vlastného superrámca, tak, aby vytvoril požadovaný vzájomný vzťah svojho profilu a profilu, ktorý generoval GW1. Predpokladá sa, že toto je možné dosiahnuť jednoduchým presným spôsobom,

pretože dĺžky superrámcov GW1 a GW2 sa nemusia rovnať a rozdiel medzi časovými značkami, ktoré indikujú začiatok superrámca každého profilu, sa v priebehu času môže meniť.

Len čo je GW2 pripravený a produkuje svoj vlastný tok T2-MI, GW2 môže poslať GW3 správu o čase emisie jedného zo svojich superrámcov. GW3 potom pokračuje rovnakým spôsobom ako GW2. Keďže GW3 má najnižšiu prioritu, nepotrebuje poslať žiadnu správu. Ak je to potrebné, táto schéma priorít sa môže rozšíriť na viac ako tri profily, resp. úrovne.

Keď je sieťový priechod navrhnutý na prevádzku v takomto prostredí, má poskytovať mechanizmus na príjem a odosielanie „správy o časovej značke“ od iných, resp. iným sieťovým priechodom. Tiež má poskytovať konfiguračný nástroj na indikáciu dĺžky superrámca sieťového priechodu s vyššou prioritou a konfiguračný nástroj na indikáciu požadovaného posunutia začiatku svojho superrámca vzhľadom na začiatok superrámca generovaného sieťovým priechodom s vyššou prioritou.

I.3.1 Zmeny konfigurácie a viaceré sieťové priechody T2

Keď nastane zmena v konfigurácii T2 (t. j. zmena v obsahu polí signalizácie L1-PRE alebo zmena v konfigurovateľnej časti signalizácie L1-post), ktorá má vplyv na usporiadanie superrámca T2, bude potrebná koordinácia medzi sieťovými priechodmi. Príkladom takejto zmeny konfigurácie je zmena vzájomného pomeru medzi T2-Lite a T2-Base na rôznych miestach v priebehu dňa, vrátane prípadu, kedy vôbec nie je prítomný profil T2-Lite alebo profil T2-Base.

Keď toto nastane, zmena konfigurácie je signalizovaná v predstihu, podľa mechanizmu L1_CHANGE_COUNTER, ktorý je špecifikovaný v časti 7.2.3.2 [1], okrem prípadu, kedy kvôli v tom čase neprítomnej signalizácii L1 nastáva prechod zo stavu so žiadnym prenosom príslušného profilu T2 na aktívny stav. V prípade viacerých sieťových priechodov je potrebné aj túto rekonfiguráciu koordinovať medzi sieťovými priechodmi na zaistenie vykonania zmien konfigurácie sieťových priechodov v presne vyhradenom čase a zabezpečenie doručenia úplnej množiny tokov T2-MI do modulátorov, napriek obmedzujúcim hraniciam vyplývajúcim zo zmeny konfigurácie.

História

| História dokumentu | | |
|---------------------------|----------------|------------|
| V1.1.1 | September 2009 | Publikácia |
| V1.2.1 | December 2010 | Publikácia |
| V1.3.1 | Január 2012 | Publikácia |
| | | |
| | | |