

# LABORATORY WORKPLACE FOR MEASURING PERFORMANCES OF DVB-T2/T2-LITE SYSTEMS

**Dominik Krejčíř**

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xkrejc62@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Ladislav Polák

E-mail: Polakl@feec.vutbr.cz

**Abstract:** This paper presents a simple measurement setup to explore performances of DVB-T2/T2-Lite systems. The proposed concept is realized in a form of measurement workplace in laboratory conditions and an appropriate measurement methodology is adopted. It is possible to measure objective parameters of the DVB-T2/T2-Lite signal or evaluate its performance subjectively. Functionality of the proposed concept is verified by a set of experimental measurements.

**Keywords:** DVB-T2/T2-Lite, SISO, COFDM, FEC, přenosové scénáře, BER, MER

## 1 ÚVOD

Kvůli stále rostoucím požadavkům provozovatelů televizních služeb a také díky vyčerpání kmitočtového pásma bylo v 90. letech minulého století vytvořeno seskupení společností s názvem Digital Video Broadcasting (DVB) [1]. Podle možnosti vysílání TV signálu, DVB je reprezentován třemi hlavními standardy: pozemní (DVB-T/T2/T2-Lite), družicové (DVB-S/S2) a kabelové (DVB-C/C2). DVB-T2 je flexibilní systém s variabilním nastavením systémových parametrů [2]. Tento příspěvek představuje popis laboratorního měřicího pracoviště a metodiky pro měření vlastností systému DVB-T2 a jeho odlehčené verze T2-Lite (určena pro použití v mobilních zařízeních). Příspěvek taky obsahuje výsledky z experimentálního měření a jejich krátkou diskusi.

## 2 STANDARD DVB-T2 A T2-LITE

Standard DVB-T2 je druhou generací digitálního pozemního vysílání a není slučitelný s předchozím DVB-T standardem. Vyznačuje se zvýšenou kapacitou datového toku o 30% než u DVB-T. Využívá stávající domácí antény a vysílací síť a má lepší podporu přenosových přijímačů [1]. Další změnou oproti DVB-T je zavedení více datových toků nazývaných se Physical Layer Pipes (PLP). Jejich počet může teoreticky dosáhnout až 256 vrstev, které systém může přenášet současně a nezávisle na sobě. Pro komprimaci se využívá formát HEVC/H.265 High Efficiency Video Coding (HEVC), který bude využit i pro vysílání videa v rozlišení 4K [2]. DVB-T2, díky flexibilní variaci systémových parametrů [3], umožňuje lepší využití radiofrekvenčního (RF) spektra.

DVB-T2-Lite [2] je novější profil systému DVB-T2, který je určen pro mobilní vysílání TV služeb (příjem zejména v mobilních telefonech a tabletech). Maximální bitová rychlost je omezena na 4Mbit/s. Je navržen tak, aby se zmenšila spotřeba energie zpracování TV signálu v mobilních zařízeních. Z toho důvodu tzv. Forward Error Correction (FEC) rámec má velikost pouze 16 200 bitů. Pracuje na principu přenosového řetězce DVB-T2, ale jsou vyloučeny některé kombinace systémových parametrů [3]. Například, modulace 256QAM se nepoužívá s kódovými poměry 2/3 a 3/4. Naopak, byly přidány dva nové kódové poměry a to 1/3 a 2/5. Dále, použití tzv. cyklické konstelace s tímto typem modulace je nedoporučená. V T2-Lite nejsou zahrnuty ani tzv. Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) módy 32K a 1K. Také se nepoužívá vzor pilotních nosných (tzv. Pilot Pattern) PP8 [3].

## 2.1 MĚŘÍCÍ PRACOVISTĚ

V této práci je popsáno měřicí pracoviště pro měření vlastností systémů DVB-T2/T2-Lite. Je navrženo tak, aby bylo možné měřit současně co nejvíce objektivních parametrů, např. tzv. Bit and Modulation Error Ratio (BER a MER). Navíc je možné hodnotit kvalitu TV signálu subjektivně pozorováním na TV přijímači. Blokové schéma navrženého laboratorního měřicího pracoviště znázorňuje Obrázek 1.



Obrázek 1: Měřicí pracoviště pro měření DVB-T2/T2-Lite

Při měření jsou používány přístroje od společnosti Rohde & Schwarz (R&S). Pro generování TV signálu ve standardu DVB-T2 je použit R&S<sup>®</sup> SFU Broadcast Test System, který také obsahuje i modul pro emulaci různých přenosových podmínek pomocí kanálových modelů [3]. Dále je použit R&S ETL-TV Analyzátor, který slouží pro měření objektivních parametrů televizního signálu. Součástí pracoviště je atenuátor pro zesílení, nebo zeslabení vysílaného signálu. Pomocí Set-Top-Boxu (STB) se přijímá a zpracuje se signál DVB-T2, který je následně zobrazen na TV přijímači.

## 2.2 EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ

Pro ověření funkčnosti měřicího pracoviště bylo provedeno experimentální měření pro tzv. fixed portable příjem [3]. Tento scénář předpokládá, že anténa pro příjem TV signálu je volně přenositelná a TV přijímač není v pohybu. Systémové parametry pro tento scénář uvádí Tabulka 1. Měření se uskutečnilo při uvažování třech přenosových podmínek. Gaussovský (AWGN) kanál předpokládá, že TV signál mezi přijímačem a vysílačem se šíří pouze přímou cestou. Riceův kanál (RC20) předpokládá, že vedle přímé cesty existují i odrazy signálu. Rayleighův kanál (RL20) modeluje situaci, kdy příjem TV signálu je možný jen pomocí odrazů [2]. Kanálové modely RC20 a RL20 se značí příslušnou zkratkou a číslem, které představuje počet nepřímých cest [2]. Při analýze TV signálu DVB-T2 se zaměřujeme zejména na měření objektivních parametrů  $BER$  (před a po LDPC kódování, označené jako  $BER_1$  a  $BER_2$ ) a  $MER$ , které jsou závislé na parametru tzv. Carrier-to-Noise ratio ( $C/N$ ).

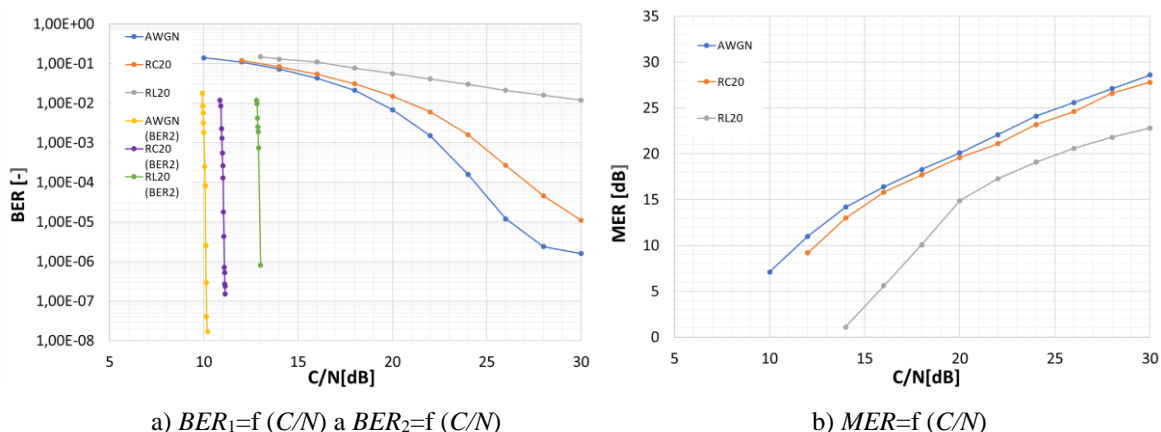
OFDM	16K
přenosový mód	extended
Rozptýlené nosné	PP3
GI interval	1/8
Modulace	64QAM
kódový poměr	1/2
Přenosová rychlost	13,1 Mbit/s

Tabulka 1: Parametry DVB-T2 pro tzv. fixed portable příjem [3]

## 2.3 VÝSLEDKY EXPERIMENTÁLNÍHO MĚŘENÍ

Z výsledných grafických závislostí  $BER_1=f(C/N)$  a  $BER_2=f(C/N)$ , které zobrazuje Obrázek 2 **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**, je patrné, že nejlepší výsledky pro přenos TV signálu jsou dosažené v kanále typu AWGN. Je to způsobeno tím, že kanál AWGN předpokládá pouze přímou cestu mezi vysílačem a přijímačem. Hodnota pro tzv. QEF příjem ( $BER_2 \leq 1,10^{-7}$ ) [2] pro kanál AWGN je za-

jištěna při  $C/N = 10,2$  dB. V případě kanálového modelu RC20 je nutné pro dosažení QEF hodnot zvýšit  $C/N$  zhruba o 1dB,



**Obrázek 2:** Závislost parametrů pro fixed portable příjem

Z toho vyplývá, že negativní vlivy způsobené odrazy jsou částečně kompenzovány přímou viditelností mezi vysílačem a přijímačem.

Z výsledků pro  $BER_1$  a  $BER_2$  je vidět, že nejnáročnější podmínky na přenos TV signálu představuje kanálový model RL20. V tomto případě podmínky pro QEF příjem byly splněné při  $C/N = 13,2$  dB. Důvodem je, že tento kanál modeluje případ, kdy není přímá viditelnost mezi přijímačem a vysílačem a na anténu jsou přijaty pouze odražené signály.

Závislost  $MER$  versus  $C/N$  zobrazuje Obrázek 2 b). Parametr  $MER$  popisuje vlastnosti tzv. přenosového spojení mezi vysílačem a přijímačem, zahrnuje veškeré chyby během přenosu [2]. Vyjadřuje s v jednotkách dB a jeho vyšší číslo znamená méně rušený TV signál. Hodnoty  $MER$  potvrdily, že Rayleighův kanál představuje nejvyšší nároky na vysílání TV signálu.

### 3 ZÁVĚR

V tomto článku je prezentováno měřicí pracoviště pro měření vlastností DVB-T2/T2-Lite. Navržené měřicí pracoviště bylo experimentálně vyzkoušeno zatím jen pro DVB-T2. Měření bylo následně vyhodnoceno a krátce diskutováno. V další části práce budou proměřeny další scénáře. Jednotlivé výsledky budou mezi sebou porovnány a vyhodnoceny.

### PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl z podpory interního grantu VUT FEKT-S-17-4426. Výzkum popsany v této práci byl realizovaný v laboratořích podpořených projektem Centrum senzorických, informačních a komunikačních systémů (SIX); registrační číslo CZ.1.05/2.1.00/03.0072, operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace.

### REFERENCE

- [1] LEGÍŇ, M. *Televizní technika DVB-T*. Praha: BEN - technická literatura, 2006. ISBN 80-7300-204-3.
- [2] FISHER, W. *Digital Video and Audio Broadcasting Technology*, Heidelberg: Springer-Verlag, 2008, ISBN 978-3-540-76357-4.
- [3] ITU-R, *Frequency and network planning aspects of DVB-T2*, Report ITU-R BT.2254-11 2013.

- [4] STROUHAL, A. *Simulace RF přenosového kanálu pro DVB-T2*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Ústav radioelektroniky, 2011. 70s. Diplomová práce. Vedoucí práce: Ing. Ladislav Polák.