

LABORATORY WORKPLACE FOR PERFORMANCE MEASUREMENT OF THE DAB/DAB+ SYSTEM

Petr Kaštánek

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xkasta03@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Ladislav Polák

E-mail: polakl@feec.vutbr.cz

Abstract: In this paper, a simple laboratory measurement workplace, proposed for educational purposes, to measure the performance of the DAB/DAB+ signal is presented. The RTL2832U software defined radio (SDR) is used as a receiver of the DAB signal in the measurement setup. Freeware available program DAB Player is used to analyze the DAB signal on the objective and subjective level. The functionality of the proposed concept as well as the applied measurement methodology is verified by simple experimental measurements.

Keywords: DAB, DAB+, COFDM, RTL2832U, RF measurement, SNR, fading channels.

1 ÚVOD

Přenos audio signálu pomocí standardu digitálního rádiového vysílání, tzv. Digital Audio Broadcasting (DAB) [1], je vyvíjeno už od 80. let 20. století. V České republice byl poprvé spuštěn vysílač pro vysílání signálu DAB v roce 1999 v Praze na Žižkovské věži, ovšem k většímu rozsahu vysílání došlo až před pár lety díky firmě Teleko. Pro vysílání DAB se v České republice využívá 3. televizní pásmo (174 – 230 MHz) nebo pásmo L (1,5 – 1,7 GHz), od kterého se však již upouští a vysílat se bude pouze na 3. televizním pásmu. Digitálním audio vysláním se nahrazuje analogové audio vysílání (FM) hlavně kvůli efektivnějšímu využití radiofrekvenčního (RF) spektra, lepší kvalitě zvuku, možnosti přenášet text i obrázky a větší odolnosti proti chybám při přenosu [2]. Standard DAB nabízí také možnost přenášet více rádiových stanic na jedné frekvenci, což urychluje přepínání mezi vysílacími stanicemi [2], [3].

V tomto článku je prezentováno jednoduché laboratorní pracoviště pro měření a analýzu vlastností přenosu DAB. Jako přijímač je použit USB dongle s čipem RTL2832U a tunerem FC0012. Tento tuner dává přijímači rozsah 25 – 920 MHz. Funkčnost zapojení je ověřeno experimentálním měřením pro různé přenosové scénáře.

2 VYSÍLÁNÍ SIGNÁLU DAB

Přenos signálu DAB probíhá v tzv. jednofrekvenčních sítích (Single Frequency Network – SFN), které umožňují vysílání na jedné frekvenci z více různých vysílačů [2]. Z hlediska přenosového scénáře je možné vybrat mezi čtyřmi přenosovými módy, označované jako TM1, TM2, TM3 a TM4 [3]. Tyto přenosové módy se liší délkou ochranného intervalu a maximální vzdáleností vysílačů. V této práci se uvažuje mód TM1, určen pro přenos v 3. televizním pásmu.

Pozemní vysílání signálu DAB ovlivňuje spousta faktorů, při kterém se ve většině případů přijímač pohybuje v prostoru po náhodné trajektorii. Takovým pohybem se příjem vln vysílání neustále mění a dochází také ke změně frekvence kvůli Dopplerovu jevu [3]. Vlny se poté od překážek odráží, čímž vzniká další rušení. V rámci experimentálních měření, jehož výsledky jsou prezentované v této práci, se používají různé modely únikových kanálů, které dokážou emulovat vlastnosti takto-

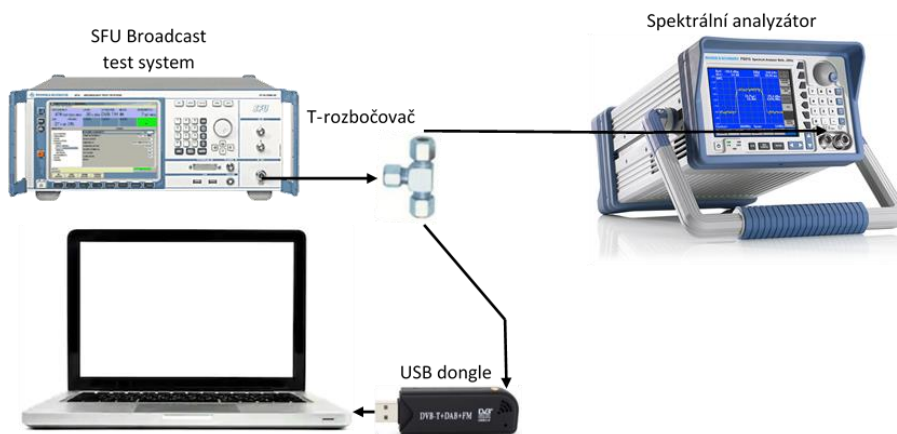
vých přenosových podmínkách. V této práci jsou používány čtyři modely kanálů RA4, RA6, TU6 a TU12.

Modely Rural Area (RA) a Typical Urban (TU) emulují venkovské oblasti a městské zástavby s rychlostí přijímače do 100 km/h a 50 km/h bez přímé viditelnosti na vysílač [3]. Čísla „4“ a „12“ označují počet cest (odrazu), uvažovaných v jednotlivých kanálových modelech.

3 MĚŘÍCÍ PRACOVNÍSTĚ PRO MĚŘENÍ A ANALÝZU VLASTNOSTÍ SYSTÉMU DAB

Blokové schéma navrženého laboratorního pracoviště je znázorněné na Obrázku 1. Signál DAB, na základě zvolených systémových parametrů, je generován testovacím vysílačem od firmy Rohde & Schwarz (R&S) SFU. RF signál je pomocí rozbočovače následně rozdělen do dvou cest. První cesta vede do přijímače RTL2832U USB dongle a druhá do RF spektrálního analyzátoru R&S FSQ. USB přijímač je připojen k počítači, který obsahuje program DAB Player pro analýzu přijímaného DAB signálu.

Program DAB Player umožňuje vyhodnotit signál DAB na úrovni objektivní a subjektivní (poslech). V této práci se monitoruje objektivní parametr Signal-to-Noise ratio (SNR) v závislosti na úrovni Carrier-to-Noise ratio (C/N) a vysílaného výkonu. Parametr SNR se měří na vstupu demodulátoru USB přijímače.



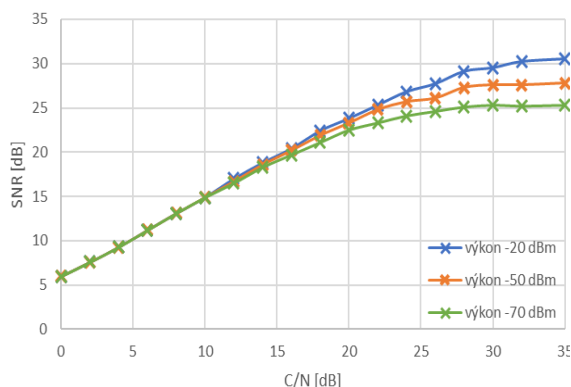
Obrázek 1: Blokové schéma laboratorního pracoviště pro měření a analýzu DAB vysílání.

4 VÝSLEDKY EXPERIMENTÁLNÍHO MĚŘENÍ

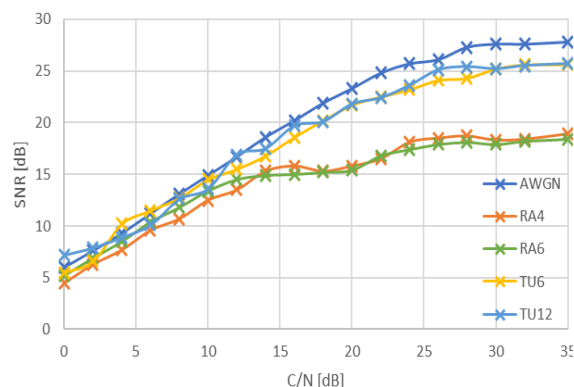
V rámci experimentálního měření se pracovalo s testovacím DAB RF signálem, který má šířku pásma 1,536 MHz a je vysílán na frekvenci 239,2 MHz (kanál 13F). Pro vysílání byl zvolen vysílací mód TM1. Byly provedeny dvě experimentální měření. V prvním scénáři se uvažovaly tři různé výkony RF signálu: -20 dBm, -50 dBm a -70 dBm. Pro každý výkon je proměřena závislost SNR na daném C/N vysílače v kanále AWGN (Gaussovský kanál) a výsledky jsou zobrazeny na Obrázku 2 (a). Z výsledků měření je vidět, že hodnoty SNR pro jednotlivé uvažované vysílací výkony se začínou rozcházet od C/N=20 dB. Pro hodnoty C/N vyšší jak 35 dB se hodnota SNR už nezvyšuje, což je dáno limitací použitého USB přijímače DAB.

U druhého scénáře byla změřena stejná závislost, ale byly uvažovány různé modely únikových kanálů a výkon vysílaného DAB signálu byl -50 dBm. Změřené výsledky jsou přehledně zobrazeny v Obrázku 2 (b). Z obrázku je vidět, že největší vliv na příjem DAB signálu mají kanály RA4 a RA6. Při C/N=20 dB je rozdíl mezi SNR hodnotami v AWGN a RA6 kanálech až 8 dB.

Na Obrázku 3 je zachycen RF signál DAB, kdy jsou uvažovány kanály AWGN a RA6. Je vidět, že RF signál v kanále RA6 je nesouměrný a nestálý. Velice často se mění jeho tvar.



a) První scénář

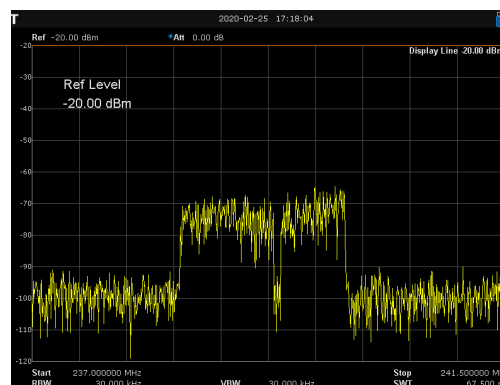


b) Druhý scénář

Obrázek 2: Závislosti parametru SNR na hodnotě C/N.



a) RF signál DAB – kanál AWGN



b) RF signál DAB – kanál RA6

Obrázek 3: RF Spektra signálů DAB.

5 ZÁVĚR

V tomto článku bylo prezentováno jednoduché laboratorní pracoviště pro měření a analýzu přenosu systému DAB, využitelné pro výukové účely. Jeho funkčnost byla ověřena experimentálním měřením. V další části bakalářské práce budou proměřeny další přenosové scénáře s uvažováním různých konfigurací signálu DAB (např. další TM módy) a závěry budou v rámci možností porovnány i s výsledkem z reálných měření.

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu interního grantu VUT v Brně FEKT-S-20-6325.

REFERENCE

- [1] ETSI EN 300 401 V1.4.1 (2006-06). Radio Broadcasting Systems. Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers. Sophia Antipolis: European Standard ETSI, 2006.
- [2] HOEG, Wolfgang a LAUTERBACH, Thomas. *Digital audio broadcasting: principles and applications of DAB, DAB+ and DMB*. 3rd ed. Chichester, U.K.: Wiley, 2009, xxxii, 420 stran. ISBN 04-705-1037-4.
- [3] KRESTA, Daniel. *Analýza přenosu mobilního digitálního rozhlasového vysílání*, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav radioelektroniky, Vysoké Učení Technické v Brně, 2016, 60 stran