

COEXISTENCE OF LTE AND WLAN IN THE ISM BAND

Michal Mikláš

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xmikla09@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Ladislav Polák

E-mail: polakl@feec.vutbr.cz

Abstract: This paper deals with definition, description and measurement of coexistence scenarios, which can occur between LTE and IEEE 802.11g wireless communication systems in the ISM 2.4 GHz band. There are defined common RF frequency bands for both systems and coexistence scenarios which can arise between them. An appropriate measurement workplace and setup is proposed to measure the interaction between LTE and IEEE 802.11g. The rightness of the proposed measurement setup is verified by experimental laboratory measurements.

Keywords: LTE, WLAN, Wi-Fi, 5G, ISM band, coexistence, RF measurement, EVM

1. ÚVOD

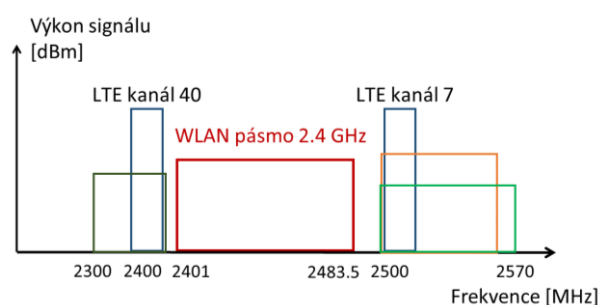
V dnešní době se rapidně zvyšuje počet zařízení využívající různé technologie pro bezdrátovou komunikaci ve stejných nebo přilehlých radiofrekvenčních (RF) pásmech [1]. Následkem toho se pak mohou RF signály z jednotlivých systémů vzájemně rušit. Tento příspěvek se zaměřuje na rozbor, popis a měření koexistenčních scénářů, které mohou nastat mezi mobilním systémem Long Term Evolution (LTE) a bezdrátovými komunikačními systémy Wireless Local Area Network (WLAN), známými jako Wireless Fidelity (Wi-Fi), které jsou provozovány v bezlicenčním pásmu Industrial, Scientific and Medical (ISM). Tento příspěvek prezentuje výsledky z laboratorních měření vzájemné koexistence mezi systémem LTE a IEEE 802.11g (Wi-Fi).

2. KOEXISTENCE MEZI LTE A WLAN

Koexistence mezi systémy LTE a WLAN má zásadní vliv na jejich výkonnost a kvalitu poskytovaných služeb. Koexistence může vzniknout jak při šíření RF signálů komunikačním prostředím, tak mezi jednotlivými anténami daných zařízení, obsahující funkční bloky pro příjem a zpracování různých RF signálů. Jelikož uvažovaná RF pásma obou systémů jsou blízko vedle sebe, je třeba určit, do jaké míry se oba systémy vzájemně ovlivňují. Následkem toho lze definovat tzv. koexistenční scénáře, popisující vzájemné odstupy RF spekter LTE a WLAN. V zásadě lze rozlišit tři základní typy scénářů: nepřekrývající, částečně přerývající a vzájemně se překrývající RF spektra. Podle současného kmitočtového plánu má právě první scénář vyšší pravděpodobnost výskytu.

V České republice jsou pro LTE vyčleněny frekvence 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz a 2600 MHz [2]. Aby bylo možné proměřit koexistenční scénář vzájemně se nepřekrývajících RF spekter je zapotřebí uvažovat RF pásma LTE, které přímo sousedí s WLAN v pásmu ISM 2.4 GHz [1]. Výsledná koexistence tak může vzniknout mezi LTE kanálem č. 40 případně č. 7 a WLAN 2.4 GHz jak je to znázorněno na Obrázku 1.

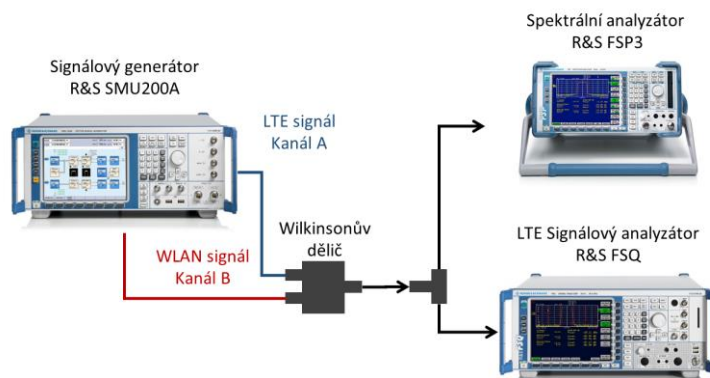
Koexistenční scénář vzájemného spektrálního překrytí signálů (tzv. Full and Partial Overlapping [3]) LTE a WLAN nastává pouze v teoretické rovině. Ovšem je třeba dodat, že kvůli velkému počtu bezdrátových komunikačních systémů se postupně snížil počet nevyužitých RF pásem a s příchodem nové páté generace mobilních sítí (5G) by mohla být využita také výraznější část ISM pásma pro poskytování LTE služeb [1].



Obrázek 1: Koexistenční scénáře vzájemně se nepřekrývajících spekter LTE a WLAN.

2.1. MĚŘENÍ KOEXISTENCE MEZI LTE (DOWNLINK) A WLAN (IEEE 802.11G)

Pro proměření koexistenčního scénáře vzájemně se nepřekrývajících RF spekter LTE kanálu 40 a WLAN IEEE 802.11g bylo navrženo a realizováno měřicí pracoviště. Měření bylo realizováno v laboratorních podmínkách za použitím přístrojů pro generování (Rohde & Schwarz (R&S) SMU200A) a analýzu (R&S FSQ a R&S FSP3) RF signálů obou systémů. Navržené zapojení je zobrazeno na Obrázku 2. Vygenerované a RF modulované signály LTE a WLAN jsou sloučeny pomocí Wilkinsonova děliče. Kvůli současnému měření rušení (R&S FSQ) LTE signálu a zobrazení vzájemného frekvenčního odstupu v RF pásmu (R&S FSP3) tzv. Guard Band (GB) [3], je signál rozdělen rozbočovačem.



Obrázek 2: Blokové schéma - měření koexistence mezi LTE a WLAN.

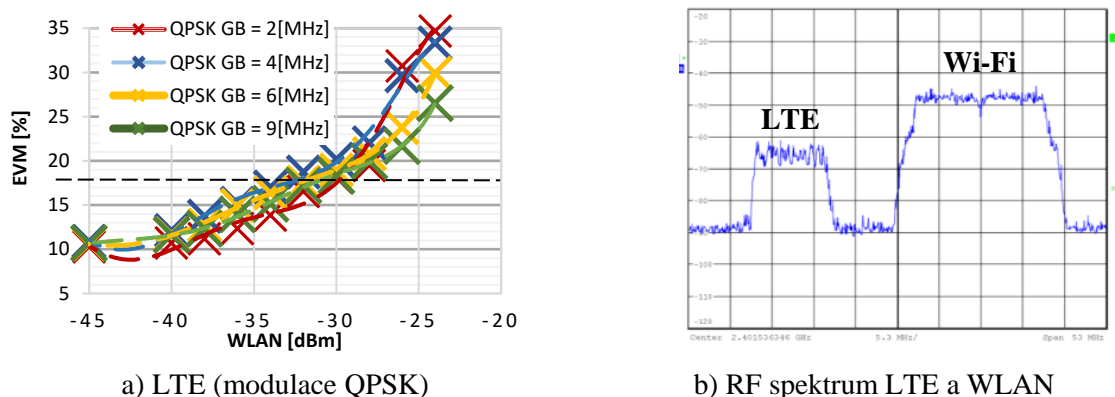
Souhrn všech systémových parametrů LTE a WLAN IEEE 802.11g lze vidět v Tabulce 1. Během měření s definovaným krokem je postupně přeladován střední kmitočet LTE od 2395 MHz do 2388 MHz. Výkonová úroveň signálu LTE je po celou dobu měření konstantní, zatímco úroveň signálu WLAN je pro každý střední kmitočet LTE po krocích zvyšována až do výpadku signálu LTE. Velikost rušení LTE se signálem WLAN v závislosti na výkonu udává parametr určující kvalitu digitálně modulovaného signálu Error Vector Magnitude (EVM) [1], který vyjadřuje vektor chyby vztahený k určitému bodu konstelačního diagramu.

LTE kanál		WLAN (IEEE 802.11g)	
Parametr	Hodnota	Parametr	Hodnota
Šířka pásma	10 MHz	Šířka kanálu	20 MHz
Provozní mód	FDD	Vysílací schéma	OFDM
Vysílací výkon	-60 dBm	Vysílací výkon	(-50 ÷ -20) dBm
Modulace	QPSK, 16QAM	Modulace	64QAM
Střední frekvence	(2380÷2395) MHz	Střední frekvence	2412 MHz
Kódový poměr	1/3 (Turbo)	Přenosová rychlost	54 Mb/s
Ochranný interval	4,7μs		
Počet RB bloků	50		

Tabulka 1: Systémové parametry signálů LTE a WLAN (IEEE 802.11g)

2.2. VYHODNOCENÍ EXPERIMENTÁLNÍHO MĚŘENÍ

Na Obrázku 3a) je zobrazena vliv (rušení) WLAN signálu na signál LTE (QPSK modulace) při různých GB. Je vidět, že s rostoucím GB (4, 6 a 9 MHz) je pro překročení hranice chybovosti (znázorněno čárkovaně) EVM [1] (QPSK 17,5%) potřeba větší výkon rušícího signálu WLAN. Největší rušení je předpokládáno při GB = 2 MHz, což během měření bylo potvrzeno. Z výsledků měření je patrné, že vzájemný frekvenční odstup mezi oběma systémy (parametr GB) hraje značnou roli a má zásadní vliv na kvalitu přijatého LTE signálu při uvažovaných systémových parametrech a výkonu signálu WLAN. RF spektrum zkoumaného koexistenčního scénáře je zachyceno na Obrázku 3b), při parametrech Span= 53 MHz, ResBW=300 kHz a VideoBW=10 MHz.



Obrázek 3: Závislost parametru EVM signálu LTE na úrovni WLAN signálu pro různé GB.

3. ZÁVĚR

V tomto článku byly prezentovány možné koexistenční scénáře mezi bezdrátovými komunikačními systémy LTE a WLAN (IEEE 802.11g) včetně návrhu měřicího pracoviště a ověřením funkčnosti jeho zapojení. Výsledky poukazují na nežádoucí rušení mezi systémy LTE a WLAN, které v závislosti na frekvenčním odstupu (tzv. GB), výkonové úrovni obou signálů a typu modulace mohou vést k částečné nebo úplné degradaci LTE signálu.

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory grantu 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] Milos, J. et al. Measurement Setup for Evaluation the Coexistence between LTE Downlink and WLAN Networks. In: CSNDSP 2016 - International Symposium on Communication Systems, Networks and Digital Signal Processing, Prague, Czech Republic, 2016, p. 1-4.
- [2] Veřejné širokopásmové mobilní sítě. Český telekomunikační úřad [online]. Praha, 2013 [cit. 2016-11-17]. Dostupné z: <http://lte.ctu.cz/>
- [3] Martínez-Pinzón, G. et. al. Spectrum Sharing for LTE-A and DTT: Field Trials of an Indoor LTE-A Femtocell in DVB-T2 service area. *IEEE Transactions on Broadcasting*, vol. 62, no. 3, p. 552-561, Sept. 2016.