

COEXISTENCE BETWEEN LTE AND LORA SYSTEMS IN THE 2.4 GHz ISM BAND

Martin Potočný

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xpoto03@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Stanislav Rozum

E-mail: xrozum00@stud.feec.vutbr.cz

Abstract: This work deals with the study of coexistence scenarios that can occur between wireless systems LTE and LoRa in the 2.4 GHz ISM band. For this purpose an appropriate measurement setup is proposed and realized. The proposed concept enables to provide automatic measurements of the considered coexistence scenarios. It is achieved by the connection of the measurement devices with a switch, a personal computer (PC) and software MATLAB. Functionality of the realized measurement setup is verified by experimental measurements.

Keywords: LTE, LoRa, coexistence, interference, guard band, ISM band, RF measurement

1 ÚVOD

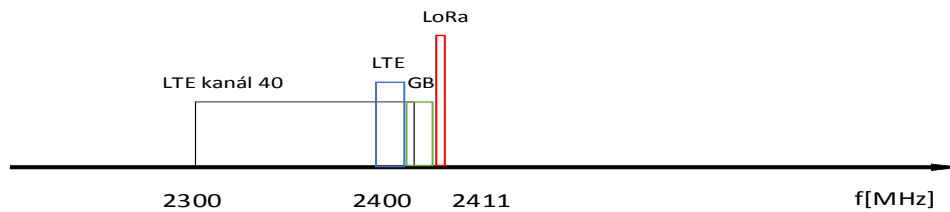
Každým rokom sa zvyšuje dopyt po zariadeniach pracujúcich v sieti tzv. Internet of Things (IoT) [1]. Medzi tieto zariadenia patria napríklad senzory v tzv. chytrých domácnostiach (napr. termostaty, svietenie, klimatizácia), zariadenia na monitorovanie počasia, bezdrôtové prenosné zariadenia a iné. V tomto odvetví čoraz väčšie uplatnenie získava bezdrôtový komunikačný systém LoRa (Long Range) [1]. Umožňuje realizovať bezdrôtový spoj na vzdialenosti viac než 10 km pri nízkej energetickej náročnosti koncových zariadení, čím sa dosiahne životnosť batérií takmer 10 rokov.

LTE (Long Term Evolution) je pomenovanie pre mobilnú sieť predstavenú ako nástupcu systému Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) [2]. Umožňuje poskytovanie mobilných služieb v rôznych prenosových módoch pri rôznych systémových nastaveniach. V súčasnosti sa využíva hlavne v UHF pásme, ale v budúcnosti sa počíta s jeho masívnym rozšírením aj do bezlicenčného pásma Industry, Scientific and Medical (ISM) 2,4 GHz a 5 GHz.

V súčasnosti je systém LoRa licencovaný pre rádiový frekvenčný pásmo (RF) 863 až 870 MHz v Európskej únii, avšak vývojár daného systému Semtech uviedol na trh tranciever pracujúce v pásme ISM 2,4 GHz [3]. Následkom toho vzniká možný problém koexistencie so systémom LTE využívanom v pásme 2,3 až 2,4 GHz alebo Wi-Fi na 2,4 GHz. V tomto článku je prezentované automatizované laboratórne pracovisko na meranie koexistenčných scenárov, ktoré môžu vzniknúť medzi systémami LTE a LoRa, používaných v pásme 2,4 GHz.

2 KOEXISTENCIA SYSTÉMOV LTE A LORA

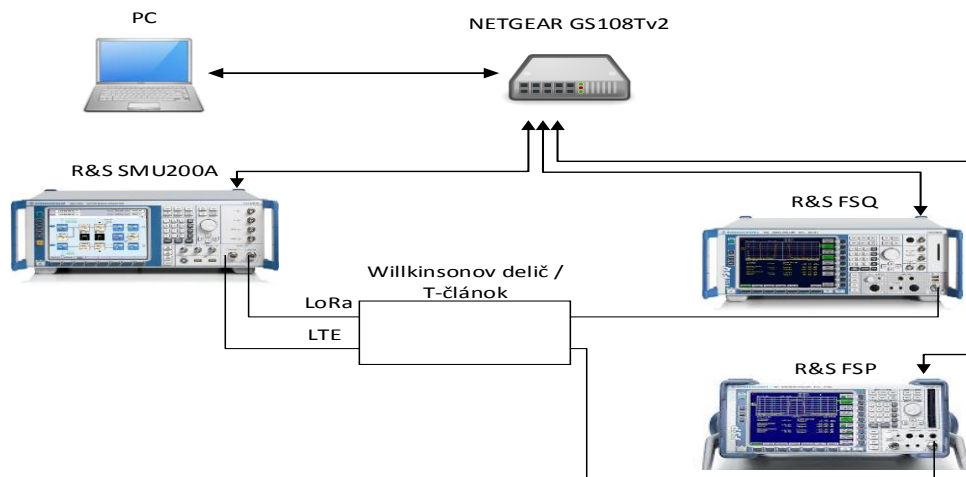
Možný koexistenčný scenár systémov LTE a LoRa v pásme 2,4 GHz je zobrazený na Obrázku 1. Ako je vidieť, vzájomná koexistencia medzi spomínanými systémami môže nastať na okraji kmitočtu 2,4 GHz, pričom k spoločnému prekrytiu RF spektier nedochádza. Ochranné pásmo (tzv. guard band – *GB*) medzi RF spektier je 1 MHz. V závislosti na veľkosti interferencie môže dochádzať ku degradácii prijatého signálu, strate synchronizácie či úplný výpadok služby rušeného LTE systému. Interferenciu je možné potlačiť znížením hodnoty výkonu signálu či zvýšením veľkosti parametru *GB* medzi RF signálmi. Práca sa zaoberá koexistenčným scenárom uvažujúcim neprekrývajúce sa RF pásma (tzv. adjacent coexistence scenario) oboch signálov v oblasti 2,4 GHz.



Obrázok 1: Koexistencia systémov LTE a LoRa v RF pásme 2,4 GHz

2.1 MERACIE PRACOVISKO PRE MERANIE KOEXISTENCIE MEDZI LTE A LORA

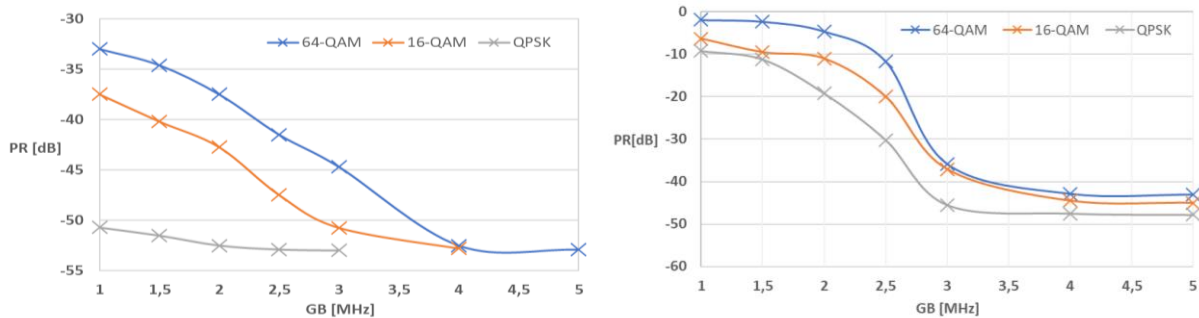
Pre meranie koexistenčných scenárov (rôzne hodnoty parametru GB) bolo realizované navrhnutého meracieho pracovisko a jeho blokové schéma je na Obrázku 2. Na generovanie oboch LTE a LoRa signálov je použitý signálový generátor R&S SMU200A. Prístroj SMU200A obsahuje LTE modul pre vygenerovanie LTE signálu. Pre vygenerovanie LoRa signálov (pri uvažovaní rôznych systémových parametrov) boli použité tzv. waveform-y dostupných od výrobcu daného zariadenia. Vygenerované LTE (po definovaní systémových parametrov) a LoRa signály boli následne zlúčené a pomocou Wilkinsonova deliča sú súčasne vedené do signálových analyzátorov R&S FSQ a R&S FSP. Prvý prístroj analyzuje signál LTE s ohľadom na parameter Error Vector Magnitude (EVM) [2], zatiaľ ten druhý slúži na zobrazenie RF spektier LTE a LoRa signálov a meranie výkonových úrovní v uvažovanom RF kanále. Automatizované meranie znižuje časovú náročnosť merania a zamedzuje vzniku možným nepresnostiam pri ručnom meraní hodnôt. Pracovisko je ovládané v programe MATLAB, ktorý komunikuje s prístrojmi cez sieť LAN pomocou sieťového prepínača NETGEAR GS108Tv2. Vyžaduje sa Instrument Control Toolbox, ktorý realizuje samotné prepojenie prístrojov protokolom Virtual Instrument Software Architecture (VISA). Textové príkazy Standard Commands for Programmable Instruments (SCPI) následne realizujú nastavenie a ovládanie prístrojov potrebné k správne zmeraniu a uloženiu nameraných hodnôt do textového súboru k záverečnej analýze. Doba merania vybranej konfigurácie parametrov trvá približne 4 minúty. Meracie pracovisko s možnosťou automatizovaného merania je zobrazené na Obrázku 2.



Obrázok 2: Navrhnuté automatizované meracie pracovisko pre meranie koexistencie LTE a LoRa

3 EXPERIMENTÁLNE MERANIE

Pre vyhodnotenie odolnosti systému LTE voči LoRa sa používa parameter tzv. protection ratio (PR), ktorý sa určí ako $PR [dB] = C [dBm] - I [dBm]$, kde C je úroveň signálu na vstupe LTE prijímača a I je úroveň rušiaceho signálu LoRa. Pre meranie sa uvažuje konštantná hodnota $C = -60$ dBm. Na začiatku merania úroveň rušiaceho LoRa signálu je nastavené na -90 dBm. Tá sa potom postupne zvyšuje až do úrovne, kde EVM limity [2] pre jednotlivé modulácie LTE signálu (QPSK, 16QAM, 64QAM) sú ešte splnené. Pri týchto podmienkach je určená hodnota parametru PR .



a) $BW_{LTE} = 1,4 \text{ MHz}$, $BW_{LORA} = 125 \text{ kHz}$

b) $BW_{LTE} = 10 \text{ MHz}$, $BW_{LORA} = 500 \text{ kHz}$

Obrázok 3: Závislosť parametrov PR na GB pre rôzne modulácie použitých v systéme LTE.

V práci sa uvažuje GB do 5 MHz. Takže od 1 MHz až do 5 MHz po 500 kHz je vypočítaná hodnota PR . Stredná frekvencia LTE signálu je závislá na jeho šírke pásme (BW_{LTE}), zatiaľ čo pracovná frekvencia LoRa signálu sa mení na základe jeho šírky pásma (BW_{LORA}) a hodnoty GB .

Obrázok 3 zobrazuje závislosť hodnôt PR a na GB pre vybrané systémové parametre oboch systémov. Zobrazené závislosti boli získané pri systémových parametroch: LTE downlink - šírka pásma 1,4 a 10 MHz, kódový pomer 1/3, modulácia QPSK, 16QAM a 64QAM; LoRa - šírka pásma 125 a 500 kHz, kódový pomer 4/5, spreading factor (SF) 10 [1].

Z priebehov kriviek na oboch obrázkoch je vidieť, že so zvyšujúcou sa hodnotou GB klesá požadovaná hodnota PR . To znamená, že so zvyšujúcou hodnotou GB je LTE signál viac odolnejší voči LoRa signálu. Zo získaných kriviek je ďalej vidieť, že LTE signál pri použití modulácie QPSK je najodolnejší voči rušiacemu LoRa systému. Celková odolnosť LTE systému je však závislá nielen na parametre GB ale aj na hodnotách BW_{LTE} a BW_{LORA} .

4 ZÁVER

V tomto článku bola študovaná koexistencia systémov LTE a LoRa v ISM pásme 2,4 GHz. Pre tento účel bolo navrhnuté meracie pracovisko s možnosťou automatizovaného merania uvažovaných scenárov. Správnosť navrhutej koncepcie bola overená experimentálne. V ďalšej časti práce bude realizované meranie koexistencie uvažovaných systémov s využitím viacerých kombinácií parametrov oboch systémov.

POĎAKOVANIE

Tento príspevek vznikol za podpory projektu MŠMT LTC18021 (FEWERCON) a interného grantu VUT FEKT-S-17-4426. Výzkum popísaný v tejto práci bol realizovaný v laboratóriách podpořených projektom Centrum senzorických, informačných a komunikačných systémů (SIX); registrační číslo CZ.1.05/2.1.00/03.0072, operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace.

REFERENCIE

- [1] Augustin, A. and et al., „A Study of LoRa: Long Range & Low Power Networks for the Internet of Things,“ *Sensors*, vol. 16, no. 9, pp. 1-18, Sept. 2016.
- [2] Polak, L. and et al., „Coexistence Between DVB-T/T2 and LTE Standards in Common Frequency Bands,“ *Wireless Pers. Commun.*, vol. 88, no. 3, pp. 669-684, June 2016.
- [3] SX1280/1281 Long Range, Long Power 2.4 GHz Transceiver with Ranging Capability. Datasheet [online]. 2018-5, [cit. 2019-3-7].
Dostupné z <https://www.semtech.com/products/wireless-rf/24-ghz-transceivers/sx1280>