

DESIGN AND EXPERIMENTAL VERIFICATION OF MESH TYPE RADIO NETWORK FOR NON-LICENSED BAND

Martin Váňa

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xvanam01@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Radek Fujdiak

E-mail: fujdiak@feec.vutbr.cz

Abstract: With growing penetration of Internet, people are trying to find new ways of how to use it for better comfort of themselves. One of the new ways of using the Internet are IoT technologies, which are connecting our cars, our houses and our cities. This paper focuses on designing and experimental verification of such IoT, wireless, MESH technology. There are many solutions on the market for this purpose, but this paper is focused on IQRF technology. It elaborates theoretical basis for IQRF and simple design of topology. The main output is to have the topology tested in real life conditions and to verify the theoretical data plus make first evaluation of the possibilities of IQRF.

Keywords: IQRF, IoT, MESH, Cloud

1 ÚVOD

S rozšiřujícím se Internetem do všech domácností a mobilních zařízení v posledních letech se začal vývoj ubírat novým směrem. Tento nový směr reprezentuje IoT neboli Internet of Things (Internet věcí). Tento obor se začal rychle rozvíjet. Za použití nejmodernějších technologií v cloudu¹ a radiovém prostředí se začalo objevovat mnoho nových řešení pro chytrou domácnost, chytrá města, auta atd. V příštích letech je očekáván nárůst těchto zařízení až na 20 miliard². Cílem této práce bylo ověřit vlastnosti jedné z těchto technologií a vytvořit základní topologii. Tuto topologii pak ověřit v různých aplikačních scénářích a vyhodnotit tak její vhodnost pro využití v IoT.

2 IQRF

Jako vhodná technologie pro splnění tohoto zadání bylo zvoleno IQRF. IQRF je kompletní řešení pro bezdrátovou komunikaci s využitím cloudu a zaměřené na IoT. Platforma je navržena pro nízko-rychlostní, nízkoenergetický a nízko-objemový datový přenos. Společnost vyvíjející IQRF, MicroRisc, je česká společnost založená v roce 1991. Základy IQRF byly pak položeny v roce 2004. Jedná se o proprietární technologii pracující v sub-gigahertzovém ISM pásmu 868 MHz nebo 916 MHz. Hlavní součásti komunikačního řetězce IQRF jsou: cloud (server), brána, modul a koncová zařízení různých výrobců.

Nosná myšlenka za touto technologií bylo vyvinout jednoduchou, ale spolehlivou platformu využívající MESH topologie. Byly zde zaimplementovány různé prvky pro komunikaci mezi moduly a samotné směrování. Pro směrování se využívá IQMESH protokol³, ten je obsažený v IQRF operačním systému, který se nachází na každém modulu a bráně pracující pod IQRF. Podporuje

240 zařízení v jedné síti a pod-síťování, což zvedá počet modulů v síti na prakticky neomezeno.

¹ Podrobné informace o cloudu viz <http://www.iqrf.org/technology/iqrf-cloud>

² Podrobné informace o tomto odhadu viz <http://www.gartner.com/newsroom/id/3165317>

³ Podrobné informace o IQMESH protokolu viz <http://www.iqrf.org/technology/iqmesh>

Druhý protokol se nazývá DPA tedy Direct Peripheral Access⁴ pomocí něho se získávají cenné informace z modulů v topologii nebo se naopak provádí příkazy. Je taktéž nedílnou součástí IQRF prostředí a díky tomuto protokolu je jednoduché celou IQRF síť implementovat. Nahrazuje totiž jakékoli programování potřebné pro sběr dat či různé jiné aktivity. Místo toho je zde vše již předpřipraveno a uživatel může přejít rovnou k implementaci vlastního řešení. Samozřejmě není povinnost tento protokol využít a je zde možnost si napsat vlastní aplikaci pro různé požadavky uživatele. Tyto vlastnosti dělají z IQRF poměrně zajímavou možností pro nasazení do IoT.

3 NAVRŽENÁ TOPOLOGIE

Základní navržená topologie vypadá takto: viz Obrázek 1. V této topologii je jako koncové zařízení použit vývojářský kit DK-EVAL-04A⁵, jenž v sobě obsahuje 400 mAh baterii, která poskytuje napájení modulu. Modul byl použit TR-72D⁶, který v sobě obsahuje vše potřebné pro nezbytná měření. Jako další bod slouží ethernetová brána GW-ETH-02A⁷. Nezbytná součást pro plné využití a otestování této technologie je také cloud. Cloud byl vybrán s ohledem na hospodárnost. Jedná se pouze o základní sběr dat s podporou 2000 záznamů, poskytovaný přímo IQRF (firmou CIS cloud).



Obrázek 1: Příklad základní IQRF topologie v RAN.

4 EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ

V rámci této části proběhly dvě rozsáhlá měření, zaměřené na ověření funkčnosti technologie uvnitř budov. Interval měření byl 90 minut. Měření probíhala v MESH konfiguraci za využití DPA a jednotlivých příkazů na modul z IDE. Dále proběhly další měření na ověření funkcionality sítě. Níže jsou zastoupeny dvě měření grafem. Hlavní parametr měření byla odezva jednotlivých modulů na požadavek o informaci. To znamená odezva mezi uživatelem vydávající příkaz z IDE, přes cloud na bránu, z brány na modul a zpět, která představuje v grafu hodnoty pro REQ/RESP. REQ/GATE⁸ hodnoty představují odezvu požadavku na bránu, než je vyslán k modulu. Typický průběh odezvy je zobrazen na Obrázku 2. Je zde patrné, že odezva je konstatní. Požadavky o zprávu byly vysílány co 40 s. Při posílání požadavků na tři moduly po 40 s nedochází k zahlcení sítě a funguje bez problému při jakémkoli výkonu. Určité anomálie v průběhu jsou, ale ty nejsou způsobeny technologií, ale zahlcením páteří sítě internetového poskytovatele. K danému snížení po první třetině měření došlo, díky vypnutí datově náročných aplikací na pozadí. Tento výkyv poukazuje na citlivost technologie vůči okolnímu vytížení Internetu, i přes pouze malé datové nároky IQRF.

Druhé měření bylo zaměřeno na zahlcení sítě (viz Obrázek 3). Pro hromadný sběr informace standardně slouží speciální všesměrový příkaz tzv. FRC⁹. Ten zde nebyl použit, protože účel byl dokázat, že se síť velmi špatně vypořádává s větším počtem požadavků, při jakékoli síle signálu. Měřilo se s nejvyšším možným výkonem antény. Do sítě bylo posílány požadavky na 3 moduly po 30 s. Při této hodnotě již síť přestala správně pracovat a nárůst odezvy začal být znatelný tzn. po 20

⁴ Podrobné informace o DPA viz <http://www.iqrf.org/technology/dpa>

⁵ Podrobné informace o DK-EVAL-04A viz <http://www.iqrf.org/products/development-tools/development-kits/dk-eval-04a>

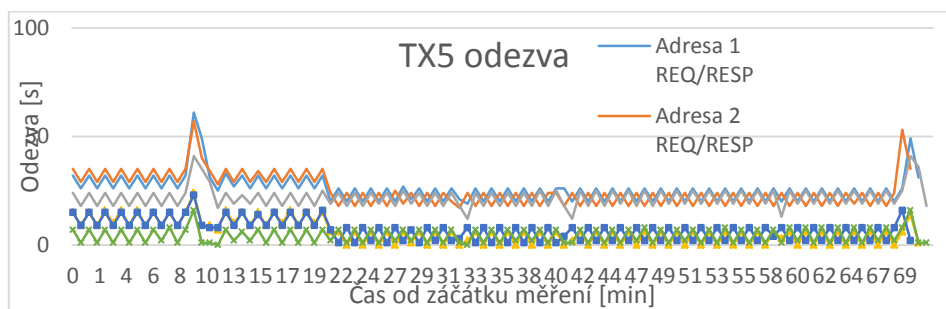
⁶ Podrobné informace o TR-72D viz <http://www.iqrf.org/products/transceivers/tr-72d>

⁷ Podrobné informace o GW-ETH-02A viz <http://www.iqrf.org/products/gateways/gw-eth-02a>

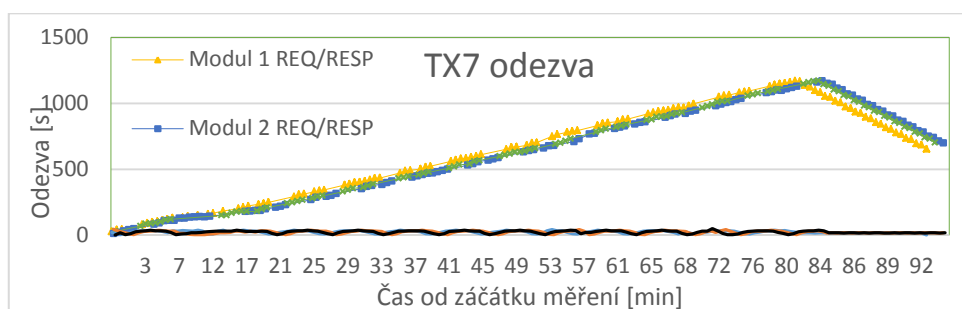
⁸ Request/Response/Gate představuje Požadavek/Odpověď celkovou/Odpověď od Brány

⁹ Podrobné informace o FRC viz <http://www.iqrf.org/technology/dpa/frc>

minutách se již pohybovalo okolo 200 ms a stále stoupala až k 1200 ms (20 minut). V tento moment byly ukončeny všechny požadavky na moduly a zbytek měření se pouze posílali odpovědi od modulů. Na konci je již patrný pokles vzhledem k přerušení posílání požadavků.



Obrázek 2: Typický průběh odezvy TX5.



Obrázek 3: Typický průběh odezvy TX7 při zahlcení.

U každého z modulů je možnost si zvolit sílu výchozího signálu až po 12,5 mW v osmi krocích. TX5 je třetí nejvyšší úroveň a odpovídá zhruba 8 mW. TX 7 představuje nejvyšší sílu signálu. Vzhledem k měření ve vnitřních prostorách byly očekávány dosahy v rámci desítek metrů, což se také potvrdilo. Při výkonu okolo 4,7 mW již signál neprošel přes větší zdi a při výkonu 1,5 mW bylo obtížné navázat komunikaci při přímé viditelnosti na 5 metrů. Pokud vezmeme v úvahu vertikální a procházení přes stropy. Jsou výsledky podobné. Při vyšších výkonech není problém a síla příchozího signálu je identická s horizontálním měřením. Pro síly příchozího signálu platilo, že se vždy pohybovaly okolo -65 dBm. Přesněji řečeno -64 dBm pro modul nejbliže k bráně a -66 dBm pro nejvzdálenější od brány. Což není překvapivé vzhledem k tomu, že každý modul funguje, jako přijímač i vysílač. Z toho je patrné, že se technologie dobře vypořádává s bytovými prostory a přechody mezi zdmi bez větších problémů.

5 ZÁVĚR

V práci byly ověřeny vlastnosti IQRF sítě ve vnitřních prostorách za použití jednoduché topologie, která by mohla reprezentovat malou kancelář. Výsledky odpovídají očekávaným hodnotám a je z nich patrné, že síť se hodí hlavně na statické použití, kde není potřeba odebírat data s frekvencí větší než 40 s. Například měření kvality vzduchu nebo množství světla. Do budoucna bude práce pokračovat dalším rozsáhlým měřením ve venkovních prostorách, které budou probíhat ve stejné podobě, jako vnitřní pro možnost srovnání. Dále se práce bude zabývat peer-to-peer (bod-bod) měřením pro určení maximální možné efektivity rozmístění modulů.

REFERENCE

- [1] IQRF. „IQRF: Quick Start Guide“. For IQRF OS 3.07D+ and IQRF IDE v4.30+, 2015.
- [2] Microrisc s.r.o.: IQRF OS Operating system Reference Guide, Jicin, 2009.
- [3] IQRF. „GW-ETH-02A: IQRF Ethernet Gateway“. Firmware v2.80, User's guide, 2016.