

NARROWBAND POWER LINE COMMUNICATION BASED ON G3-PLC AND PRIME STANDARDS

Patrik Csiba

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xcsiba00@stud.feec.vutbr.cz

Petr Mlýnek

E-mail: mlynek@feec.vutbr.cz

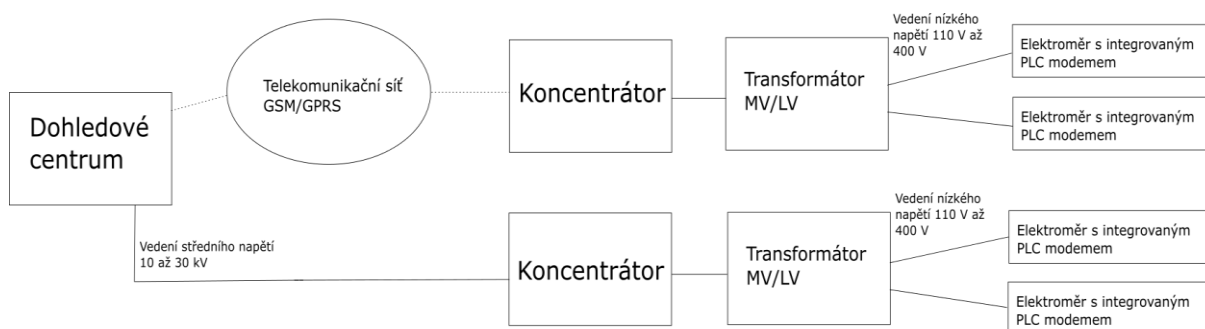
Abstract: This project is focused on narrowband PLC communication. In this project is described the experimental measurements with TMDSPCKIT-V4 kit from the Texas Instruments company. The measurements are performed in home environment. This kit allows to compare standards PRIME and G3-PLC.

Keywords: Narrowband, PLC, OFDM, G3-PLC, PRIME

1. ÚVOD

První myšlenka o komunikaci po stávajících elektrických rozvodných sítích se datuje až na začátek 20. století, kdy byl vydán první patent [1]. Od té doby nejrůznější firmy využívají této skutečnosti pro obousměrnou komunikaci, dálkové měření a řízení zátěže. Na začátku byla pouze úzkopásmová komunikace (narrowband communication), která je využívána právě pro dálkové odečítání z elektroměrů nebo HDO (systémy hromadného dálkového ovládání). V současnosti se hodně rozšiřuje širokopásmová komunikace (broadband communication) pro přenos internetu nebo pro HAN (home area network). Práce se zaměřuje na úzkopásmovou komunikaci pro využití v Smart Grid sítích [2].

Využitelnost úzkopásmové PLC komunikace spočívá hlavně v odečítání parametrů z elektroměrů, vodoměrů nebo plynometrů pomocí systému AMR (Automatic Meter Reading), Smart Metering a další. Komunikace je vedena od digitálního elektroměru s integrovaným PLC modemem, který pošle užitečné informace po nízko napěťovém elektrickém vedení ke koncentrátoru, který je umístěn u transformátoru pro přechod nízkého napětí na střední napětí. Dále je komunikace vedena od koncentrátoru po vedení středního napětí k dohledovému centru. Problém transformátorového přechodu je stále platný ačkoliv použitím OFDM modulace může být komunikace úspěšně provedena. V současnosti je v koncentrátoru většinou obsažen modul GSM/GPRS pro přenos dat do dohledového centra [3], [4].



Obrázek 1: Blokové schéma úzkopásmové komunikace pro dvě varianty posílání dat do dohledového centra.

2. MĚŘENÍ ÚZKOPÁSMOVÉ KOMUNIKACE V DOMÁCÍM PROSTŘEDÍ S MODEMY VYUŽÍVAJÍCÍ OFDM TECHNIKU

2.1. POPIS MĚŘENÍ

Byla provedena rozsáhlá měření propustnosti komunikace v domácím prostředí. Měření bylo vykonáno na bázi komunikace „point-to-point“, což je komunikace mezi dvěma koncovými PLC modemy. Byly použity modemy společnosti Texas Instruments TMDSPCLKITV4-CEN [5] a k ovládání a nastavování modemu byl použit přiložený program Zero-config GUI v.2.99. Měření bylo uskutečněno za použití dvou úzkopásmových standardů, a to G3-PLC (verze firmwaru 7.3.1.6) [6] a PRIME (verze firmwaru 8.0.1.0) [7].

Měření bylo realizováno v domácím prostředí dvoupatrového rodinného domu se suterénem. Na střeše domu jsou umístěny fotovoltaické panely a v suterénu jsou situovány baterie, kde je uchovávána elektrická energie. Velkým zdrojem rušení je právě měnič DC napětí z panelů na AC napětí 230V/50Hz. Měření bylo provedeno za plného provozu měniče.

První PLC modem byl umístěn v blízkosti měniče cca 10 m. Druhý modem byl umístěn do obytného pokoje prvního patra. Komunikace mezi modemy byla i skrze rozváděč. Délka celkové trasy se pohybuje okolo 60 m. Veškeré napětí v síti 230V/50V bylo vygenerováno měničem.

2.2. VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Tabulky 1 a 2 zobrazují výsledky PHY testu pro standart G3-PLC a PRIME. Jedná se o test rychlosti přenosu na fyzické vrstvě tzn., že komunikace neprochází skrze celou vrstvou strukturu. Dle terénních měření provedených výrobcem pro PRIME standart [8] při DBPSK, by se hodnota na fyzické vrstvě měla pohybovat kolem 20 kbps. Důvodem vyšší rychlosti u G3-PLC je právě nižší robustnost PRIME standardu tzn., že je více náchylnější na rušení.

Tabulka 3 zobrazuje výsledky testu přenosu souboru o velikosti 72 kB pro standart G3-PLC a PRIME, který naopak prověřuje rychlost přenosu na aplikační vrstvě. Data jsou zpracovávána skrze celou vrstvou strukturu, a to výrazně snižuje rychlost. Rušení je navíc tak silné, že ani pomocí ochranného kódování FEC se spojení u D8PSK nenaváže.

Modulace	ROBO	DBPSK	DQPSK	D8PSK
Rychlost [kbps]	3,500-4,096	10,336-13,056	0-2,328	0

Tabulka 1: Výsledky PHY testu pro G3-PLC standart.

Modulace	DBPSK+FEC	DQPSK+FEC	D8PSK+FEC
Rychlost [kbps]	0,900-4,000	1,800-5,400	4,000-6,500

Tabulka 2: Výsledky PHY testu pro PRIME standart.

Modulace	Rychlost [kbps] pro standart	
	G3-PLC	PRIME
ROBO	0,523	-
DBPSK	1,364	0,920
DQPSK	0,967	0
D8PSK	0	0
DBPSK+FEC	-	1,130
DQPSK+FEC	-	1,211
D8PSK+FEC	-	0

Tabulka 3: Výsledky přenosu souboru 72 kB pro G3-PLC a PRIME standart (znak „-“ znamená, že tato konfigurace není podporována tímto standardem).

3. ZÁVĚR

Oba dva standardy G3-PLC a PRIME byly testovány ve třech režimech komunikace: PHY test, přenos souboru a testování provozu.

PHY test prověřuje rychlost přenosu na fyzické vrstvě, byly použity přednastavené konfigurace modulací s FEC u PRIME a čtyři modulace bez FEC u G3-PLC. Nejvyšší rychlosti bylo dosaženo u standardu G3-PLC při použití modulace DBPSK, který vykazoval rychlost přenosu dat až 13,056 kbps. Naopak modulace DQPSK vypadávala při komunikaci a D8PSK vůbec komunikaci nenavázala. Je to z důvodu malé robustnosti těchto modulací.

Přenos souboru prověřuje rychlost na aplikační vrstvě, a proto vykazovala o tolik nižší rychlosti než PHY test. Nejvyšší rychlosti bylo dosaženo u modulace DBPSK u standardu G3-PLC 1,364 kbps.

Testování provozu je opětovné měření rychlosti na fyzické vrstvě s možností vlastní konfigurace. Nejvyšší rychlosti u G3-PLC standardu bylo dosaženo u modulace DBPSK, kde rychlost dosahovala až 11,680 kbps. U PRIME standardu bylo dosaženo nejvyšší rychlosti také u modulace DBPSK s kódováním FEC.

Z výsledků měření obou standardů v domácím prostředí vychází nejlépe modulace DBPSK, což je dvoustavová fázová modulace. Jelikož přenáší pouze dva stavy je mnohem odolnější vůči rušení okolí na rozdíl od modulací DQPSK (čtyřstavová) a D8PSK (osmistavová), které sice přenesou více informací, ale jsou náchylnější na rušení.

Oba dva standardy jsou celosvětově používány. PRIME standart byl vytvořen společností Iberdola a je využíván pro shromažďování velkého množství dat od spotřebitelů, ale i pro spravování elektrické sítě. G3-PLC Alliance, která vyvinula standart G3-PLC byla založena firmou ErDF. Využitelnost tohoto standardu sahá od správy elektrické sítě, dálkového odečtu z elektroměrů až k ovládání venkovního osvětlení. Úzkopásmová komunikace je využívána právě pro dálkový přenos dat a toto měření bylo provedeno hlavně z důvodu ověření obou standardů. Dále budou provedena další měření na větších vzdálenostech v řádech kilometrů pro ověření v reálných podmínkách.

REFERENCE

- [1] M. Schwartz, "History of Communications - Carrier-wave telephony over power lines: Early history," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 47, no. 1, pp. 14–18, Jan. 2009.
- [2] GALLI, Stefano, Anna SCAGLIONE a Zhifang WANG. For the Grid and Through the Grid: The Role of Power Line Communications in the Smart Grid. *Proceedings of the IEEE*. 2011, vol. 99, issue 6, s. 998-1027. DOI: 10.1109/jproc.2011.2109670.
- [3] BERGER, Lars Torsten, PAGANI. *MIMO power line communications*. USA: CRC Press, 2014, xix, 690 pages. ISBN 14-665-5752-4.
- [4] SVOBODA, Jaroslav. *Využívání silnoproudých vedení a sítí pro přenos zpráv*. Vyd. 1. V Praze: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2012. ISBN 978-800-1051-689.
- [5] Power Line Communications Kit for CENELEC Frequency Band. *Texas Instruments* [online]. 2014 [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <http://www.ti.com/tool/tmdsplckitv4-cen>
- [6] *G3-PLC Alliance* [online]. 2014 [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <http://www.g3-plc.com/>
- [7] *PRIME Alliance* [online]. 2013 [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <http://www.prime-alliance.org/>
- [8] SHAVER, Don. *Low Frequency, Narrowband PLC Standards for Smart Grid – The PLC Standards Gap!*. 3.12.2009. Dostupné z: http://cms.comsoc.org/SiteGen/Uploads/Public/Docs_Globecom_2009/6_-12-03-09_shaver_smart_grid_panel_final.pdf