

# Proposta de Substituição da Comunicação GSM em Smart Grids por Rádios de Longo Alcance

Yuri Pereira Marca, Sandro Scholze

**Resumo**—O presente artigo descreve brevemente uma proposta para a mudança da comunicação GSM utilizada em *Smart Grids* por módulos de longo alcance LoRaWAN. Rádios deste tipo produzem sinais de comunicação digital com grandes faixas de espectro, diminuindo os efeitos dos ruídos, consequentemente aumentando o enlace de comunicação. Após a avaliação da capacidade teórica de alcance dos rádios com este tipo de modulação, testes realizados comprovaram que a substituição de tecnologia pode ocorrer.

**Palavras-Chave**—*Smart Grid, Smart Meter, LoRaWAN, Espalhamento Espectral.*

**Abstract**— This article briefly describes a proposal to substitute GSM communication used in *Smart Grids* for long range communication modules LoRaWAN. Radios of this type generate digital communication signals with large spectrum bands, decreasing the effects of noise, thereby increasing the link budget. After evaluation of theoretical capacity of the radio, tests made verified that the substitution of GSM technologies is possible.

**Keywords**— *Smart Grid, Smart Meter, LoRaWAN, Spread Spectrum.*

## I. INTRODUÇÃO

As comunicações sem fio têm sido cada vez mais importantes para a viabilização de sistemas tecnológicos sofisticados que devem ser controlados e/ou monitorados à distância. Dentre as novas tecnologias que necessitam das comunicações *wireless*, aparecem os chamados *Smart Grids* (SG). Este termo é empregado para denominar uma rede elétrica com comunicação digital capaz de melhorar o aproveitamento dos sistemas elétricos de potência, além de garantir segurança e eficiência na distribuição de energia [1]. É através do grande avanço na área de comunicações que estas redes inteligentes de energia elétrica são possíveis.

Uma *Smart Grid* é composta, dentre outros equipamentos, de inúmeros *Smart Meters* (SM) [2], que são os responsáveis pela medição do consumo de energia elétrica em cada residência. Estes equipamentos substituem os antigos aparelhos de medição analógicos conhecidos como *Automated Meter Reading* (AMR) [2]. Além da leitura digital do consumo de energia, o SM envia as informações de cada consumidor remotamente para uma central de operações. Desta forma, o conjunto destes medidores inteligentes com comunicação digital compõe uma *Advanced Metering Infrastructure* (AMI) [2], que substitui o antigo AMR.

A comunicação entre os SM e a central de operações da SG ocorre em duas etapas. Na primeira etapa, o SM envia

informações da leitura para um concentrador que fica próximo a um grupo de medidores. Diversas tecnologias de comunicação podem ser utilizadas nesta fase, como *Power Line Communication* (PLC), fibra ótica, ZigBee, WLAN, entre outras [3]. A vantagem da utilização do PLC em medidores de energia elétrica é que o canal de comunicação, a rede de transmissão elétrica, já está disponível no medidor [2]. Contudo, tecnologias sem fio como o ZigBee são muito utilizadas devido a sua mobilidade, robustez e simplicidade no desenvolvimento de redes de comunicação entre vários módulos [4]. A desvantagem do ZigBee é seu curto alcance de comunicação, por isso a necessidade de um concentrador. Na segunda etapa, o concentrador dos medidores envia as informações para a central de operações através da rede *Global System for Mobile* (GSM) com um módulo de *General packet radio service* (GPRS). A utilização da banda GSM possibilita que o concentrador e a central estejam distantes devido ao grande alcance da comunicação, mas a utilização do GSM gera custos com as companhias celulares. Por fim, em cidades com pouca cobertura da rede GSM, a tecnologia não será confiável podendo deixar a comunicação na SG inoperante.

Este artigo apresenta uma solução de comunicação de longo alcance com módulos de rádio *Long Range Wide Area Network* (LoRaWAN) para substituir a utilização da rede GSM que é usada na comunicação entre concentradores e a central de uma SG, sendo que a grande vantagem desta mudança é a redução dos custos de operação.

## II. Descrição da Modulação LoRaWAN

A tecnologia LoRaWAN [5], também conhecida como LoRa, foi desenvolvida pela Semtech em conjunto com a IBM para atender aos requisitos de comunicação de sistemas *Internet of Things* (IoT). Assim como em uma AMI, o IoT necessita de tecnologia de comunicação confiável e de longo alcance de dados. Desta forma, foi avaliada a incorporação de dispositivos com tal modulação nos medidores inteligentes.

Com base na modulação *Frequency-Shift Keying* (FSK), a modulação LoRa utiliza a técnica de *Spread-Spectrum* (SS) para aumentar o *link budget* da comunicação [6]. Ainda segundo [6], a método de SS foi desenvolvida inicialmente para dificultar a interceptação da comunicação. Como a energia do sinal é espalhada na frequência, dificilmente a informação é notada pelos interceptadores. Além da dificuldade de interceptação do sinal, outra qualidade do SS é o aumento da rejeição de interferência que ele propicia. Duas qualidades que aumentam a confiabilidade do rádio e a distância de transmissão requerida pelas redes AMI.

Yuri Pereira Marca, Departamento Acadêmico de Engenharia Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba-PR, Brasil.

Sandro Scholze, SSE GridTech, Curitiba-PR, Brasil.

E-mails: yurimarca@gmail.com, sandro.scholze@ssegridtech.com.

Existem duas principais maneiras de produzir o SS, são elas: *Direct Sequencing* (DS/SS) e *Frequency Hopping* (FH/SS) [6]. Para o primeiro caso, o sinal de informação é multiplicado por um sinal com *spreading code*, também conhecido de *Spreading Factor* (SF), que espalha o sinal na frequência. No caso do espalhamento através do FH, o pacote de dados que será enviado é separado em parcelas que serão transmitidos em diferentes frequências. Uma grande vantagem do LoRa é unir estas duas formas de espalhamento espectral, proporcionando um ótimo enlace de comunicação.

### III. METODOLOGIA

O módulo LoRa escolhido para a comunicação na rede AMI foi o RFM92 da HopeRF Eletronic que possui um *link budget* máximo de 157dB [7]. Para alcançar tamanho enlace de comunicação, vários parâmetros têm de ser ajustados, sendo que o principal parâmetro é o SF com valores de 6 a 12, o que implica em uma relação sinal ruído (SNR) no receptor de -5dB a -20dB, respectivamente.

O módulo RFM92 opera em 915 MHz, sendo que esta frequência integra a banda onde é permitido o uso não licenciado. Contudo, existem restrições específicas para a utilização desta faixa de frequência, entre as exigências está: promover saltos pseudoaleatórios se a largura de faixa do canal for superior a 250 kHz. Assim sendo, é necessário a utilização do FH para atender a exigência do “Regulamento sobre Equipamentos de Radiocomunicação de Radiação Restrita” da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL).

Como o intuito do projeto é alcançar uma comunicação robusta para a maior distância possível, foram configurados os parâmetros do rádio para atingir o maior *link budget* teórico.

### IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar de todas as configurações feitas no módulo RF, não foi possível atingir a maior potência de transmissão de 100mW. Isto pode ter ocorrido devido a alimentação insuficiente do módulo, que exige uma corrente de 450mA quando configurado para potência de 20dBm.

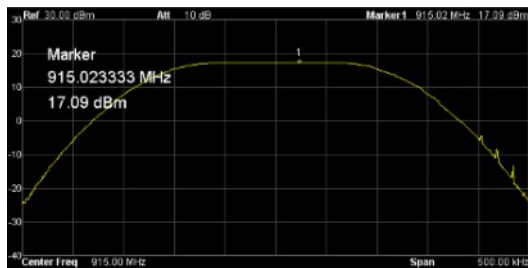


Fig. 1. Espectro da saída do sinal do módulo LoRa com 17dBm.

Após a produção de dois protótipos, foram feitos três testes de alcance. O teste A foi feito dentro de um prédio, onde um módulo foi colocado no térreo e outro no 20º andar. Apesar da pouca distância, este teste mostra como LoRa consegue ultrapassar diversos obstáculos e diversos sinais de interferência que um prédio pode proporcionar. Enquanto no teste B foram colocados dois módulos no mesmo nível de altura, no teste C um dos módulos foi posicionado em uma região mais alta, sendo que este último teste obteve o melhor resultado.

TABELA I. RESULTADOS DOS TESTES PRODUZIDOS EM CAMPO

Teste	Distância	Média de RSSI
A	60 m	-101 dBm
B	2,1 km	-109 dBm
C	3,2 km	-111 dBm

Quando comparados os resultados dos testes com medições feitas com GSM, ZigBee e PLC [4], fica claro que o desempenho do GSM é melhor que do LoRa. Contudo, baseado no RSSI, maiores distâncias podem ser atingidas com estes módulos. Além disso, o módulo pode ser ajustado para alcançar 20dBm de potência de saída e aumentar a distância de transmissão.

TABELA II. DESEMPENHO DE OUTRAS TECNOLOGIAS DE COMUNICAÇÕES

Tecnologia	Cobertura	Limitações
GSM	1 - 10 km	Custo de utilização
PLC	1 - 3 km	Muito ruído no canal
ZigBee	30 - 50 m	Curto alcance

Mesmo que os testes com o LoRa possam alcançar maiores distâncias, a expectativa é que o módulo consiga uma máxima distância de 5 km. Apesar desta expectativa ser metade do alcance do GSM, é importante salientar que existem regiões onde este tipo de comunicação não funciona devido à falta de cobertura desta rede. Ademais, a utilização de rádios LoRa não implicam em custos mensais com a utilização da banda, como a comunicação via 3G.

### V. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos mostram que o módulo LoRa foi capaz de atingir longas distâncias como previsto, porém não superou o alcance da tecnologia GSM. No entanto, em cidades onde a cobertura 3G não é eficiente, o módulo LoRa se mostra o mais adequado para substituir os módulos GPRS se comparados ao PLC e ZigBee.

### AGRADECIMENTOS

Agradecimentos para o Professor Richard Demo Souza da UTFPR Curitiba pela orientação na produção do artigo. Muito obrigado também à SSE GridTech pelo suporte e oportunidade.

### REFERÊNCIAS

- [1] F. Petenel e C. Panazio, “Análise de uma rede Smart Grid usando a norma IEC 61850 e dados de medições”, em *XXX Simpósio Brasileiro de Telecomunicações, SBrT 2012*, Brasília, 2012.
- [2] B. A. Hamey, “Smart Metering Technology Promotes Energy Efficiency for a Greener World,” pp. 1–3, 2009.
- [3] Y. Yan, Y. Qian, H. Sharif e D. Tipper “A Survey on Smart Grid Communication Infrastructures: Motivations, Requirements and Challenges,” *IEEE Communications Surveys & Tutorials*.
- [4] V. C. Gungor, D. Sahin, T. Kocak, S. Ergüt, C. Buccella, C. Cecati, G. P. Hancke “Smart Grid Technologies: Communication Technologies and Standards” Novembro 2011, *Industrial Informatics, IEEE Transactions on Volume 7, Issue 4*.
- [5] LoRa Alliance, “What is LoRa Technology?” Maio de 2015, disponível em: <http://lora-alliance.org/What-Is-LoRa/Technology>.
- [6] B. Sklar “Digital Communications Fundamentals And Applications.” 2ª Edição, pp. 718–732.
- [7] RFM92/93 HopeRF Eletronic Datasheet. Version 2.0