

CONTROLE E VERIFICAÇÃO DE REDE LORA EM SISTEMAS RASPBERRY PI 3

Carlos Henrique Barriquello

Professor/Pesquisador do curso de Engenharia de Computação da Universidade Federal de Santa Maria

barriquello@gmail.com

Luiz Odilon de Lima Brites

Acadêmico do curso de Engenharia de Computação da Universidade Federal de Santa Maria

luizbrites@hotmail.com

Resumo. O trabalho apresenta a tecnologia de comunicação LoRa ou Long Range para frequências sem licenças aplicadas a redes de dados com o protocolo LoRaWAN e busca construir uma rede eficiente. O protocolo controla uma camada física através de programa que envia mensagens para o gateway receptor. Os dados são recebidos e informados para o cliente unicamente cadastrado do website. A identificação é o endereçamento único a cada nó da rede que é designado pela aplicação da nuvem, acessível por internet. Uma disponibilização do estado ou mensagem dos módulos é feita utilizando a publicação pelo servidor da rede, que é próximo ao gateway e a subscrição da aplicação feita pela nuvem (a TTN). Nesse caminho do servidor de rede até a nuvem é empregado o protocolo MQTT de apresentação. Por fim é desenvolvida uma rede de baixa potência com sistemas Raspberry Pi 3 acompanhada via website na TTN e verificado seu status pelo navegador.

Palavras-chave: Baixa potência, LoRa, MQTT, Raspberry Pi 3, TTN.

1. INTRODUÇÃO

Sistemas conectados em rede são úteis porque agilizam e controlam tarefas complexas de valor à informações impor-

tantes como de uma cidade e seus recursos. Tecnologias de comunicação presentes na Internet das Coisas (IoT ou IdC) requerem desenvolvimento e contam com capacidades de coleta, transmissão e recepção de dados.

Um estudo das redes LoRa mostra que ela tem características de longo alcance e baixa potência na Internet of Things [1]. Logo isso determina a ela aplicação importante e única no ciclo produtivo de produtos. A rede LoRa pode atuar em distâncias de 1 à 10 km através de comunicação sem fio [2].

No presente trabalho, organiza-se uma rede LPWAN de baixa potência com a tecnologia LoRa. Através dela ocorre envio de mensagens periodicamente para o gateway. Uma Raspberry Pi 3 tem quatro entradas USB e conta com o Sistema Operacional Raspbian, correspondem a um módulo mensageiro na TTN.

2. ORGANIZAÇÃO DA REDE

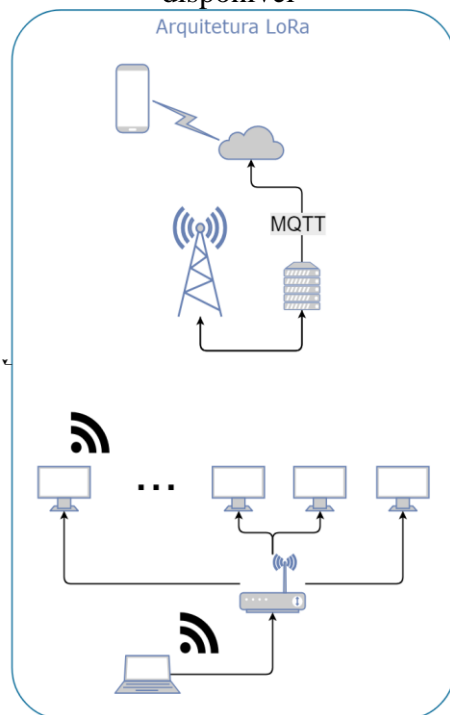
Segundo LoRa Alliance, entidade sem fins lucrativos e atualmente com 500 membros já levou a tecnologia LoRa para 49 países, entre eles o Brasil. Outros 95 já possuem contato com o LoRaWAN. O baixo consumo e a alta eficiência comparada a 3G/4G são vantagens frente à grande desvantagem das pequenas taxas de transmissão [3]. O protocolo pode ser entendido como as camadas 2 e 3 do padrão

OSI e é utilizado para compor a pilha da telecomunicação do nível de rede e aplicação acima do LoRa. Portanto os estratos mais altos compõem a camada de aplicação e controlam níveis abaixo de transporte e rede.

2.1 Visão do trabalho com a Rede LoRa

Os dispositivos, que são o endereço da aplicação do servidor e sua identidade na rede, recebem um cadastro lógico com endereço individual dado a cada aplicação presente nas placas. Este cadastro é “emplacado” no software de cada sistema Raspbian. A aplicação é compilada e pronta para entrar em ação e a rede LoRa já construída ou instalada opera em uma frequência pouco menor que o GHz [4].

Figura 1. Arquitetura da Rede LoRa disponível



A rede possui pontos end-devices ou terminais constituídos pelos Sistemas Embarcados que são contatados remotamente através da rede Wi-Fi interna pelo roteador Wi-Fi em 2.4 GHz. No centro da figura 1 o gateway e o network Server simplesmente gerenciam os módulos comunicantes. No topo a nuvem representa o

servidor de aplicação que mostra o status dos dispositivos ligados na rede.

2.2 O protocolo LoRaWAN

LoRaWAN aceita conexão sem nós intermediários, otimizando aspectos em redes de múltiplos nós. A LoRa Alliance classifica três modos de operação: Classe A (a padrão) e Classe B e C ambas opcionais.

Com a finalidade de economizar energia nos módulos e manter a boa capacidade da rede, o servidor de rede configura as taxas de dados pelo dispositivo, através do controle adaptativo segundo a LoRa Alliance. Os módulos do experimento para verificação e controle foram posicionados no grupo de pesquisa Gedre em locais distintos.

2.3 LoRa

LoRa é considerada uma camada física usada no protocolo LoRaWAN [5]. A tecnologia LoRa tem espalhamento CSS (Chirp Spread Spectrum) e usa largura de banda científica, industrial e médica (ISM) de 433 MHz, 868 MHz ou 915 MHz. O Brasil usa a largura de banda 915 a 928 MHz, deixando para outros países as outras frequências restantes. Esse nível tem objetivo de redução de ruído e de formatação do sinal recebido. A LoRa admite um intervalo de 0,3 kbps à 50 kbps de taxa de dados, pouco se comparado à outras tecnologias sem fio comerciais como 3G/4G e a wireless.

2.4 MQTT: publish/subscribe

O MQTT é um protocolo cliente-servidor que publica mensagens e o cliente recebe em tempo real mediante assinatura do tópico. Esse protocolo usa um broker/servidor para fazer publicações e subscrições [6]. Ele fornece os dados e a aplicação mostra as mensagens dos sistemas Raspberry Pi 3 aos clientes da nuvem, nesse caso o website da TTN.

2.5 A construção dos módulos

Uma placa Raspberry Pi 3 contém processador, chip gráfico, memória de programa (RAM), interfaces e conectores para dispositivos externos [7]. Raspbian é um Sistema Operacional livre baseado em Debian do tipo Linux e otimizado para a plataforma embarcada Raspberry Pi [8]. As arquiteturas do Sistema Operacional e do processador ARM devem ser compatíveis.

Primeiramente é feito cadastro na TTN do usuário e da aplicação, depois é realizado um registro dos dispositivos pertencentes. No final é gerado um conjunto de endereços, de dispositivo, aplicação e rede para os módulos necessários. Vale notar que os dispositivos não possuem informação alguma até adicionarmos os dados computados e fornecidos pela TTN.

2.6 Conexão e testes dos módulos

Cada módulo possui uma fonte a qual converte CA-CC nesse caso, para ligá-los a tomadas, uma antena, um módulo Wi-Fi e uma baia para inserção do cartão micro SD de 32 GB com Raspbian já configurado. Após o conjunto montado é feito acesso remoto Wi-Fi e assim possível contato e verificação do dispositivo por SSH, através de linha de comando, ou por interface gráfica através do software VNC Viewer. A aplicação ou programa com a identificação padrão da TTN já customizada é iniciada. Um modelo possível de realizar manutenção e operação de vários módulos é buscado e torna ágil o manuseio.

Cada ponto possui uma conexão na nuvem e pode ser visualizado seu estado ou mensagem mais recente. Nos testes a cada 30 s é enviado um pacote para o gateway, mas esse período pode ser alterado. Uma identificação em cada placa com uma etiqueta é usada e prevê casos de falha e manutenção. A princípio o conteúdo das mensagens são números incrementados a cada envio. Todos módulos atendem a requisitos básicos de funcionamento exigi-

dos na tarefa. Observa-se abaixo a caracterização dos atributos de cada ponto:

$$\text{Ponto} = \{\text{Antena}, \text{Cartão}, \text{Fonte}, \text{Placa}\} \quad (1)$$

Números são aplicados em cada dispositivo e coincidem com registro realizado, reduzindo os custos operacionais a cada verificação. Portanto o número gravado no sistema presente no cartão, na nuvem e na etiqueta associada a cada Raspberry Pi é o mesmo. O acesso remoto a cada sistema verifica a rotina normal ou comportamento da rede e se não forem constatados problemas, o próximo é verificado.

A comunicação com o gateway utiliza SPI, a qual é interface periférica que faz comunicação com a antena e assim o sinal é propagado. Esta interface é contemplada também no sistema Raspberry Pi e utiliza a frequência da LoRa. A tabela a seguir indica a posição dos pontos utilizados e mostra os quatro diferentes locais em que eles se encontram. Não há sequenciamento de sistemas, porém há um ótimo controle sobre os dispositivos que são acessíveis e foram utilizados no experimento.

Tabela 1. Presença das Placas

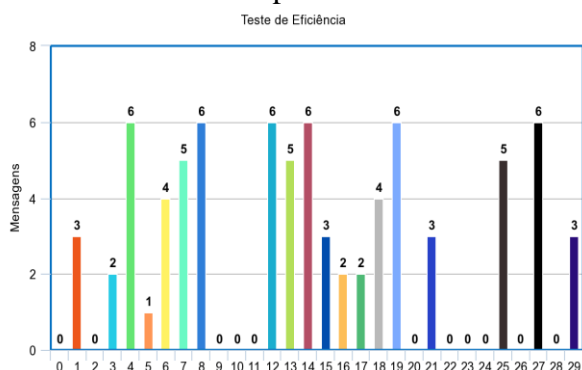
Local	Espalhamento dos Sistemas
A	2, 7, 8, 11, 12, 19, 26, 27
B	0, 1, 14, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24
C	3, 13, 15, 25
D	4, 5, 6, 9, 10, 28, 29

Os pontos de transmissão são 30 no total, conforme a tabela acima. Observa-se a atividade de cada um deles. O controle de equipamentos verifica os requisitos para transmissão e bom funcionamento também do hardware.

2.7 Teste final de eficiência

É possível observar o tráfego no gateway através da TTN. A interface exibe somente as 100 mais recentes mensagens recebidas por vez. A figura abaixo mostra o resultado e o desempenho dos módulos ou sistemas.

Figura 2. Mensagens enviadas de cada ponto visto pela TTN



Ao unir a rede na totalidade foi obtida a eficiência de 63,33%. De fato a resolução do website não oferece muitos recursos ainda, portanto após a checagem das placas sem envio de mensagens verifica-se que somente uma delas estava fora da rotina e as outras 10 somente ociosas frente a TTN.

Desses 10, o pior caso foi a rpi26 com 17h de atraso e o melhor foi a rpi23 que retornou normalmente sem precisar ser avaliada e nem verificada. Uma pequena quantidade de mensagens foi mostrada pela TTN, com isso, em média, as oito placas restantes ficaram 2h sem realizar atividade alguma no gateway ou no network server. A perfeita sincronia ajuda alcançar o objetivo de eficiência do trabalho porque promove atividade dos pontos.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da LoRa traz inúmeros desafios e vantagens para IoT. Melhorias de desempenho e de desenvolvimento são fatores positivos que vão ao encontro de um padrão. A atividade prática possibilita entender as dificuldades existentes e consegue excelente

resultado porque propõe aplicabilidade real, prática e testes.-

Consegue-se pôr a comunicação digital em ação ao utilizar as tecnologias aqui apresentadas bem como ter controle crítico sobre aspectos relevantes de redes de baixa potência e Sistemas Embarcados. O estudo é importante por ser promotor de melhor uso de recursos como sugere a Internet of Things e a LoRa Alliance.

A TTN, como se constatou, fornece bom acompanhamento mesmo impondo limites. Assim a LoRa organiza uma rede, controla-a e pode realizar possíveis verificações. Almeja-se com isso maior sincronismo na LoRa e na ampliação da coleta de mensagens na TTN.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado graças ao Curso de Engenharia de Computação, ao Gedre – Inteligência em Iluminação, à FATEC e aos demais professores do grupo pelo apoio e principalmente ao Professor Dr. Carlos Henrique Barriquello pela determinação e dedicação aplicados.

4 REFERÊNCIAS

- [1] Augustin, A., Yi, J., Clausen, T., Townsley, W. M. "A Study of LoRa: Long Range & Low Power Networks for the Internet of Things," *Sensors*, vol. 16, no. 9, Sep. 2016, pp. 18.
- [2] Mekkia, K., Bajica, E., Chaxela, F. Meyer, F. "A comparative study of LPWAN technologies for large-scale IoT deployment". *Information & Communications Technology Express - ICTE*, Jan. 2018, pp. 7.
- [3] Kim, D. H., Lim, J. Y., Kim, J. D., "Low-Power, Long-Range, High-Data Transmission Using Wi-Fi and LoRa". 2016 6th International Confe-

rence on IT Convergence and Security (ICITCS), Nov. 2016, pp. 3.

- [4] Georgiou, O., Raza, U., “Low Power Wide Area Network Analysis: Can LoRa Scale?”. IEEE Wireless Communications Letters, vol. 6, no. 2, Apr. 2017, pp. 7.
- [5] Wixted, A. J., Kinnaird, P., Larijani, H., Tait, A., Ahmadinia, A., Strachan, N. “Evaluation of LoRa and LoRaWAN for wireless sensor networks”. IEEE SENSORS, Jan. 2017, pp. 3.
- [6] Tang, K., Wang, Y., Liu, H., Sheng, Y., Wang, X., Wei, Z. “Design and Implementation of Push Notification System Based on the MQTT Protocol”. International Conference on Information Science and Computer Applications (ISCA), Oct. 2013, pp.117.
- [7] Vujovic, V., Maksimovic, M. “Raspberry Pi as a Sensor Web node for home automation”. Computers and Electrical Engineering, vol. 44, no. May. 2015, pp. 19.
- [8] Prasad, S., Mahalakshmi, P., Sunder, A. J., Swathi, R. “Smart Surveillance Monitoring System Using Raspberry PI and PIR Sensor”. International Journal of Computer Science and Information Technologies, Dec. 2014, pp. 3.