



# CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



## UMA PLATAFORMA DE COMUNICAÇÃO UNIVERSAL UTILIZANDO O PROTOCOLO ZIGBEE

### **Leonardo Becker da Luz**

Acadêmico do curso de Engenharia de Computação da Universidade de Passo Fundo.  
leobeckerdaluz@gmail.com

### **Samuel Zottis Dal Magro**

Acadêmico do curso de Engenharia de Computação da Universidade de Passo Fundo.  
samuelzdm06@gmail.com

### **Me. Renato Weiller Dallagasperina**

Pesquisador da Universidade de Passo Fundo.  
renatoweiller@gmail.com

### **Dr. Willingthon Pavan**

Professor/Pesquisador da Universidade de Passo Fundo.  
pavan@upf.br

### **Dr. Carlos Amaral Hölbig**

Professor/Pesquisador da Universidade de Passo Fundo.  
holbig@upf.br

### **Dr. José Maurício Cunha Fernandes**

Pesquisador da Embrapa Trigo.  
mauricio.fernandes@embrapa.br

**Resumo.** A baixa disponibilidade de módulos de comunicação que possibilitem a implementação transparente e confiável muitas vezes impede o rápido desenvolvimento de aplicações na área da comunicação. Visando suprir essa lacuna, desenvolveu-se uma plataforma de hardware e software para a comunicação sem fio entre dispositivos, utilizando o protocolo Zigbee. Essa plataforma é composta por um módulo para curtas distâncias, de até 100 metros, e outro para aplicações onde a distância supere este valor. A plataforma visa facilitar o desenvolvimento de soluções para as mais diversas áreas, como redes de sensores sem fio (RSSF), coletores de dados e atuadores. O dispositivo apresenta características de baixo consumo de energia, baixo custo e alta confiabilidade na transmissão de dados e formação de rede.

**Palavras-chave:** Plataforma. Comunicação. Zigbee.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, dispositivos móveis que fazem uso de tecnologias de redes sem fio com grandes taxas de transferência de dados são amplamente difundidos e utilizados. Podem ser citados como exemplo dessas redes sem fio o padrão Wireless Local Area Network (WLAN), IEEE 802.11 (a, b, e n) e as redes de transmissão de dados móveis 3G e 4G, as quais têm como principal diferença entre si a área de cobertura. O padrão IEEE 802.11 normalmente possui uma área de cobertura menor (em torno de 100m). Por outro lado, as tecnologias 3G e 4G cobrem áreas muito maiores. Essas duas tecnologias, apesar de serem imprescindíveis nos dias atuais, não podem ser utilizadas em qualquer tipo de aplicação. Em seu trabalho, Andrei

[1] apresenta que o consumo de energia e a complexidade de implementação são dois fatores impeditivos do seu uso em aplicações nas quais a fonte de energia e o poder computacional disponíveis são limitados. Para essas aplicações, foram desenvolvidos os padrões IEEE 802.15.4 e Zigbee. Ambos os padrões constituem o protocolo de comunicação Zigbee, que é utilizado especificamente em aplicações onde os dispositivos dispõem de baixo poder computacional e fonte de energia limitada, geralmente fazendo uso de baterias. Segundo Everton [2], isso faz com que os dispositivos que utilizam esses padrões possuam baixa taxa de transferência de dados.

Um fator que muitas vezes impede o rápido desenvolvimento de novas aplicações para a área de Internet das Coisas é a pouca disponibilidade de módulos de comunicação que possibilitem a implementação transparente e confiável. Visando suprir essa lacuna, Renato [3] desenvolveu uma plataforma de hardware e software para a comunicação sem fio entre dispositivos, utilizando o protocolo Zigbee. Porém, é de fundamental importância o constante aperfeiçoamento desta plataforma. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi realizar a implementação de remoção de nodos da rede e do uso da memória não volátil do dispositivo.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Dois módulos de hardware foram desenvolvidos. O primeiro dispositivo visa, principalmente, atender aplicações onde o consumo de energia é um ponto crítico. Para alcançar este objetivo, o módulo desenvolvido não faz uso de nenhum tipo de sistema de amplificação, sendo seu alcance máximo de transmissão de aproximadamente 110 metros. O segundo módulo faz o uso de uma antena, o *range extender* CC2592, que amplifica a potência de sua saída, mas também aumenta o seu alcance de transmissão, ultrapassando os 1000 metros.

Segundo Ref. [3], ao aumentar o alcance de transmissão, o segundo módulo apresenta um consumo superior em relação ao primeiro de aproximadamente cinco vezes maior quando em sua potência máxima. Os dois módulos projetados e montados são apresentados nas Figuras 1 e 2.



Figura 1. Módulo desenvolvido sem sistema de amplificação.

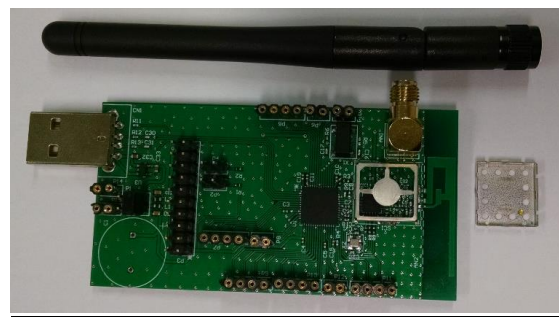


Figura 2. Módulo com *range extender* CC2592.

O *firmware* desenvolvido para os módulos na pesquisa foi baseado nas soluções fornecidas pela Texas Instruments, fabricante do microcontrolador utilizado (CC2538) em ambos os dispositivos. Estas ferramentas são a pilha de protocolos Zigbee, Z-Stack, e o Operational System Abstraction Layer (OSAL). As ferramentas tornaram possível o desenvolvimento de uma RSSF (Rede de Sensores Sem Fio) para testar todos os componentes de hardware desenvolvidos e também as funcionalidades oferecidas pelo protocolo Zigbee.

Para formar a rede, os códigos do *Coordinator* (coordenador da rede) e o do *End Device* (dispositivo final na rede) foram compilados e enviados aos dispositivos

desenvolvidos, utilizando a IDE IAR Embedded Workbench. Após, foi necessário estabelecer a conexão entre os dispositivos, utilizando uma requisição de *bind*, enviada pelo *End Device* quando pressionado o botão *right* do dispositivo. O coordenador que estiver na mesma frequência da rede recebe o pedido, sendo aceito quando o botão *right* do mesmo for pressionado. Os pacotes de dados são recebidos pelo *Coordinator*.

A primeira implementação teve como objetivo armazenar os dados da rede caso houvesse uma interrupção de energia. Para tornar possível essa funcionalidade, a diretiva de pré-processamento da biblioteca Z-Stack, chamada *NV\_RESTORE*, foi adicionada em todas as plataformas conectadas na rede, sendo a responsável por preservar parâmetros da rede na memória não volátil do dispositivo.

Ao implementar a *NV\_RESTORE*, houve um teste para desconectar apenas o *End Device* da rede. O objetivo foi conectar o dispositivo com um *Coordinator* e observar se a conexão era restabelecida quando o *End Device* fosse conectado novamente na fonte de energia. A partir disso, a alimentação do módulo com a função *Coordinator* foi interrompida, anotando-se o endereço de rede.

Após os dados de rede serem armazenados na memória não volátil, o próximo desafio consistiu na remoção segura de um dispositivo da rede. Desta forma, a função *NLME\_LeaveReq()*, da biblioteca Z-Stack, foi adicionada ao código e chamada quando o botão *left* da placa fosse pressionado. Para tanto, um dispositivo *End Device* ingressou na rede criada pelo *Coordinator* e ambos começaram a trocar pacotes. Ao pressionar o botão *left*, esperava-se que o dispositivo se retirasse da rede de forma segura.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao usar a função *NLME\_LeaveReq()*, da biblioteca Z-Stack, um parâmetro é passado à função, contendo as configurações de rede. Ao zerar essas configurações no código e a função ser chamada, foi possível observar que o dispositivo desconectou-se da rede em que estava inserida. No entanto, há um dentre os parâmetros de configuração de rede chamado *Rejoin*, que deve possuir o valor 1 para que esse dispositivo ingresse futuramente em alguma rede. Caso esse valor seja 0, não será mais possível que, enquanto ligado, o dispositivo se conecte em outra rede.

A implementação de desconexão de um dispositivo de uma rede trouxe o benefício de que, ao sair da rede, o módulo, que antes necessitava ser reinicializado, mantém dados e processamentos intactos, tornando nulas somente as configurações de sua rede. De acordo com Ref. [3], a existência de uma plataforma de apoio que permita a qualquer perfil de usuário desenvolver de uma forma fácil e rápida suas ideias torna-se um produto com grande potencial no mercado tecnológico.

Para a validação da implementação da diretiva *NV\_RESTORE*, o teste para desconectar apenas o *End Device* da rede obteve os resultados esperados. Ao anotar o endereço ID da rede e depois interromper a alimentação do módulo *Coordinator*, anotando-se o endereço de rede, o restabelecimento da energia mostrou que o dispositivo *End Device* retomou a conexão com o *Coordinator* automaticamente. Também, o coordenador da rede manteve o mesmo endereço ID da rede, sem perder os dispositivos conectados a ele.

Considerando uma comunicação confiável, a implementação de armazenamento de dados em memória não volátil é de extrema importância, mantendo a integridade dos dados e permitindo a reinicialização do dispositivo sem a perda da estrutura da rede. Ao deixar a rede, o módulo, que antes necessitava ser

reprogramado, mantém os dados e as configurações da rede salvas em memória, fazendo com que o mesmo conecte-se automaticamente na rede ao restabelecer a alimentação.

Também, essa implementação permite que o usuário defina um endereço para a rede no *Coordinator*. Ao criar a rede, os dispositivos ingressantes nela irão gravar o endereço dessa rede. Posto isso, em conexões futuras, um dispositivo ingressante somente irá se conectar na rede criada se ele possuir o endereço dessa rede gravado em memória. Sendo assim, os dispositivos saberão seu papel na rede e irão conectar-se uns aos outros automaticamente.

Com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se afirmar que a plataforma construída possibilita o desenvolvimento de aplicações nas mais diversas áreas, tais como uma rede de sensores sem fio (RSSF), que pode ser utilizada como fonte de informações em sistemas de tomada de decisão para aplicação de defensivos agrícolas. Por meio de sensores, cada nodo faz a coleta de dados, como temperatura ambiente e umidade, e envia essas informações periodicamente a um servidor, para que possam ser tratadas. Segundo Patrick [4], o envio e a recepção dos dados são descentralizados, sendo que qualquer nodo da rede pode assumir o papel de roteador. Com a interpretação dos dados coletados na RSSF, pode-se decidir pela aplicação ou não de defensivos agrícolas, podendo, com isso, evitar o uso desnecessário desse tipo de material ou sinalizar a necessidade de uso, auxiliando no combate a doenças.

#### 4. Autorizações/Reconhecimento

Os autores são responsáveis por garantir o direito de publicar todo o conteúdo de seu trabalho.

#### Agradecimentos

Ao CNPq, a Embrapa e a Universidade de Passo Fundo.

#### 5. REFERÊNCIAS

- [1] SALOMÃO, A. “Desenvolvimento de um módulo Zigbee para o monitoramento Remoto do Consumo de Água em Instalações Prediais Aeroportuárias”, Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA, São José dos Campos, SP, Brasil, 2009.
- [2] SANTOS, E. L. F. dos. “A IEEE 802.15.4 como plataforma de comunicação de dados”, Revista Ilha Digital, Florianópolis, v. 4, 2013, p. 97–105.
- [3] DALLAGASPERINA, Renato Weiller. “Uma Plataforma de Apoio ao Desenvolvimento de Redes Sem Fio Utilizando Protocolo Zigbee”, Universidade de Passo Fundo – UPF, Passo Fundo, 2017.
- [4] LAZZAROTTO, P. “Algoritmos de Roteamento Hierárquicos em Redes de Sensores Sem Fio Utilizando Algoritmos Evolutivos para Determinação de Cluster-Head’s” Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil, 2008.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível concluir que os dispositivos desenvolvidos apresentam baixo custo, baixo consumo de energia e confiabilidade na transmissão de dados sem fio, além da possibilidade de personalização do *firmware*, possibilitando sua utilização como uma plataforma universal de apoio ao desenvolvimento de novas aplicações.