

## **ESTUDO DE UMA PLATAFORMA PARA DESENVOLVIMENTO DE REDES DE SENSORES SEM FIO UTILIZANDO INTEL® GALILEO**

NICOLAS BORGES DA SILVA<sup>1</sup>; EDUARDO FRANKLIN MODEL<sup>1</sup>, FELIPE MARQUES<sup>1</sup>,  
JÚLIO C. B. MATTOS<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Grupo de Arquiteturas e Circuitos Integrados - GACI  
Curso de Engenharia de Computação – CDTec - UFPel  
{nbdsilva, efmodel, felipem, julius}@inf.ufpel.edu.br*

### **1. INTRODUÇÃO**

O avanço da indústria de microeletrônica produziu o desenvolvimento de circuitos em um único chip contendo diferentes sensores, capacidade de processamento e também de comunicação oportunizou a criação das Redes de Sensores Sem Fio (RSSF). As RSSFs tem uma ampla variedade de aplicações com o objetivo de realizar o monitoramento de locais a distância.

Estas redes podem ser empregadas nas mais diversas aplicações como: meio-ambiente para monitorar variáveis ambientais em locais como florestas, desertos, oceanos e vulcões ou também para monitoramento agrícola; monitoramento de tráfego em vias urbanas ou rodovias; segurança de locais como condomínios, complexos industriais e até cidades; uso militar para monitoramento de áreas em conflito entre outras (LOUREIRO, 2003).

As Redes de Sensores Sem Fio normalmente possuem um grande número de nodos distribuídos que possui restrições de processamento e energia e devem apresentar mecanismos de autoconfiguração e adaptação devido a problemas como perdas de comunicação e perda de nodos (LOUREIRO, 2003). Estas redes também tendem a ser autônomas e requerem cooperação para executar determinadas tarefas. Como exemplo, podemos utilizar o monitoramento de umidade, incidência solar, entre outras variáveis adquiridas por uma variedade de sensores em uma grande área de produção agrícola, que devido a necessidade de baixo consumo os nodos não possuem capacidade de transmissão desta informação diretamente para o controle central e devem utilizar outros nodos para envio da informação até a central.

Além disso, para a RSSF ser eficiente ela deve ser confiável, ou seja, os dados não podem ser modificados sem a intenção do usuário, com o maior alcance possível com menor custo não ocorrendo o enfraquecimento do sinal a ponto de ocorrer perda de dados ou impossibilitar a comunicação entre os módulos, ser segura e consumir pouca energia. Também deve-se levar em consideração o custo dos componentes, não só da central de gerenciamento, mas também dos nodos com os sensores, pois devemos lembrar que redes de sensores sem fio tendem a ter uma grande quantidade de nodos para cobrir uma grande área (PEREIRA, 2003).

Visando essas características, esse trabalho propõe o estudo e uso da plataforma Intel® Galileo (INTEL, 2014) e módulos RF (Rádio Frequência) para a comunicação entre os nodos de uma Redes de Sensores Sem Fio. Como resultado espera-se obter uma plataforma para o desenvolvimento de protótipos de aplicações com um rápido tempo de projeto.

## 2. METODOLOGIA

Inicialmente foi realizado estudos e experimentos fora do escopo do trabalho, com o objetivo de familiarizar-se com a placa Intel® Galileo (INTEL, 2014). Foi estudado o fluxo de desenvolvimento como também as opções de comunicação da placa.

A placa Intel® Galileo é uma placa de circuito eletrônico usada para auxiliar no desenvolvimento de aplicações lendo informações do mundo físico, processando e então reagindo no mundo físico conforme a decisão tomada e, se conectada a uma rede, pode também se comunicar com outros dispositivos como servidores web (RICHARDISON, 2014). A placa é baseada em um processador Intel® Quark SoC X1000, é um sistema 32-bit e com sistema integrado em chip (SoC – *System on Chip*) e possui 14 pinos digitais (0 a 13), 6 pinos analógicos (0 a 5), um conector de alimentação, um conector ICSP e dois pinos porta UART, além disso é compatível, tanto em hardware como software, com Arduino (INTEL, 2014). A Figura 1 apresenta a placa Intel® Galileo.

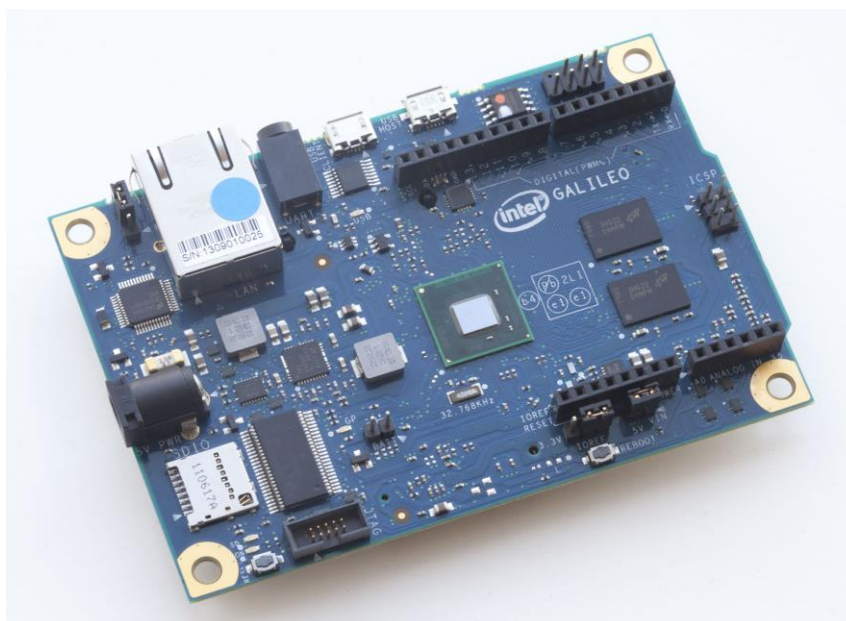


Figura 1: Placa Intel® Galileo.

Após a experimentação e uso da placa Intel® Galileo, o passo seguinte foi pesquisar os elementos de comunicação para uso nos nodos onde estarão os sensores e a placa Intel® Galileo. O objetivo foi selecionar um hardware que apresentasse um bom alcance, a baixo custo e que consumisse pouca energia.

Ao fim desta etapa foi selecionado os módulos RF (Rádio Frequência) modelo MX-FS-03V com frequência de 433 Mhz, com alcance entre 20m a 200m, caso o ambiente não tenha obstáculos, dependendo da tensão aplicada (faixa de operação do transmissor é de 5-12 volts e do receptor é de 5 volts), com modo de operação AM (modulação em amplitude), taxa de transferência de 4KBytes/s e potência de transmissão de 10mWatts e o envio de dados ocorre de forma sequencial, um bit por envio. Mesmo que transmissão seja lenta, é uma escolha viável para a aplicação em grande quantidade. A Figura 2 apresenta os módulos RF (transmissor e receptor) selecionados.

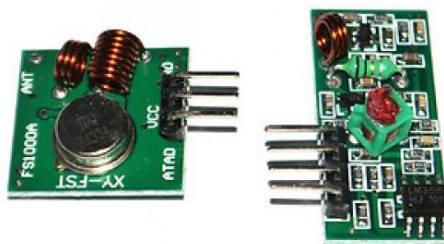


Figura 2: Módulos RF (transmissor e receptor respectivamente).

Com a definição do hardware de comunicação, foi definido como seria feita a comunicação em software, nível de segurança, frequência de verificação de eventos, como efetuar a localização dos nodos vizinhos, se a rede deve aceitar novos nodos (rede dinâmica ou estática), se deverá ser criado clusters internos, topologia da rede, tratamento de erros, se devem possuir um pré-processamento dos dados nos nodos ou eles servirão somente para repassar as informações obtidas pelos sensores, entre outros casos.

Na fase inicial desta etapa, foi implementada uma comunicação via RF com os módulos adquiridos, primeiramente foi utilizado os comandos serial que realiza o envio e a recepção de dados através de pinos padrões pré-determinados (TX e RX) pelo sistema nativo da placa, mas não acontecia a comunicação entre as placas. Após várias tentativas sem sucesso, optamos por buscar alguma biblioteca existente utilizada em comunicações sem fio, encontramos duas: a biblioteca VirtualWire que sua funcionalidade consiste na simulação de uma conexão cabeada virtualmente entre os módulos de transmissão e recepção (AIRSPACE, 2012), e a biblioteca RCSwitch utilizada na comunicação entre controles remotos e dispositivos devido sua simplicidade e baixo custo (GITHUB, 2012) (não encontramos situações em que as bibliotecas foram utilizadas em uma placa Intel® Galileo, somente em Arduinos UNO e Arduinos MEGA). Não obtivemos sucesso com nenhuma delas: com a biblioteca VirtualWire ocorreu erros na compilação relacionados com a compatibilidade com a arquitetura do processador da placa Intel® Galileo e com a biblioteca RCSwitch não ocorria a comunicação.

No momento, estamos em busca de novas opções para realizar a comunicação utilizando os módulos RF ou adaptação das bibliotecas já existentes e assim realizar a comunicação através dos módulos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido as dificuldades encontradas na implementação da comunicação entre os módulos, ainda não foi possível realizar a comunicação utilizando RF. Contudo já foi realizado o estudo da plataforma Intel® Galileo e também dos módulos RF e os problemas advindos das bibliotecas são devido da compatibilidade com a plataforma Arduino que poderão ser resolvidos pela

adaptação das bibliotecas e/ou uso de outras alternativas já que o trabalho encontra-se em pleno desenvolvimento.

#### 4. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou o estudo e uso da plataforma Intel® Galileo para uso em nodos de uma Rede de Sensores Sem Fio. Pretende-se realizar a comunicação entre os nodos através de módulos RF (Rádio Frequência) que ainda encontra-se em desenvolvimento. Como resultado espera-se obter uma plataforma para o desenvolvimento de protótipos de aplicações com um rápido tempo de projeto.

Por fim, como trabalhos futuros pretende-se desenvolver um cenário de aplicação de redes de sensores em fio com um conjunto de várias placas Intel® Galileo, onde cada uma opera como um nodo, comunicando-se através de RF. A partir deste cenário deverão ser estudados o protocolo de rede como, por exemplo, topologia de rede, tratamento de erros, entre outros (LUZ, 2004).

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRSPACE. **VIRTUALWIRE**. 07 fev. 2012. Acessado em 27 jul. 2015. Online. Disponível em: <http://www.airspayce.com/mikem/arduino/VirtualWire/index.html>.

GITHUB. **RCSwitch**. 12 ago. 2012. Acessado em 27 jul. 2015. Online. Disponível em: <https://github.com/r10r/rcswitch-pi>.

INTEL. **Galileo Datasheet**. 14 dez. 2014. Acessado em 27 jul. 2015. Online. Disponível em: [http://download.intel.com/support/galileo/sb/galileo\\_datasheet\\_329681\\_003.pdf](http://download.intel.com/support/galileo/sb/galileo_datasheet_329681_003.pdf).

LOUREIRO, A. A. F., NOGUEIRA, J. M. S., RUIZ, L. B., MINI, R. A. F., NAKAMURA, E. F., FIGUEIREDO, C. M. S. Redes de Sensores Sem Fio. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES**, Natal, RN, 2003.

LUZ, G. D. **Roteamento em Redes de Sensores**. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Computação Móvel, Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo.

PEREIRA, M. R., AMORIM, C. L., CASTRO, M. C. S. Tutorial Sobre Redes de Sensores. **Cadernos do IME: Série Informática**, Rio de Janeiro, v.14, n.1, p.39 – p.53, 2003.

RICHARDISON, M, **MAKE: Getting Started With Intel Galileo**. United States of America: Maker Media, 2014.