



Universidade Federal
de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

NEWTON SÁVIO SOUZA MARQUES DA FONSÊCA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

EMPRESA: SPECTRUM CIRCUITOS ELETRÔNICOS LTDA.

Campina Grande, Paraíba
Fevereiro de 2014

NEWTON SÁVIO SOUZA MARQUES DA FONSÊCA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Trabalho de Estagio Supervisionado submetido
à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica
da Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Redes de Sensores sem Fio

Orientador:

Professor Raimundo Carlos Silvério Freire, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba
Fevereiro de 2014

NEWTON SÁVIO SOUZA MARQUES DA FONSÊCA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Rede de Sensores sem Fio

Aprovado em / /

Professor Avaliador
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Raimundo Carlos Silvério Freire, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho aos meus pais, minha irmã e minha namorada, por toda paciência, compreensão e a credibilidade sempre atribuídas à mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por me dar forças e luz para sempre aceitar os desafios e superar os obstáculos que me foram oferecidos durante toda minha trajetória, pois sem sua benção eu nada seria.

Agradeço aos meus pais e minha irmã, que sempre depositaram confiança em meu potencial, me apoiando da melhor maneira que puderam. Tenho certeza que a força que tive durante muitas noites de estudos, tinham o objetivo de corresponder todo esse afeto e dedicação que me foram fornecidos. Agradeço ainda à minha namorada, por todo apoio e compreensão nos momentos difíceis que enfrentei.

Agradeço a Spectrum Circuitos Eletrônicos pela oportunidade de estágio, e a seus integrantes, pela constante dedicação para que os trabalhos que foram realizados obtivessem sucesso.

Agradeço aos meus mestres, pela formação que me foi proporcionada, em especial ao Prof. Raimundo Freire, por todo apoio e orientação durante a graduação.

“O único lugar onde o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário”

Albert Einstein.

RESUMO

Este trabalho relata as atividades de estágio de Newton Sávio Souza Marques da Fonsêca, na empresa Spectrum Circuitos Eletrônicos LTDA. durante o período de 04 de Novembro de 2013 à 31 de Janeiro de 2014. Inicialmente foi analisado o problema da implementação de uma rede de sensores sem fio (RSSF) para ser aplicada à um processo de automatização de rega em um sistema de irrigação por gotejamento. Em seguida, foi proposto uma topologia de RSSF adequada à execução do projeto e especificados os componentes e dispositivos eletrônicos para realizar a tarefa, levando em conta custo e benefício. Por fim, foram projetados e fabricadas placas com circuitos eletrônicos que desenvolveram a tarefa desejada de forma satisfatória. Nessas condições, o estágio promoveu o amadurecimento técnico do graduando agregando experiência e preenchendo as lacunas deixadas pela universidade, no âmbito profissional.

Palavras-chave: Estágio supervisionado, Redes de sensores sem fio, Instrumentação eletrônica, Metrologia, Irrigação inteligente.

ABSTRACT

This report aims to describe the internship activities of Newton Sávio Souza Marques da Fonsêca, in the Spectrum Circuitos Eletrônicos LTDA. Company, during 4th November of 2013 until 31th January of 2014. First, it was analyzed the implementation problem of a wireless sensor network (WSN) to be applied to an automated drip irrigation process. Next, it was proposed a WSN topology suitable for the project and was specified the devices and components to perform the task. Finally, were designed and manufactured electronic circuit boards that performed the job in a satisfactory way. In these conditions, the internship provided the technical personal maturity, adding experience and filling gaps left by the university to the graduating, in the professional scope.

Keywords: Supervised internship, Wireless sensor networks, Electronic Instrumentation, Smart Irrigation.

SUMÁRIO

Agradecimentos	v
Resumo	viii
Abstract	ix
Sumário	x
1 Introdução.....	11
1.1 A Empresa.....	11
2 Tarefa Proposta.....	12
3 Materiais e Métodos	14
3.1 Microcontrolador PIC18F452	15
3.2 Módulo Xbee-Pro <i>Series 2</i>	16
3.3 Sensor de umidade do solo Octopus	18
3.4 Válvula Solenoide	20
4 Resultados	21
4.1 EDUM.....	21
4.2 BATUM.....	22
4.3 COUM	23
4.4 Teste do Sistema	24
5 Conclusão	28
Bibliografia.....	30

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como intuito descrever as atividades realizadas no âmbito profissional durante o Estágio Supervisionado, como parte indispensável para a formação acadêmica do Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

O Estágio Supervisionado é considerado uma disciplina obrigatória, fazendo parte da estrutura curricular do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, que no seu entendimento como instituição de ensino superior, reconhece o estágio, conduzindo a partir de um plano de atividades criteriosamente definidas, como conciliador entre prática e teoria com vistas à formação do futuro engenheiro eletricitista.

O estágio foi realizado durante o período de 04 de Novembro de 2013 a 31 de Janeiro de 2014, na empresa Spectrum Circuitos Eletrônicos LTDA., com carga horária de 280 horas e atendendo os requisitos previstos na Resolução N° 01/2012 do Colegiado do Curso de Graduação de Engenharia Elétrica e em consonância com a Lei do Estágio (Lei N° 11.788/2008).

A empresa concedente elabora projetos na área de eletrônica em áreas diversificadas, além de prestar consultoria para projetos externos. Visto isso, foi solicitado pela empresa que o estagiário desenvolvesse uma solução para automatizar o processo de rega em culturas com irrigação por gotejamento, utilizando sensores para controlar o nível de umidade do solo. Foi solicitado ainda, que toda a comunicação dos sensores e atuadores fosse feita sem fio.

1.1 A EMPRESA

A empresa Spectrum Circuitos Eletrônicos LTDA está situada na Rua Emiliano Rosendo Silva, 115, Sala 42, no bairro Bodocongó, na cidade de Campina Grande, Paraíba. A empresa conta com uma equipe técnica constituída por físicos, engenheiros eletricitistas, consultores técnicos, projetistas e técnicos em eletrônica, além de uma equipe administrativa atuando em conjunto para excelência dos serviços prestados.

Desde a sua concepção o núcleo de projeto da empresa vem atuando na área de projetos de sensores, sistemas de sensoriamento remoto, sistemas microcontrolados, interface de circuitos, além de fabricação de placas de circuitos impressos. Durante este tempo, a empresa vem ganhando investimentos de instituições governamentais como a Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ), e recentemente tendo sido aprovada para obtenção de fundos do projeto TECNOVA, projeto da Financiadora de Estudos e Projeto (FINDEP) que visa criar condições financeiras favoráveis e apoiar a pesquisa e inovação.

A empresa concedente oferece serviços de projeto e manufatura de placas de circuito impresso em pequena e larga escala. A empresa ainda atua com soluções para projetos eletrônicos analógicos e digitais como:

- Desenvolvimento de esquemáticos;
- Simulações de circuitos eletrônicos;
- Suporte à escolas de nível médio e técnico;
- Projetos eletrônicos customizados;
- Suporte a hobistas.

2 TAREFA PROPOSTA

Um dos principais princípios da economia verde é produzir mais consumindo menos recursos naturais. A irrigação de culturas agrícolas por gotejamento é uma tecnologia que usa menos água – e também menos fertilizantes – do que o sistema convencional. Ao contrário desta última, que molha toda a planta e seu entorno, a irrigação por gotejamento coloca água diretamente na região da raiz das plantas, utilizando um sistema de tubos, válvulas e gotejadoras. Desta forma, não há desperdício de água, já que as plantas recebem apenas o necessário para que se desenvolvam.



FIGURA 1. IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

Segundo o relatório da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, em um mundo onde cerca de 70% da água é consumida na agricultura e mais de 700 milhões de pessoas tem acesso restrito a esse recurso natural, todo o uso inteligente é bem-vindo e mais do que necessário.

Além da economia proporcionada pelo uso controlado, a irrigação por gotejamento também promove outros benefícios, a exemplo do aumento da produção agrícola. Implantado em um projeto da Organização das Nações Unidas para alimentação e Agricultura, em Cabo Verde, o sistema de irrigação por gotejamento multiplicou por cerca de três vezes a produção de horticultura da ilha em um período de oito anos.

Atualmente, há diferentes sistemas, todos com o mesmo princípio, mas cada um com suas especificidades que levam em conta as características do terreno em que ele será utilizado: topografia, solo, água, culturas e condições climáticas.

A necessidade da empresa era desenvolver um protótipo, que posteriormente pudesse ser evoluído à um produto comercial de um sistema de irrigação por gotejamento, no qual fosse possível acionar os dispositivos gotejadores remotamente (sem fio) por equipamentos que medissem constantemente o nível de umidade do solo. Ainda, foi requisitado que fosse desenvolvido um dispositivo de interface no qual o usuário pudesse determinar alguns parâmetros do sistema como: umidade desejada e tempo de rega, além de visualizar informações inerentes ao sistema como: módulos atuadores conectados, umidade e informações da rede sem fio. O diagrama desse sistema é demonstrado por meio da Figura 2.

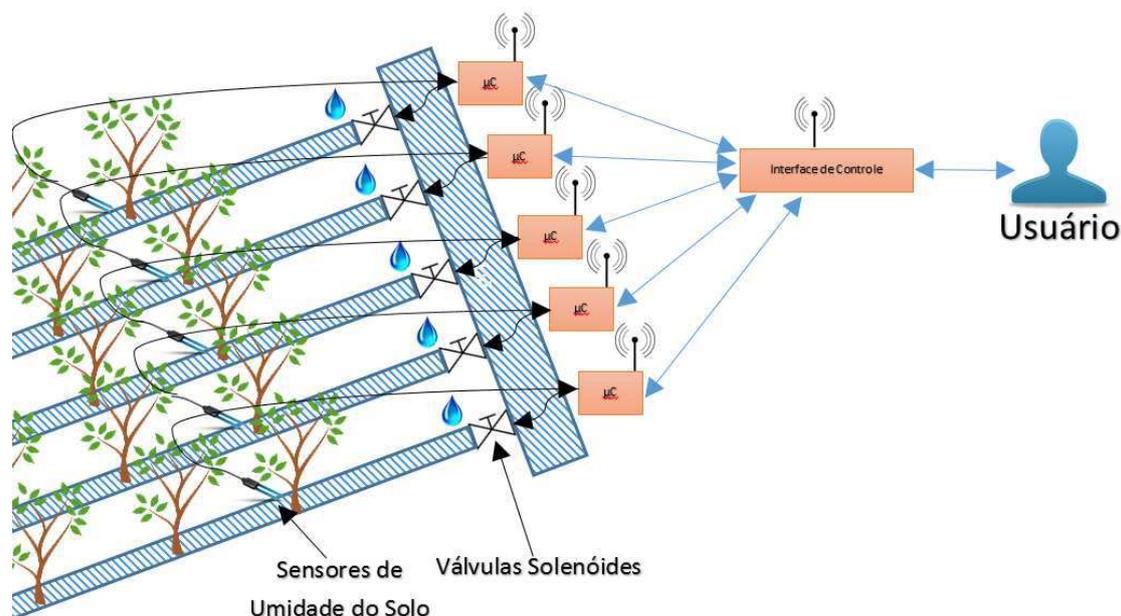


FIGURA 2. SISTEMA DE IRRIGAÇÃO INTELIGENTE

O diagrama da Figura 2 demonstra os dispositivos atuando no sistema desenvolvido. O processo de atuação das válvulas solenoides é implementado com um sistema embarcado composto de um microcontrolador e um transceptor sem fio. Estes dispositivos ainda são responsáveis pela leitura dos valores de umidade do solo para que possam ser posteriormente enviados para o usuário, por meio de um dispositivo de interface, este, devendo fornecer informações sobre a rede de sensores, além de permitir que o usuário controle determinados parâmetros do sistema.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema de irrigação inteligente por gotejamento foi projetado em dois módulos separados: o coordenador, que é a unidade responsável por realizar o controle da rede, definir os parâmetros do sistema e servir de *interface* com o usuário; e o dispositivo final, que é a unidade responsável por receber os dados do coordenador, atuar os dispositivos responsáveis pela rega, além de reportar constantemente o valor de umidade do solo no ponto em que se localiza.

Foram levados em conta o custo e o benefício, aspectos relativos à praticidade e a eficácia do sistema para realizar a tarefa, como critérios para definir os dispositivos a serem utilizados. O sensor de umidade do solo, fabricado pela Octopus Electronics®, foi escolhido por seu baixo custo e facilidade de implementação. Como unidade de

processamento, foi utilizado o microcontrolador PIC18F452, fabricado pela Microchip®, tanto pelo baixo custo quanto pela facilidade de implementação. Como transceptor sem fio, foi utilizado o módulo Xbee-Pro *Series 2*, fabricado pela Maxstream®, que implementa o protocolo ZigBee. Por fim, foi escolhida o tipo de válvula para acionar os comandos de rega, cujas características serão abordadas no decorrer deste trabalho.

3.1 MICROCONTROLADOR PIC18F452

Para a realização deste projeto de estágio, foi escolhido como unidade de processamento no dispositivo coordenador o microcontrolador PIC18F452 devido as qualidades e funções que este possui, como: baixo custo de aquisição, grande disponibilidade no mercado e facilidade de utilização. Suas características funcionais principais são: porta serial, conversor analógico digital, portas digitais, memória de programação de 32 KB, interrupções e *timers*.

O PIC18F452 é um dispositivo de 40 pinos, 18 fontes de interrupção, 5 portas de comunicação, 4 *timers*, 2 módulos geradores de sinais PWM e um *set* de instruções de 75 palavras. Estas características são especificadas na Tabela 1.

TABELA 1. ESPECIFICAÇÕES DO PIC18F452

Frequência de operação	Até 40 MHz (10 MIPS)
Memória de programa	32 KB
Memória de dados EEPROM	256 bytes
Fontes de interrupção	18
Portas I/O	5
Timers	4
Módulos PWM	2
Comunicação serial	MSSP, USART
Comunicação paralela	1 PSP
Módulo ADC	1 módulo, 8 canais, 10 bits
Set de instruções	75 instruções
Pinos	40

Quanto as características elétricas, pode-se destacar a faixa de operação da tensão de alimentação, 2-5,5V, e seu baixo consumo de energia:

- < 1,6 mA típico com uso à 5V, 4 MHz;
- 25 μ A típico com uso à 3V, 32 kHz;
- < 0,2 μ A típico no modo *stand-by*.

O encapsulamento utilizado foi o TQFP (*quad flat package*), SMD, devido à disponibilidade no estoque da empresa. O diagrama de pinos do microcontrolador utilizado é exposto na Figura 3(A), assim como a foto do componente real é exibido na Figura 3(B).

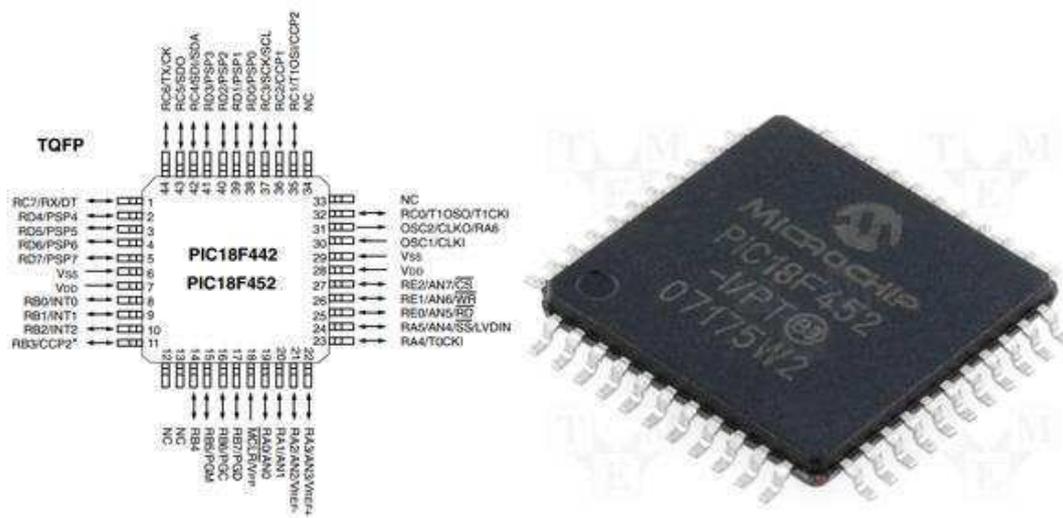


FIGURA 3. (A) DIAGRAMA DE PINOS E (B) FOTO REAL DO PIC18F452

Diante estas características, o PIC18F452 demonstra ser uma escolha viável para o projeto, pois supre as necessidades de comunicação serial, para interagir com o ZigBee, além do conversor analógico-digital, para medir o sinal do sensor de umidade do solo.

3.2 MÓDULO XBEE-PRO SERIES 2

Os módulos Xbee-Pro Series 2, são transceptores sem fio, fabricados pela Digi International®, que foram projetados para implementar o protocolo ZigBee e apresentar

uma solução para projetos de baixo fluxo de dados e baixo consumo para redes de sensores sem fio. Este dispositivo é ilustrado pela Figura 4.



FIGURA 4. MÓDULOS XBEE-PRO SERIES 2.

Os modelos ilustrados pela Figura 4 influenciam na distância máxima de comunicação do dispositivo, a potência consumida, as opções de configuração, entre outros fatores. Como exemplo, pode-se citar o Xbee *Series 2* que possui uma distância máxima de comunicação de 120 metros, e o Xbee-PRO *Series 2* que pode transmitir até 1600 metros em campo aberto. Estes módulos são interconectáveis e, por isso, podem ser utilizados em uma mesma rede sem-fio denominada ZNET.

A Tabela 2 apresenta as características deste módulo transceptor.

TABELA 2. CARACTERÍSTICAS DO XBEE-PRO SERIES 2.

Característica	Parâmetro
Potência de transmissão	50mW
Sensibilidade de recepção	102dBm
Alcance em ambientes internos	120m
Alcance máximo em ambientes externos	1,6 Km
Tensão de alimentação	3,0-3,6V
Corrente máxima de consumo	295 mA
Corrente em modo <i>sleep</i>	<10 μ A
Conversor A/D	4 canais multiplexados (10 bits)

Esta tecnologia de comunicação sem fio permite a implementação relativamente rápida e com baixo consumo de energia de uma rede de sensores sem fio, podendo-se utilizar diversas topologias para isso (árvore, estrela e malha).

Os módulos Xbee suportam dois modos de operação, AT e API. No modo AT, os módulos se comunicam simulando um fio, no qual uma conexão serial (Tx e Rx) é

efetuada. O modo API é um protocolo mais complexo que apresenta vantagens em relação ao controle da rede, reconhecimento de destino de pacotes de dados recebidos, além de controle de erro de dados.

Visto isso, foram utilizados módulos Xbee Pro Series 2 como transceptores de dados sem fio, todos configurados no modo API.

3.3 SENSOR DE UMIDADE DO SOLO OCTOPUS

O sensor resistivo de umidade do solo Octopus é um dispositivo de baixo custo, baixo consumo, que consiste em duas sondas, as quais são submetidas a uma diferença de potencial fixa, permitindo calcular a resistência do meio, no caso o solo. Quanto mais água estiver presente no solo, maior sua condutividade (menor resistência), enquanto quanto menos água estiver presente, menor sua condutividade (maior resistência). Este sensor é apresentado na Figura 5.

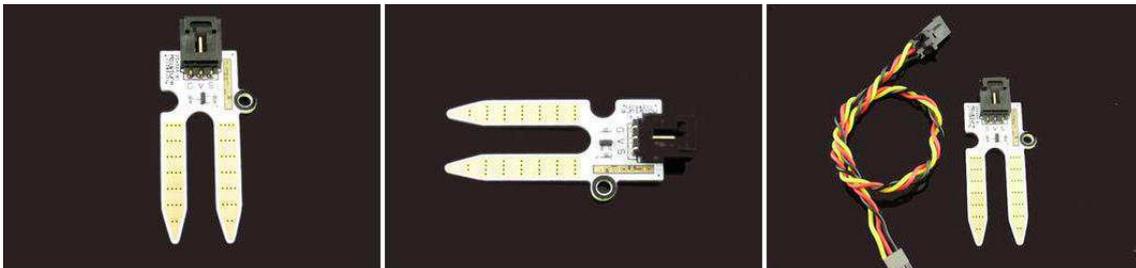


FIGURA 5. SENSOR DE UMIDADE DO SOLO OCTOPUS

As características elétricas deste sensor são apresentadas na Tabela 3.

TABELA 3. CARACTERÍSTICAS DO SENSOR DE UMIDADE DO SOLO OCTOPUS

Tensão de alimentação:	3,3 V ou 5V
Tensão de saída:	0 a 4,2V
Corrente de consumo:	35 mA

O esquema elétrico ainda é fornecido pelo fabricante, de acordo com a Figura 6.

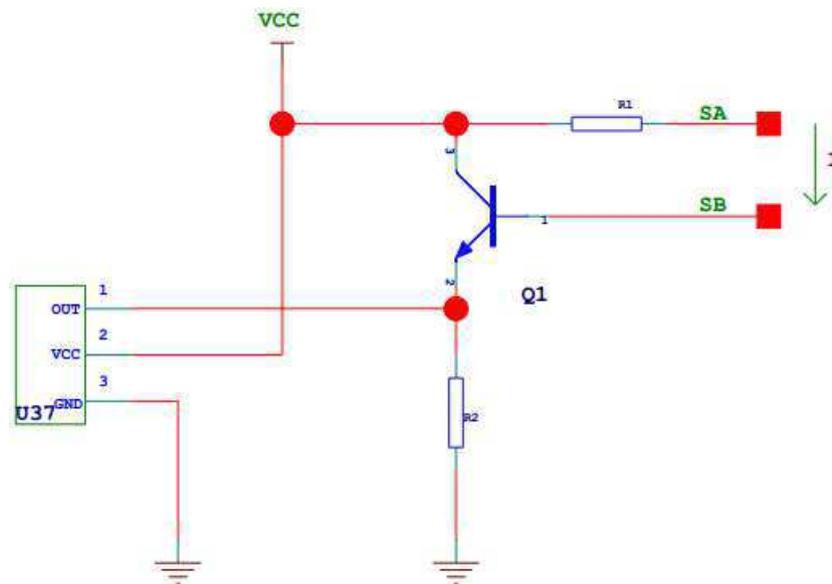


FIGURA 6. ESQUEMA ELÉTRICO DO SENSOR

Este sensor, devido ao seu baixo custo, tem pouca tecnologia empregada, gerando baixa exatidão em suas medidas, impossibilitando assim, aplicações que necessitem de medições mais confiáveis. Visto isso, o fabricante recomenda apenas para aplicações residenciais como urbanização e plantas de estimação. No momento do planejamento foram consultados sensores industriais consolidados nos mercados, porém os preços inviabilizaram o projeto. No futuro será trabalhada a questão da melhoria das medições e proposto um novo modelo de sensor de umidade do solo de baixo custo, totalmente projetado pela empresa.

Por hora, foram utilizados os critérios fornecidos pelo fabricante, nos quais são especificadas as respostas do sensor para as condições do solo seco, úmido e imerso em água. Estes valores são especificados na Tabela 4.

TABELA 4. CALIBRAÇÃO PADRÃO DO FABRICANTE

Situação do Solo	Resposta do Sensor (mV)
Seco	0 – 300
Úmido	300 – 700
Imerso em Água	700 – 950

3.4 VÁLVULA SOLENOIDE

As válvulas solenoides são nada mais que um registro (torneira) com acionamento automático através de um comando elétrico enviado por um controlador. Sua operação é simples: a bobina solenoide ao ser percorrida com uma corrente elétrica magnetiza um contato mecânico que abre ou fecha a válvula, permitindo ou não a passagem da água.

No sistema desenvolvido, elas são responsáveis pela setorização do sistema de irrigação, permitindo a seleção da passagem da água em determinadas áreas desse sistema conforme a necessidade detectada.

A válvula solenoide utilizada neste projeto foi adquirida no site chinês Deal Extreme (www.dx.com), pois não foi encontrada no mercado de Campina Grande. O modelo da válvula solenoide utilizada é representado pela Figura 7.



FIGURA 7. VÁLVULA SOLENÓIDE UTILIZADA

A válvula solenoide utilizada apresenta uma resistência interna de 9Ω , tensão de operação de 3,6 V, pressão de trabalho de 0,2 – 1 Mpa, e suporta uma temperatura de até 80 °C. Todos esses parâmetros favoreceram sua escolha para o projeto, pois satisfaziam os requisitos no que diz respeito a sua situação de operação. Outro fator importante em sua escolha é que este dispositivo memoriza a posição da válvula, ou seja, se um pulso de 3,6 V, durante 30 ms, for aplicado em uma polaridade, ela fecha e se mantém fechada, e a recíproca é verdadeira para a situação de abertura, isto contribui para a economia de energia.

4 RESULTADOS

Como produto dos estudos e trabalhos realizados nesta atividade de estágio foram projetados e fabricados três placas com circuitos que desenvolveram a tarefa solicitada. As placas foram batizadas pelo time de desenvolvimento de COUM (Coordenador-Umididade), EDUM (*End Device*-Umididade) e BATUM (Bateria-Umididade). Nesta sessão serão descritos os circuitos desenvolvidos e os resultados obtidos.

4.1 EDUM

O circuito do EDUM implementa um dispositivo que realiza a leitura dos dados do sensor de umidade do solo e envia para a central de monitoração, o COUM, periodicamente a cada 1 minuto. Este circuito também é dotado do circuito integrado L293, que implementa uma ponte H, responsável pelo acionamento da válvula solenoide nos momentos da ativação ou corte da rega. O diagrama simplificado do circuito desenvolvido do EDUM é apresentado na Figura 8.

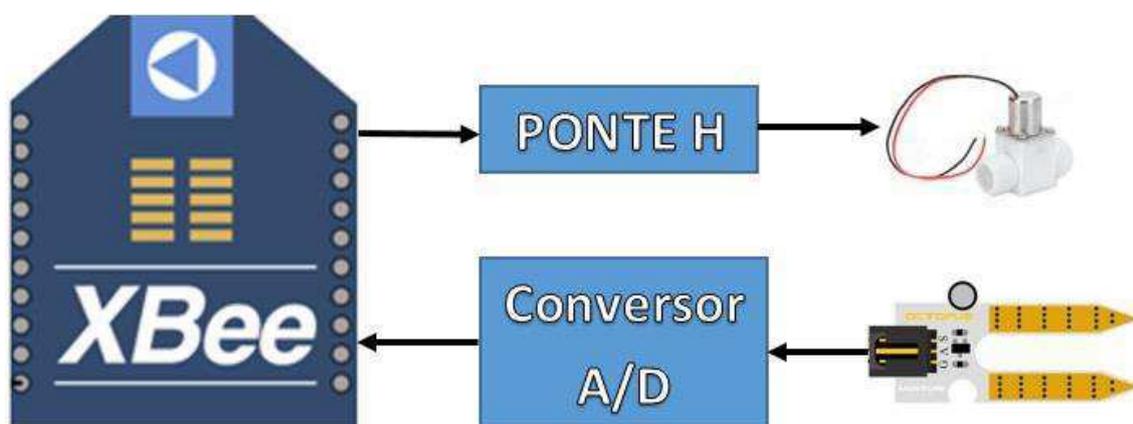


FIGURA 8. CIRCUITO DO EDUM

A placa desse circuito foi fabricada com o processo fotográfico disponibilizado pela empresa, e o acabamento (máscara de solda e *silk screen*) com processo serigráfico. O produto obtido após a fabricação é ilustrado pela Figura 9.

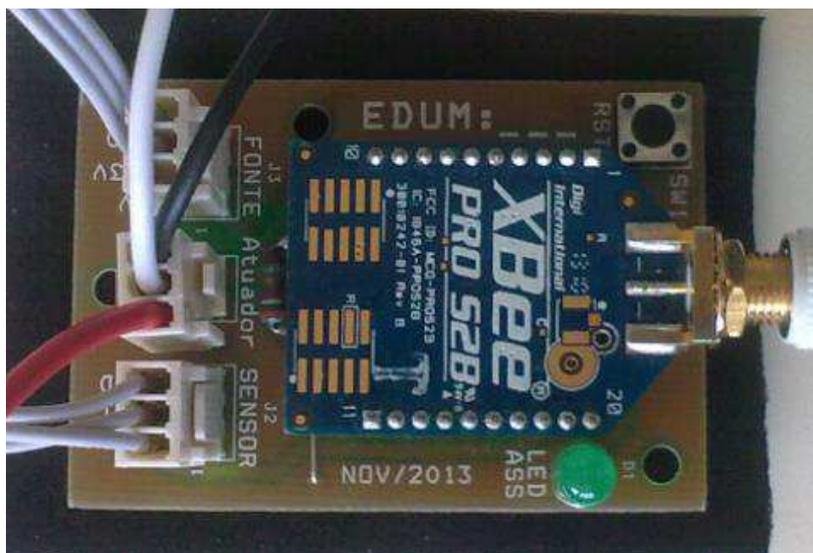


FIGURA 9. PLACA EDUM DESENVOLVIDA

4.2 BATUM

O circuito BATUM, consiste em um conjunto de três baterias de Li-ion de 3,7V cada, para a alimentação dos nós sensores, no caso as placas EDUM. O circuito presente na placa consiste em reguladores de tensão para dispor as tensões necessárias de operação do Xbee e do PIC e fusível de proteção. O circuito desenvolvido é ilustrado pela Figura 10.



FIGURA 10. PLACA BATUM DESENVOLVIDA

4.3 COUM

A placa COUM consiste em um circuito dotado de um microcontrolador PIC18F452, um módulo transceptor XBee-Pro *Series 2*, um *display* gráfico de 128 linhas por 64 colunas, um circuito integrado DS1302 (relógio) e botões para controle. O diagrama de blocos do circuito elétrico simplificado é exposto na Figura 11.

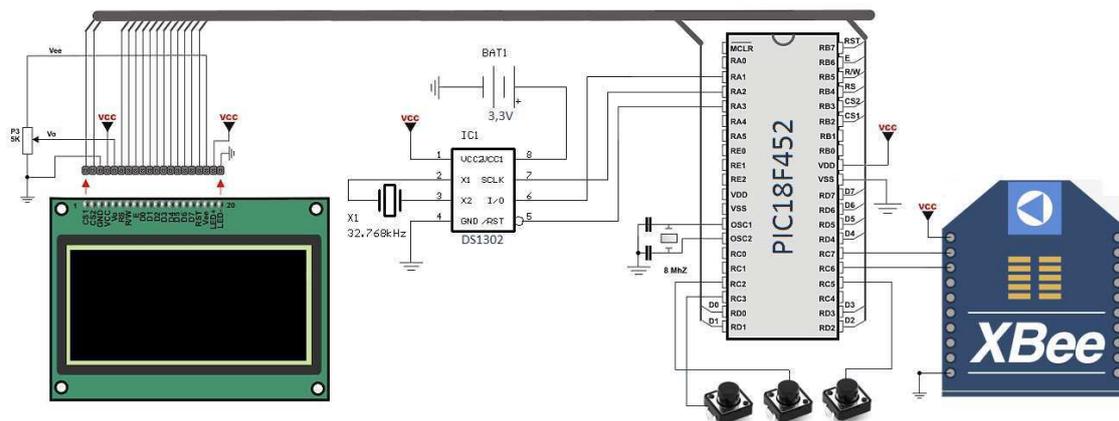


FIGURA 11. CIRCUITO ELÉTRICO SIMPLIFICADO DA PLACA COUM

A função principal desta placa é servir de concentrador para a rede de sensores, permitindo que o usuário visualize e controle alguns parâmetros inerentes ao sistema. O usuário pode rastrear a rede de *ZigBees* a qualquer momento e visualizar parâmetros como o endereço dos módulos conectados, valores medidos nos sensores de umidade e com isso, consultar em tempo real informações importantes do sistema.

O usuário tem a possibilidade de configurar parâmetros para que o sistema funcione no modo manual e automático. No modo manual é possível configurar horários de rega temporizada e duração de cada operação de rega e esses parâmetros devem servir de regra para que o COUM controle a rede da maneira que o usuário desejar. No modo automático, o usuário configura o nível de umidade do solo desejada e o COUM verifica constantemente os valores de umidade do solo em cada sensor conectado na rede, enviando comandos de abertura de válvula para dar início ao processo de rega quando necessário, de forma a rastrear o ponto de umidade que foi configurado pelo usuário.

A placa COUM foi desenvolvida com o auxílio dos técnicos da empresa, e fabricada com processo fotográfico e foi feito o acabamento com máscara de solda e *silkscreen*, esta placa é demonstrada na Figura 12.



FIGURA 12. PLACA COUM DESENVOLVIDA

4.4 TESTE DO SISTEMA

Os testes do sistema foram realizados nas dependências do laboratório da empresa. O sistema desenvolvido foi configurado para controlar o nível de umidade em dois jarros de plantas, com o intuito de validar o sistema. Sendo assim, foi instalado um sensor de umidade em cada jarro e disponibilizado um gotejador controlado por uma válvula solenoide em cada ponto de medição, de forma a monitorar e controlar o processo de rega de cada um independentemente. O arranjo experimental do sistema é apresentado nas Figura 13 e 14.

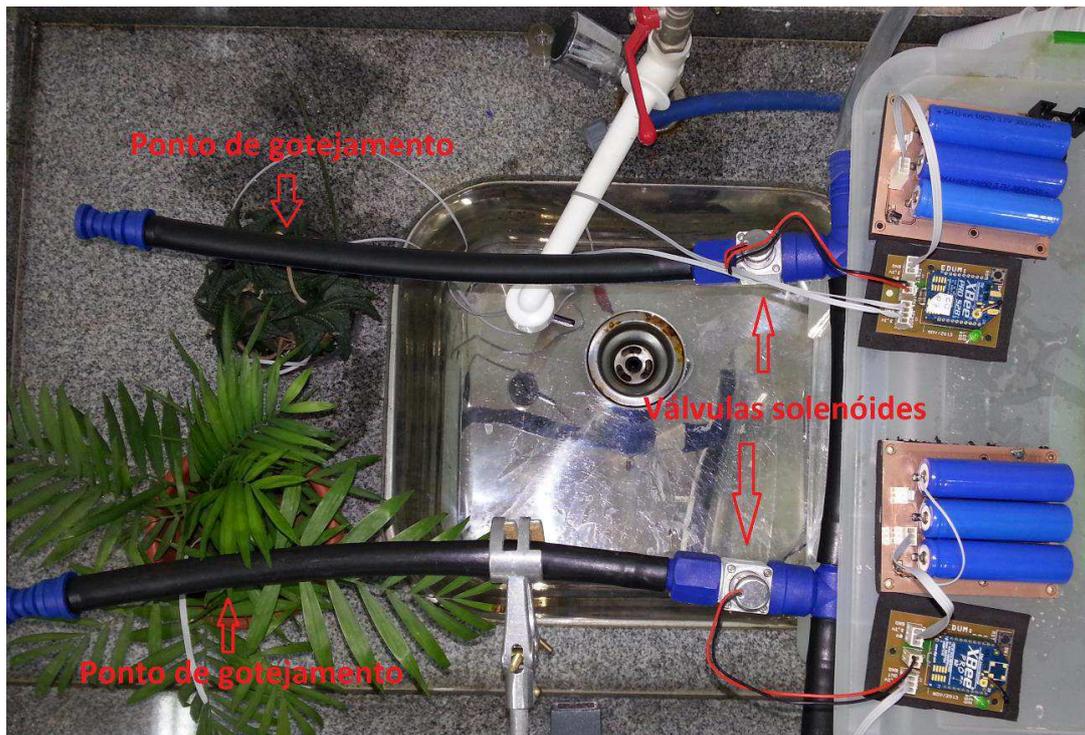


FIGURA 13. SISTEMA INSTALADO PARA TESTES.

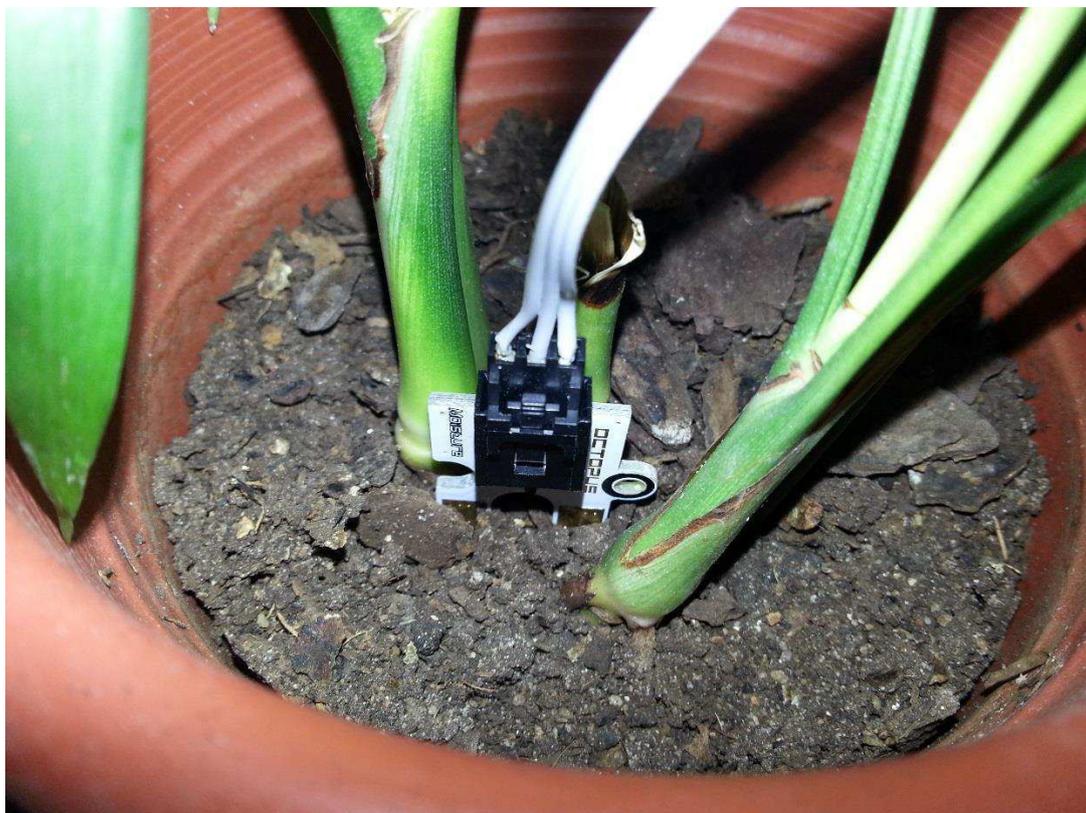


FIGURA 14. SENSOR DE UMIDADE DO SOLO INSTALADO

Uma vez instalados os nós sensores, foi configurado a placa da unidade coordenadora (COUM). Escolheu-se, arbitrariamente a título de experimento, que o valor da umidade do solo fosse controlada para 45%, de acordo com a Figura 15.



FIGURA 15. UMIDADE DO SOLO CONFIGURADA PARA 45%.

O próximo passo era fazer o rastreamento da rede, para que todos os módulos conectados fossem identificados pela unidade coordenadora. Após o envio do comando “Scan”, os nós sensores devem responder à unidade coordenadora se identificando para que possam iniciar o processo de envio dos dados da umidade, de acordo com a Figura 16.

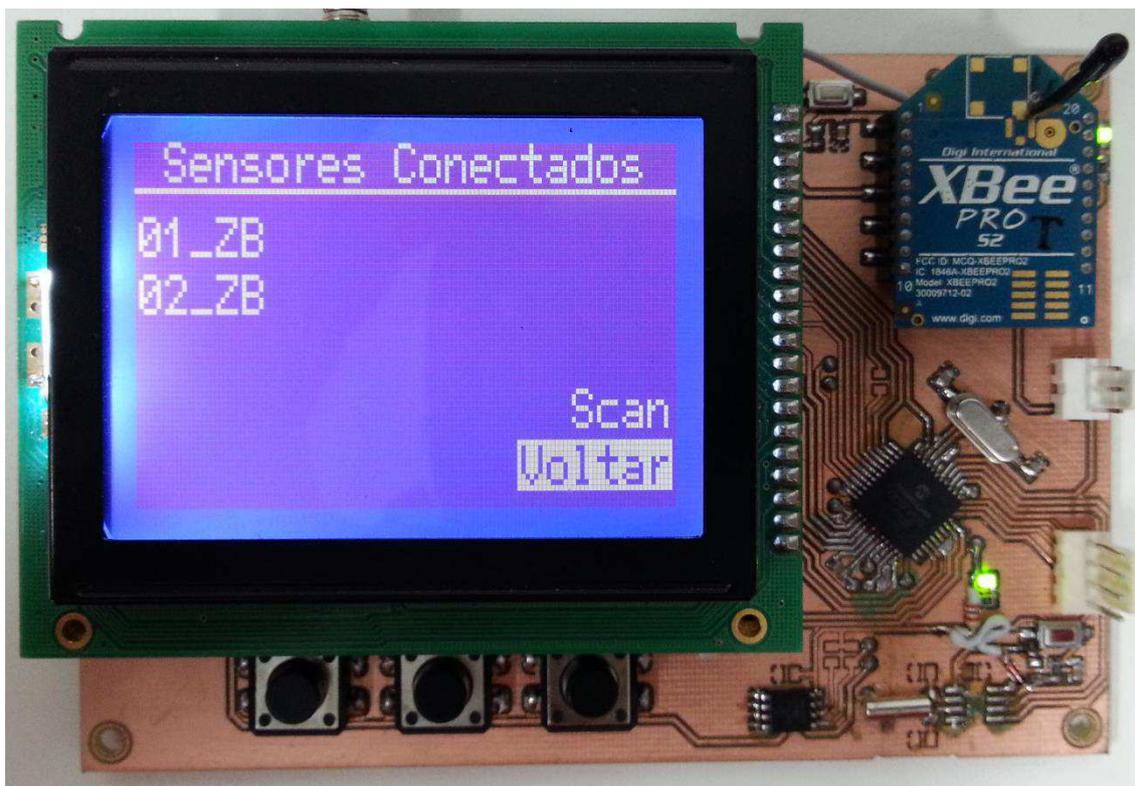


FIGURA 16. NÓS SENSORES CONECTADOS AO SISTEMA.

Uma vez identificados, os nós sensores enviam periodicamente as informações de umidade do solo para a unidade coordenadora, que por sua vez, analisa a necessidade de enviar comandos de abertura ou fechamento da válvula solenoide mediante a necessidade de aumentar ou estacionar o valor da umidade do solo. É possível que o usuário, por meio da unidade coordenadora, tenha acesso a informações inerentes aos nós sensores, como endereços de rede e valores de umidade. De acordo com a Figura 17, é possível verificar que o valor de umidade do solo desejada foi atingido no nó sensor analisado.

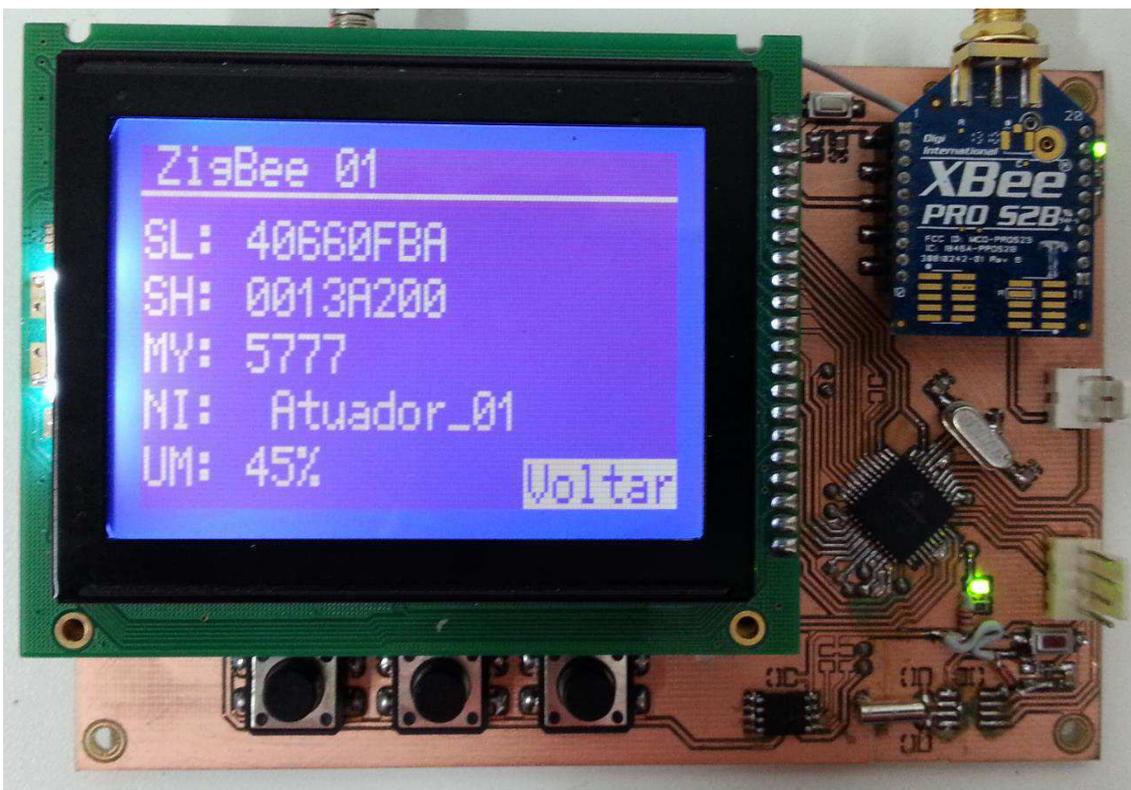


FIGURA 17. INFORMAÇÕES DO NÓ SENSOR

Como o valor da umidade desejada foi atingida, o sistema foi considerado válido para realizar a tarefa para o qual foi projetado.

5 CONCLUSÃO

O estágio supervisionado como parte da estrutura curricular cumpriu com a meta acadêmica de proporcionar desenvolvimento profissional ao concluinte da graduação, visto que a oportunidade de trabalhar em uma empresa, lidando diariamente com problemas do cotidiano profissional, é uma das formas mais eficientes de consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso.

Para o sistema desenvolvido foram impostas parâmetros e resultados que só puderam ser concluídos devido ao domínio das disciplinas da ênfase de formação do graduando, eletrônica, que foram de fundamental importância para que o projeto fosse satisfatoriamente concluído. Contudo, ainda há uma carência por parte da universidade da prática dos alunos para projetos que possam vir a ser comerciais, de forma que o aluno tenha a possibilidade de ver o potencial que seu conhecimento pode gerar para o mercado.

A área de sensoriamento e automação, se mostra, frente ao mercado, bastante aquecida e com amplas possibilidades de aplicação, visto que tem relação direta com as necessidades dos bens de consumo como aplicações médicas, agricultura, meteorologia, etc.

A empresa por sua vez, teve um papel determinante, dando condições, definindo atividades e expondo as suas concepções para o desenvolvimento dos projetos com sucesso. Contando com o pessoal capacitado para o auxílio e supervisão de cada passo da operação, foi possível direcionar o estagiário ao interesse mútuo entre a empresa e o aluno em realizar um trabalho com qualidade.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Organização das Nações Unidas.
<<http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=41513&Cr=Water&Cr1=Sanitation>>
. Acesso em 13 de Fevereiro de 2013.
- [2] Antuniassi, U. R., Baio, F. H. R., Sharp, T. C., “Agricultura de Precisão”
- [3] Moghaddam, M. Entekhabi, D. Goykhman, Y. Li, K. Liu, M. Mahajan, A. Nayyar, A. Shuman, D. Teneketzi, D. A, “Wireless soil moisture smart sensor web using physics-based optimal control: Concept and initial demonstrations”
- [4] Dunne, S. and D. Entekhabi, 2005: An Ensemble-based Reanalysis Approach to Land Data Assimilation, *Water Resources Research*, 41(2), W0201310.1029/ 2004WR003449.
- [5] Digi International, INC. **XBee®/XBee-PRO® ZB RF Modules**. [S.l.]. 2010.
- [6] Microchip Technology INC. **PIC18FXX2 Data Sheet**. [S.l.]. 2003.