



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

CÂNDIDO DA NÓBREGA FERREIRA NETO

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
SPECTRUM CIRCUITOS ELETRÔNICOS LTDA.**

Campina Grande - Paraíba
abril de 2015

CÂNDIDO DA NÓBREGA FERREIRA NETO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
SPECTRUM CIRCUITOS ELETRÔNICOS LTDA.

*Relatório de Estágio 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.*

Orientador:

Professor Jaidilson Jó da Silva, D. Sc.

Campina Grande - Paraíba
abril de 2015

CÂNDIDO DA NÓBREGA FERREIRA NETO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
SPECTRUM CIRCUITOS ELETRÔNICOS LTDA.

*Relatório de Estágio Supervisionado
submetido à Coordenadoria do Curso de
Graduação em Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia
Elétrica.*

Aprovado em / /

Universidade Federal de Campina Grande

Avaliador

Professor Jaidilson Jó da Silva, D. Sc.

Universidade Federal de Campina Grande

Orientador, UFCG

Campina Grande - Paraíba

abril de 2015

*Aos meus pais, pela compreensão,
paciência e apoio dedicados a mim por
todos esses anos.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar a sabedoria de reconhecer que nada é possível sem Ele, e pela força dada a mim para que fosse possível concluir essa jornada.

Agradeço à minha família pelo apoio, paciência e carinho, sempre presente em todos os momentos. Em especial aos meus pais, Cândido e Socorro, que nunca mediram esforços para me oferecer uma educação de qualidade, fornecendo-me totais condições e apoio para realizar meus sonhos, e à minha irmã Carolina, pela fé sempre depositada no meu sucesso e transmissão de confiança e amor incondicional.

Agradeço aos meus amigos Saulo, Dario, Caio, Leonardo, Coriolano, Jonas, Daniel, Hugo, Herbet, Priscila, e tantos outros, pela compreensão e valiosos conselhos, momentos de estudos e de lazer, e por toda contribuição que tiveram para o meu sucesso.

Agradeço à minha namorada Isabelle, pelo apoio em todos os momentos difíceis que enfrentei nesta reta final, amor, sincera torcida e palavras de incentivo, fundamentais para que alcançasse meus objetivos.

Presto sentimento de gratidão ao professor e orientador Jaidilson Jó da Silva, pela contribuição no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço a Spectrum Circuitos Eletrônicos pela oportunidade concedida de estágio, bem como aqueles que a integram, pelo acolhimento, disposição em ensinar e dedicação, tornando possível a realização das diversas tarefas feitas.

Aqueles, que não por menor importância, não foram citados, mas também tiveram grande contribuição na realização do sonho de adquirir o título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

SUMÁRIO

1	Introdução	7
2	A Empresa	8
3	Atividades Realizadas	9
3.1	Familiarização com Microcontroladores PIC e Arduino	10
3.2	Sistema de Irrigação Automatizado	10
4	Material Utilizado	11
4.1	Microcontrolador PIC 18F4550	11
4.2	Arduino UNO R3	12
4.3	Módulo Bluetooth HC-06	13
4.4	Ponte H – L293D	14
4.5	Válvula Solenóide W09	15
4.6	Sensor de Fluxo de Água YF-S402	16
4.7	LPKF ProtoMat S42	16
5	Resultados	19
6	Conclusões	21
7	Bibliografia	22

1 INTRODUÇÃO

A disciplina de Estágio Supervisionado é oferecida aos estudantes do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande com o intuito de fazer com que o aluno concluinte realize atividades que possam prepará-lo melhor para o mercado de trabalho. Possui carga horária que varia de 180 a 360 horas e visa permitir ao aluno uma visão realista do que acontece no dia a dia das empresas.

Este relatório é referente a um estágio com carga horária de 180 horas integralizadas em 20 horas semanais, tendo seu início em 15 de novembro de 2014 e sendo finalizado em 06 de março de 2015, 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).

São descritas as atividades desenvolvidas no Estágio Supervisionado realizado na Spectrum Circuitos Eletrônicos Ltda., situada na Rua Emiliano Rosendo Silva, 115, Sala 42, no bairro Bodocongó, município de Campina Grande, estado da Paraíba.

Foi solicitado pela empresa que o estagiário se familiarizasse com o desenvolvimento de projetos utilizando o microcontroladores PIC e Arduino, além da familiarização com o processo de confecção de placas de circuito impresso. Foi desenvolvido um projeto de irrigação, utilizando comunicação sem fio *Bluetooth*, válvulas solenoides, sensores de umidade e de fluxo de água. Além disso, foi solicitada a confecção de uma *shield* para o Arduino UNO R3, contendo todas as funcionalidades deste projeto, para implementação futura do mesmo.

2 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 eletricitas, projetistas e técnicos em eletrônica, além de uma equipe administrativa.

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), 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;
- Projetos eletrônicos sob encomenda;
- Confecção de placas de circuito impresso.

3 ATIVIDADES REALIZADAS

Com o conceito de automação residencial já sedimentado no cenário urbano na maioria das maiores cidades, e com a gama de possibilidades ofertadas pelo uso de sistemas microcontrolados, surgem várias soluções neste âmbito para problemas comuns. O uso destes sistemas tem se tornado comum no segmento da automação residencial referente à irrigação de jardins e afins, visando atender um dos principais princípios da economia verde, que é produzir mais consumindo menos. A irrigação em residências costuma, além de dispendiosa, representar um consumo de água acima do necessário, se não elevado em demasia. A automatização desta função desempenhada normalmente pelo homem representa uma economia de recursos naturais, e um aumento na eficiência, pois as plantas recebem apenas o necessário de água para seu desenvolvimento sadio [1].

Segundo um relatório da ONU para a Unesco divulgado em março de 2015, estima que as reservas hídricas do mundo podem encolher 40% até 2030. O documento afirma que há no mundo água suficiente para suprir as necessidades de crescimento do consumo, contanto que haja uma mudança no uso do recurso, pois o caminho em que nos encontramos levará a uma crise hídrica. Portanto, é de extrema valia um melhor aproveitamento deste recurso, que é o principal objetivo da tarefa proposta [2].

A necessidade da empresa era de desenvolver um protótipo em estágio inicial, com possibilidade de evoluir para produto comercial de um sistema de irrigação automatizado, no qual fosse possível controlar a ativação do sistema via *bluetooth*, obter informações acerca do consumo de água realizado na tarefa. Portanto, a tarefa consiste da elaboração de uma *shield* compatível com o Arduino UNO R3, contendo os seguintes itens:

- Módulo de comunicação *bluetooth* HC-06;
- Conectores para válvulas solenoides;
- Sensor de fluxo de água;
- Sensor de umidade do solo;
- Ponte H L293D.

Para que fosse possível isso, inicialmente o estagiário foi familiarizado com conceitos diversos de programação para microcontroladores PIC e Arduino, além da compreensão do processo de confecção de placas de circuito impresso.

3.1 FAMILIARIZAÇÃO COM MICROCONTROLADORES PIC E ARDUINO

Antes de ser possível o desenvolvimento do projeto principal, a empresa realizou um treinamento com o estagiário, a fim de aprimorar suas habilidades de programação e o capacitar para a principal tarefa designada a ele.

Inicialmente, foram desenvolvidos programas-exemplo para o PIC 18F4550, proporcionando um conhecimento geral acerca do microcontrolador e suas propriedades, o que contribuiu para a criação de uma base de conhecimentos em programação importantes para o desenvolvimento de projetos futuros. Foram abordados aspectos como o conversor A/D, utilização de *timers*, módulo PWM, comunicação serial, comunicação *1-wire*, comunicação *i2c*, aquisição de dados analógicos e digitais, leitura e escrita em memória [3].

Concluída esta etapa, passou-se para a placa Arduino UNO R3, onde foi realizado treinamento semelhante ao anterior, explorando as funcionalidades da placa, em especial as que seriam utilizadas no projeto, como a comunicação *bluetooth* (realizada através de módulo conectado à placa), por exemplo.

3.2 SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO

O projeto solicitado deveria incluir o controle de duas válvulas solenoides para irrigação através de comunicação *bluetooth*, através de um dispositivo Android, bem como a aquisição dos dados dos sensores do fluxo de água e de umidade relativa do solo.

Finalmente, foi solicitada a concepção de uma *shield* compatível com o Arduino UNO R3, i.e., uma placa que se acopla à placa do Arduino, expandindo suas funcionalidades. Neste caso, a criação de uma *shield* própria, customizada, permitiu à empresa um aproveitamento melhor do espaço disponível, tendo toda as funções necessárias em uma só placa, evitando ter que acoplar várias *shields* comerciais.

4 MATERIAL UTILIZADO

Para as atividades realizadas no decorrer do estágio, foi necessário a utilização de diversos microcontroladores, módulos, circuitos integrados, atuadores, sensores, entre outros. Para a escolha destes componentes, tendo em vista os projetos designados pela empresa, foi levado em conta a relação custo-benefício, disponibilidade em estoque, e eficácia para a necessidade do projeto.

4.1 MICROCONTROLADOR PIC 18F4550

Foi utilizado nesta etapa inicial do estágio o microcontrolador PIC18F4550, por dois principais motivos: sua vasta disponibilidade no estoque da empresa, bem como suas características que englobam os principais pontos a serem desenvolvidos neste treinamento de capacitação: protocolos de comunicação, conversor A/D, portas E/S, módulo PWM, *timers* [3].

Esse microcontrolador possui 40 pinos, sendo que 35 são pinos de I/O, configuráveis, de entrada e saída digitais, 13 portas analógicas, sendo algumas digitais e analógicas, distribuídos em 5 grupos de portas,. Esses pinos também tem outras funções como possuir comunicação serial, RX e TX, comunicação USB, entre outros. O diagrama de pinos do microcontrolador é apresentado na figura 1, bem como a foto do componente real na figura 2.

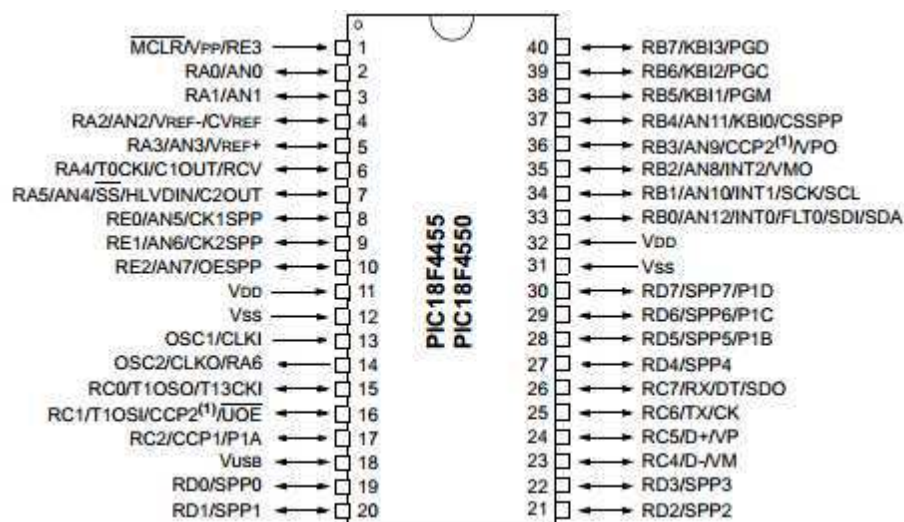


Figura 1: Diagrama de pinos do PIC18F4550.



Figura 2: Foto do PIC18F4550.

4.2 ARDUINO UNO R3

O Arduino UNO R3 é uma placa de microcontrolador baseado no ATmega328. Ele tem 14 pinos de entrada/saída digital (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), 6 entradas analógicas com 10 bits de resolução cada, operando a 5V, um cristal oscilador de 16MHz, uma conexão USB, uma entrada de alimentação uma conexão ICSP e um botão de reset. Ele contém todos os componentes necessários para suportar o microcontrolador, de maneira tal que para seu funcionamento, é necessária apenas sua alimentação ou até mesmo sua conexão via USB a um computador [4].

A plataforma Arduino se destaca por ser *open-source* e por ter mais de 20 modelos oficiais de placas. O modelo Uno difere de todas as placas antecessoras no sentido de não utilizar o chip FTDI para conversão do sinal serial. Utiliza no seu lugar um outro chip microcontrolador Atmega8U2 programado como conversor de USB para serial.

“Uno” quer dizer “um” em italiano e é utilizado para marcar o lançamento do Arduino 1.0. O Uno e a versão 1.0 serão as versões de referência do Arduino, daqui para diante. O UNO é o mais recente de uma série de placas Arduino, e o modelo de referência para a plataforma Arduino. Uma foto do modelo UNO R3 é exposta na figura 3.

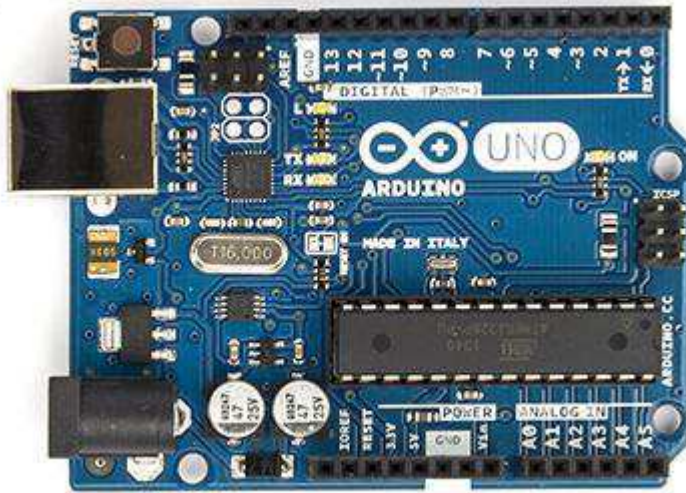


Figura 3: Foto da placa Arduino UNO R3.

O microcontrolador ATmega328 possui comunicação UART TTL(5V) serial, que com a ajuda de um Atmega16U2 presente na placa, é estabelecida com um computador pessoal através da porta USB, aparecendo como uma porta virtual no software. O software IDE compila e carrega códigos-fonte escritos em linguagem C/C++ [4].

4.3 MÓDULO BLUETOOTH HC-06

Para realizar a comunicação entre o protótipo e um aparelho remoto (no caso, um telefone celular com sistema operacional Android), foi utilizado um módulo *Bluetooth* HC-06, representado na figura 4. Podemos destacar nesse módulo sua interface simples, comunicação serial RS-232 capaz de enviar e receber dados remotamente, através do protocolo de comunicação *Bluetooth* [5].



Figura 4: Representação do módulo *Bluetooth* HC-06

É um módulo de fácil acesso e baixo custo, sendo importante destacar que ele apenas possui modo de funcionamento *slave*, i.e. ele não é capaz de iniciar uma conexão a outros dispositivos, apenas receber conexões. Para a aplicação proposta, essa característica dele não interfere no alcance dos objetivos finais.

4.4 PONTE H – L293D

Para a ativação das válvulas solenoides, é necessário o uso de uma ponte H. Esse é um circuito de eletrônica de potência que, através do acionamento de determinadas chaves, permite a circulação da corrente em sentidos opostos, de acordo com o desejado. O circuito da figura 5 ilustra o funcionamento de uma ponte H, usada para alimentar um motor DC, a título de exemplo, com o caminho percorrido pela corrente no circuito destacado em vermelho.

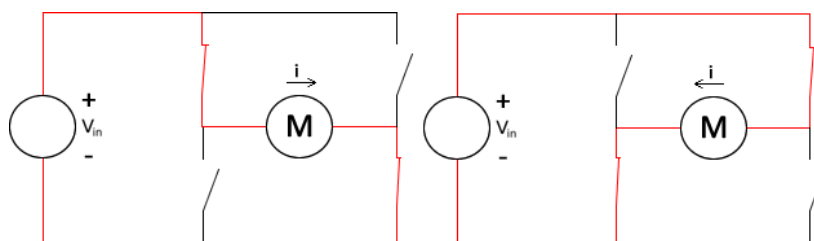


Figura 5: Esquema de funcionamento de uma ponte H alimentando um motor DC.

Como a tarefa proposta envolve o controle de duas válvulas solenoides, é necessário o uso de duas pontes para o controle independente delas. Desta maneira, optou-se pelo circuito integrado L293D[6]. Esse CI caracteriza-se principalmente por ter duas pontes, atendendo às necessidades do projeto. Na figura 6 (A), podemos observar o seu diagrama de pinos, bem como a foto do componente real na figura 6 (B).

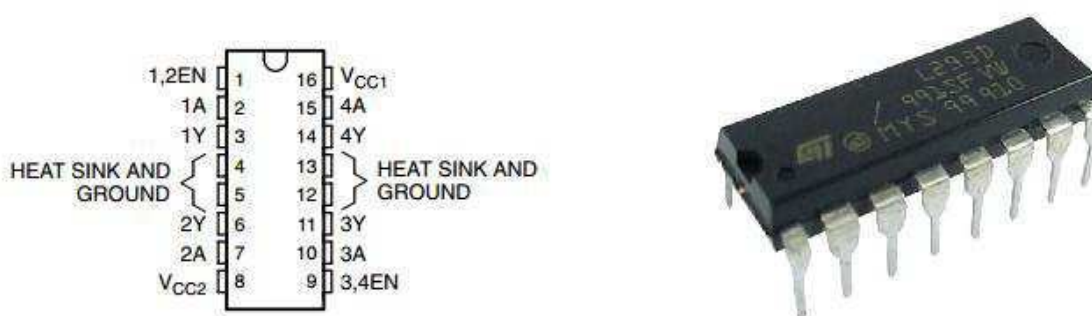


Figura 6: (a) Diagrama de pinos do L293D; (b) Imagem do circuito integrado L293D

De uso muito comum em relés, motores DC e solenoides, esse circuito apresenta a opção de alimentação externa (para o caso, por exemplo, de motores com alimentação

superior a 5 V), e possui uma tabela de funções para suas saídas, de acordo com a tabela 1.

Tabela 1: Funcionamento lógico de cada driver do L293D.

ENTRADAS		SAÍDA
A	EN	Y
1	1	1
0	1	0
X	0	0

4.5 VÁLVULA SOLENOÍDE W09

Válvulas solenoides são registros (torneiras) com acionamento automático através de um comando elétrico. Funcionam da seguinte maneira: a bobina solenoide ao ser percorrida por uma corrente elétrica magnetiza um contato mecânico que abre ou fecha a válvula, permitindo ou não a passagem de água. O modelo das válvulas utilizadas neste projeto está representado na figura 7.



Figura 7: Foto da válvula solenoide genérica modelo W09

O modelo utilizado possui diâmetro de 1/2", com resistência interna de 9Ω a 20°C , tensão de operação de 3,6 V DC, pressão de trabalho de 0,2 – 1 MPa [7].

Seu funcionamento é da seguinte maneira: aplicando um pulso de 3,6 V durante 30ms, em uma determinada polaridade, ela se abre e se mantém aberta, haja vista que esse dispositivo memoriza a posição da válvula, o que contribui na economia de energia. A mesma lógica se aplica ao fechamento da válvula, quando aplicado o pulso semelhante, na polaridade oposta.

Daí ser necessário o uso da ponte H, para produzir a corrente responsável pela ativação da válvula em duas polaridades.

4.6 SENSOR DE FLUXO DE ÁGUA YF-S402

O sensor de fluxo de água é constituído por um corpo plástico, um rotor, e um sensor de efeito Hall, e está representado na figura 8. Quando a água flui através do rotor, ele irá girar com velocidade de acordo com a taxa de fluxo, influenciando diretamente na frequência de pulsos, entregues pelo sensor de efeito hall, sendo possível, após cálculos realizados no código-fonte do projeto, saber qual a vazão [8].



Figura 8: Foto do sensor de fluxo de água.

O sensor utilizado trabalha com uma faixa de vazão de 0,3 a 6 litros/min e tensão de 5 V DC, atendendo as especificações do projeto, que utiliza vazão de pequeno porte.

4.7 LPKF PROTOMAT S42

A LPKF ProtoMat S42 se trata de uma máquina de prototipagem de PCI - Placas de Circuito Impresso. Produzido pela empresa alemã LPKF Laser & Electronics, esse modelo é cerca de 45% mais barato que o modelo S62, que possui sistema de troca automática de ferramentas, além de ser compacto e de excelente desempenho, otimizando o processo de fabricação de PCIs face-dupla [9].

Seu motor de 42 mil RPM permite a criação de placas de circuito-impresso de qualidade rapidamente, e seu funcionamento dispensa a utilização de produtos externos, inclusive químicos. Com a utilização de diversas brocas, é possível realizar todas as operações necessárias para a confecção de PCIs, como a furação da placa e reprodução das trilhas.

A estação de trabalho onde é feita a confecção das placas de circuito impresso da empresa compreende um computador e a LPKF ProtoMat S42, conforme apresentado na figura 9.

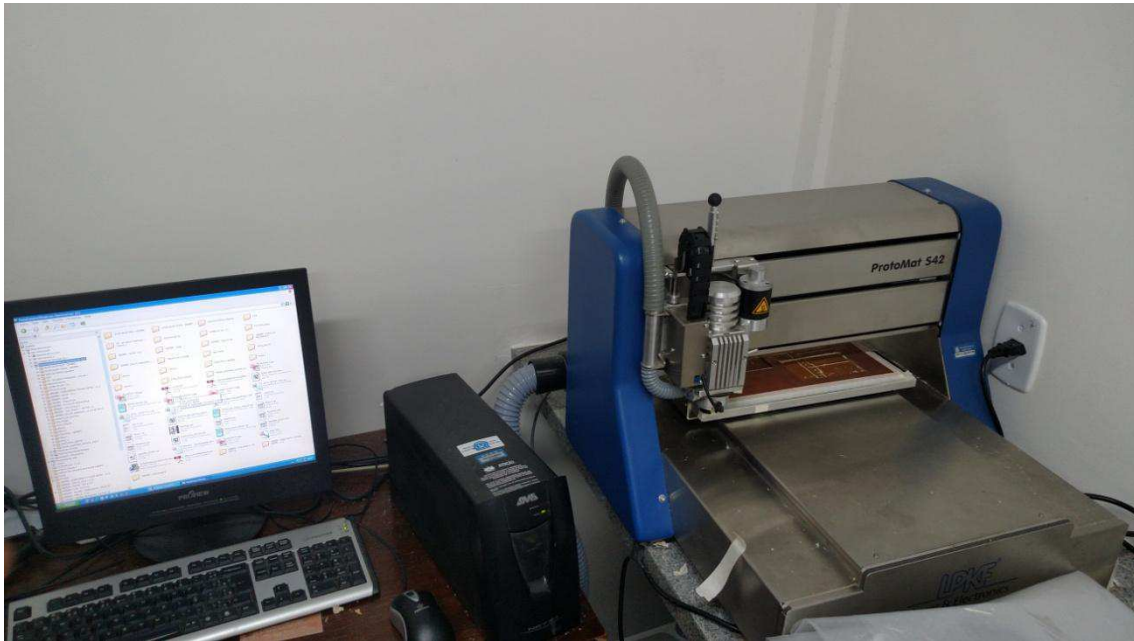


Figura 9: Estação de trabalho contendo computador pessoal e prototipadora ProtoMat S42.

Utilizando-se apenas um cabo RS-232 ou um cabo USB, conectados a um computador convencional com sistema Windows, é possível utilizar a S42. A prototipadora é comercializada junto com seus softwares *LPKF CircuitCam Lite*, que contém um amplo conjunto de funcionalidades de edição de design, bem como o software *LPKF BoardMaster*, responsável por importar os dados da PCI de qualquer outro software que forneça pacote CAD, além de controlar as operações da máquina.

Foi utilizado em conjunto com a prototipadora, desta maneira, o software EAGLE, desenvolvido pela empresa alemã CADSOFT, escolhido pela empresa como ferramenta para design das PCIs. Sua interface é relativamente amigável e familiar a usuários com experiência em outros softwares de CAD, conforme apresentada na figura 10. O estagiário recebeu um breve treinamento, absorvendo noções básicas a respeito da interface e funcionamento do software, que é operado na maior parte das ocasiões pelos técnicos e engenheiros. O EAGLE atinge todas as necessidades dos projetos que a empresa desenvolve, criando placas face-dupla, com largura de trilha customizáveis, além de uma vasta biblioteca de componentes eletrônicos, facilitando o trabalho dos técnicos. O programa gera, ao fim do processo, arquivos *Gerber*, que são lidos pelo software da prototipadora, que após realizados alguns ajustes finais, confecciona a placa em questão [10].

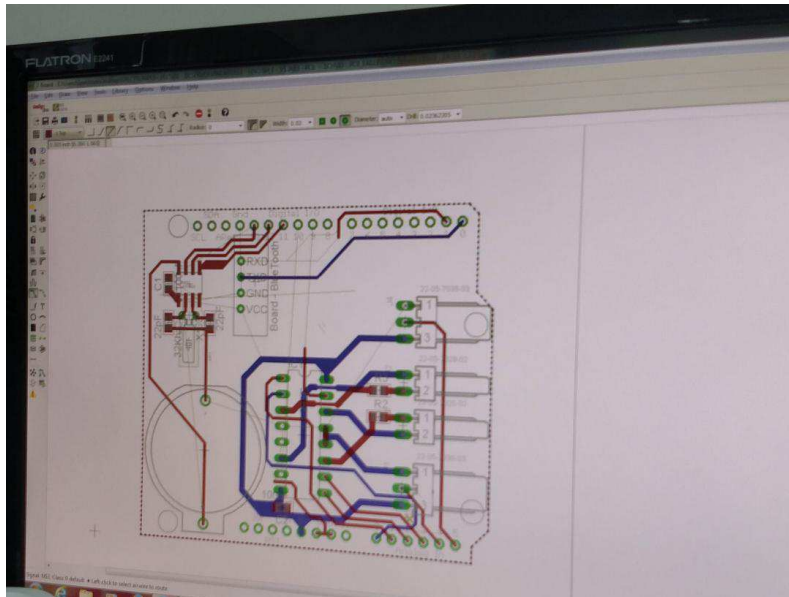


Figura 10: Interface do software EAGLE, com design do projeto proposto.

Na figura 11, apresenta-se uma reprodução de uma placa, concebida no EAGLE sendo confeccionada pela ProtoMat S42.

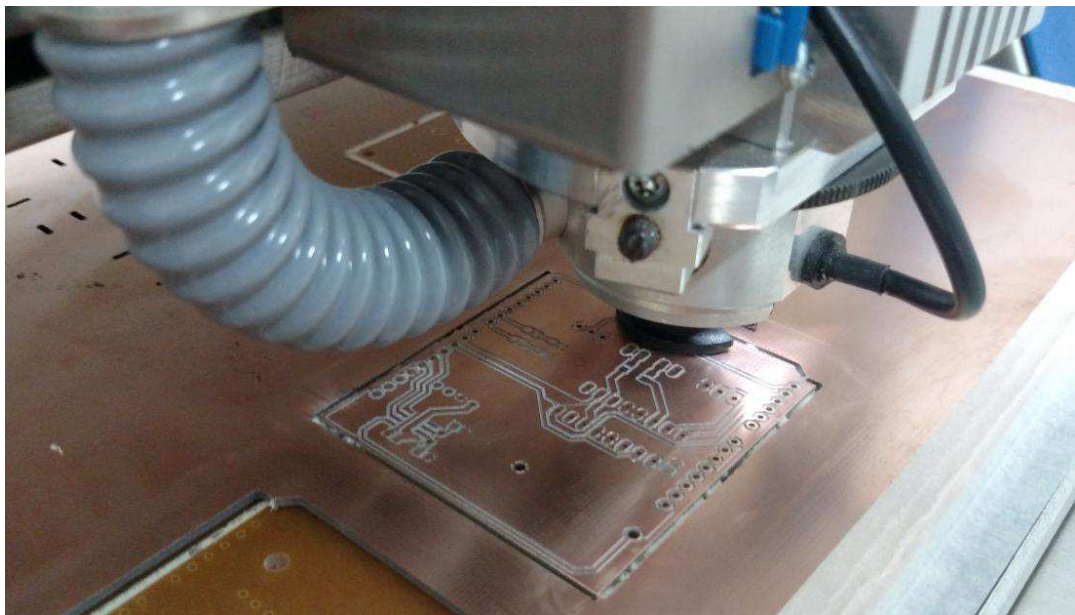


Figura 11: Confeção de uma placa pela ProtoMat S42.

5 RESULTADOS

Nos primeiros contatos com o ambiente de trabalho, o estagiário passou por um treinamento e pôde aprimorar diversos conceitos de programação, necessários para o desenvolvimento do projeto principal que lhe foi solicitado. Ao término do estágio, como produto dos estudos e trabalhos realizados, foi projetada e fabricada uma *shield* para Arduino UNO, com todas as funcionalidades necessárias para atender as especificações do projeto. Esta placa foi projetada pelo estagiário em conjunto com um dos técnicos da empresa, utilizando o software EAGLE.

Conforme o detalhamento e aprofundamento do projeto inicial solicitado para a empresa, a *shield* foi aprimorada, passando por várias versões, das quais o estagiário participou da produção de quatro das cinco, sendo a última delas a definitiva. Algumas destas placas estão expostas na figura 12.

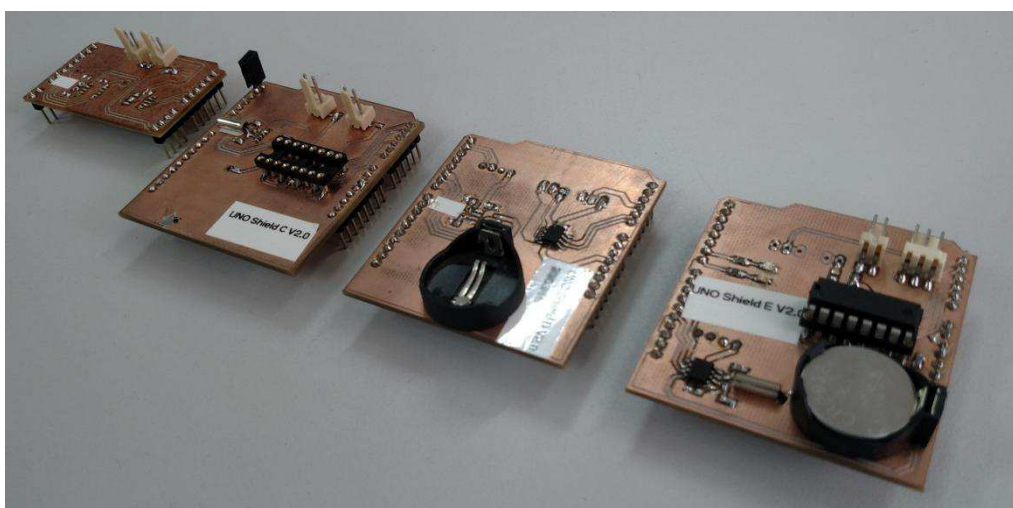


Figura 12: Evolução das *shields* desenvolvidas.

O produto final foi uma *shield* com um circuito de relógio DS1302 (para uso futuro, tornando possível a expansão nos modos de funcionamento da irrigação), o módulo *bluetooth*, ponte H e terminais para as válvulas e sensores de fluxo de água e de umidade (este último também para uso futuro, em caso de expansão).

Podemos ver na figura 13(A), o produto final, e na figura 13(B), o mesmo ao lado do Arduino UNO R3 utilizado no desenvolvimento do projeto, ao qual a *shield* é acoplada, conforme exposto na figura 13(C).

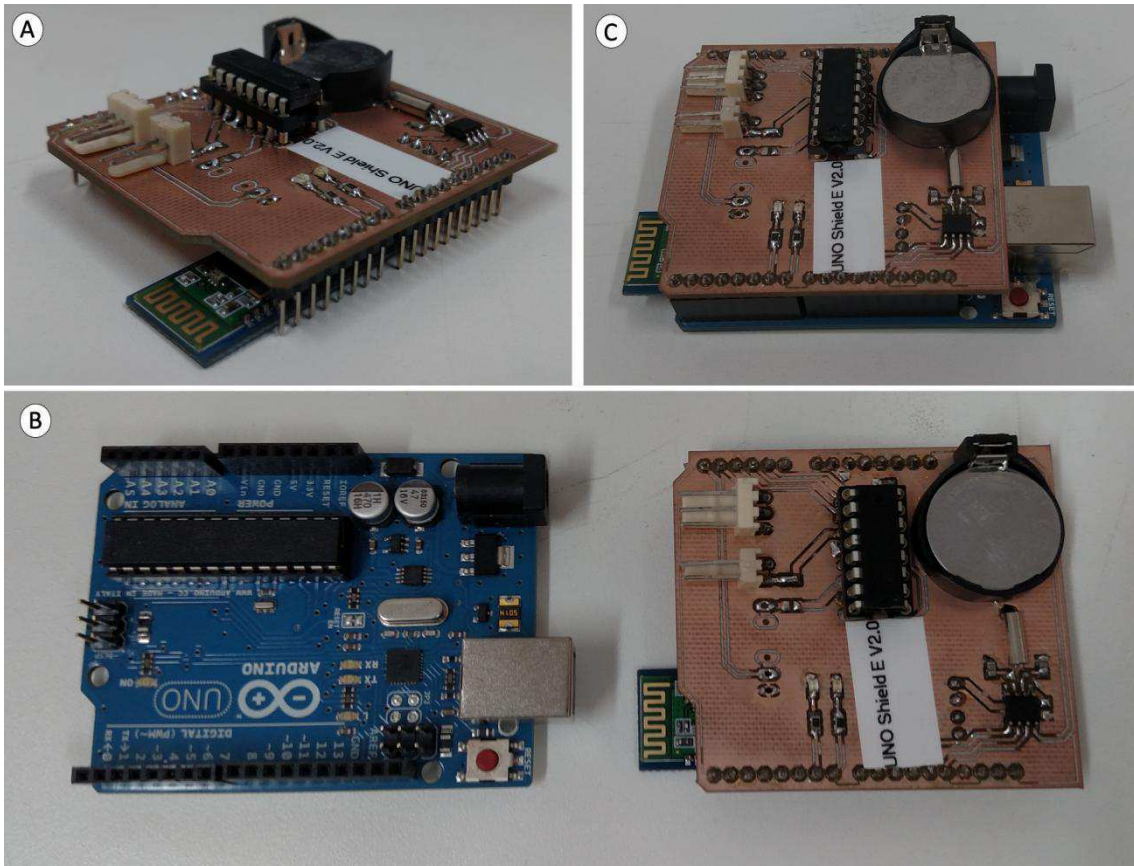


Figura 13: (a) *Shield* desenvolvida; (b) *Shield* posicionada lado a lado ao Arduino Uno; (c) *Shield* acoplada ao Arduino Uno.

Os testes com as válvulas solenoides e o sensor foram realizados com sucesso, foi possível executar com a utilização de um aparelho celular utilizando o sistema operacional *Android* o controle das válvulas, bem como a leitura dos dados do sensor de fluxo de água. Na figura 14 apresenta-se o produto final, acoplado ao Arduino UNO e as válvulas e o sensor de fluxo de água utilizados.



Figura 14: Elementos do produto final, pronto para testes.

6 CONCLUSÕES

Como parte da estrutura curricular obrigatória do curso, o estágio supervisionado cumpriu com o seu objetivo de proporcionar desenvolvimento profissional ao concluinte da graduação, através da oportunidade de trabalhar em uma empresa, enfrentando as diárias intempéries comuns ao cotidiano profissional, demonstrando ser essa a maneira mais eficiente de consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso.

Para o desenvolvimento dos projetos e tarefas propostas pela empresa, foi essencial o conhecimento adquirido no decorrer do curso de graduação, através de diversas disciplinas, podendo serem citadas com destaque Eletrônica, Sistemas de Aquisição de Dados e Interface, Instrumentação Eletrônica e Arquitetura de Sistemas Digitais, além de outras disciplinas das ênfases do graduando, Eletrônica e Controle e Automação. Negativamente, pode ser destacado a carência de mais experiências práticas no decorrer do curso, voltadas mais ao mercado de trabalho e não acadêmico, demonstrando aos alunos o potencial que seu conhecimento pode gerar para o mercado e para a sociedade.

Pode ser ressaltado que a área de atuação da empresa e do estagiário, de sensoriamento e automação, se mostra em destaque no mercado de trabalho e com amplas possibilidades de aplicação, haja vista que possui relação direta com as necessidades dos bens de consumo como agricultura, aplicações médicas, entre outros.

A empresa Spectrum Circuitos Eletrônicos LTDA teve papel fundamental no sucesso do estágio supervisionado, dando condições de trabalho, apoio, designando atividades e contribuindo para o crescimento do estagiário, bem como o alcance dos objetivos traçados para o projeto pela empresa.

7 BIBLIOGRAFIA

- [1] TEZA V. *Alguns aspectos sobre a automação residencial – domótica*. 2002. 106 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- [2] Relatório da ONU alerta para possível crise mundial de água. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/relatorio-da-onu-alerta-para-possivel-crise-mundial-de-agua/>. Acesso em: 29/03/2015.
- [3] Microchip Technology INC. **PIC18F2455/2550/4455/4550 Data Sheet**. [S.l.] 2009.
- [4] Arduino Uno. Disponível em: <http://www.arduino.cc/en/main/arduinoBoardUno>. Acesso em 14/04/2015.
- [5] Guangzhou HC Information Technology Co. **HC-06 Product Data Sheet**. [S.l.] 2011.
- [6] Texas Instruments Incorporated. **L293, L293D Quadruple Half-H Drivers**. [S.l.] 2004.
- [7] W09 1/2" PE Impulse Solenoid Valve. Disponível em: <http://www.dx.com/p/w09-1-2-pe-impulse-solenoid-valve-white-silver-229707>. Acesso em 25/04/2015.
- [8] G 1/4" Water Flow Sensor. Disponível em: http://www.seeedstudio.com/wiki/G1/4%22_Water_Flow_Sensor. Acesso em 17/04/2015.
- [9] LPKF Laser & Electronics. **Manual ProtoMat S42**. [S.l.] 2006.
- [10] About EAGLE PCB Design Software. Disponível em: <http://www.cadsoftusa.com/eagle-pcb-design-software/about-eagle/>. Acesso em 18/04/2015.