



Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
Etec "JORGE STREET"

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO TÉCNICO EM
ELETROTÉCNICA**

SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

**Giliard Moreira de Almeida
Lucas Freire
Rafael Perez da Cruz**

**Professor orientador:
Paulo Fré**

**São Caetano do Sul / SP
2015**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO TÉCNICO EM
ELETROTÉCNICA**

SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

Trabalho de conclusão de curso
apresentado como pré-requisito para
obtenção do diploma de técnico em
eletrotécnica.

ETEC “JORGE STREET”

Termo de Autorização de Divulgação do Trabalho de Conclusão de Curso – TCC

Nós, abaixo assinados, na qualidade de titulares dos direitos morais e patrimoniais de autores do Trabalho de Conclusão de Curso – Sistema de irrigação por gotejamento, regularmente matriculados no Curso Técnico em Eletrotécnica , período de Fevereiro de 2014 a dezembro de 2015, autorizamos o Centro Paula Souza, por meio de suas Unidades de Ensino ou em meio virtual – Internet, reproduzir e/ou disponibilizar a obra ou parte dela, a partir desta data, por tempo indeterminado.

São Caetano do Sul , 13 de Junho de 2015

Nome dos alunos:

Giliard Moreira de Almeida

Rafael Perez da Cruz

Lucas Freire

TERMO DE COMPROMISSO

Os alunos Giliard Moreira, Rafael Perez e Lucas freire, abaixo-assinado(s), do Curso Técnico em Eletrotécnica , dentro da disciplina Desenvolvimento do TCC, realizado nas dependências da Etec "Jorge Street", no período de fevereiro de 2015, início do pré-projeto ao mês da entrega do TCC final, dezembro de 2015, declaram que o conteúdo de seu Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: - Sistema de irrigação por gotejamento - é autêntico e original.

São Caetano do Sul , 13 de Junho de 2015

Giliard Moreira de Almeida

Rafael Perez da Cruz

Lucas Freire

Banca de validação do Trabalho de Conclusão de Curso

Data __/__/____ Horário: __h__ Local:

_____ Integrantes da banca

- Nome: _____ Instituição: _____
_____ Assinatura: _____

Menção: () MB () B () R () I

- Nome: _____ Instituição: _____
_____ Assinatura: _____

Menção: () MB () B () R () I

- Nome: _____ Instituição: _____
_____ Assinatura: _____

Menção: () MB () B () R () I

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho aos nossos familiares e a todos aqueles que acreditaram no projeto a qual foi desenvolvido

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus por nos proporcionar vida e saúde; aos nossos familiares que sempre nos apoiaram nos momentos mais difíceis. Agradecemos também aos nossos colegas de classe pela convivência e aos professores pela dedicação em transmitir seus conhecimentos.

RESUMO

Em tempos de expansão tecnológica no setor da agricultura, existe a necessidade do desenvolvimento de sistemas automatizados voltados a pequenos agricultores. Esses sistemas devem ter como princípio a garantia da qualidade do produto cultivado, de maneira mais simples e eficiente, além de apresentar um baixo custo de implementação, mantendo a competitividade de mercado do produtor. O presente projeto tem como objetivo apresentar uma solução automatizada para o controle de um sistema de irrigação em pequenas lavouras. O resultado do projeto é o desenvolvimento de um irrigador microcontrolado, operado através de um sistema de controle. O sistema leva em conta a umidade relativa do solo para calcular o volume a ser irrigado, além de realizar o controle do nível do reservatório de forma automática.

Palavras Chave: irrigação, microcontrolador, automação.

ABSTRACT

At a time in which the agricultural sector is witnessing technological expansion, automated systems directed towards small-scale producers need to be developed. These systems should aim at guaranteeing the quality of the crop in the simplest and most efficient manner, as well as maintaining low-cost implementation, in order to maintain the producer's competitiveness on the market. This project aims to present an automated solution for the control of an irrigation system on small farms. The result of the project will be the development of a micro controlled sprinkler operated through a system of supervision and control that can be accessed from devices equipped with wireless technology. The system takes into account the temperature and humidity to calculate the volume to be irrigated, as well as controlling the reservoir level automatically.

Keywords: irrigation, microcontroller, automation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01- Modelo de um sistema de irrigação por gotejamento	6
Figura 02- Plataforma arduino UNO	
Figura 03- Esquema elétrico	
Figura 04- Mapa de Gant	
Figura 05- Grafico de Gant	
Figura 06- Foto da execução do projeto	
Figura 07- Foto da execução do projeto	
Figura 08- Foto da execução do projeto	
Figura 09- Foto da execução do projeto	
Figura 10- Foto da execução do projeto	
Figura 11- Foto real da execução do projeto	
Figura 12- Sensor de nível para caixa de água	
Figura 13- Bomba sucção	
Figura 14- Botoeira NA-NF	
Figura 15- Contatora Siemens	
Figura 16- Jumpers	
Figura 17- Lâmpadas de sinalização	
Figura 18- Quadro elétrico	
Figura 19- Sensor de umidade de solo	
Figura 20- Timer Coel-Controller	
Figura 21- Válvula de retenção	
Figura 22- Valvula solenoide	
Figura 23- Esquema de ligação do sensor de umidade de solo	
Figura 24- Arduino UNO	
Figura 25- Tabela de custos	

LISTA DE ABREVIATURAS

A – Ampère (unidade de medida de intensidade de corrente elétrica).

Hz – Hertz (unidade de medida de frequência).

l – Litros.

l/min – Litros por minuto.

mA – Miliampère (unidade de medida de corrente elétrica).

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso.

V – Volt (unidade de medida de tensão elétrica).

W – Watt (unidade de medida de potência).

SUMÁRIO

- 1 INTRODUÇÃO
 - 1.1 Tema
 - 1.2 Objetivo
 - 1.2.1 Objetivo Geral
 - 1.2.2 Objetivo Específico
 - 1.3 Justificativa
- 2 Referencial Teórico
 - 2.1 Irrigação
 - 2.2 Arduino UNO
 - 2.2.1 Especificações Técnicas
 - 2.2.2 IDE de arduino
- 3 Estrutura do protótipo
 - 3.1 Descrição do protótipo
 - 3.2 Desenvolvimento do fluxograma
 - 3.3 Esquema elétrico
- 4 EXPLICAÇÃO DO PROJETO
- 5 GRÁFICO DO CRONOGRAMA DO PROJETO
 - 5.1 Gráfico de Gant
- 6 ETAPAS DO PROJETO
- 7 MATERIAIS PARA TCC SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO
- 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

1 INTRODUÇÃO

Pode-se definir irrigação como a aplicação artificial de água ao solo, com a finalidade de complementar as chuvas, resultando em melhor produtividade e qualidade do produto cultivado.

O aumento do custo da terra, aliado ao considerável capital necessário à exploração agrícola, não permite mais que a produção final dependa da ocorrência ou não de um regime de precipitação adequado. Assim sendo, a nova tendência do meio empresarial agrícola tem sido a de aumento do interesse pela prática da irrigação, que, além de reduzir riscos, proporciona outras vantagens significativas ao produtor irrigante. Com o passar dos anos, percebeu-se a necessidade da utilização de tecnologias nos sistemas de irrigação artificial, acompanhando as novas técnicas de cultivo e a busca por melhores resultados.

“A automação se faz necessária não somente pela possibilidade de diminuição dos custos com mão de obra, mas principalmente por necessidades operacionais.” (SUZUKI; HERNANDEZ, 2012).

No Brasil, a irrigação automatizada segue um constante crescimento, pois se observa excelentes resultados com relação ao aumento da produtividade e redução de desperdício de água.

Cerca de 70% do planeta é composto de água, mas apenas 2,5% dela é potável, esse número parece ser baixo, mas esse total seria suficiente para abastecer a população mundial, se não fosse a poluição das águas, a distribuição inadequada e, principalmente, o desperdício.

A maior parte dessa água é destinada à produção de alimentos e outra grande parcela para a indústria, restando uma pequena fração para o consumo. A agricultura tem crescido e para evitar o desperdício os métodos de irrigação estão sendo cada vez mais difundidos nos meios rurais, necessitando assim de atenção especial nesse setor de desenvolvimento, para que não haja desperdício, mas controle adequado no uso desta água.

Pensando nestes números desenvolveu-se o sistema de irrigação automatizado por gotejamento que controla a umidade do solo e evita o desperdício de água.

1.1 Tema

Entre os pequenos agricultores existe um paradigma de que a irrigação é algo para grandes áreas de cultivo, com alto custo e fora de suas realidades. Baseado nisso, encontra-se uma necessidade de preencher essa lacuna, levando soluções de irrigação viáveis para pequenas propriedades de cultivo em geral.

Agricultores familiares de Salto do Lontra, região Sudoeste do estado do Paraná, estão investindo na irrigação como alternativa para melhorar os resultados técnicos e econômicos de seus empreendimentos e diminuir os riscos de perdas na produção em consequência das estiagens. Hoje a tecnologia está presente em 117 propriedades rurais, cerca de 10% do total de unidades produtivas familiares existentes no município (AGROSOFT BRASIL, 2012).

A irrigação controlada em pequenas lavouras, além de trazer a diminuição nas perdas, traz também a possibilidade da diversificação dos produtos cultivados, aumentando a expectativa de renda para esses produtores que, muitas vezes, têm a família toda trabalhando na plantação, sendo essa a única fonte de renda familiar.

A irrigação pode auxiliar os pequenos produtores a aumentar a produtividade de suas plantações, podendo mantê-los menos vulneráveis às variações climáticas. Traz também uma segurança para investimentos em novas culturas. “Projetos de irrigação de pequena escala podem gerar diversos benefícios, particularmente em termos de eficiência, baixos custos de participação e mais influência sobre a gestão dos recursos hídricos.” (DILLON, 2011).

1.2 Objetivo

O projeto visa apresentar um protótipo de pequeno porte de um sistema de irrigação microcontrolado, comandado por microcontrolador, utilizando um sistema de supervisão e controle, focando em uma solução confiável, flexível e acessível aos pequenos produtores. O escopo do projeto é apresentar informações técnicas relacionadas a confecção do protótipo, apresentando as tecnologias utilizadas e integradas. Não faz parte do objetivo a implementação em campo do sistema de irrigação microcontrolado, bem como o estudo dos resultados oriundos da irrigação fornecida pelo protótipo. O foco é demonstrar que integrando tecnologias é possível obter soluções eficientes, confiáveis e de baixo custo.

1.2.1 Objetivo Geral

Elaborar um protótipo de um irrigador microcontrolado integrado a um sistema de sensores de umidade de solo.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar as tecnologias que foram utilizadas no protótipo;
- Estudar e definir qual plataforma de prototipagem eletrônica será utilizada;
- Programar e simular o microcontrolador, bem como os recursos de comunicação do hardware;
- Definir os dispositivos móveis para comandar o sistema;
- Integrar as diversas partes do sistema;
- Simular os circuitos;
- Construir o protótipo e realizar os testes.

1.3 Justificativa

O investimento de grandes produtores agrícolas em tecnologia vem apresentando um ótimo resultado na diminuição de perdas, melhoria na qualidade dos produtos colhidos, além de possibilitar a colheita da entressafra. Como consequência, percebe-se um aumento relativo de lucros por área plantada. No entanto, alguns produtores ainda se deparam com fatores que operam contra a implementação de um sistema de irrigação. Um problema muito frequente, especialmente para aqueles que possuem propriedades de cultivo com uma área menor, é a exigência de um investimento proporcionalmente muito alto em relação a sua receita, somando-se a falta de mão de obra que se torna um agravante deste problema. Almeja-se, portanto, propor uma solução que viabiliza a difusão de um sistema de automação nesse nicho de mercado, disponibilizando a inserção tecnológica no campo e auxiliando esses pequenos produtores. Trazer novas tecnologias, até então não comumente utilizadas, permite que a automação auxilie no aumento da produtividade e renda de pequenos produtores.

Para tanto, a proposta atingirá concretude através de um protótipo que demonstre a viabilidade financeira de um sistema de irrigação automatizado, de pequeno porte, aliado a procedimentos simples de operação que gerem empatia entre o operador e o sistema em questão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo elencará e apresentará as tecnologias envolvidas no projeto. Os conteúdos aqui apresentados facilitarão o entendimento do capítulo seguinte, relativo à estruturação do protótipo.

2.1 Irrigação

A irrigação é um método artificial de utilização da água na agricultura, tendo como principal objetivo, o controle da quantidade de água aplicada na área de cultivo, visando à diminuição de perdas na hora da colheita.

Na visão inicial, a irrigação era vista somente como aplicação de água e tinha como objetivo principal, a luta contra a seca e, ou, a criação de condições de subsistência para os produtores. No novo conceito, a irrigação evoluiu de simples aplicação de água na agricultura para um importante instrumento no aumento da produção, produtividade e rentabilidade, diminuição dos riscos de investimento. (MONTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2009).

Segundo Silva e Folegatti (2007), a irrigação foi uma das primeiras mudanças que o homem implementou no ambiente, visto que seu manejo era fundamental para o estabelecimento de tribos. Portanto, os sistemas de irrigação tiveram como ponto de partida as antigas civilizações, tais como o povo egípcio que se estabeleceu nas proximidades do rio Nilo, que por sua vez, era uma rica fonte de água, e o povo chinês, em torno do rio Amarelo na China. Neste padrão os povos começaram a se instalar nas proximidades dos rios, utilizando-os como fonte de água para suas plantações, que eram irrigadas por intermédio de canais abertos pelos agricultores, ainda de forma rudimentar. Embora rudimentares algumas técnicas, há lugares que utilizam as mesmas construções até hoje, como o Sri Lanka e o Japão, em relação aos tanques de irrigação e barragens de terras construídas para irrigar arroz. Para os mencionados autores, já nas Américas, a técnica foi desenvolvida há mais de dois mil anos pelas civilizações Maias, Incas e Astecas. Ainda hoje é possível encontrar vestígios dos sistemas de irrigações deixados por essas tribos no Peru, Chile, Argentina e México. Nos EUA a irrigação já era desenvolvida por indígenas. Conforme Silva e Folegatti (2007), no Brasil a irrigação passou a ser utilizada inicialmente nas culturas de arroz do Rio Grande do Sul, e também na região central 15 do país. A análise histórica do desenvolvimento da irrigação junto à história dos povos que a utilizavam é fundamental, visto que a partir da utilização da irrigação conseguiram obter alimentos de modo estável e um consequente aumento populacional.

O crescimento da população humana tem exigido maiores investimentos para aumentar a produção de alimentos e de outros produtos agrícolas, seja pela incorporação de novas áreas ao sistema produtivo, seja pelo aumento da produtividade. A limitada disponibilidade de novas fronteiras agrícolas e,

principalmente, os impactos ambientais provocados pela ação do homem no último século, com mudanças acentuadas no clima do planeta, têm demandado ações concretas e eficazes que visam um aumento da eficiência e da sustentabilidade da agricultura. (PEREIRA, 2011)

Segundo Testezlaf(b), Matsura e Cardoso (2002), com o passar dos anos e com o surgimento de novas civilizações, os sistemas de irrigação sofreram algumas evoluções, e por consequência um aumento progressivo na aplicação dessa técnica, que hoje corresponde a cerca de 18% da área cultivada no mundo, oferecendo 40% de produto como alimentos e fibras, o que comprova a efetividade da utilização deste método. Para Mantovani, Bernardo e Palaretti (2009), a elaboração de um projeto de irrigação leva em consideração uma série de parâmetros e critérios agrônômicos, de engenharia de irrigação e também um cálculo hidráulico. Alguns critérios também relevantes incluem o clima, o solo, topografia, viabilidade econômica, sustentabilidade, distribuição de energia, equipamento escolhido, entre outros.

Conforme Testezlaf(c) (2011), os principais sistemas de irrigação, os quais podem ser utilizados com diferentes métodos, são:

- **IRRIGAÇÃO POR INUNDAÇÃO:** a água é aplicada sobre toda a área de cultivo e se acumula na superfície do solo. Nesse caso, além da água se infiltrar durante a sua movimentação na área, ela pode permanecer acumulada ou represada na superfície de forma permanente, no caso da cultura do arroz, ou de forma temporária, no caso de outras culturas;
- **IRRIGAÇÃO POR SULCOS:** a água é aplicada na área a ser irrigada pela inundação parcial da mesma, acompanhando as linhas da cultura, e escoando por sulcos ou pequenos canais construídos na superfície do solo. Nesse caso, a água se infiltra durante a sua movimentação na área e também no tempo em que permanecer acumulada na superfície do solo após atingir o final do sulco. O melhor exemplo de cultura que utiliza esse sistema no Brasil, principalmente no estado de São Paulo é a do tomate de mesa. Entretanto, culturas anuais e permanentes como algodão e citros, respectivamente, podem também ser irrigadas por esse sistema;

- **ASPERSÃO CONVENCIONAL:** É um dos que apresentam menor custo, entretanto demanda uma mão de obra maior. Esse sistema é muito utilizado no Brasil nas lavouras de café. Consiste em lançar jatos de água que caem em forma de chuva sobre a cultura, o que gera uma desvantagem em relação ao elevado consumo de água, pois grande parte dessa água é evaporada, visto que a irrigação não é precisa como em outros sistemas. Existem sistemas que são móveis e fixos, e sistemas que são fixos, os automatizados. Fala-se também em “aspersão em malha”, que é uma técnica na qual ficam móveis os aspersores e ficam fixas as linhas principais, de derivação e as laterais;

- **GOTEJAMENTO** - A água é aplicada com baixa intensidade e grande frequência na região da raiz da planta, sendo levada através de tubos até ser aplicada por emissores. É utilizada em culturas perenes (que são as culturas que ao final de um ciclo produtivo, não há a necessidade de replantio) e em fruticulturas. Possui um elevado custo, mas sua efetividade está na média de 90%. Na Figura 01 se ilustra o modelo de um sistema de irrigação por gotejamento, com a linha principal e suas derivações laterais, destacando o gotejador;

Figura 01: Modelo de um sistema de irrigação por gotejamento.



Fonte: Ciminis (2013).

- **MICROASPERSÃO** - É considerada uma irrigação localizada, pois a vazão de seus microaspersores é maior que a dos gotejadores. Possui efetividade maior que a aspersão convencional, é muito utilizada em culturas perenes;

- **PIVÔ CENTRAL** - São instalados aspersores em uma tubulação metálica, que recebe água proveniente de um dispositivo central. Apóia-se em torres metálicas triangulares. Geralmente é utilizado para irrigar áreas de 50 a 130 ha. Além de utilizado para a irrigação, o dispositivo pode ser utilizado para aplicação de fertilizantes;

CANHÃO HIDRÁULICO - Trata-se de um aspersor de grande porte que é utilizado manualmente, não é indicado para áreas que sofram com ventanias, visto que a eficiência do canhão pode ser prejudicada pelo vento.

Segundo Rodrigues e Irias (2004), apesar do aprimoramento das técnicas, do desenvolvimento de tecnologias e de milhares de pesquisas nesta área, a irrigação

traz alguns danos ambientais que ainda não foram controlados. Pode-se citar como principal deles o problema com o consumo de grande volume de água e por conseguinte a limitação de recursos hídricos em muitas regiões, além da salinização do solo, problemas de saúde pública com o aumento do número de agentes transmissores de doenças, tais como caramujos e mosquitos. Conforme Mantovani, Bernardo e Palaretti (2009), a irrigação possui uma série de impactos positivos, dentre eles: oferta de alimentos, geração de empregos e consequente fixação do homem no campo, diminuição do êxodo rural e produção controlada de produtos essenciais à vida humana, portanto, a partir de um uso racional e de desenvolvimento de novas técnicas, acredita-se que é possível conciliar os benefícios e malefícios da irrigação.

2.2 Arduíno uno

Pode-se definir o Arduíno UNO como uma plataforma de prototipagem eletrônica, dotada de um microcontrolador, com suporte a entradas e saídas embutido. A utilização da plataforma Arduíno UNO foi definida devido a sua facilidade de integração com os demais periféricos, ao número de entradas e saídas correspondentes a necessidade e a possibilidade de integração com um sistema de supervisão e controle. Para Souza (2009), pode-se definir microcontrolador como um “pequeno” componente eletrônico, dotado de uma “inteligência” programável, utilizado no controle de processos lógicos. Toda a lógica de operação é estruturada em forma de programa e gravada no microcontrolador, sendo executada toda vez que o componente é alimentado.

Em termos práticos, um Arduíno é um pequeno computador que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele. O Arduíno é o que chamamos de plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e software (MCROBERTS, 2011).

A plataforma Arduíno pode ser conectada a diversos tipos de periféricos, como displays, botões, sensores, módulos Ethernet, entre outros. Qualquer dispositivo que

emita dados ou possa ser controlado pode ser utilizado. A plataforma Arduino possui diferentes versões, sendo que a versão utilizada no protótipo é denominada Arduino UNO. A versão é composta de um microcontrolador Amtel AVR de vinte e oito pinos, um cristal oscilador e um regulador linear de 5 V. A placa possui conectores correspondentes às entradas e saídas do microcontrolador, permitindo a conexão dos periféricos. Possui uma porta USB, com um chip programado como conversor USB para serial, o que permite conectá-lo a um computador para envio e recebimento de dados. A figura 02 ilustra a vista superior da plataforma Arduino UNO, onde se podem observar os conectores de alimentação (USB ou fonte de alimentação externa) no lado esquerdo da figura, o microcontrolador no canto inferior direito, os pinos de conexão na parte inferior e superior da imagem, bem como os demais itens da plataforma

Figura 02: Plataforma Arduino UNO



Fonte: Arduino(d) (2013).

A linguagem de programação adotada pelo Arduino é baseada em C e C++

Considerando as características mencionadas acima sobre a plataforma Arduino, bem como o fato notório de que a mesma possui ampla documentação fornecida pelo fabricante e na internet, justifica-se a escolha da mesma

2.2.1 Especificações técnicas

Segundo o fabricante da plataforma, Arduíno(d) (2013), a mesma apresenta as seguintes especificações técnicas:

- Microcontrolador: ATmega328;
- Tensão Operacional: 5 V;
- Tensão de entrada (recomendada): 7-12 V;
- Tensão de entrada (limites): 6-20 V;
- Pinos E/S digitais: 14;
- Pinos de entrada analógica: 6;
- Corrente CC por pino E/S: 40 mA;
- Corrente CC para o pino 3,3 V: 50 mA;
- Flash Memory: 32 kB (ATmega328)
- SRAM: 2 kB (ATmega328);
- EEPROM: 1 kB (ATmega328);
- Velocidade de Clock: 16 MHz.

O Arduíno pode ser alimentado pela conexão USB ou com uma fonte de alimentação externa. A alimentação é selecionada automaticamente. Esta placa pode funcionar com uma fonte de alimentação externa de 6 a 20 V. No entanto se a alimentação for inferior a 7 V, o pino 5 V pode fornecer menos de 5 V, e a placa pode se mostrar instável. Se a alimentação for maior do que 12 V, o regulador de tensão pode superaquecer e danificar a placa. A faixa recomendada é de 7 a 12 V (ARDUÍNO(d) 2013).

Os pinos de alimentação são os seguintes (ARDUÍNO(d) 2013):

- VIN: a entrada de alimentação para a placa Arduíno, quando se está utilizando uma fonte de alimentação externa (em oposição à conexão USB ou outra fonte de alimentação regulada). Caso esteja alimentando através da USB, pode-se acessar a tensão de alimentação neste pino;
- 5 V: a fonte de alimentação regulada usada para o microcontrolador e para outros componentes na placa. Pode vir tanto do VIN através do regulador embarcado ou da conexão USB;

- 3V3: uma fonte de 3,3 V gerada pelo regulador embarcado. A corrente máxima suportada é de 50 mA.

Conforme Arduíno(d) (2013), o Arduíno UNO possui 14 pinos digitais que podem ser utilizados como uma entrada ou uma saída, utilizando-se as funções “pinMode()”, “digitalWrite()”, e “digitalRead()”, sendo que estes operam a 5 V. Cada pino pode fornecer ou receber um máximo de 40 mA, e possuem um resistor pull-up interno (desconectado por padrão) de 20-50 kΩ.

Além destes pinos, possui também alguns pinos específicos, tais como:

- Serial: 0 (RX) e 1 (TX): usados para receber (RX) e transmitir (TX) dados seriais TTL. Estes pinos são conectados aos pinos correspondentes do chip serial USB;
- LED: pino 13. Há um LED integrado ao pino digital 13. Quando este pino está no valor lógico alto, este LED está aceso;
- AREF: Tensão de referência para as entradas analógicas
- Reset: reseta o microcontrolador ao receber um pulso de valor lógico zero.

Ainda para o fabricante, a comunicação entre o dispositivo e um computador ocorre de forma simples e fácil. O Atmega328 fornece comunicação serial TTL (5 V), que está disponível nos pinos digitais 0 (RX) e 1 (TX). Um ATmega16U2 na placa canaliza esta comunicação para a USB e aparece como uma porta virtual para o software no computador. O firmware do ATmega16U2 utiliza os drivers padrão USB/COM, não sendo necessário a instalação de drivers adicionais.

2.2.2 IDE do Arduíno

O IDE do Arduíno é utilizado para desenvolver o código e realizar o upload do mesmo para a plataforma. No mundo Arduíno, é comum o termo sketch, que representa o código (ou esboço) que está em desenvolvimento. O software pode ser obtido gratuitamente no portal oficial do Arduíno (ARDUÍNO(b), 2013). Existem versões disponíveis para Windows, MAC, e Linux. No portal também é possível ter acesso ao código de programação do IDE do Arduíno, se o usuário assim desejar. No software deve-se definir o modelo de plataforma Arduíno a ser utilizado, bem como a porta de comunicação. Os menus disponíveis no software, bem como a

descrição dos mesmos, podem ser vistas em detalhes no manual do fabricante (ARDUÍNO(a) 2013). O fabricante também disponibiliza ao usuário a descrição e a explicação de como utilizar as funções e instruções necessárias para desenvolver o código, na linguagem utilizada pelo IDE do Arduino (ARDUÍNO(c), 2013).

3 ESTRUTURAÇÃO DO PROTÓTIPO

Este capítulo apresentará a descrição do protótipo, bem como as etapas da sua construção.

3.1 Descrição do protótipo

O irrigador microcontrolado integrado a um sistema de controle consiste em um equipamento que realiza de forma automática a irrigação de acordo com a umidade relativa do ar.

O equipamento conta com um reservatório de água, que tem seus limites de mínimo e máximo controlados de forma automática. Toda a água utilizada para irrigação vem deste reservatório, sendo que o enchimento do mesmo é controlado por uma válvula solenoide. Conectada por mangueira a uma torneira externa, quando acionada, a válvula permite a entrada de água no reservatório.

O protótipo possui dois conjuntos formados por uma bomba, uma válvula solenoide. Estes conjuntos são ligados ao reservatório de água através de mangueiras.

Um dos conjuntos possui a finalidade de esgotamento do reservatório, ou seja, quando acionado retira a água do reservatório através de uma mangueira que pode ser direcionada pelo operador. Esta opção foi criada devido a eventuais necessidades de manutenção do reservatório de água.

O outro conjunto tem a finalidade de realizar a irrigação. Quando acionado, o mesmo envia água do reservatório para um aspersor, que é conectado ao sensor de vazão através de uma mangueira.

O protótipo possui dois modos de funcionamento, automático e manual. Operando de forma manual, o operador pode acionar as saídas do sistema no momento que desejar, bem como, acionar a válvula de enchimento do reservatório, o conjunto de

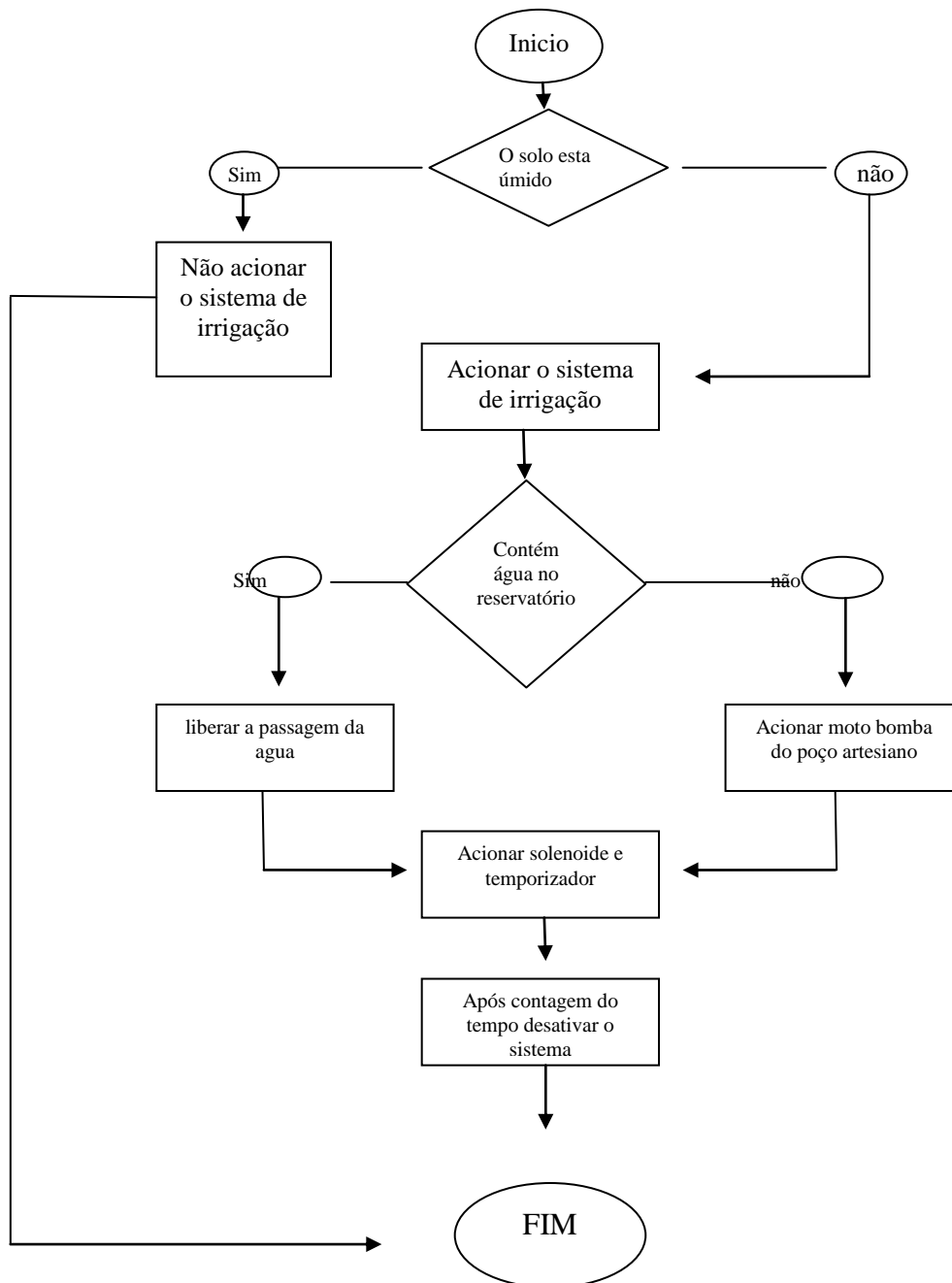
esvaziamento do reservatório e o conjunto de irrigação. No modo manual, o próprio operador deverá fazer o controle visual do nível do reservatório

Operando em modo automático, o equipamento identifica a a umidade do solo por meio de um sensor. Através destes dados, os tempos de irrigação são determinados de acordo com o material de apoio fornecido pela Embrapa, que pode ser verificado no ANEXO A – EMBRAPA - Cultivo de Tomate para Industrialização. Este material sugere os tempos de irrigação necessários para o cultivo do tomate. Para a apresentação do TCC, os tempos reais foram diminuídos de forma diretamente proporcional.

Ainda em modo automático, um sensor instalado na parte superior do reservatório envia constantemente ao controlador a distância em que a água se encontra do mesmo. Conhecendo a distância e a área do reservatório, o sistema calcula a quantidade de litros de água presente no recipiente. Com um valor mínimo e máximo de litros definido na programação, sempre que o valor mínimo é atingido o enchimento do reservatório é acionado, até atingir o valor máximo.

A operação e monitoramento do sistema ocorre através de um sistema de permitir a realização de todos os procedimentos de operação do equipamento, é apresentada ao usuário a quantidade de litros de água presente no reservatório, a temperatura ambiente, a umidade do solo, bem como a situação de todas as saídas do equipamento.

3.2 Desenvolvimento do protótipo do fluxograma



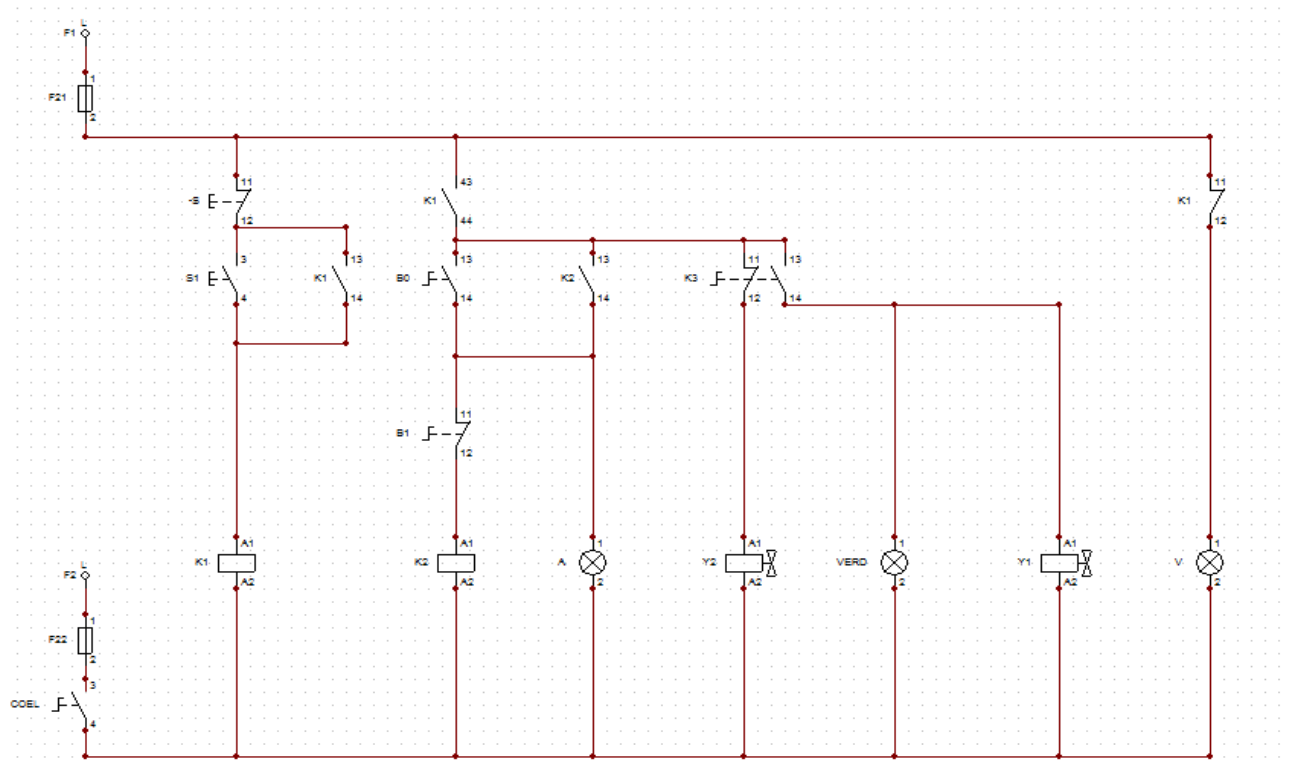
LEGENDA:
 SO – BOTÃO DE EMERGENCIA
 SI – BOTÃO LIGA
 BO – BOIA INFERIO
 B1- BOIA SUPERIOR
 PARA ELIMINAR PRESSÃO
 Y2 – SOLENOIDE
 PARA ELIMINAR PRESSÃO
 Y1 – SOLENOIDE IRRIGAÇÃO

K1 – CONTATORA DE ALIMENTAÇÃO
 K2 – CONTATORA DA BOMBA
 K3 – RELE DO ARDUINO
 LAMPADA AMARELA – LIGA BOMBA
 LAMPADA AZUL – IRRIGANDO
 LAMPADA VERMELHA–PAINEL
 DESLIGADO

3.3 Esquema elétrico

As conexões elétricas efetuadas no protótipo são ilustradas na figura 03

Figura 03: Esquema elétrico



Fonte: Autoria própria.

4. EXPLICAÇÃO DO PROJETO

O objetivo principal do projeto foi desenvolver um sistema de irrigação automatizado que pudesse agregar várias tecnologias e colocasse em prática o conhecimento adquirido ao longo do curso, com o objetivo de tornar a vida do agricultor mais simples e contribuísse para o uso mais racional da água.

O sistema usa um sensor de umidade do solo que capta essa umidade e é capaz de dizer se o solo está seco ou molhado, fazendo com que o mesmo só seja irrigado caso necessite realmente de água. Para desenvolvimento do projeto usou-se um controlador horário e uma válvula de solenóide de água de lavar que é acionada por uma contatora. que por sua vez aguarda a informação vinda do sensor de umidade do solo, desenvolvido para esta finalidade.

5. GRAFICO DO CRONOGRAMA DO PROJETO

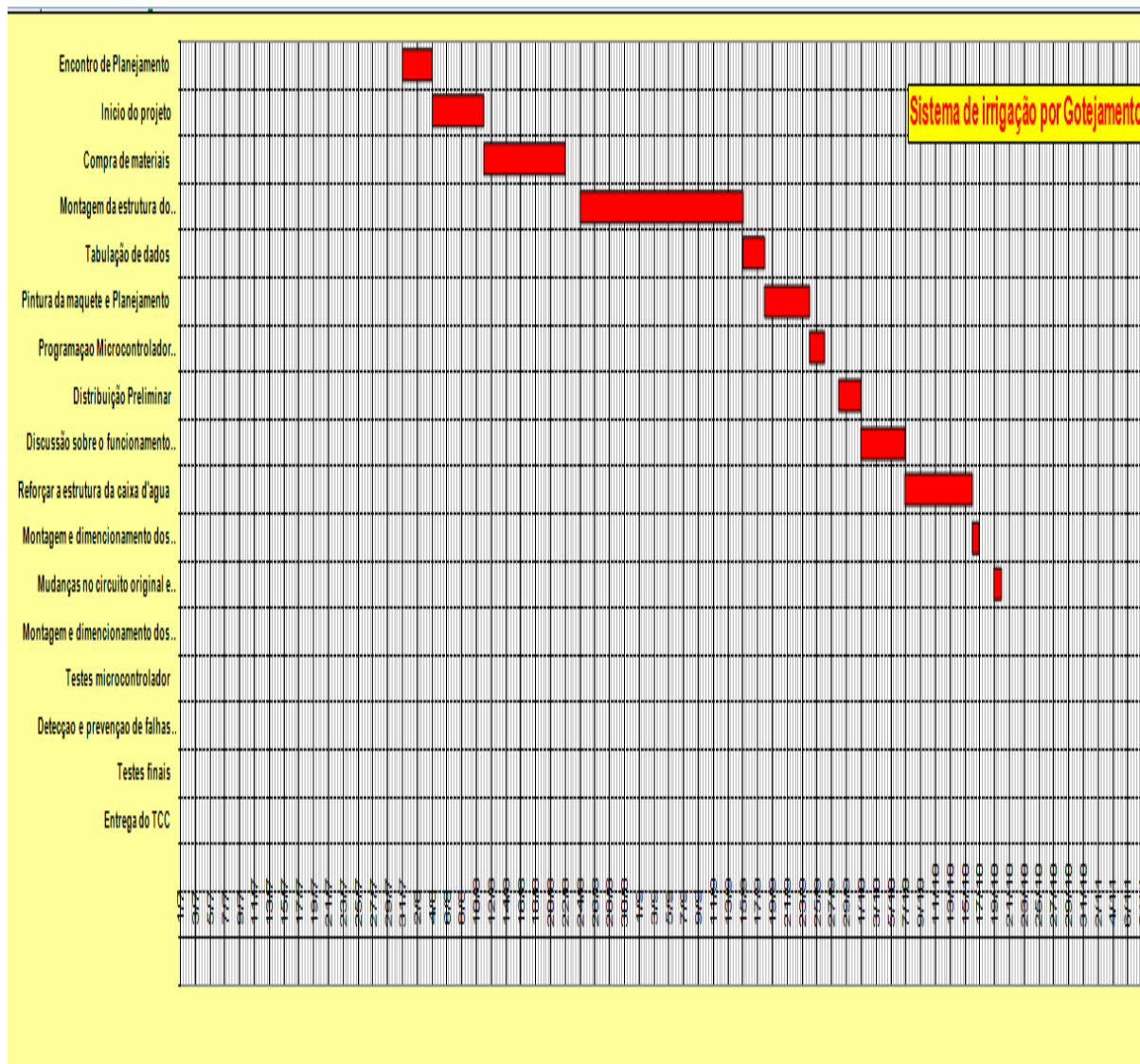
Figura04: mapa de Gant

Sistema de Irrigação por Gotejamento							
Tarefa	Data Início	Dia da Semana	Duração Dias Úteis	Duração Dias Reais	Data Final Projetada	Data Final Real	
1	Encontro de Planejamento	31/07/2015	sex	2	4	01/08/2015	03/08/2015
2	Início do projeto	04/08/15	ter	5	7	08/08/2015	10/08/2015
3	Compra de materiais	11/08/15	ter	9	11	19/08/2015	21/08/2015
4	Montagem da estrutura do projeto(MAQUETE)	24/08/15	seg	15	22	07/09/2015	14/09/2015
5	Tabulação de dados	15/09/15	ter	3	3	17/09/2015	17/09/2015
6	Pintura da maquete e Planejamento	18/09/15	sex	4	6	21/09/2015	23/09/2015
7	Programação Microcontrolador arduino	24/09/15	qui	2	2	25/09/2015	25/09/2015
8	Distribuição Preliminar	28/09/15	seg	3	3	30/09/2015	30/09/2015
9	Discussão sobre o funcionamento do sistema	01/10/15	qui	4	6	04/10/2015	06/10/2015
10	Reforçar a estrutura da caixa d'agua	07/10/15	qua	5	9	11/10/2015	15/10/2015
11	Montagem e dimencionamento dos Sistemas Hidraulicos(Canos aquaterrm e etc.)	16/10/15	sex	1	1	16/10/2015	16/10/2015
12	Mudanças no circuito original e esboço do circuito novo	19/10/15	seg	1	1	19/10/2015	19/10/2015
13	Montagem e dimencionamento dos sistemas eletricos						
14	Testes microcontrolador						
15	Deteccao e prevencao de falhas Sistema Hidraulico e eletrico						
16	Testes finais						
17	Entrega do TCC	16/11/15					
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							

Fonte: Autoria própria

5.1 Gráfico de Gant

Figura 05: Gráfico de Gant



Fonte: Autoria própria

6. ETAPAS DO PROJETO

Em comum acordo dividiu-se as tarefas entre os três integrantes do grupo

Rafael: desenvolvimento da maquete

Lucas: desenvolvimento da hidráulica

Giliarde: desenvolvimento da elétrica

Preparação, acabamento da estrutura e montagem do projeto de irrigação por gotejamento

1ª Etapa: compra do material

Dia 31/07/2015 Lucas e Giliarde compraram os componentes necessários para a elaboração do projeto de irrigação por gotejamento

2ª Etapa: Criação da Estrutura

Dia 01/08/2015 deu-se inicio a criação e montagem da estrutura da maquete

Figura 06: Foto real da execução do projeto



Fonte: Autoria própria.

Figura 07: Foto real da execução do projeto



Fonte: Autoria própria.

Figura 08: Foto real da execução do projeto

A peça que encontra-se a esquerda da imagem servira como suporte do quadro elétrico e bomba periférica, sendo a figura da direita suporte para caixa de água.



Fonte: Autoria própria.

3ª Etapa: Pintura da estrutura

Nesta etapa envernizou-se a estrutura para a impermeabilização da estrutura em madeira

(01/08/2015)

Figura 09: Foto real da execução do projeto



Fonte: Autoria própria.

4ª Etapa: Montagem

Montagem do sistema hidráulico

(08/08/2015)

Figura 10: Foto real da execução do projeto



Fonte: Autoria própria.

Continuação da montagem do sistema hidráulico e início do sistema elétrico
(15/08/2015)

Figura 11: Foto real da execução do projeto



7. MATERIAIS PARA TCC SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

Arduino uno r3

O **Arduino Uno** é uma plataforma *open-source* de computação física, baseada em uma linguagem de programação que possibilita desenvolver projetos de automação residencial ou robóticos.

- Com o **Arduino Uno** é possível desenvolver objetos interativos e ambientes autônomos, bastando conectá-lo a um computador para que, utilizando o plataforma disponível para download grátis, o usuário possa controlar ações e interações do objeto ou ambiente a partir de um dispositivo remoto.

- Conhecido por ser uma placa micro controladora de baixo custo, o **Arduino UNO** permite fazer coisas realmente incríveis quando conectado a diversos tipos acessórios, como, por exemplo, sensores, luzes, motores, entre outros. Com o **Arduino UNO** é possível construir projetos de exibição interativa, como robôs e, em seguida, compartilhar seus inventos com o mundo, colocando-o na Rede Mundial de Computadores.

ESPECIFICAÇÕES

- Marca: Arduino;
- Modelo: Arduino UNO R3;
- Microcontrolador: ATmega328;
- Tensão de funcionamento: 5V;
- Tensão de entrada (recomendada): 7-12V;
- Limite de tensão: 6 a 20 Volts;
- Saídas digitais I/O Pin: 14 (dos quais 6 oferecem saída PWM);
- Saídas analógicas 3.3V Pin: 6;
- Corrente DC por saída digital I/O Pin: 40mA;
- Corrente DC por saída analógica Pin: 50mA;
- Flash memory: 32Kb (ATmega328) dos quais 0,5KB são utilizados pelo carregador de inicialização;

- SRAM: 2Kb (ATmega328);
- EEPROM: 1Kb (ATmega328);
- Clock Speed: 16MHz;
- Dimensões: 68x53x10mm;
- Peso: 28

Sensor de nível

Figura 12: Sensor de nível



Fonte: Catalogo de web site de vendas

Especificações

Movimento do flutuador magnético abre/fecha um contato elétrico.

Material	POM - Poliacetal (porca em PA)
Pressão máx. de trabalho	2bar
Temperatura de trabalho	-10 a 100°C
Cor	Branco
Densidade mín. do líquido (SG)	0,76
Peso	30g
Saída	Contato On/Off
Características elétricas	NA/NF - SPST
Conexão elétrica	Cabo 2 x 0,5mm ² x 40cm
Grau de proteção	IP66
Montagem	Lateral interna em furo de Ø16mm
Vedação	Arruela NBR (borracha nitrílica)
Espessura máx. parede reservatório	9mm
Raio mín. reservatório cilíndrico	150mm

Bomba Sucção

Figura 13: Bomba de sucção



Fonte: catalogo de web site

Descrição da Motobomba Periférica Schulz MP 35 Monoestágio

- Marca: Schulz
- Composição/Material: Carcaça da bomba em ferro fundido e do motor em alumínio
- Aplicação: Residência, praia, campo e jardim
- Recomendações de Uso: Bombeamento de águas limpas isentas de sólidos abrasivos (areias e similares) para abastecimento de residências, pequenos edifícios, campos, praias e jardins.
- Alimentação: Energia elétrica
- Voltagem: 220V
- Potência (W): 372,85W
- Consumo: 0,5Kw
- Cor: Preto
- Conteúdo da Embalagem: 1 Motobomba Periferica e manual
- Dimensões aproximadas do produto (cm): - AxLxP 14x11x25cm
- Peso líq. aproximado do produto (kg): 4,8kg
- Dimensões aproximadas da embalagem (cm): - AxLxP 17x14x28cm
- Peso aproximado da embalagem do produto (kg): 5,3kg
- Garantia do Fornecedor: 12 meses

- Mais Informações: Motor fechado, IP 44, com capacitor permanente e protetor térmico

Botoeira NA – NF

Figura 14: Botoeira NA – NF



Fonte: catalogo de web site de vendas

Descrição

Também pode ser chamada de chave comutadora, contato three-way ou contato paralelo. Esse tipo de chave representa uma função composta, sendo a parte superior um contato NF e a parte inferior um contato NA.

Contatora Siemens

Figura 15: Contatora Siemens



Fonte: catalogo de web site

Especificações

Tensão de isolamento (Ui)	660V
Corrente nominal	10A
Disposição dos contatos	2NA+2NF
Manobras	3000
Tensão	220V

Jumpers

Figura 16: jumpers



Fonte: catalogo de web site de vendas

Descrição

Fios/jumpers Macho e Fêmea para Projetos Eletrônicos – Arduino

Lâmpadas de Sinalização

Figura 17: lâmpadas de sinalização



Fonte: catalogo de web site de vendas

Descrição

Sinaleiro led 22mm. Nas cores, verde, vermelho, amarelo, branco e azul. Nas tensões 220V

Dimensões: 62 x 30,5mm

Quadro Elétrico

Figura 18: Quadro elétrico



Fonte: catalogo de web site de vendas

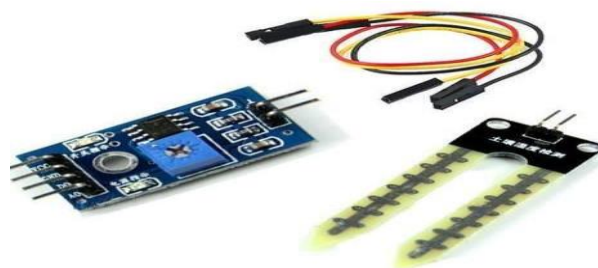
Descrição

Quadro de comandos elétricos

Dimensão de 300x250

Sensor de umidade

Figura 19: Sensor de umidade de solo



Fonte: catalogo de web site de vendas

Descrição

O **Módulo Sensor De Umidade Do Solo**, como o próprio nome sugere, é capaz de medir a umidade do solo em determinado local, atuando em conjunto com placas microcontroladoras, entre elas: Arduino, PIC, AVR, ARM, etc. Dividido em duas partes o **Módulo Sensor De Umidade Do Solo** é composto por um sensor que através de duas sondas realiza a medição da umidade por meio da auferição da corrente entre as sondas, e por um circuito com trimpot, em que pode **ser ajustada a sensibilidade**. Muito aplicado em projetos eletrônicos e de automação residencial o **Módulo Sensor De Umidade Do Solo** em conjunto com uma placa microcontroladora, como já mencionado, é capaz de medir a umidade do solo, e quando atingir determinado índice a placa pode acionar um equipamento para irrigação da área ou até mesmo pode emitir sinais sonoros ou luminosos. (Estas funções dependem de programação e aplicação de outros acessórios). Ideal para utilização em projetos inovadores e modernos o **Módulo Sensor De Umidade Do Solo** é de fácil utilização, podendo ser aplicado por estudantes ou profissionais das áreas tecnológicas.

Características

- Sensor de umidade do solo;
- Sensibilidade ajustável;
- Interface Analógica: AO;
- Interface Digital: DO (0 e 1);
- Compatível com Arduino, PIC, AVR, ARM, etc;
- Acompanha jumper 5 peças fêmea-fêmea.

Especificações

- Interface (4 fios): VCC/GND/DO/AO;
- Tensão de funcionamento: 3.3V ~ 5V;
- Comprimento do jumper: 21cm;
- Dimensão do sensor com sondas (CxL): 60x20mm;
- Dimensão do circuito com trimpot (CxL): 32x14mm;
- Peso total: 9g.

Timer Coel – Controller

Figura 20: Timer Coel-Controller



Fonte: catalogo de web site de vendas

Descrição

O interruptor horário RTST-40 é um instrumento versátil e de fácil programação. Possui 2 saídas que podem ser programadas de forma independente com intervalo mínimo de acionamento de 1 segundo (função pulso), o display de LCD e multi-indicativo e possui 40 memórias para programações semanais ou diárias independente do número de saídas.

O instrumento pode ser montado em trilho DIN(RTST-40) através de parafusos ou em porta de painéis(RTSTL-40)

Características Principais

- 40 memórias para programação
- Bateria interna
- 16 possíveis combinações de acionamentos diários e semanais
- Display LCD multi-indicativo de fácil visualização
- Saída temporizada, com ajuste de 1 a 59 s para acionamento de sinaleiro
- Horário de verão (+1h)

Dados Técnicos

- Alimentação – VCA – 100 a 240
- Frequência da rede – HZ – 48 a 63
- Consumo aproximado – VA – 4,4
- Temperatura Ambiente de operação – C – 0 a 55
- Temperatura Ambiente de armazenamento – C – -40 a 70
- Umidade relativa do ar - % - 35 a 85 (não condensado)
- Precisão (a 20 C) - seg/dia > + ou – 2,0
- Display Tipo – LCD multi-indicativo
- Quantidade de programas – memórias – 40
- Intervalo mínimo entre programas – segundos – 0 a 59 (função pulso)
- Periodicidade dos programas – Diárias ou semanais
- Autonomia da bateria – Aproximadamente 4 anos
- Saídas – HRR – 2 SPSP-NA 8 A @ 250 Vca , cos –1
- Funções adicionais – Horário de verão e acionamento manual de saída
- Peso aproximado – gramas – 270

Válvula de retenção

Figura 21: Válvula de retenção



Fonte: catálogo web site

Válvula Solenoide

Figura 22: Válvula solenóide



Fonte: catalogo de web site de vendas

Descrição

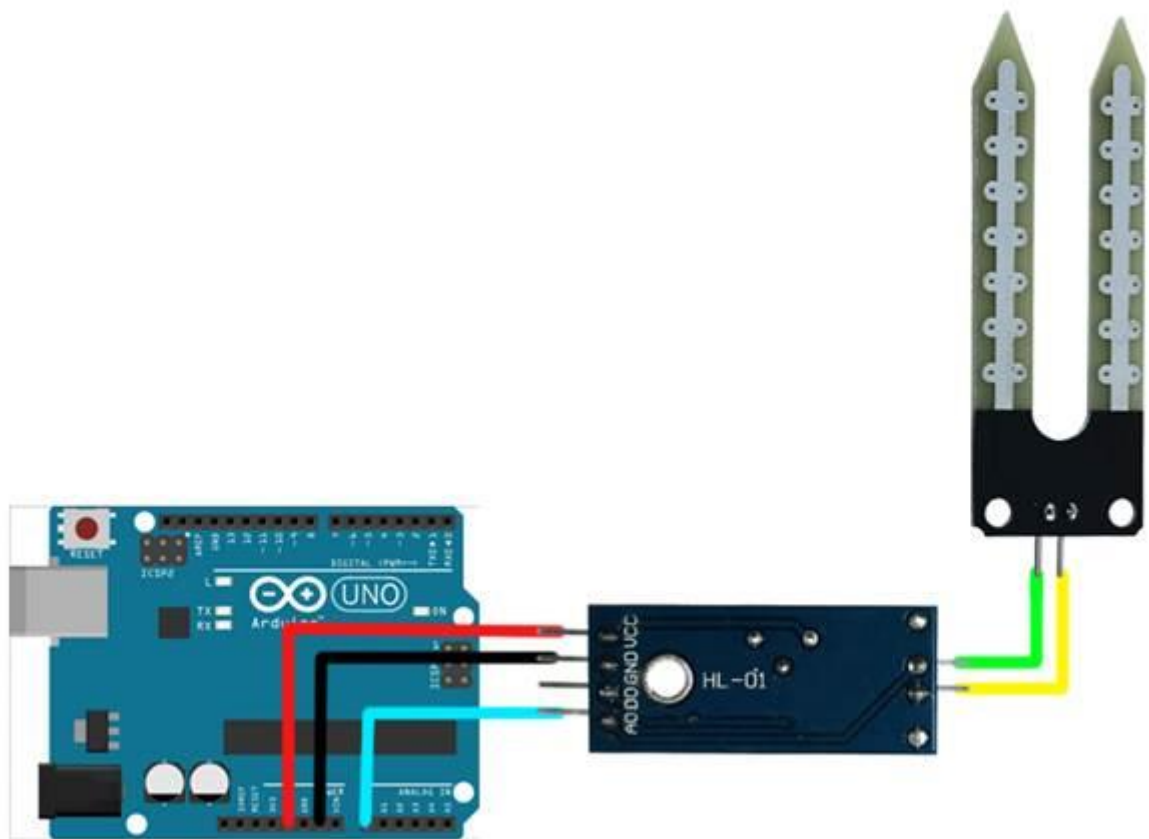
Rosca de entrada de 3/4"

Rosca de saída de 3/4 "

Controle de fluxo de água em diversas aplicações

- Irrigação
- Caixas d'água
- Automação
- Bebedouros
- Lavatórios

Figura 23: Esquema de ligação do sensor de umidade de solo



Fonte: catalogo de web site

Figura 24: programação do arduino



```
sketch_sep22a | Arduino 1.6.5
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
sketch_sep22a $
int sensa, sensb, sensc, unidade;// Declaração das variáveis colocada no programa

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Eletrotecnica 2015");
  pinMode(10, OUTPUT);
}

void loop() {
  sensa = analogRead(A0);
  sensb = analogRead(A1);
  sensc = analogRead(A2);
  unidade = 60;

  int porcentoa = map(sensa, 1023, 0, 0, 100);
  int porcentob = map(sensb, 1023, 0, 0, 100);
  int porcentoc = map(sensc, 1023, 0, 0, 100);

  Serial.print(porcentoa);
  Serial.println(" % v1 ");
  Serial.print(porcentob);
  Serial.println(" % v2 ");
  Serial.print(porcentoc);
  Serial.println(" % v3 ");
  Serial.println("");

  if(porcento<=unidade | porcento<=unidade | porcento<=unidade){
  Serial.println("irrigando os vasos");
  digitalWrite(10, HIGH);
  }
  else
  {
  digitalWrite(10, LOW);
  }
  delay(1000);
}
```

Fonte: Autoria própria

Figura 25: Tabela de custos

TABELA DE CUSTOS			
ITEM	QTD.	VALOR UNID.	SUB TOTAL
Maquete	1	R\$ 250,00	R\$ 250,00
Contatora	2	R\$ 60,00	R\$ 120,00
Sensor de nivel	2	R\$ 30,00	R\$ 60,00
Caixa de agua acrilica	1	R\$ 150,00	R\$ 150,00
Arduino UNO	1	R\$ 150,00	R\$ 150,00
Controlador COEL	1	R\$ 100,00	R\$ 100,00
Sensor de umidade de solo	3	R\$ 30,00	R\$ 90,00
Quadro eletrico 30/40	1	R\$ 140,00	R\$ 140,00
Botoeira NA-NF	1	R\$ 20,00	R\$ 20,00
Luminaria de sinalização	3	R\$ 5,00	R\$ 15,00
Verniz	1	R\$ 18,00	R\$ 18,00
Eletroduto rigido	1	R\$ 10,00	R\$ 10,00
Valvula solenoide 3/4	1	R\$ 35,00	R\$ 35,00
Valvula solenoide	1	R\$ 250,00	R\$ 250,00
Canaleta para painel	1	R\$ 15,00	R\$ 15,00
Valvula de retenção 3/4	1	R\$ 30,00	R\$ 30,00
Curva para eletroduto	1	R\$ 6,00	R\$ 6,00
Bomba periferica 1/2 Hp	1	R\$ 120,00	R\$ 120,00
Conexão 1 pol para 3/4	2	R\$ 19,90	R\$ 39,80
Conector 22mmx3/4	8	R\$ 10,00	R\$ 80,00
Joelho 90 22mm	10	R\$ 2,59	R\$ 25,90
Flange 1/2	2	R\$ 8,00	R\$ 16,00
Conector 22mmx1/2	4	R\$ 19,90	R\$ 79,60
Válvula de retenção	1	R\$ 45,00	R\$ 45,00
Conexão rosca dupla 1pol	2	R\$ 1,20	R\$ 2,40
Conexão rosca dupla 3/4	3	R\$ 0,75	R\$ 2,25
Luva transição 15mmx1/2	2	R\$ 10,59	R\$ 21,18
Te 90 22mm	2	R\$ 4,50	R\$ 9,00
Registro 3/4 rosca PVC	1	R\$ 10,00	R\$ 10,00
Joelho 90 PVC	2	R\$ 5,00	R\$ 10,00
Tubo 22mm Aquatherm	1	R\$ 39,49	R\$ 39,49
Tubo 15mm Aquatherm	1	R\$ 22,90	R\$ 22,90
TOTAL			R\$ 1.982,52

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente projeto teve o propósito de viabilizar o uso da automação aliada a um baixo custo, em sistemas de irrigação de pequeno porte, diminuindo assim possíveis perdas na produção. Para atingir o propósito do baixo custo, buscaram-se tecnologias baratas e confiáveis, passíveis de integração entre si. A tabela 01 apresenta os custos estimados do desenvolvimento do protótipo.

CONCLUSÃO

Neste projeto abordou-se a disponibilização de tecnologias de irrigação para pequenos produtores rurais.

Um dos objetivos era pesquisar as tecnologias utilizadas na criação do protótipo.

Este objetivo foi contemplado ao realizar o estudo dos sensores disponíveis no mercado, aprendendo o seu modo de funcionamento, suas aplicabilidades e definido os modelos a serem utilizados.

Após a análise das plataformas de prototipagem disponíveis, definiu-se pelo Arduino UNO devido a sua facilidade de utilização e ampla possibilidade de integração de equipamentos. Foi necessário o aprendizado do seu modo de funcionamento e programação, testando códigos de programação para conhecer individualmente as funções que o equipamento fornece.

REFERÊNCIAS

- http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/imetodos.htm
- <http://sna.agr.br/sistema-de-irrigacao-por-gotejamento-podera-ser-alternativa-na-agricultura/>
- http://www.abbatatabrasileira.com.br/revista03_018.htm
- <https://pt.wikipedia.org>
- www.mercadolivre.com.br/