

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**

ETEC PHILADELPHO GOUVÊA NETTO

Técnico em Eletrotécnica

Carlos Eduardo Medeiros de Paula

Higor Augusto de Deus

Rafael França de Souza

William da Silva Caetano

IRRIGAÇÃO INTELIGENTE

SÃO JOSÉ DO RIO PRETO

2019

**Carlos Eduardo Medeiros de Paula
Higor Augusto de Deus
Rafael França de Souza
William da Silva Caetano**

IRRIGAÇÃO INTELIGENTE

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso Técnico em Eletrotécnica
da Etec Philadelpho Gouvêa Netto, orientado
pelo Prof. Mario Kenji Tamura como requisito
parcial para obtenção do título de técnico em
Eletrotécnica.

**SÃO JOSÉ DO RIO PRETO
2019**

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus por permitir a conclusão desse curso, e também a todos os professores que compartilharam conosco seu tempo e conhecimento.

RESUMO

Nos dias atuais, até mesmo o mais simples dos processos está sendo automatizado, visando à otimização do tempo e da produção, e isso vale também para o setor agrícola. A irrigação faz parte da produção de alimentos e um sistema irrigado aumenta a produção e a qualidade de uma cultura. Pequenos produtores têm menos acesso as novas tecnologias no setor agrícola, de forma que isso prejudica sua produção. Posto isso, este trabalho tem por objetivo implantar um sistema de irrigação automatizado de baixo custo que acionará a irrigação automaticamente quando o solo necessitar. O principal foco deste projeto é utilizar a plataforma Arduino, junto com um sensor de umidade de solo, para automatizar um sistema de irrigação onde ambos trabalhem juntos para manter o solo sempre na umidade ideal para a plantação, sem depender de chuvas ou do dono da horta. Ele visa demonstrar as vantagens de implantar uma irrigação inteligente e automatizada, um sistema autônomo e de baixo custo.

Palavras-chave: Arduino. Contatores. Irrigação. Automação. Sensores. Irrigação automatizada.

ABSTRACT

Nowadays, even the simplest of processes is being automated to optimize time and production, and this is true for the agricultural sector as well. Irrigation is part of food production and an irrigated system increases the yield and quality of a crop. Small producers have less access to new technologies in the agricultural sector, so this harms their production. Therefore, this work aims to implement a low-cost automated irrigation system that will automatically trigger irrigation when the soil needs it. The main focus of this project is to use the Arduino platform, together with a soil moisture sensor, to automate an irrigation system where both work together to keep the soil always at optimum moisture for planting without relying on rainfall or the owner of the vegetable garden. It aims to demonstrate the advantages of deploying intelligent, automated irrigation, a low cost standalone system.

Key words: Arduino. Contactors. Irrigation. Automation. Sensors. Automated Irrigation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Entradas e saídas do Arduino Uno.....	8
Figura 2 – Interior de um relé	9
Figura 3 – Módulo relé	10
Figura 4 – Contator eletromecânico	11
Figura 5 – Simbologia de um contator de potência	12
Figura 6 – Simbologia de um contator auxiliar	13
Figura 7 – Eletrodos do sensor	14
Figura 8 – Água consumida no Brasil em 2017.....	15
Figura 9 – Sistema convencional fixo de irrigação por aspersão	16
Figura 10 – Irrigação por inundação do arroz.....	16
Figura 11 – Sistema de irrigação por gotejamento.....	17
Figura 12 – Gotejadores enterrados no solo	18
Figura 13 – Primeiro teste do circuito.....	19
Figura 14 – Horta com mudas de cebolinha.....	20
Figura 15 – Protótipo completo	20

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 Justificativa.....	7
1.2 Objetivo geral	7
1.3 Objetivos específicos.....	7
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	8
2.1 Arduino.....	8
2.2 Relé.....	8
2.2.1 Módulo relé	10
2.3 Contatores	10
2.4 Bomba d'água.....	13
2.5 Sensor de umidade de solo capacitivo	13
2.6 Irrigação	14
2.6.1 Métodos de irrigação	15
2.6.1.1 Irrigação por aspersão.....	15
2.6.1.2 Irrigação por superfície.....	16
2.6.1.3 Irrigação localizada	17
2.6.1.4 Irrigação subterrânea.....	17
3 DESENVOLVIMENTO	19
3.1 Programação do Arduino	21
3.2 Esquema de ligação do Arduino	24
3.3 Comando equivalente	24
3.4 Material utilizado	25
3.5 Cronograma	26
3.6 Canvas.....	27
4 CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

Um sistema de irrigação aumenta a produção em uma plantação, tornando-a mais produtiva do que uma plantação que não possui irrigação. Hoje, a tecnologia avança cada vez mais rápido, de forma que muitas coisas que antes eram feitas pelo homem hoje são feitas por máquinas e sistemas autônomos, sendo que um dos principais objetivos dos avanços é realizar cada vez mais trabalho com cada vez menos esforço, por meio da automatização dos processos. Porém, pequenos e médios produtores nem sempre têm acesso a esses novos recursos. Com este projeto de baixo custo, eles poderão melhorar a quantidade e a qualidade de sua produção. Além disso, um sistema de irrigação automatizado otimiza o tempo de quem cuida da plantação, pois o sistema cuida da irrigação pela pessoa, de modo que ela pode usar o tempo que gastaria com a plantação para outros objetivos. Este sistema também economiza água, pois os sensores dizem o momento certo de irrigar, evitando desperdício, sendo que quase toda a água será aproveitada.

1.2 Objetivo geral

Automatizar um sistema de irrigação.

1.3 Objetivos específicos

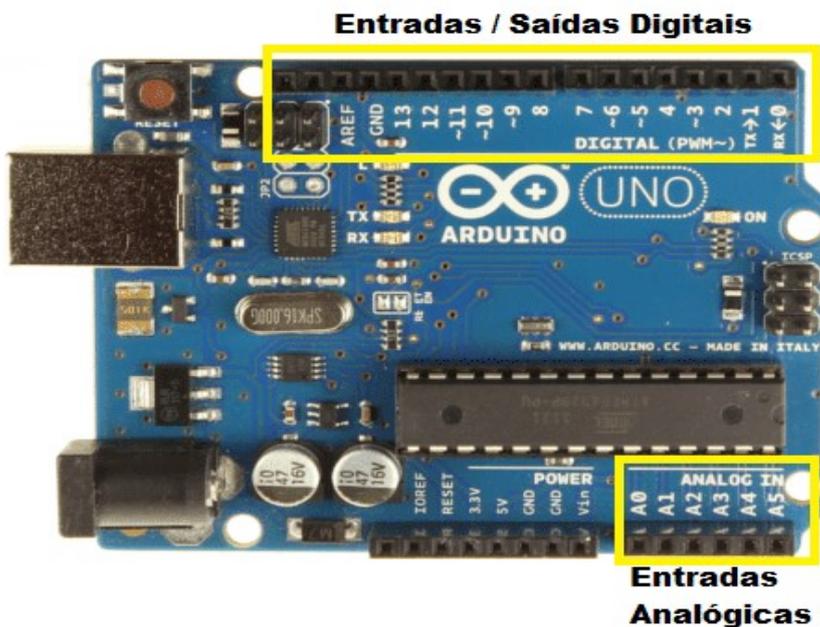
Montar um sistema de irrigação inteligente utilizando a plataforma Arduino, onde o solo permanecerá sempre na umidade ideal, sendo monitorado por meio de um sensor de umidade de solo que acionará uma válvula solenoide quando o solo estiver com níveis baixos de umidade. Também se espera que os autores aumentem o conhecimento sobre a plataforma Arduino e todos os seus recursos para elaboração de possíveis novos projetos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Arduino

O Arduino é uma plataforma de prototipagem que vem sendo muito usada nos últimos anos para a criação de novos projetos em muitos campos de estudo, como eletrônica, robótica e, como é o foco deste projeto, a automação. Sua maior vantagem em relação as demais plataformas é a sua facilidade de utilização, permitindo que qualquer pessoa, com muito, pouco e até nenhum conhecimento na área de programação possa criar e desenvolver seus próprios projetos do zero. McRoberts (2015, p. 27) define o Arduino, em termos leigos, como “um computador minúsculo que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos que conectar a ele” e “o que chamamos de plataforma de computação física ou embarcada”. Dessa forma, podemos defini-lo como um dispositivo com entradas e saídas, digitais e analógicas, que o usuário pode programar como deseja que as saídas funcionem de acordo com as informações recebidas nas entradas. A figura 1 mostra um Arduino e suas entradas e saídas.

Figura 1 – Entradas e saídas do Arduino Uno



Fonte: <https://www.embarcados.com.br/arduino-uno/>

2.2 Relé

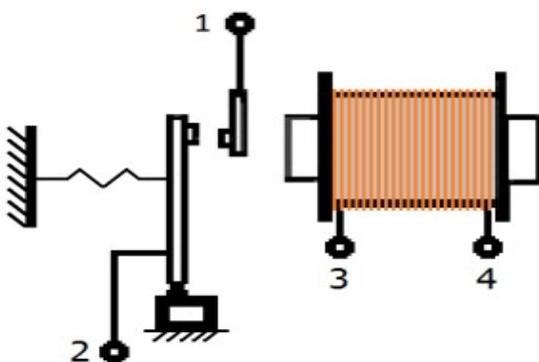
O componente mais usado para ligar e desligar cargas a partir de um comando é o relé, que pode ser usado para controlar diversos tipos de cargas, como motores,

lâmpadas, válvulas, bombas, resistências etc. Cunha (2009, p. 54) define relé como “um dispositivo elétrico que tem como objetivo produzir modificações súbitas e predeterminadas em um ou mais circuitos elétricos de saída, quando certas condições são satisfeitas nos circuitos de entrada que controlam os dispositivos.”

O relé pode ser utilizado para separar o sistema de inteligência do sistema de acionamento. Isso porque a maioria dos microprocessadores utilizados na inteligência de um sistema, como o Aduino Uno, trabalham com valores de tensão e corrente baixos. Devido a isso, para acionar cargas mais pesadas, que utilizem valores de tensão e corrente mais altos do que os que o microprocessador trabalha, faz-se necessária a utilização de um dispositivo que possa suportar essa carga e acioná-la conforme o comando do microprocessador.

A diferença de um relé para um simples interruptor consiste no fato de que não precisamos usar nosso dedo para fechar ou abrir o contato, pois os relés se baseiam no eletromagnetismo. Ainda segundo Cunha (2009, p.56), os relés são compostos por um eletroímã, em forma de bobina; uma armadura metálica, que é atraída pelo campo magnético criado pelo eletroímã; uma mola e um conjunto de contatos elétricos, que serão abertos ou fechados, conforme a configuração de cada relé. No momento em que passa uma corrente elétrica pela bobina, forma-se um campo magnético que altera a posição dos contatos. Se a corrente for interrompida, deixará de existir um campo magnético na bobina e os contatos voltarão à sua posição inicial. A figura 2 ilustra um relé por dentro.

Figura 2 – Interior de um relé



Fonte: <https://portal.vidadesilicio.com.br/modulo-rele-com-arduino/>

Enquanto a bobina é alimentada, seu campo eletromagnético atrai a haste conectada ao terminal 2, que vence a força exercida pela mola conectada a ela. Isso faz com que

essa haste se mova até encostar na haste conectada ao terminal 1, fechando o contato. Dessa forma, temos um interruptor acionado por uma bobina.

2.2.1 Módulo relé

Em circuitos eletrônicos, para usarmos um relé de forma eficaz, é necessário utilizar um circuito de proteção conectado a bobina, devido ao fato de que, quando a corrente elétrica passa pela bobina, o campo eletromagnético em torno dela pode variar, e gerar correntes reversas nela que podem danificar o circuito de inteligência que está enviando sinais de comando para o relé.

No mercado hoje, existem módulos para Arduino que já vem com os circuitos de acionamento prontos para o uso. Essas placas podem ter de 1 até 20 relés, e podem ser encontradas em várias lojas de eletrônica. A figura 3 contém um exemplo de módulo relé. Neste projeto, foi utilizado um módulo com 2 canais.

Figura 3 – Módulo relé



Fonte: <https://portal.vidadesilicio.com.br/modulo-rele-com-arduino/>

2.3 Contatores

Contatores são dispositivos eletromecânicos de manobra cuja função básica é conduzir ou interromper correntes elétricas para cargas como motores, luminárias, banco de capacitores, circuitos auxiliares, entre outros. Eles podem ser constituídos dos mais diversos tamanhos e capacidade de condução e ser aplicados nos mais diversos locais, desde a indústria, onde são mais comuns, até os eletrodomésticos que possuímos em nossas residências. Contatores são componentes essenciais em

circuitos de comando, sendo responsável por fazer o controle de cargas em um circuito de potência. Originalmente, eram chaves eletromagnéticas assim como os relés, porém devido a avanços na tecnologia, começaram a ser fabricados também com funcionamento eletrônico.

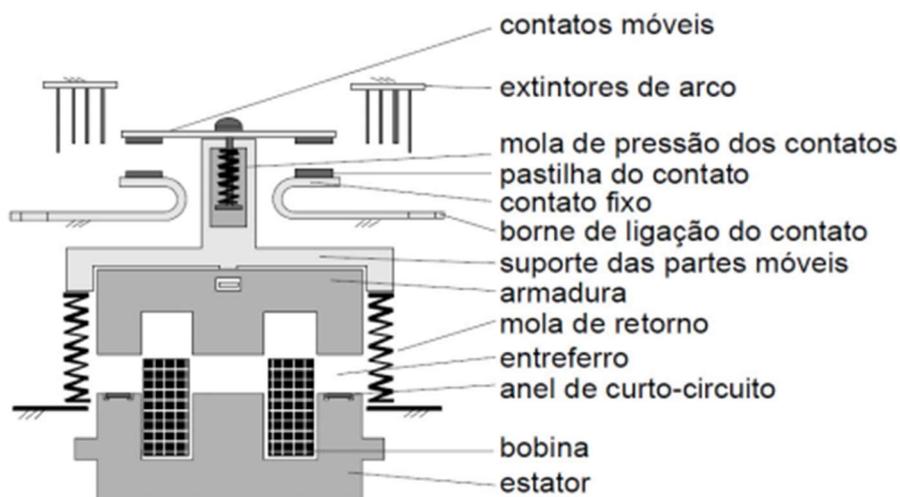
Existem dois tipos principais de contadores: eletromecânicos e eletrônicos. Os eletromecânicos também são divididos em dois tipos: contadores auxiliares e de potência. Os contadores auxiliares, como o próprio nome já indica, são responsáveis por acionar circuitos auxiliares, como os de comando, sinalização e controle, enquanto os de potência acionam as cargas, como motores.

Os componentes básicos de um contator eletromagnético são:

- Contatos;
- Circuito eletromagnético, cujos componentes são: núcleo, armadura, bobina, estrutura do aparelho;
- Anel de curto circuito;
- Molas de retorno e de pressão;
- Câmara de extinção ou sistema de sopro.

A figura 4 mostra as partes de um contator eletromecânico.

Figura 4 – Contator eletromecânico



Fonte: Savold, 2013

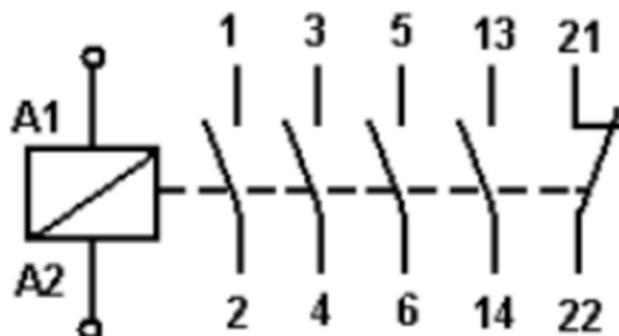
Os contatos móveis do contator podem ser normalmente abertos (NA) ou normalmente fechados (NF), o que indica qual a posição do contato enquanto o contator estiver em repouso, ou seja, com a bobina desernegezada. Esses contatos são feitos geralmente de cobre eletrolítico e são protegidos contra poeira, graxa, umidade, insetos, e qualquer outra coisa que possa prejudicar seu bom funcionamento.

Grande parte do funcionamento do contator se deve ao circuito eletromagnético. Esse circuito realiza o acionamento mecânico dos contatos NA e NF, mudando seu estado. O núcleo e a armadura são fixos ao suporte do contator, composto de material isolante, junto com os contatos principais e auxiliares. O circuito eletromagnético fica isolado do exterior do suporte, de modo que apenas os contatos principais e auxiliares ficam expostos no exterior para que sejam feitas as ligações dos circuitos ao contator.

A bobina cria um fluxo magnético que criará uma força na armadura e no núcleo, de forma que um atraia o outro. Dessa forma, podemos dizer que o funcionamento do contator eletromecânico se dá pela energização da bobina, que gera um fluxo magnético no núcleo, que gera uma força magnética no entreferro, atraindo a armadura junto com os contatos. Também temos molas de pressão para a regulação da pressão exercida sobre os contatos e molas de retorno para que a armadura retorne à sua posição inicial quando a bobina deixar de ser alimentada.

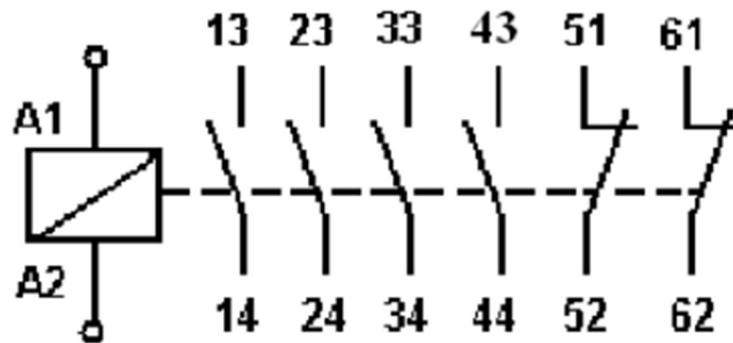
A figura 5 mostra a simbologia numérica e literal de um contator de potência, e a figura 6 mostra a simbologia de um contator auxiliar, sendo que o primeiro dígito indica o número do contato e o segundo dígito indica a posição NF(1 e 2) ou NA (3 e 4).

Figura 5 – Simbologia de um contator de potência



Fonte: <https://docente.ifrn.edu.br/heliopinheiro/Disciplinas/maquinas-e-acionamentos-eletricos-ii/conceitos-de-comandos-eletricos>

Figura 6 – Simbologia de um contator auxiliar



Fonte: <https://docente.ifrn.edu.br/heliopinheiro/Disciplinas/maquinas-e-acionamentos-eletricos-ii/conceitos-de-comandos-eletricos>

2.4 Bomba d'água

São máquinas que recebem energia motora, transformam em energia cinética e energia de pressão e a transmitem ao fluido bombeado. O conjunto girante de um motor, se movimentado, faz com que o rotor “puxe” o líquido, que geralmente está num depósito conhecido como cisterna ou reservatório inferior, para a entrada da bomba, mais conhecida como sucção, através de tubos e conexões. São utilizadas quando é necessário aumentar a pressão de um fluido e transportá-lo por uma tubulação.

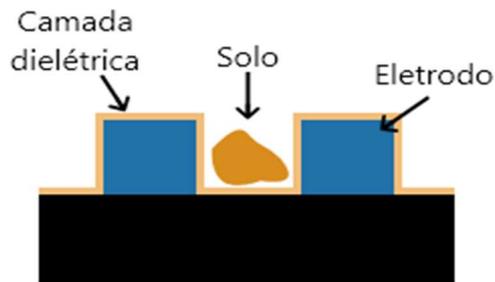
2.5 Sensor de umidade de solo capacitivo

Existem dois métodos para leitura de umidade de solo: os métodos Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR) e da Frequência (FDR). Este projeto utiliza o método FDR, também conhecido como método capacitivo.

Neste tipo de leitura, a sonda funciona como parte de um capacitor eletrônico. Quando ativado, a matriz solo-água-ar forma o meio dielétrico deste “capacitor”. Existe dois eletrodos que ficam distantes um do outro na sonda. Também é depositado uma camada de um material dielétrico ao redor deles, protegendo contra corrosão e formando um capacitor com os eletrodos. O “capacitor” é conectado a um circuito LC,

formando um oscilador. Quando ligado, é gerado um campo elétrico entre os dois eletrodos estendendo-se para fora e atingindo a matriz do solo, polarizando as moléculas de água. O solo entre os dois eletrodos dita o valor da capacitância, sendo que quanto maior a umidade do solo, maior será a capacitância e menor a frequência do circuito. A figura 7 ilustra isso.

Figura 7 – Eletrodos do sensor



Fonte: <http://mundoprojetado.com.br/sensor-de-umidade-capacitivo-para-solo/>

2.6 Irrigação

Existem várias definições para a palavra “irrigação”. Neste projeto, será usada a definição de Testezlaf (2017, p. 9): “técnicas, formas ou meios utilizados para aplicar água artificialmente às plantas, procurando satisfazer suas necessidades e visando a produção ideal para o seu usuário”. Podemos ver exemplos de irrigação em todos os lugares, não só em lavouras, como também em shoppings, residências e condomínios.

Embora seja visto hoje muitas formas sofisticadas de irrigação, ela não é algo novo. Desde a pré-história o homem já utilizava de meios artificiais para irrigar suas plantações em regiões áridas e semiáridas. Ainda segundo Testezlaf, nas Américas foram encontradas evidências de campos irrigados no Peru (Vale do Zaña) datados de 5.400 anos atrás. Dessa forma, podemos dizer que a irrigação sempre fez parte do desenvolvimento socioeconômico e cultural da humanidade.

Hoje, podemos afirmar que a nossa vida depende da irrigação. Alimentos que consumimos praticamente todos os dias, como o arroz e o feijão, alimentos básicos, vêm de plantações irrigadas. Muitas das verduras, legumes e frutas aos quais temos acesso hoje, vêm de lavouras irrigadas, sendo que de outra forma dificilmente seria possível seu consumo.

Muitos lugares no mundo só são habitáveis devido aos sistemas de irrigação que tornam possíveis a produção de alimento. É o caso de países no Golfo Pérsico, na África Subsaariana e de algumas regiões do México, Chile e Argentina, e outras zonas desérticas do globo terrestre. Segundo o relatório anual da Conjectura dos Recursos Hídricos no Brasil, o consumo de água destinado a irrigação representa aproximadamente 70% do consumo total, conforme a figura 8.

Figura 8 – Água consumida no Brasil em 2017



Fonte: Conjectura dos recursos hídricos no Brasil, 2018

São muitos os benefícios da irrigação, dentre eles temos o aumento da produção em relação a culturas não irrigadas, garantia de produção e redução de riscos, uma vez que a plantação independe de chuvas e melhoria na qualidade do produto final.

2.6.1 Métodos de irrigação

Existem quatro principais métodos de irrigação, que são: aspersão, superfície, localizada e subsuperfície ou subterrânea. Falaremos um pouco sobre cada um deles.

2.6.1.1 Irrigação por aspersão

Como o próprio nome diz, na irrigação por aspersão, a água é aspergida, ou borrifada, na forma de gotas sobre a plantação, de forma a imitar a chuva. Existe o tipo convencional, que utiliza de aspersores fixos ou que podem ser manualmente movimentados pelo campo, e o tipo mecanizado, onde os aspersores se movem automaticamente com movimentos circulares ou lineares. A figura 9 mostra um sistema convencional fixo.

Figura 9 – Sistema convencional fixo de irrigação por aspersão



Fonte: Frizzone, 2017

2.6.1.2 Irrigação por superfície

Na irrigação por superfície, a água é diretamente aplicada ao solo, se infiltrando nele. Existem dois tipos: sistema de irrigação por sulcos e por inundação. No sistema por sulcos, a água inunda parcialmente a área a ser irrigada, acompanhando as linhas da cultura e escoando por sulcos feitos no solo. No sistema por inundação, a água é aplicada sobre toda a área e se acumula na superfície do solo, inundando-o. Além de se infiltrar, ela pode permanecer acumulada na superfície permanentemente ou temporariamente. A figura 10 contém um exemplo de irrigação por inundação em uma plantação de arroz.

Figura 10 – Irrigação por inundação do arroz



Fonte: Frizzone, 2017

2.6.1.3 Irrigação localizada

Na irrigação localizada, a água se restringe a uma determinada área, preferencialmente sombreada ou perto do caule e utilizam-se de pequenas vazões de água em baixas pressões. São classificados em dois sistemas: por gotejamento e por microaspersão. No gotejamento, como o próprio nome diz, a água é gotejada por pequenos emissores chamados de gotejadores, como exemplifica a figura 11. Já o sistema de microaspersão é semelhante à irrigação por aspersão, porém neste caso são usados microaspersores que aplicam água por meio de jatos ou aerossóis e tem maior vazão que os gotejadores.

Figura 11 – Sistema de irrigação por gotejamento



Fonte: G1, 2015

2.6.1.4 Irrigação subterrânea

Neste método, a água é aplicada abaixo do solo, diretamente nas raízes da planta. Os principais tipos são: gotejamento subterrâneo, que é similar ao sistema de gotejamento, porém as linhas de gotejamento são enterradas no solo, como é mostrado na figura 12; elevação do lençol freático, utilizado em áreas onde a presença de camadas de solo subsuperficiais compactadas permitem controlar a profundidade do nível do lençol freático e deixá-lo próximo às raízes das plantas; subirrigação em ambientes protegidos, que são em mesas capilares, calhas de hidroponia etc.

Figura 12 – Gotejadores enterrados no solo

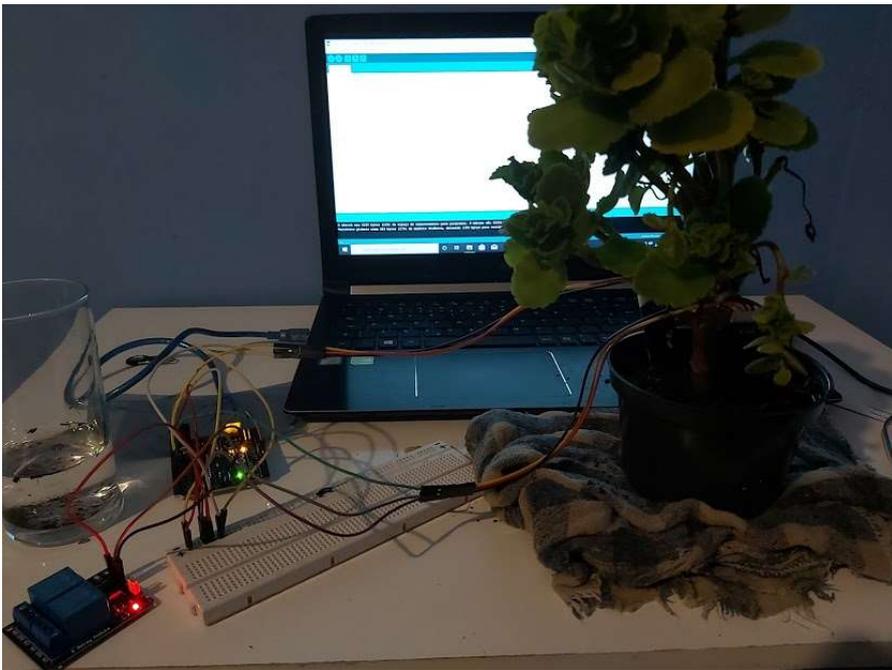


Fonte: <http://irrigazine.com.br/?p=822>

3 DESENVOLVIMENTO

Foi montada uma horta pequena, em suportes de madeira. Foi utilizado Arduino, relés e válvulas. O funcionamento foi o seguinte: foi instalado quatro sensores e duas válvulas solenóides; quando dois sensores apontavam que o solo estava seco, o microcontrolador acionava uma das dessas válvulas, que permitia a passagem de água na mangueira destinada a irrigar o local onde os sensores estavam posicionados. O sistema utilizado foi parecido com o de aspersão, porém não foram usados aspersores. A irrigação se deu por meio de uma mangueira com vários furos percorrendo a horta, aspergindo água nela por inteiro. Devido ao orçamento, não foi utilizado no protótipo um painel de comando, de modo que este foi feito em uma escala reduzida, utilizando válvulas solenoides acionadas pelo relé. A figura 13 mostra o primeiro teste sendo realizado, logo depois a figura 14 mostra a horta montada e na figura 15 está o protótipo completo.

Figura 13 – Primeiro teste do circuito



Fonte: Dos próprios autores, 2019

Figura 14 – Horta com mudas de cebolinha



Fonte: Dos próprios autores, 2019

Figura 15 – Protótipo completo



Fonte: Dos próprios autores, 2019

3.1 Programação do Arduino

```
// definição dos pinos de entrada para leitura e mapeamento de hardware
```

```
#define rele1 7 //sinal de saída para a válvula 1
```

```
#define rele2 8 //sinal de saída para a válvula 2
```

```
#define sens1 A0 //entrada para leitura do sensor 1
```

```
#define sens2 A1 //entrada para leitura do sensor 2
```

```
#define sens3 A2 //entrada para leitura do sensor 3
```

```
#define sens4 A3 //entrada para leitura do sensor 4
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
  // definição dos pinos de entrada e saída
```

```
  pinMode(rele1, OUTPUT); //configura saída para válvula 1
```

```
  pinMode(rele2, OUTPUT); //configura saída para válvula 2
```

```
  pinMode(sens1, INPUT); //configura entrada para leitura do sensor 1
```

```
  pinMode(sens2, INPUT); //configura entrada para leitura do sensor 2
```

```
  pinMode(sens3, INPUT); //configura entrada para leitura do sensor 3
```

```
  pinMode(sens4, INPUT); //configura entrada para leitura do sensor 4
```

```
}
```

```
void loop()
```

```
{ Serial.print (" SENSOR 1:");
```

```
  Serial.print (" ");
```

```
  Serial.print (analogRead(A0));
```

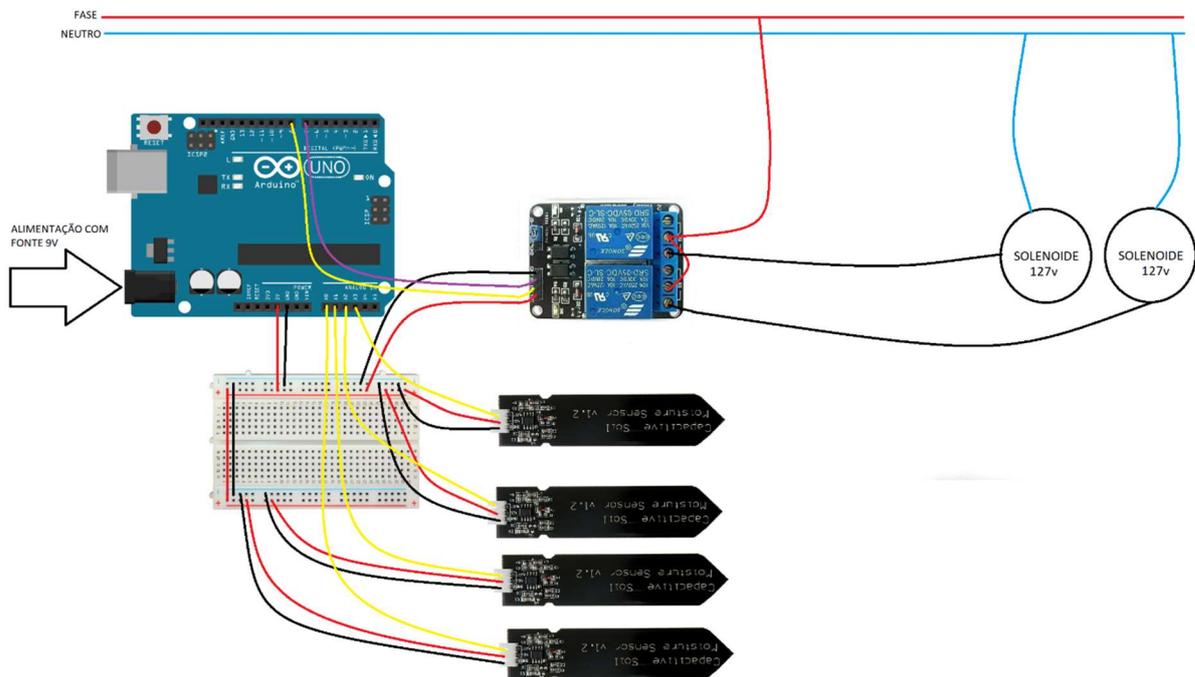
```
Serial.print (" ");
Serial.print ("SENSOR 2:");
Serial.print (" ");
Serial.print (analogRead (A1));
Serial.print (" ");
Serial.print ("SENSOR 3:");
Serial.print (" ");
Serial.print (analogRead(A2));
Serial.print (" ");
Serial.print ("SENSOR 4");
  Serial.print (" ");
  Serial.print (analogRead (A3));
  Serial.print (" ");
// Envia dados para o monitor serial

if (analogRead (A0) > 650 && analogRead (A1) > 650)
// Se os sensores 1 e 2 estiverem indicando solo seco
{
//Aciona a válvula 1 por 3 segundos
  digitalWrite(rele1,LOW);
  Serial.println("Válvula 1 ligada");
  delay(3000);
  digitalWrite(rele1,HIGH);
  Serial.println("Válvula 1 desligada");

}else if (analogRead (A0) < 650 && analogRead (A1) < 650)
```

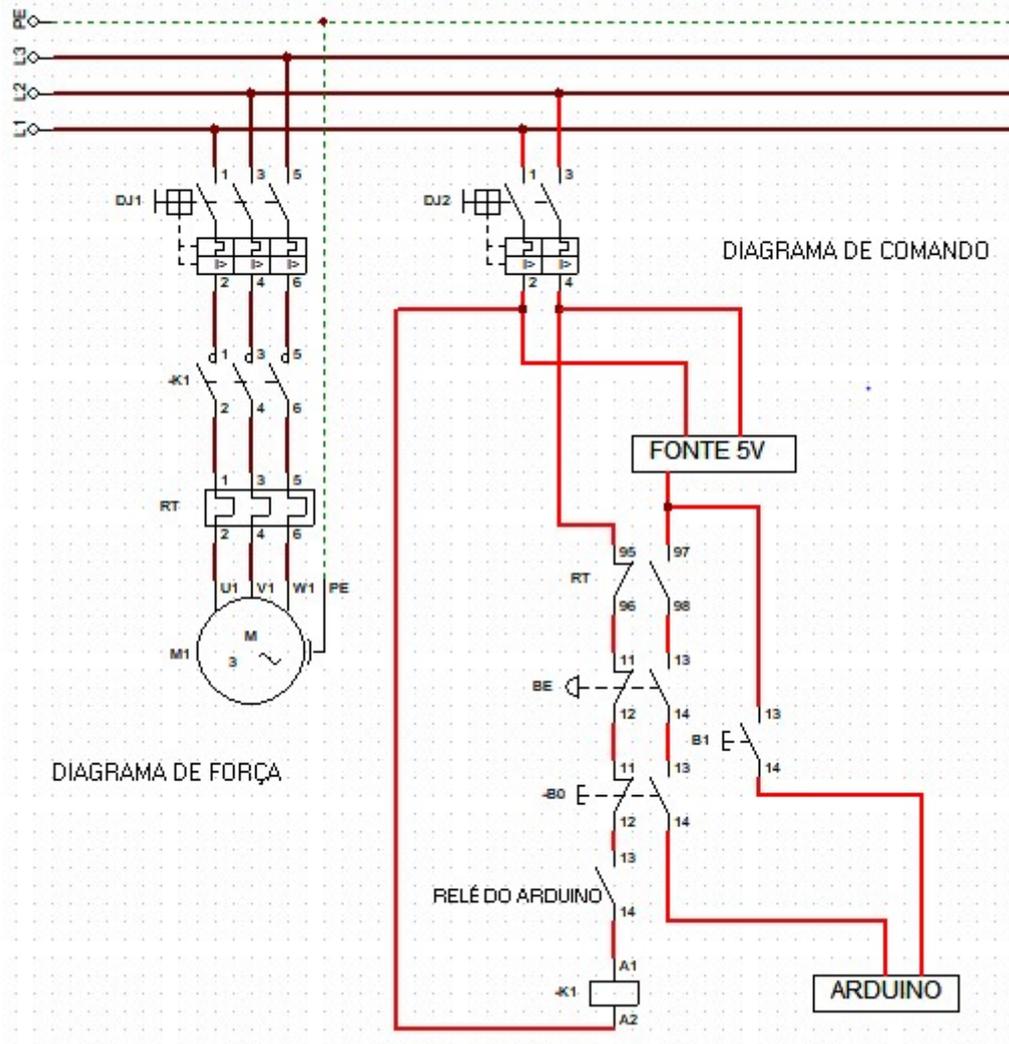
```
// Se os sensores 1 e 2 estiverem indicando solo úmido
{
  //desliga a válvula 1
  digitalWrite(rele1,HIGH);
  Serial.println("Válvula 1 desligada");
}
delay (1000);
if (analogRead (A2) > 650 && analogRead (A3) > 650)
  // Se os sensores 3 e 4 estiverem indicando solo seco
  {
    //Aciona a válvula 2 por 3 segundos
    digitalWrite(rele2,LOW);
    Serial.println("Válvula 2 ligada");
    delay(3000);
    digitalWrite(rele2,HIGH);
    Serial.println("Válvula 2 desligada");
  } else if (analogRead (A2) < 650 && analogRead (A3) < 650)
  // Se os sensores 3 e 4 estiverem indicando solo úmido
  {
    //desliga a válvula 2
    digitalWrite(rele2,HIGH);
    Serial.println("Válvula 2 desligada");
  }
  delay(10000); //Aguarda 10 segundos para o solo absorver a água e faz a leitura de
  novo
}
```

3.2 Esquema de ligação do Arduino



3.3 Comando equivalente

Para o caso de uma aplicação maior, utilizando uma bomba, seria necessário integrar o Arduino a um comando. Para isso, o Arduino deve ser programado para que, quando receber um pulso do botão liga (B1) em uma das entradas digitais, inicie o ciclo de leitura da umidade e acionamento da bomba e das válvulas, e caso receba o pulso do botão desliga ou alguma proteção atue, interrompa o ciclo e apenas recomece de novo ao receber novamente o pulso do botão liga. O esquema abaixo mostra a ligação que deve ser feita para isso, de forma que são utilizados os contatos NA e NF de cada uma das proteções do comando, sendo que o contato NF protegerá o comando e será alimentado pela fase do circuito, e o contato NA será alimentado pela fonte 5V e enviará o sinal para a entrada digital do Arduino, caso a proteção atue. O botão liga é ligado diretamente na fonte 5V e na entrada digital do Arduino, e o contato NA de um relé acionado pelo Arduino alimenta a bobina do contator.



3.4 Material utilizado

Item	Quantidade	Valor unitário (R\$)
Arduino Uno R3	01	37,50
Módulo relé 2 canais 5v 10a	01	9,90
Sensor de umidade de solo capacitivo	04	8,00
Válvulas solenoides	2	16,50
Conversor AC/DC - 90~240VAC - 9,0VDC / 1A – JP4	1	10,25
Protoboard	1	Material em estoque
Mudas de cebolinha	30	0,30
Substrato de terra	25kg	27,00
Montagem da base	1	100

Madeira da base		Reciclada
Cabo PP flex. 3x 1.5mm	6m	2,36
Mangueira	5m	3,41
Engate rápido	3	19,60
Total	-	349,56

3.5 Cronograma

Data	Atividades
02/2019	Formação do grupo Definição do tema
03/2019 a 06/2019	Estudo de campo Preenchimento do Canvas Apresentações para a turma.
08/2019	Início do 4º módulo Reavaliação da viabilidade do projeto Definição de novo projeto
09/2019	Estudo de campo Levantamento de hipóteses para execução Estudo na área de programação Início da monografia
10/2019	Execução e testes Plantio da horta no suporte Desenvolvimento da monografia
11/2019	Montagem do sistema completo Revisão final da monografia Elaboração de slides para apresentação
12/11/2019	Pré apresentação do TCC

19/11/2019	Apresentação do TCC
------------	---------------------

3.6 Canvas

Rede de Parceiros	Atividades Chave	Proposta de Valor	Relacionamento com Clientes	Segmentos de Clientes
Professores da Etec Colegas de trabalho Vendedores de materiais elétricos e produtos agrícolas	Automatizar sistemas de irrigação	Aumento de produção utilizando nosso sistema Menos trabalho para o agricultor	Prestação de serviço ao cliente. Instalamos nosso sistema e programamos, adequando nosso sistema ao tipo de cultura do cliente.	Agricultores Fazendeiros Qualquer um que possua uma horta
	Recursos Chave		Canais de Distribuição	
	Microcontrolador. Materiais para irrigação, como mangueiras, aspersores etc. conforme o sistema que for mais adequado. Sensores de umidade de solo. Mão de obra na instalação. Bomba d'água.		Propagandas nas redes sociais e anúncios na internet	
Estrutura de Custos		Fluxo de Receitas		

Mão de obra	Aquisição inicial
Sensores	Manutenções periódicas
Microcontrolador	Monitoramento e acompanhamento
Painel de comando	R\$ 2000 livres ao mês
R\$ 4000 ao mês	

4 CONCLUSÃO

Após o presente estudo, conclui-se que o projeto é viável, barato e traz grandes benefícios. Foi possível analisar que grande parte da água consumida é utilizada para a irrigação, de forma que este é um setor grande e que necessita de atenção. Os objetivos iniciais foram alcançados, de forma que pudemos elaborar um protótipo utilizando os componentes estudados neste projeto, demonstrando a aplicação em escala reduzida do mesmo. Mostrou-se ser algo simples, de forma que pode ser aplicado nas pequenas e médias lavouras, que são os principais alvos deste projeto. Definindo-se o nível de umidade apropriado, estabelecendo-se o método de irrigação mais indicado para a plantação e implantando-o juntamente com a automatização de todo o processo, é possível aumentar a quantidade e melhorar a qualidade da plantação. Concluimos que este projeto tem potencial para ser implantado e aperfeiçoado em uma escala maior baseado nos estudos citados acima. Para trabalhos futuros, sugerimos o acréscimo de um sistema de monitoramento remoto onde o usuário possa saber a leitura e o estado da plantação a distância.

REFERÊNCIAS

- Souza, Da Silva, Junior, & Coelho. MONITORAMENTO DO TEOR DE ÁGUA NO SOLO EM TEMPO REAL COM AS TÉCNICAS DE TDR E FDR. Irriga, Botucatu, Ed. esp. Irrigação, p. 26-42, 2016.
- Mota, Allan. MÓDULO RELÉ – ACIONANDO CARGAS COM ARDUINO.
- Madeira, Daniel. Arduino – ENTRADAS E SAÍDAS DIGITAIS – PINOS DIGITAIS.
- McRoberts, MICHAEL. ARDUINO BÁSICO. Março, 2015.
- Souza, Fábio. USANDO OS PINOS DIGITAIS DO ARDUINO. Dezembro, 2013.
- Cunha, Livia. RELÉS E CONTADORES. Outubro, 2009.
- Tadeu M. L. Cruz; Adunias Dos S. Teixeira; Francisco J. F. Canafístula; Clemilson C. Dos Santos; Antonio D. S. De Oliveira; Sérgio Daher. AVALIAÇÃO DE SENSOR CAPACITIVO PARA O MONITORAMENTO DO TEOR DE ÁGUA DO SOLO. Eng. Agríc. vol.30 no.1 Jaboticabal Jan./Feb. 2010.
- Testezlaf, Roberto. IRRIGAÇÃO: MÉTODOS, SISTEMAS E APLICAÇÕES. Unicamp. 2017.
- Frizzone, José Antônio. OS MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO. ESALQ/USP. 2017.
- Savoldi, Jean. ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE UM CONTADOR DE CORRENTE ALTERNADA NA PRESENÇA DE AFUNDAMENTO DE TENSÃO. Pato Branco, 2013.
- <http://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/agrishow/2015/noticia/2015/04/gota-gota-economia-de-agua-nas-lavouras-pode-chegar-ate-70.html>