

Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia Engenharia de Controle e Automação (Mecatrônica)

ESTUFA INTELIGENTE: Sustentabilidade Automatizada

GOIÂNIA

2012

ESTUFA INTELIGENTE: Sustentabilidade Automatizada

Trabalho de curso como parte do requisito para obtenção do título de graduação em Engenharia de Controle e Automação (Mecatrônica) apresentado à Universidade Paulista – UNIP.

Orientadora: Profª Esp. Priscilla A. Juá Stecanella

GOIÂNIA 2012

ESTUFA INTELIGENTE: Sustentabilidade Automatizada

Trabalho de curso como parte do requisito para obtenção do título de graduação em Engenharia de Controle e Automação (mecatrônica) apresentado à Universidade Paulista – UNIP.

Aprovado em: BANCA EXAMINADORA

Profª. Esp. Priscilla A. Juá Stecanella Universidade Paulista – UNIP

Prof. Nome do Professor Universidade Paulista – UNIP

Prof. Nome do Professor Universidade Paulista – UNIP

Dedicamos esse trabalho a todos os responsáveis que atuaram direta ou indiretamente no projeto e empenharam para que este sonho se tornasse realidade.

Às mães sempre pacientes, às esposas sempre tolerantes, às namoradas sempre um pouco intransigentes, aos pais ausentes e também aos presentes, aos amigos de hoje, ontem e amanhã.

Agradecemos primeiramente a DEUS, pois sem ELE nada disso seria possível, e posteriormente aos nossos familiares que nos apoiaram nas horas difíceis, apoiando financeiramente e/ou psicologicamente, não nos deixando desistir jamais. Não podemos deixar de lado os nossos colegas de curso que estudaram, reclamaram, brincaram e ajudaram para a concretização desse sonho, e também nossos queridos e amados professores que são os grandes responsáveis por adquirirmos conhecimento e que tiveram muita paciência com a turma.

“Não importa o que você seja, quem você seja, ou que deseje na vida, a ousadia em ser diferente reflete na sua personalidade, no seu caráter, naquilo que você é. E é assim que as pessoas lembrarão de você um dia”.

(Ayrton Senna do Brasil)

O Brasil é um país com um grande território e muitas riquezas naturais, seu clima é muito favorável ao cultivo de várias culturas agrícolas, mas as variações climáticas mundiais vêm se tornando um grande problema para

essas culturas. Essas variações estão se tornando cada vez mais frequentes, sejam por atuação do homem e seu completo desinteresse ou pela “mãe natureza”, exigindo do homem uma resposta cada vez mais rápida para um problema cada vez maior, na tentativa de diminuir os estragos por ele feitos. É com este propósito que o objetivo deste projeto foi criado e desenvolvido uma estufa automatizada para plantas, sejam elas decorativas ou hortaliças para consumo, e verificar como o controle das variáveis (temperatura, umidade, ar, água) podem influenciar na produção de alimentos tanto para fins comerciais ou para o autossustento. A cultura plantada e utilizada para este projeto foi a do tomate, onde foram levantados dados de plantação, manejo e cultivo, para efeito de resultados comparativos ao final do projeto. O projeto realizado teve caráter experimental, contendo como principais componentes para a automação do sistema a plataforma Arduino, para controle dos sistemas embarcados, o supervisor Elipse E3, para supervisão de todo o processo. Aplicaram-se ideias de sustentabilidade já existentes, aliadas a processos automatizados utilizados no curso de Engenharia de Controle e Automação (Mecatrônica) na cidade de Goiânia. Ao final do projeto foram feitos testes para avaliação e verificou-se que é possível o cultivo da cultura em estudo nessa estufa automatizada, que há um processo sustentável e houve sim a diminuição de recursos utilizados no cultivo. Todavia é preciso fomentar mais pesquisas para tornar o projeto viável para grandes escalas de produção.

Palavras-chave: Estufa Sustentável. Controle e Automação. Arduino. Elipse E3.

Brazil is a country with a large territory and many natural resources, its climate is very favorable for the cultivation of various crops, but global climate changes are becoming a big problem for these crops. These variations are becoming increasingly common, whether by action of man and his complete disinterest or the "mother nature", requiring the man an increasingly rapid response to a growing problem in an attempt to reduce the damage by he made. It is with this purpose that the aim of this project was created and developed an automated greenhouse for plants, whether decorative or vegetables for consumption, and see how the control variables (temperature, humidity, air, water) can influence the production of both food for commercial purposes or for self-support. The crop planted and used for this project was the tomato, where data were collected planting, cultivation and management, for purposes of comparative results at the end of the project. The project was carried out experimentally, containing as main components for the automation system the Arduino platform to control embedded systems, the supervisor Elipse E3, for supervising the entire process. Applied to existing ideas of sustainability, coupled with automated processes used in the course of Automation and Control Engineering (Mechatronics) in Goiânia. At the end of the project were tested for evaluation, and found that it is possible to cultivate the crop in this study greenhouse automated, there is a sustainable process, and so there was a reduction of resources used in cultivation. However we must encourage more research to make the project viable for large scale production.

Keywords: Sustainable Greenhouse. Control and Automation. Arduino. Elipse E3.

Figura 1 - Processo dentro da estufa	18
Figura 2 - Barras de Metalon	20
Figura 3 - Estufa em formato de Capela	20
Figura 4 - Estufa modelo Lean-To	21
Figura 5 - Estufa modelo Teto em Arco	21
Figura 6 - Sistema de Irrigação por Gotejamento	24
Figura 7 - Sistema de Irrigação por Aspersão convencional	25
Figura 8 - Sistema de Irrigação por Microaspersão	25
Figura 9 - Sistema de Irrigação por Pivô Central	25
Figura 10 - Sistema de Irrigação por Canhão hidráulico	25
Figura 11 - Sistema de Irrigação por Sulco	26
Figura 12 - Sistema de Irrigação por Subirrigação	26
Figura 13 - Sistema de Irrigação por Autopropelido	27
Figura 14 - Sistema de Irrigação por Hidropania	27
Figura 15 - Plataforma Arduino	29
Figura 16 - Arquitetura interna do Arduino	31

Figura 17 - Pinagem do Microcontrolador Atmega328	32
Figura 18 - Compilador IDE Arduino	3
Figura 19 - O efeito Seebeck	35
Figura 20 - Estrutura física do LM35	36
Figura 21 - Sistema de ligação dos pinos LM35	37
Figura 2 - Esquema geral dos sistemas de tratamento	38
Figura 23 - Cooler	39
Figura 24 - Estrutura física do Grove	41
Figura 25 - Estrutura física do DHT11	42
Figura 26 – Relação resistividade/Temperatura e Umidade	43
Figura 27 – Resistência elétrica com aletas	45
Figura 28 - Tela de trabalho do Elipse E3	46
Figura 29 - Desenho da estufa	49
LISTA DE FIGURAS Figura 30 - Arquitetura de comunicação	50

Figura 32 - Coolers utilizados	52
Figura 3 - Válvulas solenóides utilizadas	53
Figura 34 - Resistência Elétrica	53
Figura 35 – Esquema elétrico da placa a relé	54
Figura 36 – Esquema elétrico da placa fonte	5
Figura 37 - Quadro de comando com interligações	56
Figura 38 - Código fonte da tabela ASCII	57
Figura 39 - Desenvolvimento da tela de supervisão	59
Figura 40 - Tela de Supervisão da Estufa	60
Figura 41 - Vista geral do protótipo	63
Figura 42 - Sensor Groove enterrado no solo e mangueira de gotejamento	64
Figura 43 - Válvula solenóide	64
Figura 4 - Sensor DHT11 dentro da estufa	65
Figura 45 - Cooler 1 e nebulizador	65
Figura 46 - Cooler 2 e resistência elétrica	6
Figura 47 - Dados das variáveis (estado primário)	6
Figura 31 - Sensores e cabos utilizados	52
Figura 48 - Dados após	
ativamento dos atuadores	67

Tabela 1 - Especificação técnica do Arduino	31
Tabela 2 - Umidade de alguns produtos	40
Tabela 3 - Indicação de pinos e portas usadas no projeto	56
LISTA DE TABELAS Tabela 4 - Tabela de custos do projeto	62

ANO - Analógico ASCII - American Standard Code for Information Interchange

C - Corrente Continua COM - Communications DHT - Digital Temperature and Humidity DIG - Digital EEPROM
 - Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory GND - Ground HR - Humidity resistance ID -
 Identificação IDE - Integrated Development Environment ISO - International Organization for Standardization
 MTI - Massachusetts Institute of Technology NA - Normalmente Aberto NF - Normalmente Fechado NPN -
 Negativo-Positivo-Negativo NTC - Negative Temperature Coefficient OLE - Object Linking and Embedding OPC
 - Ole for Process Control OPT - One Time Programmable PC - Personal computer PWM - Pulse-Width
 Modulation %RH – Porcentagem de umidade relativa RH - Relative Humidity RTD - Resistance Temperature
 Detector

Rx - Receptor FTDI - Future Technology Devices International SRAM - Static Random Access Memory Tx -
 Transmissor USB - Universal Serial Bus Vin - Entrada de Tensão °C - Grau Celsius μ A - microampère

A - Ampère

CO2 - Gás Carbônico Hz - Hertz

K - Kelvin Kb - Kilobyte Lt - Litros m - metros mA - miliampère

MHz - Megahertz m - milímetros mV - milivolts V - Volts Vca - Voltagem corrente alternada

Vcc - Voltagem corrente contínua

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Objetivo geral	15
1.2 Objetivo específico	16
1.3 Justificativa	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 Estufa	18
2.1.1 Estrutura	19
2.1.2 Tipos de Estufas	20
2.1.2.1 Estufa Tipo Capela	20
2.1.2.2 Estufa Tipo Lean-To	21
2.1.2.3 Estufa Tipo Arco	21
2.2 Sistema de Irrigação	2
2.2.1 Sistema de Captação	23
2.2.2 Tipos de Irrigação	23
2.2.3 Sistemas de Irrigação com suas Funções e Aplicabilidade	27
2.3 Plataforma Arduino	29
2.3.1 Hardware	30
2.3.1.2 Especificações técnicas	30
2.3.1.3 Alimentação	32
2.3.2 Software	3
2.3.3 Linguagem de Programação Processing	34
2.4 Sistema de Temperatura	34
2.4.1 Efeito Seebeck	35
2.4.2 Sensor de Temperatura: LM35	36
2.4.2.1 Características	36
2.4.2.2 Vantagens e Desvantagens	37
2.5 Sistema de Ventilação	37
2.5.1 Cooler	38
SUMÁRIO 2.6 Sensores de Umidade do Solo	39
2.6.1.1 Características	41
2.7 Sensor de Umidade Relativa do Ar e Temperatura	41
2.7.1 Sensor DHT11	42
2.7.1.1 Especificações	43
2.7.1.2 Características	43
2.8 Válvulas Solenóides	43
2.9 Resistência elétrica	4
2.10 Sistema de Supervisão	45
2.10.1 Elipse E3	46
2.10.1.1 Funcionamento do Elipse E3	46
2.10.1.2 Características	47

2.10.1.3 Componentes supervisionados	47
2.10.1.4 Componentes lógicos	48
3 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO	49
3.1 Estrutura da Estufa	49
3.2 Funcionamento da estufa	50
3.2.1 Exemplificação do funcionamento	50
3.2.2 Escravo e Periféricos	51
3.3 Esquemas de ligação	54
3.4 Protocolo de Comunicação	56
3.5 Programação do Arduino	57
3.6 Elipse E3 Studio	58
3.7 Tabela de Custo	61
4 TESTES E RESULTADOS	64
5 CONCLUSÃO	68
REFERÊNCIAS	69
2.6.1 Sensor Groove ou Moisture Sensor	40
APÊNDICE	71

15 1 INTRODUÇÃO

Com o aumento populacional e uma crescente migração da população para os grandes centros urbanos, faz-se necessário o aumento da produção de alimentos. Uma forma de aumentar essa produção é a otimização e o aproveitamento de espaços que outrora não seriam usados na produção de alimentos, tais como prédios, casas, restaurantes e outros espaços subaproveitados. Com isso diminuem-se as distâncias entre o produtor, fornecedor e o consumidor, de forma a amenizar a utilização do transporte rodoviário, que por sua vez, prejudica o ar com emissões de gases poluidores. Com a produção próxima aos moradores desses centros urbanos, será mais fácil o acesso a alimentos frescos e saudáveis.

O crescimento das plantas depende de um conjunto de fatores, dos quais os mais importantes são: temperatura, água, luz, ar e nutrientes. Dentre os nutrientes considerados necessários (essenciais) estão o carbono que é retirado do ar, o hidrogênio e o oxigênio que são retirados da água e, os demais, do próprio solo.

1.1. Objetivo geral

Construção de um protótipo de uma estufa que controle de forma automatizada as intempéries dos agentes meteorológicos (ar, temperatura e umidade). A produção de alimentos pode ser considerada diretamente proporcional às condições climáticas, podendo ser favorável ou não.

16 1.2. Objetivos específicos

Demonstrar a utilização da plataforma Arduino e seus periféricos (sensores) no controle e automação de todo o sistema;

Supervisionar os dados coletados pelos sensores de umidade do solo, temperatura e umidade relativa do ar, através de um supervisor denominado Elipse E3;

Mostrar o funcionamento do conjunto Arduino, Elipse e sensores. Este conjunto que serve para controle, supervisão e ativação dos coolers, válvulas do sistema e resistência elétrica, estes últimos que serão responsáveis diretos pela mudança das variáveis climáticas dentro da estufa.

1.3. Justificativa

Atualmente no mercado existem estufas destinadas à produção de várias culturas, e nessas estufas estão sendo usados métodos de irrigação e umidificação sem muito controle, sem um feedback do sistema para melhor controle dos desperdícios. A automação que foi feita através da plataforma Arduino permite:

Menor intervenção por parte do homem, diminuindo assim a possibilidade de erros comuns, pois é tudo automatizado;

Monitoramento 24hs, através do supervisório;

Diminuição da contratação de mão de obra, não utilizando pessoas para a área de irrigação;

Maior produtividade e qualidade dos produtos, pois com a automação na estufa a planta receberá aquilo de que necessita na quantidade e na hora certa;

Diminuição dos gastos com água e energia na irrigação, pois o gotejamento utiliza o mínimo de água possível e consequentemente energia, que é utilizada para o bombeamento;

Controle de pragas, que hoje são as principais vilãs da produção, dizimando grandes plantações, pois a estufa é vedada e tem menor intervenção humana;

Diminuição do uso de agrotóxicos, que são utilizados para combate as pragas, que são grandes responsáveis pelo alto custo de produção.

Desenvolvimento de um produto que possa ser prático e manuseável, e que possa ser usado por produtores, desde o residencial ao grande produtor.

Itens estes que geram uma grande relação custo-benefício, tanto para o produtor, que terá seus custos reduzidos, como para o consumidor, diminuindo o preço final do produto, e como maior beneficiário o meio ambiente, devido ao controle de um recurso muito importante que é a água.

18 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Estufa

Estufa é um ambiente protegido que propicia um micro clima adequado ou próximo ao ideal para o desenvolvimento das culturas. As estufas podem ser pequenas, cobrindo somente uma bancada, ou podem ser grandes e cobrir várias bancadas.

O objetivo de uma estufa é absorver o calor proveniente dos raios solares e mantê-lo em seu interior, como pode ser visto na Figura 1. Além desse processo a estufa também protege a planta contra ameaças externas, tais como: pragas, insetos e outros. Outro fator a considerar: como a estufa é coberta, pode-se assim controlar a umidade do solo, evitando que grandes precipitações meteorológicas encharquem o solo, atrapalhando a produção. O calor pode ser definido da seguinte forma:

O calor é definido como sendo a forma de transferência de energia através da fronteira de um sistema, numa dada temperatura, a outro sistema (ou o ambiente), que apresenta uma temperatura inferior, em virtude da diferença entre as temperaturas dos dois sistemas. Isto é, o calor é transferido do sistema com temperatura

superior ao sistema que apresenta temperatura inferior e a transferência de calor ocorre unicamente devido a diferença entre as temperaturas dos dois sistemas. (BORGNAKKE e SONNTAG, 2009, p.230).

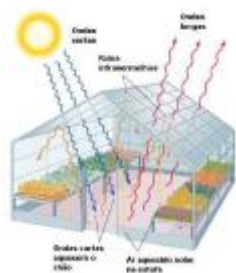


Figura 1 - Processo dentro da estufa Fonte: <<http://s3.amazonaws.com/magoo/ABAAABQ9sAJ-0.png>>

Geralmente a estrutura de uma estufa é constituída por materiais plásticos transparentes, que permitem passar toda a radiação emitida pelo sol, fazendo um processo de convecção térmica dentro da estufa, em que as massas de ar quente sobem e as massas de ar frio descem. Essa massa de ar quente, ao ser elevada para a parte superior da estufa, é impedida de se propagar para o meio externo juntamente com a radiação infravermelha. A maioria das estufas são construídas com barras de aço galvanizado e seu teto coberto por plástico denominado filme agrícola, mas também existem estufas com outras estruturas e coberturas, tais como madeira, vidro etc. Define-se convecção térmica como:

A convecção térmica é o processo de transmissão de calor em que a energia térmica se propaga através do transporte de matéria, devido a uma diferença de densidade e a ação da gravidade. Este processo ocorre somente com os fluidos, isto é, com os líquidos e com os gases, pois na convecção térmica há transporte de matéria. (BORGNAKKE e SONNTAG, 2009, p.283).

Durante os períodos favoráveis ao cultivo, todos os agricultores plantam, o que aumenta a oferta (oferta superior ao consumo), ocasionando uma queda de preços, resultando em prejuízo ou lucros baixos. Mesmo durante a época normal de plantio o produtor está sujeito a variações climáticas que de alguma forma afetam o cultivo.

Foi em decorrência desses fatores que o homem começou a buscar soluções para controlar o ambiente de cultivo, surgindo então os primeiros cultivos utilizando plásticos em estufas, túneis de cultivo forçado e cobertura de solo. O uso de plástico na agricultura teve sua expansão lenta, porém à medida que seu emprego foi sendo ajustado, expandiu-se rapidamente, proporcionando o desenvolvimento de áreas improdutivas.

No Brasil este processo de cobertura por plásticos nas estufas, denomina do plasticultura, teve um grande impulso nas décadas de 70 e 80 com a produção em grande escala de flores e nos meados de 80 é que a produção de hortalças em estufas tomou amplitude.

Na construção de alguns tipos de estufas é usado o metalon. Metalon (Figura 2) são tubos de aço laminado, leves e resistentes. Comparado com outros tipos de modelo com composição de matérias como alumínio e ferro, o metalon tem um custo mais favorável.



Figura 2 – Barras de Metalon Fonte:< <http://www.artigonal.com/negocios-admin-artigos/o-que-e-o-metalon-5211028.html>>

O modelo de estufa tipo capela (Figura 3) é apropriado para as condições climáticas do Brasil. Para utilizá-la em condições de trópico úmido e quente foram adaptadas janelas do tipo advectiva (sobressalente) em suas partes frontal e posterior. Este tipo de adaptação permite um fluxo de ar contínuo em seu interior transportando o calor e massa para o lado externo. Esta transferência de calor e massa tem como vantagem a utilização contínua do excesso da radiação sensível no processo evaporativo das superfícies livres das folhas das plantas e do solo, transportando-os para as camadas de ar mais elevadas do interior da estufa, diminuindo a temperatura interna da estufa (endotermia) e promovendo a diminuição da umidade (CASTRO, 2003).

(Parte 2 de 4)



Figura 3 - Estufa Tipo Capela. Fonte: <<http://w.sindicatordruralmc.com.br/calagem-adubacao-hortalicas-cultivo-protetido.html>>

21

2.1.2.2 Estufa Tipo Lean-To

Esse tipo de estufa Lean-To (Figura 4), em sua essência, é um sistema „guarda chuva“, sendo por esta razão, apropriado para locais onde o principal fator climático adverso é o excesso de pluviosidade. É de fácil instalação, quando montado em sistema de uma nave simples onde possui um só ambiente. Também pode ser instalado em módulo de naves conjugadas onde possui dois ou mais ambientes (CASTRO, 2003).



Figura 4 - Estufa Tipo Lean-To Fonte: <http://w.elitegreenhousesuk.co.uk/acatalog/Kensington_8.html>

2.1.2.3 Estufa Tipo Arco

Estas estufas são confeccionadas com o teto em arco (Figura 5), o que confere maior resistência à estrutura contra ventos fortes, por causa do seu formato não há a necessidade de cortinamento lateral. Verifica-se em regiões onde se utilizam estes tipos de estufas, uma maior produção de alimentos comparados a outros tipos de estruturas, portanto sendo a mais utilizada (CASTRO, 2003).

Figura 5 – Estufa Tipo Arco Fonte: <<http://w.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/779127>>

2 2.2 Sistema de Irrigação

Nota-se que a irrigação modificou o ambiente realizado pelo homem primitivo, onde os primeiros sistemas foram bastante rudimentares, pois o manejo da água tornou-se evidente na agricultura moderna, podendo assim as tribos nômades estabelecerem determinadas regiões a irrigação em terras férteis, garantindo uma produtividade sustentável para seu sustento.

O desenvolvimento de civilizações antigas se deve a certos fatores, entre eles está a irrigação, pois seu sucesso gerou um maior volume de suprimento e aumento da população, sendo possível estabelecer uma estável alimentação e suporte populacional.

O sistema de irrigação se baseia em técnicas agrícolas, sendo que seu objetivo é fornecer água através de um sistema controlado, aplicando certa quantia de água suficiente e no momento exato, garantindo assim uma produtividade satisfatória e a sobrevivência da plantação.

O sistema de irrigação utiliza uma precisão na qual a conservação de energia e a economia de água podem alcançar uma eficiência através do aperfeiçoamento estratégico de controle. “Complementa a precipitação pluviométrica natural, e em certos casos, enriquece o solo com a deposição de elementos fertilizantes (Fertirrigação)” (MERA, s.d, p.13).

Baseado no conceito de irrigação, seus sistemas abrangem três tipos de grupos, são eles:

Irrigação por superfície: utiliza métodos de irrigação baseado na condução de água pelo sistema de distribuição (canais e tubulações) até um ponto de infiltração aonde se deseja irrigar, sendo feita diretamente sobre a superfície do solo;

Irrigação por aspersão: método de irrigação onde a água é aspergida sobre a superfície do terreno usando como comparação a chuva, por causa do fracionamento do jato de água em gotas;

Irrigação localizada: método onde a água é aplicada sobre a raiz da planta, com pouca intensidade e um grau elevado de frequência.

Para escolher um método de irrigação deve-se levar em consideração fatores tais como topografia (declividade do terreno), tipo de solo (taxa de infiltração), cultura (sensibilidade da cultura ao molhamento) e o clima, desta forma, analisar dentro do ciclo de cultura a vazão e o volume total de água disponível.

2.2.1 Sistema de captação

A captação da água pode ser feita de duas maneiras:

Bombeamento: bombeamento da fonte de água aonde se encontra em desnível a área a ser irrigada;

Gravidade: o nível de reserva está acima da área a ser irrigada, por exemplo: o rio, utilizando um canal para transportar a água até a área de irrigação.

2.2.2 Tipos de irrigação

Gotejamento: a água é conduzida através de uma pressão por tubos até ser aplicada ao solo através de emissores sobre a raiz da planta, com uma alta frequência e baixa intensidade, conforme mostrado na figura 6. Possuindo uma eficiência de 90%, tem um elevado custo de implantação, sendo utilizado em hortaliças e flores pelo baixo consumo de água, podendo ser instalada na superfície ou enterrado, dependendo das análises e critérios da cultura a ser irrigada (MERA, s.d);

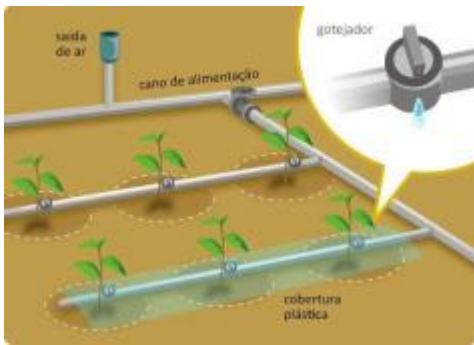


Figura 6 - Sistema de Irrigação por Gotejamento

Fonte: <<http://omarcoambiental.blogspot.com.br/2012/09/irrigacao-por-gotejamentodrip.html>>

Aspersão convencional: sistema que utiliza jatos de água dispersos no ar que caem sobre a plantação, que pode ser inteiramente móvel junto aos seus componentes, conforme mostrado na figura 7. Seu funcionamento convencional consiste em uma linha principal que é fixa e as laterais que são móveis. Ele requer menor investimento, mas exige uma mão de obra grande, devido à mudança da tubulação. Hoje é utilizado um sistema de aspersão em malha, aonde as linhas principais e laterais são fixas, sendo móveis somente os aspersores (MERA, s.d);



Figura 7 - Sistema de Irrigação por Aspersão convencional Fonte: <<http://w.minasbombas.com.br/servicos.htm>>

Microaspersão: este método possui uma maior eficiência comparada aos aspersores convencionais, sendo considerada uma irrigação localizada (Figura 8), mas a vazão dos emissores é maior que a dos gotejadores (MERA, s.d);

Figura 8 - Sistema de Irrigação por Microaspersão Fonte: <w.ebah.com.br>

Pivô Central: este sistema consiste de uma tubulação metálica aonde são instalados os aspersores, esta tubulação recebe água sobre pressão denominada ponto de pivô, onde sua sustentação é em torres metálicas triangulares, montada sobre rodas, sendo estas torres movimentadas por dispositivos elétricos ou hidráulicos, descrevendo movimentos concêntricos ao redor do ponto do pivô, conforme mostrado na figura 9 (MERA, s.d);



Figura 9 - Sistema de Irrigação por Pivô Central Fonte: <w.ebah.com.br>

Canhão hidráulico: são de forma geral, aspersores (Figura 10) de grande porte, por aplicar água a grandes distâncias, sendo sua eficiência prejudicada pelo vento (MERA, s.d);

Figura 10 - Sistema de Irrigação por Canhão hidráulico Fonte: <w.ebah.com.br>

Sulco: utiliza o método de irrigação de superfície (Figura 1) onde a distribuição da água é feita por gravidade através da superfície do solo, tendo assim um menor custo operacional, consumindo menos energia, é o método ideal para cultivo em fileiras, podendo ser feito somente em áreas planas, exigindo um elevado investimento e possuindo baixa eficiência devido à escassez de água no mundo e problemas ambientais (MERA, s.d);

Figura 1 - Sistema de Irrigação por Sulco Fonte: <w.ebah.com.br>

Subirrigação: mantém o lençol freático a certa profundidade para permitir um fluxo de água adequado à zona radicular da planta, podendo ser associado a um sistema de drenagem subsuperficial (Figura 12), sua condição é satisfatória pois é o método de menor custo (MERA, s.d);

Figura 12 - Sistema de Irrigação por Subirrigação Fonte: <w.ebah.com.br>

Auto propelido: utiliza um único canhão (Figura 13) montado em um carrinho que se desloca longitudinalmente ao longo da área a ser irrigada, onde a conexão do carrinho com os hidrantes da linha principal é feita por mangueiras flexíveis, sendo que a pressão da água é proporcional a propulsão do carrinho. Este sistema consome um maior valor de energia e é bastante afetado pelo vento (MERA, s.d);



Figura 13 - Sistema de Irrigação por Auto propelido Fonte: <w.ebah.com.br>

Hidropania: este sistema de irrigação é alimentado por um fluxo de uma lamina de água (Figura 14), impulsionado por uma bomba de água ligado em tubos ou canaletas e programado por um temporizador, fazendo assim com que as plantas não utilizem a terra para sua sobrevivência (MERA, s.d).

Figura 14 - Sistema de Irrigação por Hidropania Fonte: <w.ebah.com.br>

2.2.3 Sistemas de irrigação com suas funções e aplicabilidades

Pode-se citar suas vantagens para o plantio: 1. Qualidade em suprir a demanda e aumento de rendimento das colheitas em tempos hídricos; 2. Uma maior exploração agrícola sem depender do regime chuvoso; 3. Permite o cultivo e a colheita de duas ou mais vezes ao ano; 4. Controle sobre as ervas daninhas; 5. A fertirrigação facilita e diminui custos à aplicações corretivas e fertilizantes hidrossolúveis. (CASTRO, 2003).

De certa forma a irrigação apresenta perigos ambientais, por isso devem ser utilizados critérios e consciência ecológica para não causar desastres ambientais por mau planejamento.

Quando a automação de um sistema de irrigação é bem programada, apresenta algumas vantagens em relação aos sistemas tradicionais que demandam mão de obra para serem acionados, pois além do custo de se dispor de operadores para essa função, o acionamento manual se torna irregular, permitindo que se esgote grande parcela da água disponível armazenada entre uma irrigação e outra (MACEDO et al. apud Medice, 1997, sp).

2.3 Plataforma Arduino

A Revolução Industrial trouxe benefícios para ajudar a desenvolver métodos de trabalho mais específicos e eficientes nas grandes indústrias que hoje tem como prioridade para seu sistema, a produção em larga escala, usando a automatização como base sustentável. Durante esse período foram desenvolvidos dispositivos para realizar tarefas repetitivas, já que precisavam de muita manutenção e tinham um desgaste ao longo do tempo.

O Arduino é uma plataforma eletrônica, com controle de entradas e saídas de dados, que através desses sistemas ligados a sensores e atuadores, consegue responder uma ação física.

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica open-source que se baseia em hardware e software flexíveis e fáceis de usar. É destinado a artistas, designers, hobbistas e qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos. (ARDUINO, sd).

29 Na figura 15, pode-se notar a arquitetura física do Arduino.



Figura 15 – Plataforma Arduino. Fonte: <<http://projeto39.wordpress.com/o-Arduino-duemilanove/>>

O projeto Arduino iniciou-se na cidade de Ivrea, Itália em 2005, por Massimo

Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis, com intuito de integrar em projetos escolares com menor custo dos demais sistemas daquela época.

Com o aumento da automação houve uma crescente demanda nos processos industriais, precisando de uma maior aplicação de sistemas modernos com baixo custo, gerando o desenvolvimento de dispositivos eletrônicos que pudessem obter de forma rápida o processamento de dados.

Uma das alternativas foi a criação de microcontroladores para propósitos gerais, dando uma maior flexibilidade em desenvolvimento de pequenos projetos.

O microcontrolador é composto por um processador, memórias, periféricos de entradas e saídas, sendo programável para funções específicas, onde o processamento de dados obtidos em um de seus periféricos tem um novo conjunto de saída dados.

O Arduino é baseado em um microcontrolador (ATmega328), dessa forma pode ser programável, utilizando uma linguagem de programação Processing que é baseada na linguagem de programação C/C++.

A linguagem C foi criada por Dennis Ritchie, em 1972, no centro de Pesquisas da Bell Laboratories. Sua primeira utilização importante foi a reescrita do Sistema Operacional UNIX, que até então era escrito em assembly. (UNICAMP, sd.)

A linguagem C/C++ é uma programação compilada de propósito geral, estruturada com sintaxe como funções específicas, padronizada pela ISO.

A plataforma do Arduino é composta essencialmente por duas partes: Hardware e Software.

O Arduino Duemilanove é uma placa eletrônica que contém as seguintes características:

14 pinos de entrada e saída digitais (dos quais 6 podem ser usados com saída analógicas PWM);

6 pinos de entrada analógica ou entrada ou saída digital;

5 pinos de alimentação;

1 pino de reset;

2 pinos para conectar o cristal oscilador.

2.3.1.2 Especificações técnicas

Os 14 pinos de entrada e saída digitais trabalham com uma tensão de 5Vcc e uma corrente máxima de 40mA.

Os pinos 0(Rx) e 1(Tx) são usados para receber (Rx) e transmitir (Tx) dados.

Para um melhor entendimento técnico do Arduino, a tabela 1 demonstra suas especificações.

Tabela 1 - Especificação técnica do Arduino. Microcontrolador ATmega328

Tensão de operação	5 V	Tensão de entrada (recomendada)	7-12 V	Tensão de entrada (limites)	6-20 V	Pinos	
Entrada/Saída digitais	14 (6 provêm saídas PWM)	Pinos de entrada analógicos	6	Corrente C por pino	Entrada/ Saída	40 mA	Corrente C pino 3.3 V
	50 mA	Memória Flash	32 kb, sendo 2 kb utilizados pelo				

Bootloader

SRAM 2 kb EEPROM 1 kb Velocidade de Clock 16 MHz Fonte: <<http://Arduino.c/en/Main/ArduinoBoardUno>>

Nas figuras 16 e 17 podemos observar a arquitetura interna de um microcontrolador e as suas pinagens de identificação.

Figura 16 – Arquitetura interna do Arduino.

Fonte:<http://w.robotizando.com.br/curso_Arduino_hardware_pg1.php>

ATmega328 - Pinagem do Arduino

RESET	(PCINT14/RESET) PC6	1	28	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)	Analog5
0 (RX)	(PCINT16/RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)	Analog4
1 (TX)	(PCINT17/TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3/PCINT11)	Analog3
2	(PCINT18/INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2/PCINT10)	Analog2
3 (PWM)	(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1/PCINT9)	Analog1
4	(PCINT20/XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0/PCINT8)	Analog0
VCC	VCC	7	22	GND	GND
GND	GND	8	21	AREF	AREF
CRISTAL (PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6		9	20	AVCC	VCC
CRISTAL (PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7		10	19	PB5 (SCK/PCINT5)	13
5 (PWM)	(PCINT21/OC0B/T1) PD5	11	18	PB4 (MISO/PCINT4)	12
6 (PWM)	(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)	11 (PWM)
7	(PCINT23/AIN1) PD7	13	16	PB2 (SS/OC1B/PCINT2)	10 (PWM)
8	(PCINT0/CLKO/ICP1) PB0	14	15	PB1 (OC1A/PCINT1)	9 (PWM)

Figura 17 - Pinagem do Microcontrolador ATmega328.

Fonte: <<http://linuxresort.blogspot.com.br/2011/12/atmega-328-na-protoboard.html>>

O Arduino pode ser alimentado pela conexão USB ou por qualquer fonte de alimentação externa. A alimentação externa pode ser uma fonte ou uma bateria, a fonte pode ser conectada com um plug de centro positivo no conector de alimentação e a bateria pode ser conectada nos pinos GND (Terra) e Vin (Entrada de tensão) situados na placa do Arduino.

A placa pode ser alimentada com uma tensão de 6 a 20Vcc, mas o recomendado é se trabalhar com no máximo 12Vcc e mínimo de 7Vcc, este último para garantir pelo menos 5Vcc em todo o sistema. Os pinos de energia são os seguintes:

Vin: a tensão de entrada para a placa Arduino quando se está usando uma fonte de energia externa (ao contrário de 5Vcc a partir da conexão USB ou outra fonte de alimentação regulada);

5V: alimentação regulada usada para alimentar o microcontrolador e outros componentes da placa e também sensores e periféricos do sistema;

3V3: 3,3Vcc gerado pelo chip FTDI de bordo. Consumo de corrente máxima é de 50 mA;

GND: pinos de aterramento.

O Arduino Duemilanove tem um polifusível que é um fusível reajustável que protege as portas USB do seu computador de uma sobrecorrente. Embora a maioria dos computadores forneça sua própria proteção interna, o fusível fornece uma camada extra de proteção. Se houver mais de 500 mA aplicada à porta USB, o fusível rompe automaticamente a ligação até que a curto ou a sobrecarga seja removida.

O software a ser inserido na placa do Arduino deve utilizar-se de um IDE

(Integrated Development Environment - Ambiente de desenvolvimento integrado) conforme figura 18, sendo que o compilador utilizado é C/C++ (avr-g++). Depois de ter criado o programa e compilar, o código gerado é gravado no microcontrolador ATmega 328.

Compilador é o programa responsável por pegar um código escrito em uma determinada linguagem e reescrever o mesmo código em outra linguagem, com a mesma função. No caso do Arduino, a função do compilador é reescrever um código escrito em C/C++ e reescrever o código em binário Atmel AVR. (KEMPER, 2011).

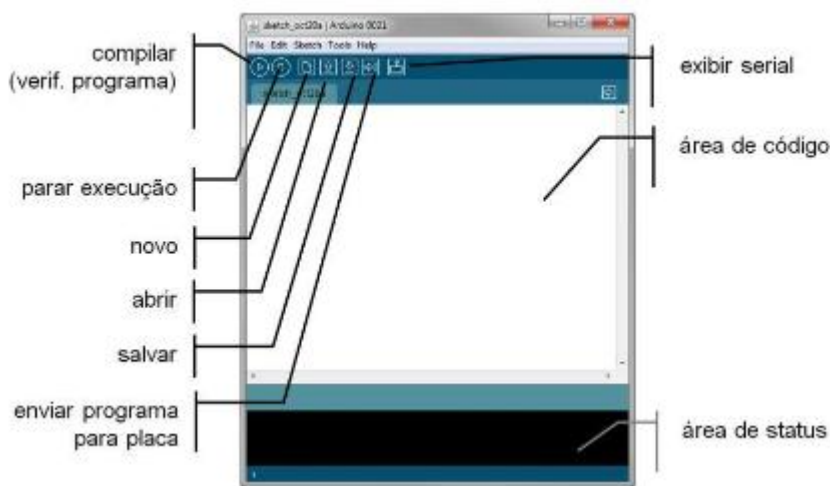


Figura 18 – Compilador IDE Arduino. Fonte: <<http://techne.cesar.org.br/iniciando-com-Arduino/>>

34 2.3.3 Linguagem de Programação Processing

Processing é uma linguagem de programação de código aberto e ambiente de desenvolvimento integrado (IDE), criado para projetos de comunidades de designers visuais com o objetivo de ensinar noções básicas de programação de computador em um contexto visual. O projeto foi iniciado em 2001 por Casey Reas e Ben Fry, ambos ex-membros do Grupo de Computação do MIT Media Lab. Um dos objetivos do Processing é atuar como uma ferramenta para aqueles programadores que são iniciantes, por ter uma visualização muito simples e limpa. A linguagem tem por base as capacidades gráficas da linguagem de programação Java, simplificando características e criando algumas novas.

2.4 Sistema de Temperatura

A abordagem deste tópico está aplicada na medição granular de escalas termais a fim de conseguir uma exatidão da temperatura ambiente de uma estufa, nas quais sua importância é amenizar a perda de nutrientes e ganho na fotossíntese para a sobrevivência das plantas existentes no recinto.

Para compreender o conceito de temperatura, primeiramente devemos dar um caráter quantitativo à diferença entre frio e quente, para aprender a medir uma temperatura de um corpo antes de entender a sua natureza física.

A temperatura pode ser vista como um indicador da energia cinética molecular média de um corpo. No entanto, só a energia cinética de translação contribui para a grandeza temperatura, aspecto que por vezes não é referido. (ANACLETO apud Tipler, 1994, sp).

O homem através do seu tato descobre que o mundo físico que o rodeia traz a ele a primeira noção de temperatura, onde um sistema é determinado a partir da sensação térmica sendo compreendida por frio, quente, morno. Por este motivo surge a necessidade de criar um instrumento normatizado para medir a temperatura, sendo ele assim chamado de termômetro. O termômetro tem uma dependência com a temperatura em certas propriedades como volume, pressão, resistência elétrica, variação de cor, etc.

Com a variação de tipos de termômetros onde se varia a exatidão, o método, a medição, cada tipo dependerá da sua aplicação.

As escalas de temperatura estão estabelecidas em correlações entre métodos utilizados, países onde são empregadas, podendo assim estabelecer uma medição exata por cálculos entre as escalas Fahrenheit, Kelvin e Celsius.

A fim de se medir temperaturas com uma maior precisão e em locais inacessíveis ao homem, foram criados métodos e sistemas capazes de receber informações de temperatura e mostrar ao operador uma leitura direta e fácil de acesso, para que ele possa agir de tal forma em um sistema de medição com temperaturas variando entre pontos críticos e elevados. Desta forma, foram desenvolvidos sensores de temperatura nas várias formas e propriedades de trabalho, para reduzir mão de obra, tempo de operação, riscos e custos.

2.4.1 Efeito Seebeck

A descoberta da existência de corrente termoelétrica levou Thomas Seebeck a observar efeitos eletromagnéticos associados a circuitos de bismuto/cobre e bismuto/antimônio. Esta experiência (figura 19) mostrou que duas junções de dois metais distintos formavam um circuito fechado onde submetido a temperaturas diferentes geram uma força eletromotriz, originando uma corrente contínua no circuito. Uma diferença de potencial elétrico surge entre dois pontos através da variação de temperatura de um condutor ou semicondutor, podendo assim dizer que um gradiente de temperatura em um condutor origina um campo elétrico, dando assim a origem do fenômeno Efeito Seebeck.



Figura 19 - O efeito Seebeck Fonte: <http://sigarra.up.pt/up/pt/up_pesquisa.pesquisa?pv_pesq=efeito+seebeck>

36 2.4.2 Sensor de Temperatura: LM35

O LM35 (figura 20) é um dispositivo eletrônico composto por circuitos integrados, fabricado pela National Semiconductor, cuja característica apresenta uma saída de tensão linear relativa à temperatura. O LM35 pode ser aplicado facilmente da mesma maneira como outros sensores de temperatura.

Quando for alimentado com uma tensão apropriada, o sensor apresenta vantagem sobre os sensores de temperatura calibrados em Kelvin, pois não precisa de nenhuma subtração de variáveis para obtenção em escala Graus Celsius. Seu funcionamento é básico, para cada 10mV variando na saída, representa um grau Celsius (°C).

Figura 20 – Estrutura física do LM35.

Fonte: <<http://tutorial.cytron.com.my/2011/08/09/project-5-%E2%80%93-analog-sensor-temperature-using-lm35/>>

Conforme esquemática de ligação (figura 21): Saída com baixa impedância;

Precisão de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$;

Consumo de até $60\mu\text{A}$;

Tensão de alimentação 4-30Vcc;

Sua escala de variação é de 10mV/ °C.

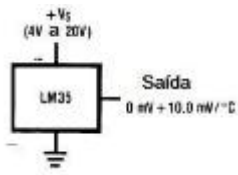


Figura 21 – Sistema de ligação dos pinos LM35. Fonte:<<http://baudaeletronica.blogspot.com.br/2010/1/lm35-sensor-de-temperatura.html>>

2.4.2.2 Vantagens e Desvantagens

Baixo custo; Aplicabilidade em diversos sistemas;

Não opera em lugares com muita umidade;

Frágil.

2.5 Sistema de Ventilação

A ventilação em uma estufa consiste em substituir o ar quente do interior do mesmo por outra massa de ar mais fria, isto ajuda na temperatura de ar de regulamento. A ventilação é importante, pois o ar parado pode causar doenças e, ao mesmo tempo, modifica a umidade e a concentração de gases.

Como as plantas precisam CO₂ no seu processo, o ar deve sempre estar renovado. Por isso uma boa ventilação ajuda a planta a alimentar-se, pois precisam transpirar pelas folhas para sugarem pelas raízes. As vantagens e desvantagens da ventilação podem ser descritas abaixo.

Vantagens: Baixo custo de aquisição;

Baixa manutenção;

Baixo consumo de energia;

Retira odores, fumaça, pó etc.

Desvantagens: Aumento do ruído;

Não diminui a temperatura do ambiente.

O primeiro ventilador foi inventado nos Estados Unidos da América em 1882 pelo engenheiro americano Schuyler Skaats Wheeler, foi criado para usar em cima de uma mesa e possuía duas lâminas. A inversão obteve sucesso e passou a ser produzido a nível industrial. A figura 2 mostra um esquema de ventilação:

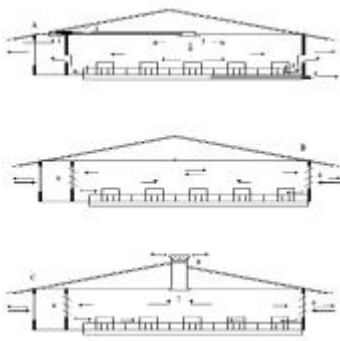


Figura 2 - Esquema geral dos sistemas de tratamento Fonte:
<<http://w.scielo.br/img/revistas/pab/v34n4/8698f1.gif>>

Quando o homem inventou o computador, ao longo do tempo foi se observando que seus componentes eletrônicos como os processadores, o cérebro do computador, sofria uma alta perda nos seus processamentos de dados, devido ao aquecimento pela grande transição de energia elétrica efetuada pelo processador, pois os materiais que compunham o sistema aplicavam uma grande resistência à passagem de corrente.

Para evitar a queima ou danos neste equipamento, foi implementado de forma simples e eficaz, um sistema de refrigeração, que no caso usado é o cooler, que significa refrigeração na sua tradução para o português. Pois se necessitava uma solução para o arrefecimento da temperatura do processador em um nível aceitável.

O cooler (Figura 23) é um componente eletrônico formado por aletas ou pás, que por sua vez, estão diretamente ligadas ao deslocamento de ar, feita quando o cooler está em funcionamento, e um embobinamento elétrico, pois é um motor elétrico de forma específica, quando ligado a uma tensão seja ela contínua ou alternada, cria-se um campo magnético em seu estator que induz uma corrente no rotor, fazendo assim o giro do mesmo.



Figura 23 – Cooler. Fonte: < <http://santoandre.olx.com.br/cooler-ventilador-dm-120-m-110v-iiid-307598841>>

2.6 Sensor de umidade do solo

O solo atua como um reservatório de água, influenciando no crescimento das plantas, sendo assim o sensor de umidade do solo é importante para controlar o nível de irrigação, informando se a plantação está precisando ou se está com excesso de umidade. Tendo esses valores pode-se ter uma melhor eficiência para cada produto. Na tabela 2 tem alguns exemplos de valores de umidade para cada produção.

Tabela 2 - Umidade de alguns produtos

Produto Umidade

Tomate e pimenta 50-60% Berinjela 50-60% Melão e acelga 60-70% Feijões 60-75% Alface 60-80% Melancia 65-75% Ervilhas 65-75% Aboborinha e aipo 65-80% Morangos 70-80% Pepino 70-90%

Fonte: <http://w.solerpalau.pt/formacion_01_39.html>

Por ser inibidora de gastos com água e energia elétrica, e por prevenir doenças, o monitoramento da umidade do solo tem sido cada vez mais importante na agricultura. Ao conhecer a quantidade de água disponível no solo, o produtor rural pode irrigar somente quando for necessário. Mais importante ainda do que isso, é que ele terá a possibilidade de ter um estudo diferenciando das áreas dentro de sua propriedade, mostrando quais tem maior facilidade ou dificuldade de reter água. Este acompanhamento evita a incidência de doenças na plantação, decorrente da quantidade de água aplicada na plantação. (BANDERALT, sd.)

A porcentagem de umidade do alimento (%U) relaciona-se com a quantidade de água disponível nele existente. É possível determinar a quantidade de água que foi removida ou adicionada a um produto quanto se tem o conhecimento da sua umidade inicial e final, após a modificação de seu estado. O teor de umidade corresponde à perda em peso sofrido pelo alimento quando aquecido em condições nas quais a água é removida.

2.6.1 Sensor Grove ou Moisture Sensor

Este sensor de umidade pode ler a quantidade de umidade presente no solo ao seu redor. É um sensor de baixa tecnologia, mas ideal para monitoramento de um jardim urbano.

O sensor Grove (figura 24) utiliza duas sondas que conduzem a corrente através do solo e, em seguida, lê-se a resistência para obter o nível de umidade. Com mais água no solo, fica fácil a condução de eletricidade (menor resistência), enquanto o solo seco conduz pouca eletricidade (maior resistência).

Este sensor trabalha imerso na terra em contato direto com a água, por essa combinação o sensor possui um revestimento banhado a ouro para evitar com o tempo a oxidação.



Figura 24 – Estrutura física do Grove. Fonte: <<http://w.robotshop.com/seeedstudio-grove-moisture-sensor.html>>

Fonte de alimentação: 3.3Vcc ou 5 Vcc Sinal de tensão de saída: 0 ~ 4.2Vcc

Pino definição: o Saída analógica (cabo amarelo) o GND (cabo preto) o Alimentação (cabo vermelho)
Tamanho: 60x20mm

Revestimento de superfície: ouro de imersão

2.7 Sensor de Umidade Relativa do Ar e Temperatura

Para a determinação da porcentagem de água existente no ar, o homem desenvolveu vários métodos de cálculos e componentes físicos para a leitura da umidade relativa. Uma das matérias que podem decompor

O DHT11 (figura 25) é um sensor de temperatura e umidade com uma saída digital, que garante uma alta confiabilidade e estabilidade em longo prazo. O sensor de temperatura possui um termistor do tipo NTC, que possui um diferencial por ser mais sensível a variações de temperatura, comparado aos RTDs e os termopares, e o sensor de umidade é do tipo HR202 que inclui um elemento de resistividade, juntos possuem um circuito interno que faz a leitura dos sensores e se comunica a um microcontrolador através de um sinal serial de uma via.



Fonte:<http://w.dfrobot.com/wiki/index.php/DHT11_Temperature_and_Humidity_Sensor_%28SKU:DFR0067%29>

	0℃	5℃	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	35℃	40℃	45℃	50℃	55℃	60℃
20%RH				10M	6.7M	5.0M	3.9M	3.0M	2.4M	1.75M	1.45M	1.15M	970K
25%RH		10M	7.0M	5.0M	3.4M	2.6M	1.9M	1.5M	1.1M	880K	700K	560K	450K
30%RH	6.4M	4.6M	3.2M	2.3M	1.75M	1.3M	970K	740K	570K	420K	340K	270K	215K
35%RH	2.9M	2.1M	1.5M	1.1M	850K	630K	460K	380K	280K	210K	170K	130K	150K
40%RH	1.4M	1.0M	750K	540K	420K	310K	235K	190K	140K	110K	88K	70K	57K
45%RH	700K	500K	380K	280K	210K	160K	125K	100K	78K	64K	50K	41K	34K
50%RH	370K	26K	200K	150K	115K	87K	69K	56K	45K	38K	31K	25K	21K
55%RH	190K	140K	110K	84K	64K	49K	39K	33K	27K	24K	19.5K	17K	14K
60%RH	105K	80K	62K	50K	39K	31K	25K	20K	17.5K	15K	13K	11K	9.4K
65%RH	62K	48K	37K	30K	24K	19.5K	16K	13K	11.5K	10K	8.6K	7.6K	6.8K
70%RH	38K	30K	24K	19K	15.5K	13K	10.5K	9.0K	8.0K	7.0K	6.0K	5.4K	4.8K
75%RH	23K	18K	15K	12K	10K	8.4K	7.2K	6.2K	5.6K	4.9K	4.2K	3.8K	3.4K
80%RH	15.5K	12.0K	10.0K	8.0K	7.0K	5.7K	5.0K	4.3K	3.9K	3.4K	3.0K	2.7K	2.5K
85%RH	10.5K	8.2K	6.8K	5.5K	4.8K	4.0K	3.5K	3.1K	2.8K	2.4K	2.1K	1.9K	1.8K
90%RH	7.1K	5.3K	4.7K	4.0K	3.3K	2.8K	2.5K	2.2K	2.0K	1.8K	1.55K	1.4K	1.3K

Fonte: <http://w.openimpulse.com/blog/wp-content/uploads/wpsc/downloadables/HR202_datasheet.pdf>

Este sensor possui características bem precisas de calibração em sua câmara de umidade, esta que fica na memória do programa OTP. A característica física do sensor possui um fio de comunicação, para tornar tudo mais rápido e fácil. Por ser de forma pequena, ter baixo consumo e transmite sinais até 20 metros.

2.8 Válvulas Solenóides

Atualmente nos processos de automação industrial são utilizados sistemas que manipulam fluidos, sejam líquidos ou gases, onde existem válvulas com dispositivo de automação ou segurança. Essas válvulas são chamadas de solenóides.

Solenóides são dispositivos eletromecânicos baseados no deslocamento causado pela ação de um campo magnético gerado por uma bobina e são muito utilizados na construção de outros dispositivos, como é o caso das válvulas para controle de fluidos. (GIROTO E SANTOS, 2002, p.842).

Através de uma alimentação seja ela de Vca ou Vcc, a válvula solenoide é acionada para efetuar uma determinada ação física.

2.9 Resistência Elétrica

O homem de forma inteligente desenvolveu maneiras de sobreviver ao frio exercido pela natureza, e uma destas formas foi a criação do fogo, proveniente da queima de matérias compostos por oxigênio e hidrogênio, como exemplo a madeira. Através da queima destas matérias, é liberado de forma luminosa e quente, o fogo, que libera calor por processo de convecção, aquecendo um determinado objeto, no caso o homem.

Diante desse invento, e ao longo da sua existência, o homem criou métodos artificiais, para recriar o fogo e o calor, sendo o mais utilizado para o aquecimento de ambientes. A criação de componentes elétricos, como a resistência elétrica (Figura 27), faz uma imitação de calor, proveniente da energia elétrica, que hoje é uma das mais utilizadas pelo ser humano.

A resistência elétrica é uma grandeza física que relaciona a impedância sofrida pelos elétrons em movimentação, sujeitos à ações de um campo elétrico, ao percorrer de um ponto a outro em um objeto, tendo dependência nas dimensões e composição de material que é constituído. Portanto, resistividade é uma propriedade de matéria, como exemplo o índice de refração, calor específico, densidade, etc.

Podemos definir a resistência entre dois pontos quaisquer de um material isotrópico, aplicando-se uma diferença de potencial, entre estes pontos e medindo a corrente elétrica que flui entre eles. (GIROTTO e SANTOS, 2002, p.640).

Existem vários métodos descritivos que podem ser usados para cálculos e a determinação da resistividade elétrica c (corrente continua) ou ca (corrente alternada) em sólidos. Essa diferenciação entre ambas está ligada a excitação de um campo elétrico c e ca .



Figura 27 – Resistência elétrica com aletas. Fonte: < http://www.eltra.com.br/v3/tela_diversas.html>

2.10 Sistema de Supervisão

Para o controle de dados e amostragem de um sistema qual seja ele, se necessita de um aplicativo que leia e interprete a ocorrência de mudanças físicas e naturais. Devido a distância do controle de comando e os periféricos, o homem criou uma maneira mais prática e fácil de comunicar visualmente as ocorrências externas de um sistema ou ambiente, diminuindo tempo e gastos econômicos, visando uma maior resposta de dados.

Essas informações são coletadas e em seguida manipuladas, analisadas e consecutivamente mostradas a um usuário. Este sistema permite informações constantes do processo industrial, monitorando sinais de medições de dispositivos, mostrando ao operador de forma clara e com recursos gráficos e conteúdo multimídia.

Dentre os supervisórios utilizados nas indústrias de todo mundo, destacamos a ELIPSE SOFTWARE, empresa que desenvolve ferramentas para gerenciamento em tempo real de sistemas indústrias.

Este software (figura 28) possui um sistema de supervisão com um controle de processos nos requisitos conectividade, flexibilidade e confiabilidade. A arquitetura de operação possui um sistema com multicamadas, oferecendo assim um rápido desenvolvimento de aplicações com alta comunicação e expansão, para uma segurança dos investidores. Tendo uma comunicação abrangente, possui protocolos e equipamentos para todos os sistemas tais como geográficos com boa distribuição.

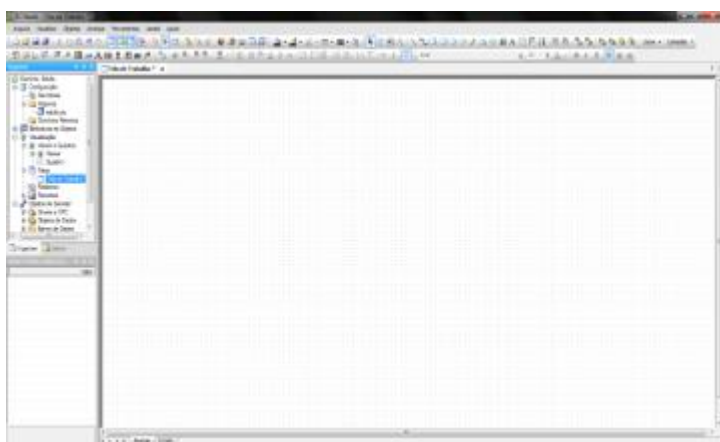


Figura 28 – Tela de trabalho do Elipse E3 Fonte: Software ElipseE3

O sistema identifica os dados dos Tags, este que possui as variáveis numéricas ou alfanuméricas envolvidas na aplicação, e executam funções computacionais como cálculos matemáticos, lógicas, também podendo ser pontos de entrada e saída de dados que estão em controle. Essas variáveis correspondem ao processo real (ex: temperatura, nível, entre outros), que estão ligadas entre o controle e o sistema, são com base nestes valores dos Tags que os dados são apresentados ao usuário.

2.10.1.2 Características

Servidores robustos que colem, processam e distribuem dados de diversas fontes em tempo real; Arquitetura distribuída e redundante de fácil configuração;

100% Internet-ready, com interface de operação independente (thin-clients), através do E3 Viewer, Internet Explorer ou Windows Terminal Services;

Orientação total a objetos: uso intensivo de bibliotecas do usuário, com a criação de galerias e templates de objetos gráficos e estruturas de dados, que podem se adaptar a qualquer aplicação; Extensa biblioteca com mais de 3 mil símbolos gráficos vetoriais;

Configuração on-line;

Bancos de dados abertos: o Elipse E3 não utiliza formatos proprietários;

Poderosa ferramenta de relatórios incluída;

Completo gerenciamento de alarmes e eventos;

OPC (OLE for Process Control) cliente e servidor;

Historiador do processos E3 Storage;

Suporte nativo a componentes ActiveX, com integração de métodos, eventos e propriedades. Redundância nativa entre servidores de fácil configuração.

Completo módulo de relatórios. Fonte: <<http://w.elipse.com.br/port/e3.aspx>>

2.10.1.3 Componentes supervisionados Podem ser resumidos em:

Sensores e Atuadores: dispositivos que convertem parâmetros físicos para sinais analógicos e digitais;

Rede de Comunicação: plataforma de informações dos Controladores (ex: CLP, ARDUINO) entre o Elipse E3;

Estações Remotas: controle de dados e aquisição de informações remotas;

Monitoração Central: unidades responsáveis pelo armazenamento de informações geradas pelas estações remotas.

O Elipse E3 divide as principais tarefas em blocos ou módulos, que garante uma maior ou menor flexibilidade e robustez conforme a solução desejada.

O funcionamento de um sistema inicia através da comunicação de equipamentos de campo, onde suas informações são enviadas para o núcleo do software, sendo o núcleo responsável pela distribuição de informações para os módulos, onde será mostrada na interface gráfica para o operador.

Núcleo de Processamento; Comunicação com equipamentos remotos;

Gerenciamento de Alarmes;

Histórico e Banco de Dados;

Lógica de programação interna ou controle;

Interface gráfica;

Comunicação com Sistemas Externos.

49 3 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Este capítulo aborda o processo de desenvolvimento e construção do protótipo, demonstrando a sua estrutura, componentes eletrônicos, sensores, hardware, software, supervisor e outros.

3.1 Estrutura da Estufa

Há vários tipos de estufas, mas neste projeto especificamente foi utilizado a estufa tipo arco, pois ela confere maior resistência do filme agrícola (plástico) ao vento. Claro que o posicionamento da estufa também tem que ser bem estudado, pois influencia diretamente na proteção de ventos fortes. Os arcos e a estrutura foram confeccionados em barras de metalon, suas dimensões de construção foram de 1200 x 800 x 1800 m (comprimento x largura x altura) conforme figura 29. Para cobertura lateral e do teto foram colocadas chapas de acrílico, com dimensões de 1200 x 600 x 0,6 m (comprimento x largura x altura), fixadas com fita dupla face e barras de alumínio, conferindo uma melhor fixação e consequentemente um melhor acabamento.



Figura 29 – Desenho da estufa Fonte: Software Solid Edge