

Engenharia Eletrônica, Engenharia Automotiva, Engenharia de
Software, Engenharia de Energia, Engenharia Aeroespacial

Estufa Automatizada

Autores: Adailson Santos, Eduardo Rodrigues, Gabriel Augusto
Silva, Gustavo Eichler, Júlio César, Leonardo Sagmeister, Lucas
Amoêdo, Mairon Cruvinel, Marcelo Oliveira, Rafael Carvalho,
Stephanie Costa, Thiago Dias, Wannbaster Reis

Orientadores: Alex Reis, Guilherme Bestar, Rhander Viana,
Ricardo Chaim, Sébastien Rondineau

2018



Adailson Santos, Eduardo Rodrigues, Gabriel Augusto Silva, Gustavo Eichler, Júlio César, Leonardo Sagmeister, Lucas Amoêdo, Mairon Cruvinel, Marcelo Oliveira, Rafael Carvalho, Stephanie Costa, Thiago Dias, Wannbaster Reis

Estufa Automatizada

Orientador: Alex Reis, Guilherme Bestar, Rhander Viana, Ricardo Chaim, Sébastien Rondineau

Lista de ilustrações

Figura 1 – EAP - estrutura analítica do projeto	14
Figura 2 – Cronograma do projeto	16
Figura 3 – Cronograma do projeto	17
Figura 4 – Cronograma do projeto	18
Figura 5 – Mecanismos de transferência de calor	21
Figura 6 – Mecanismos de transferência de calor	21
Figura 7 – Disposição das Boias no Reservatório	27
Figura 8 – Funcionamento do optoacoplador	28
Figura 9 – Optoacopladores	29
Figura 10 – Relé Internamente	30
Figura 11 – Circuito PCF8591	31
Figura 12 – Curva característica de resposta do LDR	33
Figura 13 – Tabela de custos	33
Figura 14 –	39
Figura 15 –	39
Figura 16 –	39

Lista de tabelas

Tabela 1 – Características elétricas do sensor LDR	32
--	----

Sumário

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Contexto	9
1.2	Justificativa	9
1.3	Escopo do projeto	9
1.3.1	Premissas	9
1.3.2	Restrições	10
1.3.3	Mapeamento do modelo 5W2H	10
1.3.3.1	What - O quê?	10
1.3.3.2	Why - Por quê?	10
1.3.3.3	Where - Onde?	10
1.3.3.4	Who - Quem?	10
1.3.3.5	How - Como?	10
1.3.3.6	How Much - Quanto?	11
1.4	Detalhamento do escopo	11
1.4.1	Projeto	11
1.4.2	Produto	11
1.5	Objetivos	11
1.5.1	Objetivo Geral	11
1.5.2	Objetivos Específicos	12
1.6	Metodologia de gerenciamento	12
1.6.1	EAP	14
1.6.2	Plano de gerenciamento de tempo	15
1.6.2.1	Papeis e responsabilidades	15
1.6.2.2	Cronograma	16
1.6.3	Plano de gerenciamento de comunicação	18
1.6.3.1	Reuniões presenciais	18
1.6.3.2	Ferramentas de comunicação	18
1.6.4	Plano de gerenciamento de riscos	19
2	REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1	Exemplo Template	21
2.1.1	Exemplo Template	21
2.2	Fenômenos de Transporte de Calor (Exemplo Template)	21
2.2.1	Convecção (Exemplo Template)	21
2.2.2	Radiação (Exemplo Template)	21

2.3	Calorimetria (Exemplo Template)	21
2.3.1	Calor Sensível e Latente (Exemplo Template)	21
2.4	Framework Django (Exemplo Template)	21
2.5	Microframework Flask (Exemplo Template)	22
2.6	Sistema interno (Exemplo Template)	22
2.7	Ergonomia de carregamento de peso (Exemplo Template)	22
2.8	TERMOVIDA – Caixa térmica para transporte de órgãos para trans- plantes (Exemplo Template)	22
3	SOLUÇÃO PROPOSTA	23
3.1	Arquitetura de Software	23
3.1.1	Sistema Web	23
3.1.2	Sistema Mobile	23
3.1.2.1	Requisitos funcionais	23
3.2	Sistema de Refrigeração (Exemplo Template Solução Energia)	23
3.2.1	Dimensionamento do Sistema	23
3.2.1.1	Cálculo de Carga Térmica	23
3.2.1.2	Cálculo da energia e potência térmica da embalagem com solução Viaspan na qual o órgão está contido	23
3.2.2	Cálculo da energia e potência térmica do alumínio da caixa interna	23
3.2.2.1	Cálculo da resistência térmica (Rt) e o coeficiente global de transferência de calor (U)	23
3.3	Estrutura do Conjunto de Refrigeração	24
3.3.1	Sistema de proteção de componentes elétricos e eletrônicos	24
3.3.2	Baterias	24
3.3.3	Dimmer Microcontrolado	24
3.3.4	Inversor	24
3.3.5	Transformador	24
3.3.6	Filtro de 60Hz	24
3.4	Estrutura (Exemplo solução estrutura Template)	24
3.4.1	Componentes Estruturais	24
3.4.1.1	Compartimento de carga	24
3.4.1.2	Câmara de Resfriamento	25
3.4.1.3	Estrutura	25
3.4.2	Simulação Computacional	25
3.4.2.1	Análise Estrutural	25
3.4.2.2	Simulação de Transferência de Calor	25
3.5	Sistemas Eletrônicos	25
3.5.1	Raspberry Pi 3 Model B Plus	26
3.5.2	Sensor de nível de água eletrônico - ON/OFF - US23	27

3.5.3	Optoacoplador 4N25	28
3.5.4	Relé	29
3.5.5	Conversor Analógico para Digital	30
3.5.6	Sensor LDR	31
3.5.6.1	Características elétricas	31
3.5.6.2	Princípios físicos de funcionamento	32
3.5.7	Sensores DHT22	32
3.6	Tabela de custos	33
4	RESULTADOS	35
4.1	Sistema de Comunicação(Exemplo Resultado Software)	35
4.1.1	Visão Geral	35
4.1.2	API	35
4.2	Sistema WEB	35
4.2.1	Diagramas de Classe	35
4.2.2	Diagramas de Sequência	35
4.2.3	Histórias de usuário	35
4.2.4	Exemplo: Uma subseção para cada história	35
4.3	Sistema Mobile	35
4.3.0.1	Deployment	35
4.4	Sistema de Controle (Exemplo Resultados Eletrônica)	36
4.4.1	Sistema de controle de temperatura	36
4.4.2	Sistema de proteção de componentes elétricos e eletrônicos	36
4.5	Alimentação (Exemplo resultado energia)	36
4.5.1	Testes e Resultados do Sistema de Inversor	36
4.5.2	Outros Testes Realizados	36
4.5.3	Dificuldades do projeto do inversor	36
4.5.4	Inversor Implementado	36
4.5.5	Testes e Resultados do Sistema de Alimentação	36
4.6	Estrutura (Exemplo Resultados Estrutura)	36
4.6.1	Compartimento de carga	36
4.6.1.1	Requisitos	36
4.6.1.2	Design	37
4.6.1.3	Fabricação	37
4.6.1.4	Resultados	37
4.6.2	Câmara de Resfriamento	37
4.6.2.1	Requisitos	37
4.6.2.2	Design	37
4.6.2.3	Fabricação	37
4.6.2.4	Resultados	37

4.6.3	Estrutura	37
4.6.3.1	Requisitos	37
4.6.3.2	Fabricação	37
4.6.3.3	Resultados	37
4.6.4	Sistema de amortecimento	38
4.6.4.1	Análise computacional de vibrações da estrutura	38
4.6.4.2	Dimensionamento do coxim	38
4.6.4.3	Teste e validação do sistema	38
4.6.5	Simulação Computacional	38
4.6.5.1	Análise Estrutural	38
4.6.5.2	Simulação de Transferência de Calor	38
5	ORÇAMENTO DO PROJETO	39

1 Introdução

Ao longo dos anos, agricultores buscaram soluções para o cultivo em ambientes protegidos e seguros. Além disso, houve uma necessidade de produzir em períodos climáticos desfavoráveis, ter o melhor controle do plantio como um todo e realizar o desuso quanto aos agrotóxicos causadores de enfermidades. Essas causas, inspirou a realização de muito estudo para proteger o plantio dos danos causados pela natureza e para a não utilização de pesticidas, sendo estes responsáveis por doenças em consumidores. Motivou-se então a criação de um microclima adequado para o cultivo do plantio e tornar o desenvolvimento de hortaliças mais seguro e controlável.

1.1 Contexto

Um grupo de alunos de Engenharia da Universidade de Brasília do Campus do Gama propuseram desenvolver uma estufa hidropônica automatizada, nomeada como Greenhouse, capaz de manter as condições ideais para o cultivo de hortaliças, onde há a permissão do uso de configurações pré-definidas quanto a customização das condições internas, tendo então a disponibilidade do fornecimento de dados ao usuário através de uma interface local, um aplicativo mobile e um sistema web. O escopo não engloba a produção de plantas que não sejam hortaliças; a produção de hortaliças que não suportam um sistema de hidroponia; o controle da umidade; e a utilização em um ambiente aberto (i.e. outdoor).

1.2 Justificativa

O objetivo do projeto Greenhouse é fornecer a moradores de casas e apartamentos uma forma automatizada de cultivar hortaliças em suas residências. Isto irá permitir que, mesmo sem uma grande área dedicada, tempo, ou conhecimentos sobre cultivo, os usuários possam cultivar seus próprios produtos orgânicos para consumo próprio.

1.3 Escopo do projeto

1.3.1 Premissas

- O produto será utilizado exclusivamente para o cultivo de hortaliças.
- O produto será utilizado exclusivamente em um ambiente fechado (i.e. não será utilizado ao ar livre).

- O produto estará conectado a uma fonte de água.
- Não serão utilizados pesticidas nas hortaliças cultivadas no produto, ou na água utilizada pelo mesmo.

1.3.2 Restrições

- Irá controlar uma situação de um sistema especificamente hidropônico.
- O produto não poderá ser instalado em um sistema aberto (i.e. outdoor).

1.3.3 Mapeamento do modelo 5W2H

O projeto foi mapeado utilizando o modelo 5W2H, descrito a seguir.

1.3.3.1 What - O quê?

- Um Plantário estufa automatizada.

1.3.3.2 Why - Por quê?

- Facilitar e incentivar o cultivo caseiro.
- Reduzir gastos com hortaliças.
- Otimizar a utilização de espaço para cultivo.

1.3.3.3 Where - Onde?

- Na UnB/FGA.
- No Galpão da UnB/FGA.
- Na residência de um ou mais membros.

1.3.3.4 Who - Quem?

- Alunos dos cursos de Engenharia de Software, Engenharia Aeroespacial, Engenharia Eletrônica, Engenharia Automotiva e Engenharia de Energia da UnB/FGA.

1.3.3.5 How - Como?

- Por meio de pesquisas e pelos conhecimentos prévios dos membros da equipe de projeto com a orientação dos professores da disciplina de Projeto Integrador.

1.3.3.6 How Much - Quanto?

- O detalhamento dos custos do projeto pode ser visto na tabela 2.

1.4 Detalhamento do escopo

1.4.1 Projeto

A equipe Greenhouse pretende contornar as adversidades descritas ao realizar um controle do cultivo, ao constatar a praticidade e despreocupação do usuário final com relação ao desenvolvimento automatizado das hortaliças, além do controle do usuário para as mudanças pertinentes de cada espécie, notificando-o sempre que necessário para que o mesmo esteja ciente do monitoramento do plantio.

O público alvo do projeto são as pessoas preocupadas em produzir o cultivo de hortaliças em um local protegido e em fácil acesso, monitoramento e controle de seu equipamento, sendo este instalado em uma casa, apartamento ou em qualquer local que forneça suas especificações de dimensionamento e que tenha conexão a uma fonte de água.

1.4.2 Produto

O sistema de automatização da estufa irá controlar a temperatura e umidade interna, realizar a abertura automática da gaveta onde se comportará o sistema composto pelas hortaliças e monitorar nível da água, temperatura da água e pH da água.

O sistema funcionará da seguinte forma: o usuário prepara os sachês com substâncias específicas para a germinação, implementa a semente da hortaliça de acordo com as especificações ideais de plantio, informa no sistema web a espécie da hortaliça e acompanha o desenvolvimento da mesma por meio de gráficos e informações de uso disponíveis no sistema web, pois os dados coletados pelos sensores da estufa irá para o servidor web e estará disponível para o monitoramento de todos os dados previamente planejados e o controle de alguns dados específicos, caso não há internet no local de instalação da estufa, os dados estarão empilhados e disponíveis para o acompanhamento quando houver conexão de internet.

A estrutura completa terá dimensões ideais para sua instalação em apartamentos, casas e afins.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo Geral

Levando em consideração a dificuldade das pessoas em produzir hortaliças por meio do cultivo residencial, principalmente aquelas que convivem em residências privadas de

luz solar e jardinagem, o deferido trabalho propõe a criação de uma estufa hidropônica automatizada dando importância nos aspectos agrônômicos para que seja cultivado hortaliças sem dificuldades e que seja realizada a transparência do usuário com relação ao monitoramento e o controle de alguns parâmetros relevantes para o desenvolvimento das hortaliças.

1.5.2 Objetivos Específicos

A partir das diretrizes acima, o presente trabalho determina que seja desenvolvido os seguintes quesitos a serem desenvolvidos:

- Produzir uma estrutura composta por um chassi externo isolado que irá conter uma área de cultivo, uma área do reservatório e uma área de iluminação.
- Realizar a comunicação com o sensor DHT22 para umidade relativa do ar e temperatura do ar.
- Realizar a comunicação com o sensor DS18B20 para temperatura da água.
- Realizar a comunicação com o sensor PCF8591 para leitura do PH e Luminosidade a partir de um Conversor A/D.
- Realizar a comunicação dos sensores de nível de água por meio de boias.
- A comunicação entre os sensores se torna necessário para o monitoramento dos parâmetros pertinentes.
- Projetar e implementar um sistema que irá realizar a coleta e envio de dados para uma plataforma Web e Mobile por meio de uma Raspberry Pi.
- Projetar e implementar um sistema Web e Mobile.
- Manter um ambiente ideal para o cultivo de diversas hortaliças.
- Otimizar condições internas da estufa para cultivos específicos a partir de um banco de dados

1.6 Metodologia de gerenciamento

Em decorrência do presente trabalho propor em planejar e produzir uma estufa hidropônica automatizada, há uma necessidade de utilizar uma metodologia específica para o gerenciamento do projeto como um todo, para que o planejamento do trabalho seja guiado na forma previamente produzida.

Sendo assim, a equipe irá utilizar a metodologia ágil, mais especificamente o SCRUM, sendo este responsável pela agregação eficiente do valor ao cliente, atrelado ao modelo do Guia PMBOK® que irá realizar toda a estrutura de gerenciamento de projeto para as áreas de conhecimento requisitadas na construção do projeto.

Os seguintes planos de gerenciamento serão produzidos para a construção do projeto:

- Plano de gerenciamento de tempo: Área que irá definir as atividades específicas do projeto, onde se estima a duração de cada atividade e onde as colocam em sequência cronológica, ao final é gerado um cronograma que ilustra todas as atividades e as datas de resolução das mesmas.
- Plano de gerenciamento de custos: Área que determina informações acerca das estimativas, orçamentos e controle dos custos do projeto, de modo que o projeto seja realizado dentro do orçamento estipulado.
- Plano de gerenciamento de riscos: Busca descrever os riscos que podem afetar o projeto, e realiza é realizado uma análise quantitativa e qualitativa do dos riscos.
- Plano de gerenciamento de comunicação: Área responsável por selecionar ferramentas de comunicação, definir um meio de comunicação que envolva todos os membros da equipe e agregar valor ao projeto por meio da intercomunicação dos stakeholders.
- Plano de gerenciamento de recursos humanos: É relatado os membros que irão atuar no planejamento e execução do projeto, os papéis e responsabilidades de cada um e busca resolver problemas entre os membros para melhorar o desempenho da equipe.

1.6.1 EAP

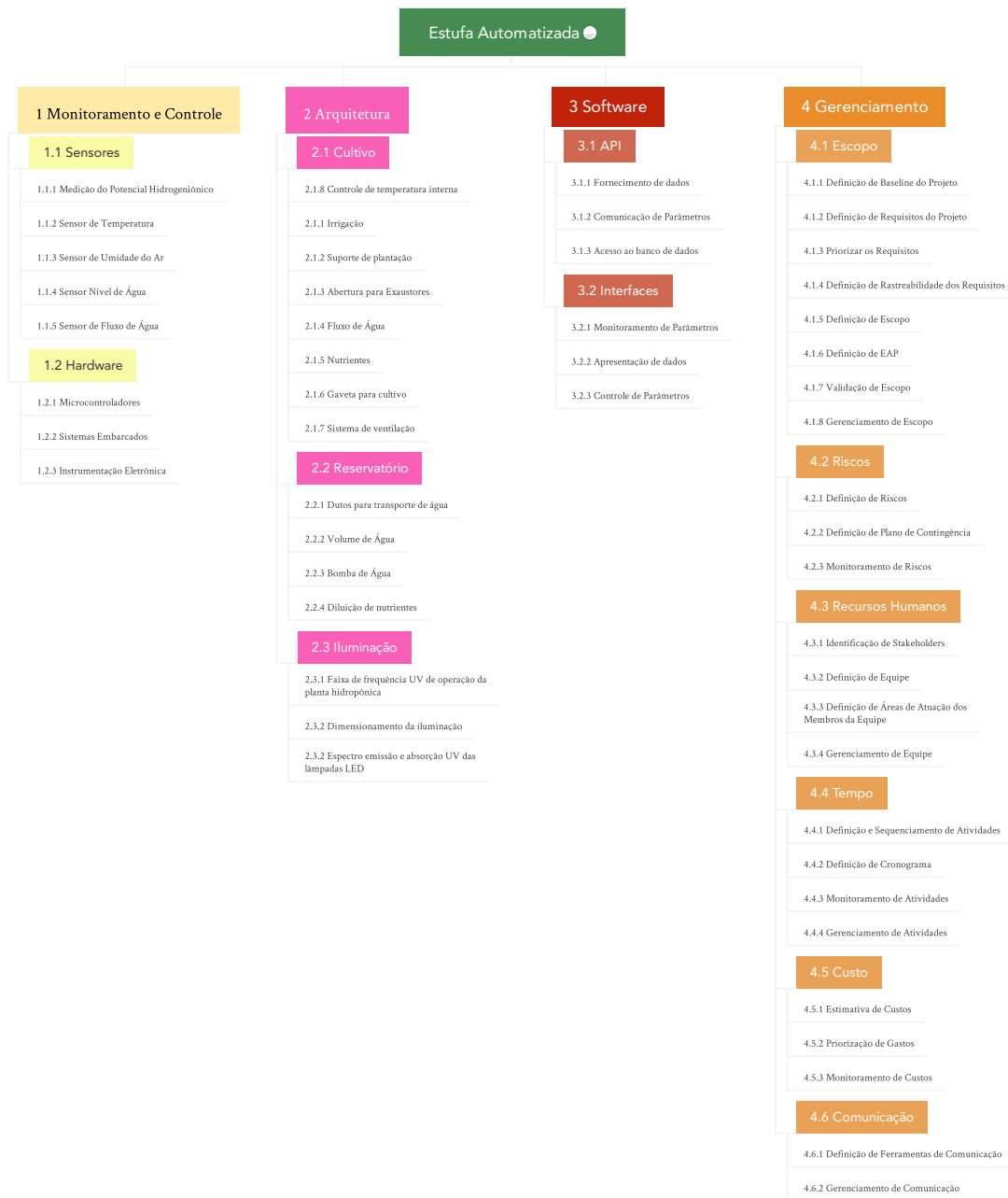


Figura 1 – EAP - estrutura analítica do projeto

1.6.2 Plano de gerenciamento de tempo

O gerenciamento do tempo se torna necessário no projeto pois desse modo será possível descrever os processos e atividades que deverão ser executadas do início ao fim do projeto, tendo em foco a garantia da execução das atividades nos prazos definidos previamente e que haja um controle cronológico da execução das atividades.

1.6.2.1 Papeis e responsabilidades

Os gerentes do projeto ficarão responsáveis pela avaliação de qualidade e melhoria contínua dos subsistemas do processo de integração e também pelo pleno funcionamento e testes dos subsistemas. Será feita uma validação com a equipe geral do projeto e em seguida a integração.

1.6.2.2 Cronograma

			
	Nome	Data inicial	Data final
☐	Desenvolver Relatório 1	16/02/18	27/04/18
☐	Fase 1: Problemática	16/03/18	24/03/18
☐	Identificar escopo do projeto	16/03/18	19/03/18
☐	Produzir escopo	16/03/18	16/03/18
☐	Analisar a viabilidade técnica e financeira	17/03/18	17/03/18
☐	Identificar requisitos (ou objetivos) funcionais e não funcionais	18/03/18	18/03/18
☐	Refinar entendimento do problema	19/03/18	19/03/18
☐	Documentação	21/03/18	22/03/18
☐	Montar estrutura do relatório 1	21/03/18	21/03/18
☐	Relatar escopo	22/03/18	22/03/18
☐	Integração	23/03/18	24/03/18
☐	Unir informações de subsistemas	23/03/18	23/03/18
☐	Agendar encontros	24/03/18	24/03/18
☐	Fase 2: Concepção e detalhamento da solução	16/02/18	27/04/18
☐	Detalhar escopo	16/03/18	18/03/18
☐	Criar Estrutura da EAP	16/03/18	17/03/18
☐	Definir pilares chaves	16/03/18	16/03/18
☐	Definir pacotes	17/03/18	17/03/18
☐	Definir Estrutura Analítica do Projeto	18/03/18	18/03/18
☐	Definir Termo de Abertura do projeto	25/03/18	26/03/18
☐	Definir requisitos do projeto	25/03/18	25/03/18
☐	Definir objetivos do projeto	25/03/18	26/03/18
☐	Planejamento da GreenHouse	25/03/18	25/03/18
☐	Definir propósito e justificativa do projeto	26/03/18	26/03/18
☐	Desenvolver cronograma macro	25/03/18	25/03/18
☐	Desenvolver atividades de gerenciamento	21/03/18	27/04/18
☐	Definir atividades de gerenciamento de custos	23/03/18	26/03/18
☐	Estimar custos e orçamentos para a realização do projeto	23/03/18	23/03/18
☐	Selecionar ferramenta de software para gerenciamento financeiro	24/03/18	26/03/18
☐	Pesquisar ferramentas de gerenciamento financeiro	24/03/18	24/03/18
☐	Avaliar ferramentas escolhidas	25/03/18	25/03/18
☐	Definir ferramenta para o gerenciamento financeiro	26/03/18	26/03/18
☐	Definir plano de gerenciamento do tempo	27/03/18	27/04/18
☐	Definir atividades	27/03/18	27/03/18
☐	Definir sequenciamento das atividades	28/03/18	30/03/18
☐	Produzir cronograma de atividades	31/03/18	27/04/18
☐	Definir plano de gerenciamento de riscos	21/03/18	26/03/18
☐	Levantar riscos para a execução do projeto e avaliação do impacto	21/03/18	23/03/18
☐	Realizar plano de contingências	24/03/18	26/03/18
☐	Definir plano de gerenciamento de RH	16/03/18	18/03/18
☐	Alocar recursos humanos nos subsistemas	16/03/18	18/03/18
☐	Definir pacotes de Monitoramento e Controle	16/02/18	18/03/18
☐	Selecionar sensores de atuação	16/03/18	18/03/18
☐	Selecionar hardwares de atuação	16/02/18	18/02/18
☐	Definir pacotes de Arquitetura	16/02/18	25/02/18
☐	Selecionar pacotes de design	16/02/18	25/02/18
☐	Selecionar componentes para o cultivo	16/02/18	25/02/18
☐	Selecionar componentes para o reservatório	16/02/18	25/02/18
☐	Selecionar componentes para iluminação	16/02/18	25/02/18
☐	Definir pacotes de Software	21/03/18	23/03/18
☐	Definir arquitetura da solução de software	21/03/18	23/03/18
☐	Selecionar atividades para a construção da API	21/03/18	23/03/18
☐	Selecionar atividades para a construção das interfaces	21/03/18	23/03/18
☐	Ponto de Controle 1	28/03/18	28/03/18

Figura 2 – Cronograma do projeto

• Ponto de Controle 1	28/03/18	28/03/18
▢ • Desenvolver Relatório 2	29/03/18	16/05/18
▢ • Fase 3: Projeto e construção de subsistemas da solução proposta	29/03/18	16/05/18
▢ • Construir projetos das soluções de engenharia	29/03/18	30/04/18
▢ • Projeto de Software	29/03/18	05/04/18
• Fazer rastreabilidade de requisitos	29/03/18	05/04/18
• Definir ferramentas de gerência de configuração de software de gerência de configuração de ...	29/03/18	05/04/18
▢ • Projeto de Arquitetura	30/03/18	11/04/18
• Projetar funcionamento de fluxo da água	30/03/18	10/04/18
• Projetar funcionamento da ventilação	30/03/18	10/04/18
• Projetar funcionamento da alimentação	30/03/18	10/04/18
• Desenhar os CADs	02/04/18	11/04/18
▢ • Projeto de Monitoramento e Controle	29/03/18	30/04/18
• Projetar arquitetura de software embarcado	29/03/18	10/04/18
▢ • Projetar hardwares para sensores	18/04/18	30/04/18
• Projetar Sensor de Umidade e Temperatura do ar	18/04/18	24/04/18
• Projetar Sensor de Temperatura da Água	18/04/18	24/04/18
• Projetar Sensor de Potencial Hidrogeniônico	18/04/18	24/04/18
• Projetar Sensor Nível de Água	18/04/18	24/04/18
• Projetar Sensor Luminosidade	18/04/18	24/04/18
• Projetar Sistema de Monitoramento Visual	24/04/18	30/04/18
▢ • Projetar Hardwares para Atuação	04/04/18	30/04/18
• Projetar Controle da Gaveta	04/04/18	13/04/18
• Projetar Acionamento dos Coolers/Exaustores	18/04/18	24/04/18
• Projetar Sistema de Substituição da Água	24/04/18	30/04/18
▢ • Construir componentes e/ou subsistemas	06/04/18	16/05/18
▢ • Solução de Software	06/04/18	25/04/18
• Desenvolver Histórias de Usuários	06/04/18	25/04/18
▢ • Solução de Arquitetura	11/04/18	16/05/18
• Construir funcionamento de fluxo da água	11/04/18	16/05/18
• Construir funcionamento de ventilação	11/04/18	16/05/18
• Construir funcionamento de alimentação	11/04/18	16/05/18
▢ • Construir chassi	11/04/18	13/04/18
• Comprar materiais	11/04/18	12/04/18
• Procurar profissional terceirizado	11/04/18	12/04/18
• Iniciar fabricação	13/04/18	13/04/18
• Entregar chassi pronto	13/04/18	13/04/18
• Fazer simulações estruturais	11/04/18	18/04/18
▢ • Construir parte externa	19/04/18	11/05/18
• Comprar materiais	19/04/18	26/04/18
• Procurar profissional terceirizado	19/04/18	26/04/18
• Iniciar fabricação	27/04/18	11/05/18
• Fazer teste estrutural	11/05/18	11/05/18
• Entregar toda a estrutura pronta	16/05/18	16/05/18

Figura 3 – Cronograma do projeto

• Entregar toda a estrutura pronta	16/05/18	16/05/18
▢ • Solução de Monitoramento e Controle	14/04/18	15/05/18
▢ • Construir hardwares para sensores	25/04/18	15/05/18
• Construir Sistema de Medição de Potencial Hidrogeniônico	25/04/18	01/05/18
• Construir Sistema de Medição do Nível de Água	25/04/18	01/05/18
• Construir Sistema de Medição da Umidade e Temperatura do Ar	25/04/18	01/05/18
• Construir Sistema de Medição da Temperatura da Água	25/04/18	01/05/18
• Construir Sistema de Medição da Iluminação	02/05/18	08/05/18
• Construir Sistema de Monitoramento Visual	02/05/18	15/05/18
▢ • Programar sistemas embarcados	25/04/18	15/05/18
• Programar Sistema de Medição de Potencial Hidrogeniônico	25/04/18	01/05/18
• Programar Sistema de Medição do Nível de Água	25/04/18	01/05/18
• Programar Sistema de Medição da Umidade e Temperatura do Ar	25/04/18	01/05/18
• Programar Sistema de Medição da Temperatura da Água	25/04/18	01/05/18
• Programar Sistema de Medição da Iluminação	02/05/18	08/05/18
• Programar Sistema de Monitoramento Visual	02/05/18	15/05/18
▢ • Programar Atuadores de Controle	14/04/18	06/05/18
• Programar Controle da Gaveta	14/04/18	18/04/18
• Programar Acionamento dos Coolers/Exaustores	25/04/18	01/05/18
• Programar Sistema de Substituição da Água	25/04/18	01/05/18
• Programar Controle da Iluminação Interna	30/04/18	06/05/18
▢ • Testar componentes/subsistemas da solução	14/04/18	15/05/18
▢ • Testar Sistema de Monitoramento e Controle	25/04/18	15/05/18
▢ • Testar Sistema de Sensores	25/04/18	15/05/18
• Testar Sistema de Medição de Potencial Hidrogeniônico	25/04/18	01/05/18
• Testar Sistema de Medição do Nível de Água	25/04/18	01/05/18
• Testar Sistema de Medição da Umidade e Temperatura do Ar	25/04/18	01/05/18
• Testar Sistema de Medição da Temperatura da Água	25/04/18	01/05/18
• Testar Sistema de Medição da Iluminação	02/05/18	08/05/18
• Testar Sistema de Monitoramento Visual	02/05/18	15/05/18
▢ • Testar Atuadores	14/04/18	06/05/18
• Testar Controle da Gaveta	14/04/18	18/04/18
• Testar Acionamento dos Coolers/Exaustores	25/04/18	01/05/18
• Testar Sistema de Substituição da Água	25/04/18	01/05/18
• Testar Controle da Iluminação Interna*	30/04/18	06/05/18
• Avaliar Resultados	05/05/18	15/05/18
• Ponto de Controle 2	16/05/18	16/05/18
▢ • Desenvolver Relatório 3	17/05/18	22/06/18
▢ • Fase 4: Integração de subsistemas e finalização do produto	17/05/18	22/06/18
• Projetar integração das soluções	17/05/18	22/06/18
• Integrar subsistemas	17/05/18	22/06/18
• Testar integração dos subsistemas	17/05/18	22/06/18
• Ponto de Controle 3	22/06/18	22/06/18

Figura 4 – Cronograma do projeto

1.6.3 Plano de gerenciamento de comunicação

Durante a execução do projeto, a comunicação do grupo será realizada por meio de duas formas principais: reuniões físicas, utilização de ferramentas de comunicação.

1.6.3.1 Reuniões presenciais

Serão realizadas reuniões presenciais entre os membros da equipe de projeto duas vezes por semana. Tais reuniões serão devidamente documentadas por meio de pautas, seguindo um modelo pré-estabelecido pela equipe.

1.6.3.2 Ferramentas de comunicação

Durante a execução do projeto, serão utilizadas ferramentas de comunicação e gerenciamento de projeto, tanto para permitir a fácil transmissão de informações entre os membros da equipe, quanto para o acompanhamento e monitoramento do trabalho. As ferramentas utilizadas são apresentadas a seguir:

- Slack: Utilizada como principal meio de comunicação da equipe, a ferramenta Slack permite a criação de diversos canais dentro de um mesmo projeto. Estes canais serão utilizados para facilitar o gerenciamento das comunicações, havendo um canal

específico para cada subárea do projeto, além de um canal geral. O Slack permite também a integração com diversas ferramentas de gerenciamento de projetos, tais como o Trello e bots.

- Trello: Para o gerenciamento e acompanhamento do projeto, será utilizado um board da ferramenta Trello, que permite a definição de tarefas a serem executadas. Por meio da criação de listas, é possível acompanhar o andamento do projeto. Tais listas evidenciam as atividades que se encontram no backlog, as que estão sendo executadas no momento, as que aguardam algum tipo de validação, entre outros estados de completude que a equipe julgar necessário evidenciar. Além disso, o Trello permite observar quem são os membros responsáveis pela execução de cada atividade.
- Geekbot: O Geekbot é uma ferramenta de questionários automatizados que podem ser enviados diariamente aos membros da equipe pela ferramenta Slack. A partir da definição de um questionário simples e de um canal para a postagem das respostas no Slack, é possível acompanhar as atividades diárias referentes ao projeto dos membros da equipe de forma individual, facilitando o gerenciamento de atividades.
- Google Drive: Para o armazenamento e edição de documentos pertinentes ao projeto, será utilizada a ferramenta Google Drive. A partir dela, é possível que documentos e arquivos sejam compartilhados entre todos os membros da equipe de forma organizada e instantânea. Além disso, é possível a edição conjunta de documentos, o que facilita o desenvolvimento de artefatos necessários para o desenvolvimento do projeto.

1.6.4 Plano de gerenciamento de riscos

Espaço reservado para Plano de gerenciamento de riscos.

2 Referencial Teórico

2.1 Exemplo Template

Texto a ser redigido.

2.1.1 Exemplo Template

Texto a ser redigido.

Figura 5 – Mecanismos de transferência de calor

2.2 Fenômenos de Transporte de Calor (Exemplo Template)

Texto a ser redigido.

2.2.1 Convecção (Exemplo Template)

Texto a ser redigido.

2.2.2 Radiação (Exemplo Template)

Texto a ser redigido.

Figura 6 – Mecanismos de transferência de calor

2.3 Calorimetria (Exemplo Template)

Texto a ser redigido.

2.3.1 Calor Sensível e Latente (Exemplo Template)

Texto a ser redigido.

2.4 Framework Django (Exemplo Template)

Texto a ser redigido.

2.5 Microframework Flask (Exemplo Template)

Texto a ser redigido.

2.6 Sistema interno (Exemplo Template)

Texto a ser redigido.

2.7 Ergonomia de carregamento de peso (Exemplo Template)

Texto a ser redigido.

2.8 TERMOVIDA – Caixa térmica para transporte de órgãos para transplantes (Exemplo Template)

Texto a ser redigido.

3 Solução Proposta

3.1 Arquitetura de Software

Espaço reservado para Arquitetura de Software.

3.1.1 Sistema Web

Espaço reservado para Sistema Web.

3.1.2 Sistema Mobile

Espaço reservado para Sistema Web.

3.1.2.1 Requisitos funcionais

Espaço reservado para Requisitos funcionais.

3.2 Sistema de Refrigeração (Exemplo Template Solução Energia)

Texto a ser redigido.

3.2.1 Dimensionamento do Sistema

3.2.1.1 Cálculo de Carga Térmica

Texto a ser redigido.

3.2.1.2 Cálculo da energia e potência térmica da embalagem com solução Viaspan na qual o órgão está contido

Texto a ser redigido.

3.2.2 Cálculo da energia e potência térmica do alumínio da caixa interna

Texto a ser redigido.

3.2.2.1 Cálculo da resistência térmica (Rt) e o coeficiente global de transferência de calor (U)

Texto a ser redigido.

3.3 Estrutura do Conjunto de Refrigeração

Texto a ser redigido.

3.3.1 Sistema de proteção de componentes elétricos e eletrônicos

Texto a ser redigido.

3.3.2 Baterias

Texto a ser redigido.

3.3.3 Dimmer Microcontrolado

Texto a ser redigido.

3.3.4 Inversor

Texto a ser redigido.

3.3.5 Transformador

Texto a ser redigido.

3.3.6 Filtro de 60Hz

Texto a ser redigido.

3.4 Estrutura (Exemplo solução estrutura Template)

Texto a ser redigido.

3.4.1 Componentes Estruturais

Texto a ser redigido.

3.4.1.1 Compartimento de carga

Texto a ser redigido.

Requisitos

Texto a ser redigido.

3.4.1.2 Câmara de Resfriamento

Texto a ser redigido.

Requisitos

Texto a ser redigido.

Design

Texto a ser redigido.

Fabricação

Texto a ser redigido.

3.4.1.3 Estrutura

Texto a ser redigido.

3.4.2 Simulação Computacional

Texto a ser redigido.

3.4.2.1 Análise Estrutural

Texto a ser redigido.

3.4.2.2 Simulação de Transferência de Calor

Texto a ser redigido.

3.5 Sistemas Eletrônicos

Texto a ser redigido.

3.5.1 Raspberry Pi 3 Model B Plus

A Raspberry Pi é um microcomputador sistema operacional Linux, que foi escolhida para ter o programa embarcado que controla e monitoriza a estufa devido a facilidade de acesso aos seus pinos GPIO para conectar diversos sensores e atuadores, como ela já tem conectividade Wi-Fi, será facilmente facilmente conectada a internet apenas acessando a rede local do usuário e ela já tem autorização pela Anatel, com suas entradas USB, é possível conectar uma câmera USB e utilizá-la para monitorizar a estufa. [RASPBERRY PI FOUNDATION, 2018]

Especificações:

- Raspberry Pi 3 Model B Anatel
- Processador Broadcom BCM2837 64bit ARMv8 Cortex-A53 Quad-Core
- Clock 1.2 GHz
- Memória RAM: 1GB
- Adaptador Wifi 802.11n integrado
- Bluetooth 4.1 BLE integrado
- Conector de vídeo HDMI
- 4 portas USB 2.0
- Conector Ethernet
- Interface para câmera (CSI)
- Interface para display (DSI)
- Slot para cartão microSD
- Conector de áudio e vídeo
- GPIO de 40 pinos
- Número de homologação Anatel: 04908-17-10629
- Dimensões: 85 x 56 x 17mm[1]

3.5.2 Sensor de nível de água eletrônico - ON/OFF - US23

Este sensor de nível é uma chave ON/OFF (Liga/desliga) que muda o estado de aberto para fechado quando a água atinge certo nível e abre quando o nível da água fica abaixo de outro determinado nível. Este sensor pode chavear diretamente cargas de até 10W 220V, como bobinas de contadores ou pequenas lâmpadas de sinalização. No caso do projeto da estufa, ele irá chavear uma tensão de 3.3 V e corrente de 3.3 mA, garantida por um resistor de 10K Ω .

E serão utilizadas duas boias na seguinte disposição da figura 1. [EICOS SENSORES, 2018]

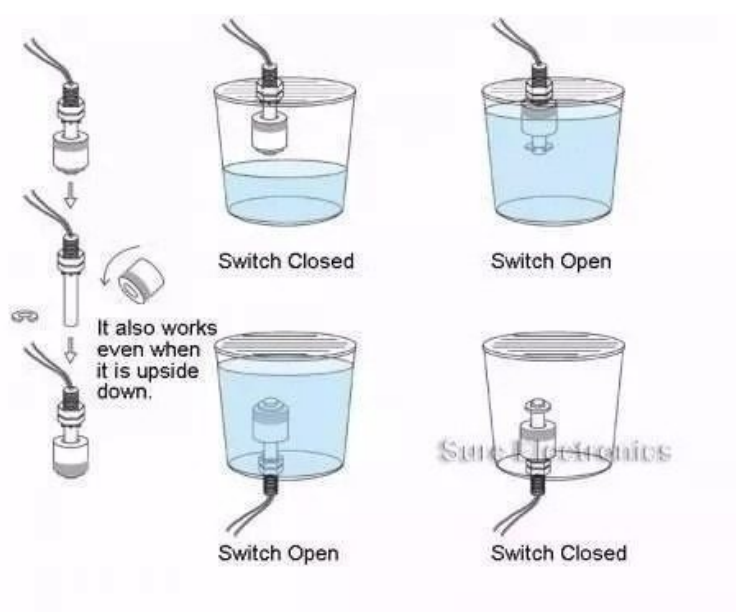


Figura 7 – Disposição das Boias no Reservatório

Uma ao fundo para definir se o nível da água está baixo e um em cima definir o nível de água baixo. A leitura do estado dos sensores será feita através do pino GPIO, onde o estado HIGH (tensão de 3.3V) indica que o sensor foi ativado e o estado LOW (tensão de 0V) indica que ele está desativado. [EICOS SENSORES, 2018]

Este sensor de nível utiliza um sensor magnético e não mercúrio que seria prejudicial à saúde. [EICOS SENSORES, 2018]

Características:

- Raspberry Pi 3 Model B Anatel
- Comprimento do cabo: 36cm
- Máxima potência da carga: 10W
- Máxima tensão: 220V DC

- Máxima corrente de chaveamento: 0.5A
- Máxima corrente de carga: 1A
- Resistência do contato: 0.1Ω
- Temperatura de trabalho: $-10^{\circ}\text{C} + 60^{\circ}\text{C}$
- Dimensões da boia: 23mm x 22mm
- Comprimento do sensor: 57mm
- Diâmetro do eixo: 8mm
- Diâmetro da rosca: 9mm

3.5.3 Optoacoplador 4N25

São dispositivos de proteção em circuitos eletrônicos que precisam trabalhar com diferentes tensões. No projeto da estufa eles serão utilizados para conectar a Raspberry a dispositivos que trabalham com tensão diferente de 3.3V, que é a tensão dos pinos GPIO, e para evitar uma sobrecarga de corrente nela. [VISHAY SEMICONDUCTORS]

O optoacoplador escolhido foi 4N25, que é constituído por um diodo emissor de luz e um foto transistor bipolar. E funciona como mostrado na figura abaixo:

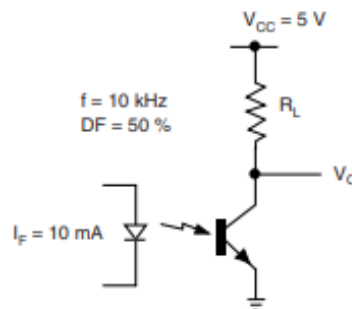


Figura 8 – Funcionamento do optoacoplador

A Raspberry irá controlar o LED interno do optoacoplador, quando o LED está aceso o transistor é “ativado” e permite a passagem de corrente através dele. E quando o LED está apagado o transistor fica em situação de corte e não permite a passagem de corrente. Para o projeto da estufa foi confeccionada uma placa com 8 optoacopladores, figura 3, que serão conectados aos relés que garantirão uma proteção a mais para o circuito. [VISHAY SEMICONDUCTORS]

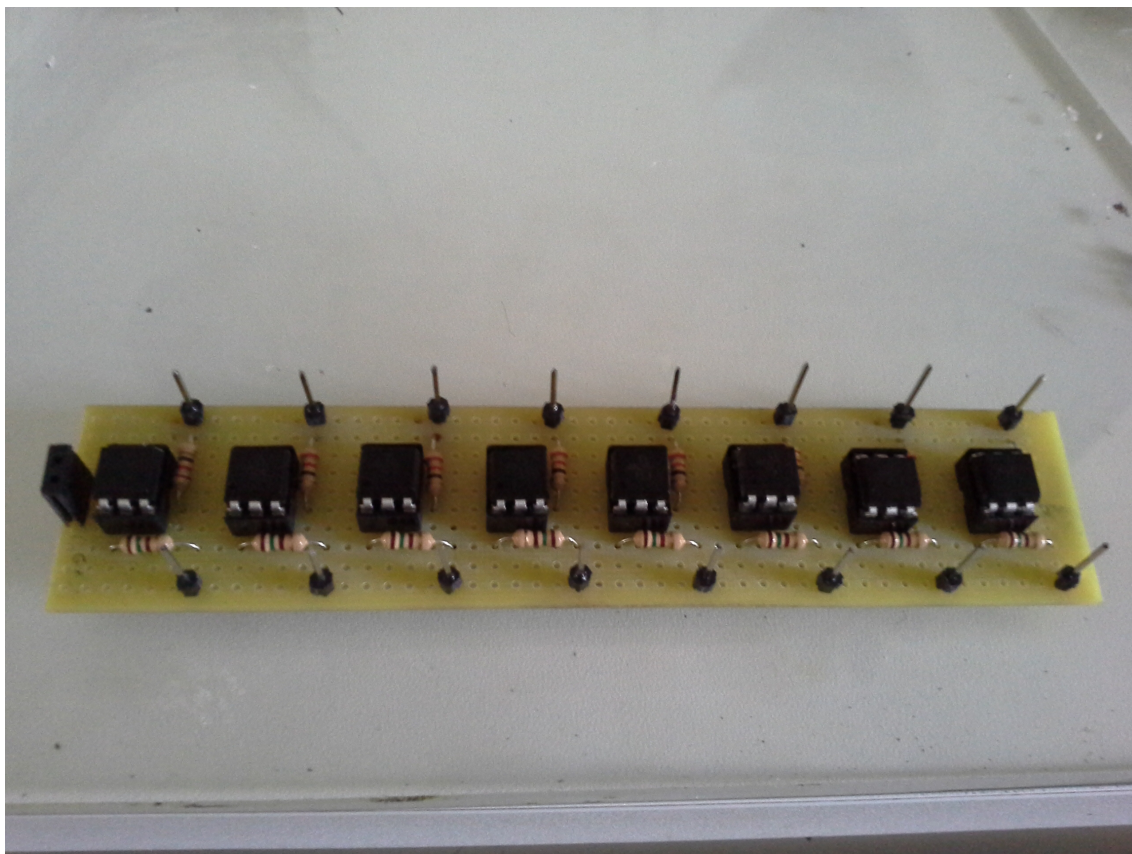


Figura 9 – Optoacopladores

3.5.4 Relé

Os relés basicamente são dispositivos elétricos que tem como função produzir modificações súbitas, porém predeterminadas em um ou mais circuitos elétricos de saída. O relé tem um circuito de comando, que no momento em que é alimentado por uma corrente, aciona um eletroímã que faz a mudança de posição de outro par de contatores, que estão ligados a um circuito ou comando secundário. Resumidamente podemos dizer que todo relé se configura como um contato que abre e fecha de acordo com algum determinado fator ou configuração. Alguns relés são bem pequenos e fáceis de serem manipulados, testados e trocados, justamente por existir vários tipos de construções mecânicas para relés. [Braga, 2012]

O relé é um componente eletromecânico, ou seja, ele conta com uma parte mecânica de contato e o acionamento ocorre através da corrente elétrica em uma bobina. Na imagem abaixo é possível visualizar todos os componentes de um relé eletromecânico. [Braga, 2012]

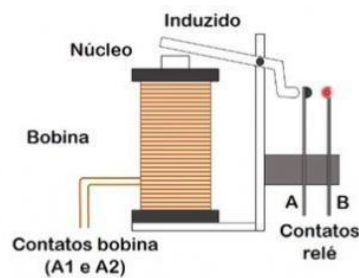


Figura 10 – Relé Internamente

No projeto da estufa os relé serão utilizados para acionar as 3 bombas de água responsáveis pela circulação de água, os coolers de circulação de ar, as válvulas solenóides que controlam a torca de água do reservatório, as lâmpadas da estufa e o compressor de ar do reservatório de água. Como serão vários dispositivos e conseqüentemente vários relés, o grupo optou por comprar um módulo relé de 8 canais.[Braga, 2012]

Ele será ativado pelo pinos GPIO da Raspberry Pi, que estarão isolados por um optoacoplador.

3.5.5 Conversor Analógico para Digital

A Raspberry Pi não possui conversor AD integrado, como alguns microcontroladores, e alguns dos sensores utilizados no projeto precisam de um, pois apresentam seus dados de forma analógica. Para contornar essa dificuldade haviam duas possibilidades, utilizar um microcontrolador com conversor analógico integrado e realizar a comunicação do mesmo com a Raspberry, ou conectar um conversor AD diretamente a Raspberry. A opção escolhida pelo grupo foi a segunda, pelo baixo custo e pela oportunidade de aprender a utilizar um conversor AD pelos membros do grupo de eletrônica.[NXP, 2013]

O conversor escolhido foi PCF8591, que é um dispositivo de aquisição de dados CMOS de 8 bits de alimentação única e baixo consumo de energia, com quatro entradas analógicas, uma saída analógica e uma interface de barramento I2C serial. Três pinos de endereço A0, A1 e A2 são usados para programar o endereço de hardware, permitindo o uso de até oito dispositivos conectados ao barramento I2C sem hardware adicional. O endereço, o controle e os dados do dispositivo são transferidos serialmente por meio do barramento I2C bidirecional de duas linhas.[NXP, 2013]

As funções do dispositivo incluem multiplexação de entrada analógica, função de faixa e retenção no chip, conversão de analógico para digital de 8 bits e conversão de digital para analógico de 8 bits. A taxa de conversão máxima é dada pela velocidade máxima do barramento I2C.[NXP, 2013]

O esquemático do circuito do conversor AD se encontra na figura abaixo:

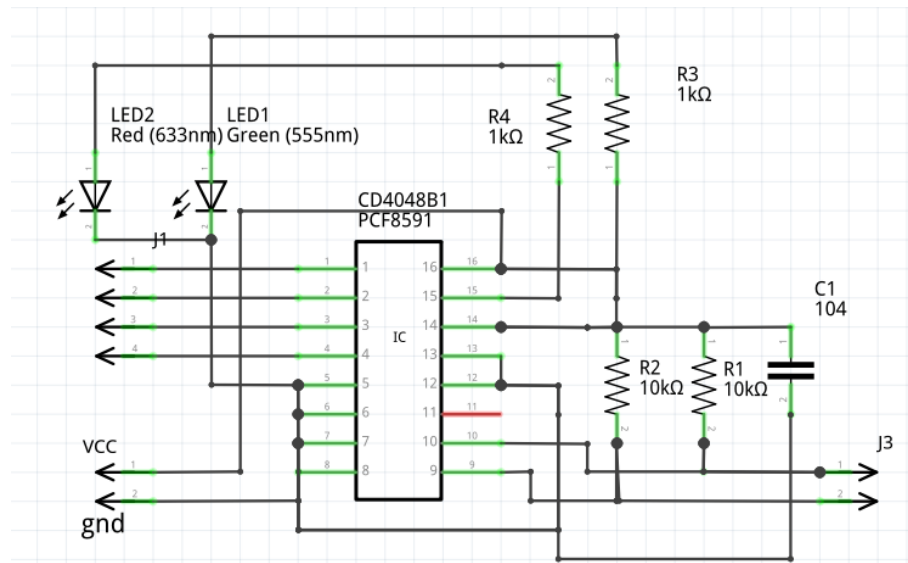


Figura 11 – Circuito PCF8591

Para realizar a leitura dos dados obtidos nas suas entradas analógicas foi necessário importar a biblioteca `smbus`. [NXP, 2013]

Para testar seu funcionamento foi utilizado um potenciômetro de 10K Ω , que variava a tensão de entrada no pino A0 do conversor entre 0V e 5V. O resultado obtido foi satisfatório com precisão de 0.01 V.

3.5.6 Sensor LDR

LDR (Light Dependent Resistor), ou fotoresistor, é um dispositivo resistivo que tem a sua resistência alterada de acordo com a quantidade de luz que atinge seus terminais. O componente é feito de um semicondutor de resistência elevada. O sensor apresenta uma alta sensibilidade, com uma resposta rápida as variações de luz e é sensível a todo o espectro visível de luz. [1]

3.5.6.1 Características elétricas

O LDR apresenta em uma temperatura ambiente uma variação de resistência de aproximadamente 8 Ω até 20K Ω , no escuro total a resistência atinge um valor elevado e 1M Ω . O seu pico de resposta é com o comprimento de onda de 540nm, podendo funcionar dentro de um ambiente com temperaturas variando de -30°C até 70°C. [Jawaaz Ahmad, 2016]

O sensor aguenta nos seus terminais uma diferença de potencial de até 150 Volts. A leitura do sensor é feita através de um divisor de tensão que é causada pela variação da resistência devido a diferença de iluminação. A tensão lida na saída do divisor de tensão é lida por um conversor AD e assim é transformada em dados para o microcontrolador. [Jawaaz Ahmad, 2016]

Tabela 1 – Características elétricas do sensor LDR

Parameter	Condition	min	typ	max	Unit
Voltage		3.3	5	5.5	V
Power consumption	Dormancy	10	15		μA
	Meansuring		500		μA
	Average		300		μA
Low level output voltage	loL[5]	0		300	mV
High output voltage	Rp<25 k Ω	90%		100%	VDD
Low input voltage	Decline	0		30%	VDD
Input High Voltage	Rise	70%		100%	VDD
Pull up Resistor	VDD = 5V VIN = VSS	30	45	60	k Ω
Output current	turn on		8		mA
	turn off	10	20		μA
Sampling period		2			S

3.5.6.2 Princípios físicos de funcionamento

Um LDR trabalha com a fotocondutividade, que é um efeito ótico onde a condutividade de um material aumenta com a absorção de luz do semicondutor. A exposição à luz do sensor faz com que fótons dessa fonte de luz ao caírem no sensor excitem os elétrons da camada de valência do semicondutor que compõem o sensor. Os elétrons são excitados até adquirirem energia suficiente para chegar a camada de condução do material. Quanto mais elétrons são excitados até a camada de condução do semicondutor, mais corrente passa a fluir pelo semicondutor e assim a resistência que antes era alta, passa a cair com o aumento de luminosidade.[Sunroom Technologies,2008]

3.5.7 Sensores DHT22

O sensor DHT22 é um sensor digital capacitivo que utiliza uma comunicação serial do tipo Single-bus communication para o envio de dados em 8bits. O sensor apresenta um baixo consumo de potência e uma grande capacidade de envio dos dados eliminando a necessidade de usar amplificadores periféricos para aumentar a potência da saída do sinal. [2]

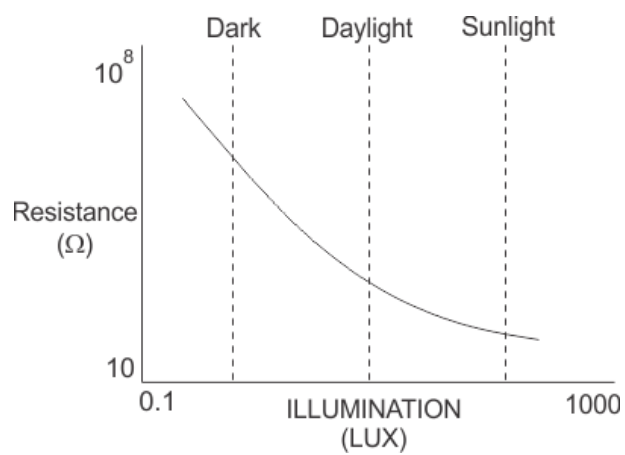


Figura 12 – Curva característica de resposta do LDR

3.6 Tabela de custos

Figura 13 – Tabela de custos

4 Resultados

4.1 Sistema de Comunicação(Exemplo Resultado Software)

Texto a ser redigido.

4.1.1 Visão Geral

Texto a ser redigido.

4.1.2 API

Texto a ser redigido.

4.2 Sistema WEB

Texto a ser redigido.

4.2.1 Diagramas de Classe

Texto a ser redigido.

4.2.2 Diagramas de Sequência

Texto a ser redigido.

4.2.3 Histórias de usuário

Texto a ser redigido.

4.2.4 Exemplo: Uma subseção para cada história

Texto a ser redigido.

4.3 Sistema Mobile

Texto a ser redigido.

4.3.0.1 Deployment

Texto a ser redigido.

4.4 Sistema de Controle (Exemplo Resultados Eletrônica)

4.4.1 Sistema de controle de temperatura

Texto a ser redigido.

4.4.2 Sistema de proteção de componentes elétricos e eletrônicos

Texto a ser redigido.

4.5 Alimentação (Exemplo resultado energia)

4.5.1 Testes e Resultados do Sistema de Inversor

Texto a ser redigido.

4.5.2 Outros Testes Realizados

Texto a ser redigido.

4.5.3 Dificuldades do projeto do inversor

Texto a ser redigido.

4.5.4 Inversor Implementado

Texto a ser redigido.

4.5.5 Testes e Resultados do Sistema de Alimentação

Texto a ser redigido.

4.6 Estrutura (Exemplo Resultados Estrutura)

Texto a ser redigido.

4.6.1 Compartimento de carga

Texto a ser redigido.

4.6.1.1 Requisitos

Texto a ser redigido.

4.6.1.2 Design

Texto a ser redigido.

4.6.1.3 Fabricação

Texto a ser redigido.

4.6.1.4 Resultados

Texto a ser redigido.

4.6.2 Câmara de Resfriamento

Texto a ser redigido.

4.6.2.1 Requisitos

Texto a ser redigido.

4.6.2.2 Design

Texto a ser redigido.

4.6.2.3 Fabricação

Texto a ser redigido.

4.6.2.4 Resultados

Texto a ser redigido.

4.6.3 Estrutura

Texto a ser redigido.

4.6.3.1 Requisitos

Texto a ser redigido.

4.6.3.2 Fabricação

Texto a ser redigido.

4.6.3.3 Resultados

Texto a ser redigido.

4.6.4 Sistema de amortecimento

Texto a ser redigido.

4.6.4.1 Análise computacional de vibrações da estrutura

Texto a ser redigido.

4.6.4.2 Dimensionamento do coxim

Texto a ser redigido.

4.6.4.3 Teste e validação do sistema

Texto a ser redigido.

4.6.5 Simulação Computacional

4.6.5.1 Análise Estrutural

Texto a ser redigido.

4.6.5.2 Simulação de Transferência de Calor

Texto a ser redigido.

5 Orçamento do Projeto

Figura 14 –

Figura 15 –

Figura 16 –