



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE

**FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
CURSO DE ENGENHARIA ELECTRÓNICA**

**PROPOSTA DE UM SISTEMA MICROCONTROLADO SIMPLES
E DE BAIXO CUSTO PARA O MONITORAMENTO DO
CONSUMO DOMÉSTICO DA ÁGUA - FASE DE
PROTOTIPAGEM**

Trabalho de Licenciatura

Macovole, António Júlio

Supervisor: **Prof. Doutor Acácio Zimbíco, Eng^o**
(UEM-Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Electrotécnica)

Maputo, Agosto de 2023



**FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
CURSO DE ENGENHARIA ELECTRÓNICA**

**PROPOSTA DE UM SISTEMA MICROCONTROLADO SIMPLES
E DE BAIXO CUSTO PARA O MONITORAMENTO DO
CONSUMO DOMÉSTICO DA ÁGUA - FASE DE
PROTOTIPAGEM**

Trabalho de Licenciatura

Macovole, António Júlio

Supervisor: **Prof. Doutor Acácio Zimbíco, Eng^o**
(UEM-Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Electrotécnica)

Maputo, Agosto de 2023

Macovole, António Júlio

**PROPOSTA DE UM SISTEMA MICROCONTROLADO SIMPLES E DE
BAIXO CUSTO PARA O MONITORAMENTO DO CONSUMO
DOMÉSTICO DA ÁGUA - FASE DE PROTOTIPAGEM**

Trabalho de Licenciatura apresentado ao Departamento de Engenharia Electrotécnica da Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane- com requisito parcial na obtenção de grau de Licenciatura em Engenharia Electrónica.

Supervisor: **Prof. Doutor Acácio Zimbico, Engº**
(UEM-Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Electrotécnica)

Maputo, Agosto de 2023

Anexo 8

TERMO DE ENTREGA DO RELATÓRIO DO TL UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

Declaro que o estudante **António Júlio Macovole** entregou no dia __ / __ / as cópias do relatório do seu Trabalho da Disciplina de Projecto do Curso com a referência: _____ intitulado: Proposta de um sistema microcontrolado simples e de baixo custo para o monitoramento do consumo doméstico da água -Fase Prototipagem.

Maputo, ____ de _____ de 20____

O Chefe de Secretaria

Declaração de Honra

Eu, **António Júlio Macovole**, declaro por minha honra, que o presente trabalho académico foi elaborado por mim próprio. Não se recorreu a quaisquer outras fontes, para além das indicadas, e todas as formulações e conceitos usados, quer adotados literalmente ou adaptados a partir das fontes impressas, não impressas ou na internet, se encontram adequadamente identificados e citados, com observância das convenções do trabalho académico em vigor.

Mas declaro que este Relatório de Trabalho de Licenciatura, não foi apresentado, para efeitos de avaliação, a qualquer outra entidade ou instituição.

Declaro, finalmente, encontrar-me ciente de que a inclusão, neste texto, de qualquer falsa declaração terá consequências legais.

Maputo, aos ___ / ___ /2023

(António Júlio Macovole)



ANEXO 5.

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

TERMO DE ATRIBUIÇÃO DE TEMA DE TRABALHO DE LICENCIATURA

REFEÊNCIA DO TEMA		DATA	24/03/2023
-------------------	--	------	------------

1. TÍTULO DO TEMA

Proposta de um Sistema Microcontrolado simples e de baixo custo para o monitoramento do consumo doméstico da água- Fase de Prototipagem

1.1. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO TRABALHO A DESENVOLVER

1.1.1. Definição do Problema

Em Moçambique cerca de 175 mil metros cúbicos de água perdem-se mensalmente do sistema de abastecimento em vários bairros das cidades de Maputo e Matola. Em causa, estão as fugas de água, devido à deficiente rede de tubagem e ligações clandestinas.

“Empresa de Águas de Região de Maputo reconhece as dificuldades em responder às fugas do precioso líquido. Fora os desperdícios, mais de três milhões de metros cúbicos também se perdem mensalmente, devido às práticas clandestinas.” (Chissano-2021).

Nota se que estas ligações clandestinas, transem, não só um problema, para Empresa de Águas da região de Maputo, mas também a população que não pratica este tipo de acto. Por exemplo AdRM (Água da Região Metropolitana) faz uma estimativa de que em um bairro, existe cerca de 50 clientes, deste modo eles fazem com que só se abasteça certa quantidade de água para aquela população, e se em caso de um cliente cometer um acto fraudulento, a água não chegará a toda população.

Conforme ao levantamento problemático, que assola o país especialmente a província de Maputo, surge a necessidade de projetar um sistema que simule uma situação de controle que monitora o consumo de uma residência, que é abastecida pela uma entidade de abastecimento de água potável sob emissão de facturas, fazendo assim, o cálculo do consumo feito nesta residência, e também, em caso de fraudes sendo apresentadas as perdas, através de uma plataforma web ou mesmo um aplicativo.

1.2. Relevância da pesquisa

No jornal “**Carta de Moçambique**” foi feita uma reportagem em que “um cliente da empresa Águas da Região de Maputo (Adem) abasteceu clandestinamente, durante seis meses consecutivos, uma lagoa artificial, localizada num campo de cultivo, no bairro Patrice Lumumba, no município da Matola, província de Maputo, causando um prejuízo no valor de mais de um milhão de meticais. Detectada no âmbito da campanha de desactivação e remoção de ligações clandestinas e irregulares nas cidades de Maputo, Matola e no distrito de Boane, a referida ligação clandestina foi removida, recentemente, por uma equipa técnica da empresa, após uma tentativa fracassada de resolução do caso com o suposto autor. Calcula-se que, com esta engenharia criminosa, a lagoa artificial destinada ao regadio da bananeiras e hortas encaixava, por dia, 50 mil litros de água, quantidade suficiente para abastecer cerca de 100 clientes. Em termos monetários, o prejuízo corresponde a uma média de seis mil meticais por dia, o que durante seis meses, perfaz mais de um milhão de meticais.” (Maolela, Omar, Chilingue e Afonso -2009) .

Através da reportagem feita pelo jornal “Carta de Moçambique”, e das entrevistas feitas maior empresa de fornecimento de água a “AdRM”, nota-se que há uma necessidade de quebrar com estes actos fraudulentos, de modo a trazer benefícios a toda população e aos fornecedores. Assim sendo, o sistema será capaz de trazer provas, de que o cliente que se encontra em uma situação regular, o mesmo irregular, fornecendo assim capacidade de monitorar o seu próprio consumo, capaz de

justificar, caso haja uma mal-entendido com instituição, em caso de ser submetido faturas elevadas, que não corresponde ao seu consumo mensal.

O sistema oferecerá umas enormes vantagens tais como:

- Monitoramento temporal do consumo da água, em cada compartimento da casa (para o cliente) e também o monitoramento temporal do consumo Geral para a entidade responsável pelo abastecimento da água;
- Emitirá relatórios do que foi consumido;
- Capacidade de acionamento remoto da válvula para o corte da passagem de água.

1.3. Objectivos

1.3.1. Objectivo Geral

- Propor um sistema microcontrolado simples e de baixo custo para o monitoramento do consumo doméstico da água.

1.3.2. Objectivos Específicos

- Explicar o contexto das ligações Clandestinas e os motivos que leva o Cliente ou Cidadão a efectuar este acto;
- Fazer o levantamento dos componentes necessários para a construção do Protótipo;
- Projetar um protótipo para monitoramento do consumo da água;
- Configurar uma página web ou aplicativo desktop e/ou movel capaz de armazenar os dados capturados;
- Efectuar simulações e avaliar o desempenho do sistema.

1.4. Metodologia

O processo de investigação e projeção do presente estudo seguiu um método crítico, análise seletiva, analítica e princípio de pesquisa experimental aquando do material pesquisado. O projeto resulta das notícias por nós colhidas através do jornal “O País” aquando do elevado índice de ligações clandestinas de água dos clientes da empresa

de abastecimento de água. Resumidamente a metodologia de investigação deste projecto segue os seguintes passos:

1.4.1. Fase da pesquisa documental

- Seleção da amostra e público alvo;

1.4.2. Fase conceptual

- Formulação e definição do Problema;
- Apresentação dos objetivos;
- Revisão bibliográfica.

1.4.3. Fase Tecnológica

1.4.3.1. Subfase: Lógica

- Desenvolvimento da Plataforma web ou do aplicativo:
 - ✓ **Linguagem de programação:** Java script ou o uso da plataforma ThingSpeak

Procedimentos para a criação e a interligação com Plataforma ThingSpeak:

- Criar uma conta na plataforma ThingSpeak e configure um canal dedicado para receber os dados dos sensores de fluxo;
- Utilizar a API ou bibliotecas disponíveis para o NodeMCU 8266 WiFi para enviar os dados coletados para o canal do ThingSpeak.
- Utilizar a interface do ThingSpeak para visualizar e analisar os dados em tempo real, bem como para gerar relatórios.

1.4.3.2. Subfase: Física

- Construção de um protótipo:
 - ✓ **Linguagem de programação:** C;
 - ✓ **As principais componentes:** Microcontrolador Node MCU ESP8266 WiFi & Sensores de Medidores de fluxo YF-S201

Procedimentos para a interligação das componentes:

- **Microcontrolador NodeMCU 8266 WiFi:**
 - Conectar os sensores de fluxo YF-S201 e a válvula solenoide aos pinos de entrada/saída do microcontrolador, conforme especificações técnicas;
 - Utilizar as bibliotecas ou códigos específicos para configurar as portas GPIO (entrada/saída digital) do

microcontrolador para interagir com os sensores e a válvula.

- **Sensores de Fluxo YF-S201:**
 - Conectar os sensores aos pinos de entrada/saída do microcontrolador NodeMCU 8266 WiFi.
 - Utilizar os pulsos gerados pelos sensores de fluxo para medir a vazão de água.
- **Válvula Solenoide e Módulo de Relé:**
 - Conectar a válvula solenoide ao módulo de relé de um canal e, em seguida, conecte o módulo de relé ao microcontrolador NodeMCU 8266 WiFi.
 - Usar o microcontrolador para controlar o módulo de relé, que por sua vez aciona a válvula solenoide, permitindo a interrupção ou fluxo da água conforme necessário.

2. LOCAL DE REALIZAÇÃO

--

3. SUPERVISOR

	Nome	Assinatura
Da UEM	Prof. Doutor Acácio Zimbíco, Eng ^o	

DATAS CHAVE

Entrega do Tema		Previsão da Conclusão	28/07/2023
-----------------	--	-----------------------	------------

Maputo, ____ de _____ de _____

Chefe da comissão científica

Visto do Chefe do Departamento

Declaro que recebi o tema do Trabalho do Projecto do Curso na data acima

Nome: _____

Assinatura: _____

ANEXO 6.

ACTA DE ENCONTROS REGULARES

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:		Data:	10/03/2023
---------------------	--	-------	------------

1. AGENDA:

Avaliação da proposta do Tema
Resumo do Projecto
Elaboração do Tema do Projecto

2. PRESENÇAS

Supervisor	Prof. Doutor Acácio Zimbíco, Eng ^o
Estudante	Macovole, António Júlio

3. RESUMO DO ENCONTRO:

<p>No início do encontro apresentou-se o tema que é Desenvolvimento de um sistema de controle e monitoramento do consumo de água doméstica para detecção de fraudes.</p> <p>O Prof Doutor Zimbíco, sugeriu uma boa construção do tema, de modo a ser mais claro do que será usado para a construção do protótipo.</p>

4. RECOMENDAÇÕES:

Recomendou-me a definir bem o tema e os objectivos do anexo 5

5.OBSERVAÇÕES	
---------------	--

6.DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	16/03/2023
----------------------------	------------

ANEXO 6.

ACTA DE ENCONTROS REGULARES

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA _____

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:		Data:	16/03/2023
---------------------	--	-------	------------

1. AGENDA:

Apresentação do Anexo 5
Apresentação da descrição da solução
Diversos

2. PRESENCAS

Supervisor	Prof. Doutor Acácio Zimbíco, Eng ^o
Estudante	Macovole, António Júlio

3. RESUMO DO ENCONTRO:

<p>Com as recomendações dadas no último encontro, pude alterar o tema como Proposta de um Sistema Microcontrolador para o monitoramento do consumo doméstico da água para detecção de fraudes.</p> <p>Olhando para o tema o Prof Doutor Zimbíco, disse me” que do jeito definiu o tema, não há necessidade de ter um estudo de implementação de campo sendo uma proposta do tema, apenas deves buscar trazer resultados laboratoriais”</p>
--

4. RECOMENDAÇÕES:

Começar a desenvolver o relatório e protótipo- Enviar o primeiro capítulo depois de 3 semanas

5.OBSERVAÇÕES	
---------------	--

6.DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	18/04/2023
----------------------------	------------

ANEXO 6.

ACTA DE ENCONTROS REGULARES

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:		Data:	17/04/2023
---------------------	--	-------	------------

1. AGENDA:

Falar do primeiro capítulo: Capítulo introdutório
Apresentação da primeira versão do relatório
Diversos

2. PRESENCAS

Supervisor	Prof.. Acácio Zimbíco, Eng ^o
Estudante	Macovole, António Júlio

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Neste dia, Prof falou de que deves formular bem o problema, e apresentar os que de importante tens que resolver, e qual as motivações tens com este problema, e na metodologia recomendou a apresentar as ferramentas que serão usadas para proceder com construção do protótipo e a criação do web site/ ThingSpeak.

4. RECOMENDAÇÕES:

Escrever as recomendações dadas e prosseguir com o capítulo da revisão de literatura.
Enviar o relatório para o Prof apresentando as alterações até a sexta feira da mesma semana

5.OBSERVAÇÕES	
---------------	--

6.DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	02/05/2023
----------------------------	------------

ANEXO 6.

ACTA DE ENCONTROS REGULARES

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:		Data:	02/05/2023
---------------------	--	-------	------------

1. AGENDA:

Análise do atual estágio do projecto
Apresentação do conteúdo da revisão de literatura
Os elementos que devem ter em conta na elaboração do protótipo
Diversos

2. PRESENCAS

Supervisor	Prof. Doutor Acácio Zimbíco, Eng ^o
Estudante	Macovole, António Júlio

3. RESUMO DO ENCONTRO:

No início o Engenheiro falou do conteúdo do relatório, salientando que sendo um trabalho de licenciatura sugeriu-me que falasse da história de abastecimento de água, e a profundasse um pouco a respeito do microcontrolador Esp8266

4. RECOMENDAÇÕES:

Recomendou que enviasse o Relatório depois da alteração e também continuasse com o terceiro capítulo
Recomendou que no terceiro capítulo que escrevesse, a descrição da solução do projecto e a sua constituição, apresentar os fluxogramas, as equações e o diagrama de bloco do sistema

6.DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	07/06/2023
----------------------------	------------

ANEXO 6.

ACTA DE ENCONTROS REGULARES

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:		Data:	07/06/2023
---------------------	--	-------	------------

1. AGENDA:

Apresentação e avaliação do relatório
Verificação da organização do conteúdo.
Diversos

2. PRESENÇAS

Supervisor	Prof. Doutor Acácio Zimbíco, Eng ^o
Estudante	Macovole, António Júlio

3. RESUMO DO ENCONTRO:

<p>No início o Engenheiro fez uma avaliação do relatório, e questionou o armazenamento dos dados que serão gravados, nos bancos de dados, como seria feita e este envio de dados, sendo que eu apresentei ao Engenheiro que existiam duas formas através de um canal já criado (ThingSpeak) e o uso de web site criado por mim que contém um servidor local,</p>
--

4. RECOMENDAÇÕES:

<p>De acordo com a informação encontro recomendou o uso das duas plataformas, numa primeira fase, e verificar qual delas se adequa melhor, e dar o avanço com capítulo 4, que tem haver com apresentação dos resultados e as discussões</p>
<p>Enviar o relatório ao Engenheiro apos o término deste capítulo</p>

5.DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	30/06/2023
----------------------------	------------

ANEXO 6.

ACTA DE ENCONTROS REGULARES

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:		Data:	30/06/2023
---------------------	--	-------	------------

1. AGENDA:

Apresentação e avaliação do relatório
Verificação do relatório, exclusivamente o capítulo 4.
Diversos

2. PRESENÇAS

Supervisor	Prof. Doutor Acácio Zimbíco, Eng ^o
Estudante	Macovole, António Júlio

3. RESUMO DO ENCONTRO:

O Prof. Após a verificação do relatório, pediu a verificação do protótipo, e como falava apenas 2 semanas para entrega do relatório final. Apresentei os meus constrangimentos referentes ao desenvolvimento da página web, por isso acabou se a usar apenas a plataforma ThingSpeak.

4. RECOMENDAÇÕES:

Continuar com a conclusão do relatório e enviar a versão pré final do relatório, que contem a conclusão, recomendações e constrangimentos.
Enviar o relatório ao Engenheiro daqui a dias

5.DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	09/07/2022
----------------------------	------------

ANEXO 10.
GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO
UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

F1 - GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO

Nome do Estudante: António Júlio Macovole

Referência do tema: _____

Data: ___/___/_____

Título do tema: Proposta de um Sistema microcontrolado simples e de baixo custo para o monitoramento do consumo doméstico da água- Fase de Prototipagem

1. Resumo					
1.1. Apresentação dos pontos chaves no resumo (clareza, organização, correlação com o apresentado)	1	2	3	4	5
Secção 1 subtotal (max: 5)					

2. Organização (estrutura) e explanação										
2.1. Objectivos	1	2	3	4	5					
2.2. Introdução, antecedentes e pesquisa bibliográfica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.3. Metodologias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.4. Resultados, sua análise e discussão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.5. Conclusões e aplicação dos resultados (recomendações)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 2 subtotal(max: 45)										

3. Argumentação										
3. 1.Criatividade e originalidade	1	2	3	4	5					

3.2.Rigor	1	2	3	4	5					
3.3.Análise crítica, evidência e lógica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.4.Relação objectivos/ métodos/ resultados/conclusões	1	2	3	4	5					
3.5.Relevância	1	2	3	4	5					
Secção 3 subtotal (max: 30)										

4. Apresentação e estilo da escrita										
4.1. Legibilidade e organização	1	2	3	4	5					
4.2. Ilustração e qualidade das figuras e tabelas	1	2	3	4	5					
4.3. Estilo da escrita (fluência do texto, uso da língua e gramática)	1	2	3	4	5					
4.4.Fontes bibliográficas (citação correta, referências, etc)	1	2	3	4	5					
Secção 4 subtotal (max: 20)										

Total de pontos (max: 100)		Nota (=Total*0,2)	
----------------------------	--	-------------------	--

Nota: Quando exista a componente gráfica (desenhos técnicos), a nota acima é multiplicada por 0,8 cabendo os restantes 20% do peso à referida parte gráfica.

ANEXO 11.

GUIA DE AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO ORAL E DEFESA
(PELO JÚRI)

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

F2 – GUIA DE AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO ORAL E DEFESA

Nome do Estudante: António Júlio Macovole

Referência do tema: _____

Data: ___ / ___ / _____

Título do tema: Proposta de um Sistema microcontrolado simples e de baixo custo para o monitoramento do consumo doméstico da água- Fase de Prototipagem

1. Introdução										
1.1. Apresentação dos pontos chaves na introdução (Contexto e importância do trabalho)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 1 subtotal(max: 10)										

2. Organização e explanação										
2.1. Objectivos	1	2	3							
2.3. Metodologia	1	2	3	4						
2.4. Resultados, sua análise e discussão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.5. Conclusões e aplicação dos resultados (recomendações)	1	2	3	4	5	6	7	8		
Secção 2 subtotal(max: 25)										

3. Estilo da apresentação										
----------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3. 1. Uso efetivo do tempo	1	2	3	4	5					
3.2. Clareza, tom, vivacidade e entusiasmo	1	2	3	4	5					
3.3. Uso e qualidade dos audio-visuais	1	2	3	4	5					
Secção 3 subtotal(max: 15)										

4. Defesa										
4.1. Exactidão nas respostas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.2. Domínio dos conceitos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.3. Confiança e domínio do trabalho realizado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.4. Domínio do significado e aplicação dos resultados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.5. Segurança nas intervenções	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 3 subtotal(max: 50)										

Total de pontos (max: 100)		Nota (=Total*0,2)	
-----------------------------------	--	--------------------------	--

ANEXO 12.

FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATITUDE DO ESTUDANTE (PELO SUPERVISOR)

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATITUDE DO ESTUDANTE

(Auxiliar para o supervisor)

Nome do Estudante: António Júlio Macovole

Referência do tema: _____

Data: ___/___/_____

Título do tema: Proposta de um Sistema microcontrolado simples e de baixo custo para o monitoramento do consumo doméstico da água- Fase de Prototipagem

Indicador	Classificação				
Atitude geral (manteve uma disposição positiva e sentido de humor)	1	2	3	4	5
Dedicação e comprometimento (Deu grande prioridade ao projecto e aceitou as responsabilidades prontamente)	1	2	3	4	5
Independência (realizou as tarefas independentemente, como prometido e a tempo)	1	2	3	4	5
Iniciativa (viu o que devia ter sido feito e fê-lo sem hesitar e sem pressões do supervisor)	1	2	3	4	5
Flexibilidade (disponibilidade para se adaptar e estabelecer compromissos)	1	2	3	4	5
Sensibilidade (ouviu e tentou compreender as opiniões dos outros)	1	2	3	4	5
Criatividade (contribuiu com imaginação e novas ideias)	1	2	3	4	5
Total de pontos (max: 35)					

Valor do classificador	Cotação obtida	Significado
	1	Não aceitável (0 a 9 valores)
	2	Suficiente (10 a 13 valores)
	3	Bom (14 a 16 valores)
	4	Muito Bom (17 a 18 valores)
	5	Excelente (19 a 20 valores)

Total de pontos (max: 35)		Nota (=Total*20/35)	
--------------------------------------	--	----------------------------	--

ANEXO 13.
FICHA DE AVALIAÇÃO GLOBAL
UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

F3 - FICHA DE AVALIAÇÃO GLOBAL

Nome do Estudante: António Júlio Macovole

Referência do tema: _____

Data: ___/___/_____

Título do tema: Proposta de um sistema microcontrolado simples e de baixo custo para o monitoramento do consumo doméstico da água - Fase de Prototipagem

AVALIADOR	NOTA OBTIDA	PESO(%)
Relatório escrito (F1)	N1=	A= 60
Apresentação e defesa do trabalho (F2)	N2=	B= 40

CLASSIFICAÇÃO FINAL $=(N1*A+N2*B)/100$	
--	--

OS MEMBROS DO JURI:

O Presidente	
O Oponente	
Os Supervisores	

ANEXO 9.
FICHA RESUMO DO TL
UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
FICHA-RESUMO DO TRABALHO DE LICENCIATURA

Referência do tema: _____

Título do tema: Proposta de um Sistema Microcontrolado simples e de baixo custo para o monitoramento do consumo doméstico da água - Fase de Prototipagem

Nome do Autor: António Júlio Macovole

Supervisores: Prof. Doutor Acácio Zimbíco Eng^o

Resumo

Neste estudo é apresentado uma proposta para um sistema microcontrolado simples e de baixo custo, destinado ao monitoramento do consumo de água em ambientes residenciais. Inicialmente, são explorados os contextos e motivos que levam às ocorrências de ligações clandestinas, detalhando suas implicações por meio de revisão bibliográfica. O estudo incluiu um minucioso levantamento dos componentes necessários, obtidos por meio de pesquisa de mercado e critérios de seleção baseados em análise de custos. Em seguida, foi conduzido o projecto detalhado do protótipo para o monitoramento do consumo de água, com o uso de softwares de modelagem e simulação para garantir sua eficiência. Além disso, foi realizada a configuração de um canal no ThingSpeak, para aplicação movel ou desktop, como forma de testes para assegurar a integridade dos dados e na emissão de relatórios. O estudo contemplou ainda em simulações para avaliação do desempenho do sistema proposto, empregando software (ThingSpeak) específico para teste em diferentes cenários de consumo, seguido de uma análise comparativa dos resultados obtidos. As conclusões destacaram a constituição do protótipo como elemento central do sistema ressaltando sua eficiência na coleta de dados e emissão de relatórios via ThingSpeak, houve ma enfâse no aprimoramento da confiabilidade do sistema, permitindo aos consumidores e os

fornecedores acesso direto e fácil ao monitoramento do consumo, e o modulo NodeMCU ESP8266 WiFi foi eleito como o núcleo operacional do sistema.

ANEXO 9.
FICHA RESUMO DO TL
UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
FICHA-RESUMO DO TRABALHO DE LICENCIATURA

Referência do tema: _____

Título do tema: Proposta de um sistema microcontrolado simples e de baixo custo para o monitoramento do consumo doméstico da água- Fase de Prototipagem

Nome do Autor: António Júlio Macovole

Supervisores: Prof. Doutor Acácio Zimbíco Eng^o

Abstract

. This study presents a proposal for a simple and low-cost microcontrolled system aimed at monitoring water consumption in residential environments. Initially, the contexts and reasons leading to occurrences of illegal connections are explored, detailing their implications through a literature review. The study included a thorough survey of the necessary components, obtained through market research and selection criteria based on cost analysis. Subsequently, a detailed design of the prototype for monitoring water consumption was conducted, using modeling and simulation software to ensure its efficiency. Additionally, a channel was set up on ThingSpeak, for mobile or desktop application, as a testing method to ensure data integrity and report generation. The study also involved simulations to evaluate the performance of the proposed system, employing specific software (ThingSpeak) for testing in different consumption scenarios, followed by a comparative analysis of the results obtained. The conclusions highlighted the constitution of the prototype as the central element of the system, emphasizing its efficiency in data collection and report generation via ThingSpeak. There was a focus on improving the system's reliability, allowing consumers and suppliers direct and easy

access to consumption monitoring, and the NodeMCU ESP8266 WiFi module was chosen as the operational core of the system.

EPÍGRAFE

“A maior parte dos fracassos reais se deve a limitações que os homens impõem a si mesmo em suas próprias mentes”. NAPOLEÃO HILL

DEDICATÓRIA

A minha mãe Helena Armando Cossa

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder saúde, resiliência para completar este ciclo.

Agradeço a minha mãe Helena Armando Cossa, pela força que ela me concedeu desde o primeiro dia de aulas, até a o dia de hoje, por prover condições financeiras e motivacionais para se levar ao cabo a minha carreira acadêmica. Com igual fervor dedico também ao meu Pai Júlio Macovole, por sempre dar motivos para não desistir do curso, pela força que me concede, quando dizia “nunca desista, porque nada é fácil”.

Agradeço as minhas irmãs Crimilda Macovole & Saquina Macovole, mulheres que sempre torceram pelo meu sucesso, que me ajudaram também de algum lado, com algum recurso financeiro.

Agradeço pelos meus tios, que me concederam ajuda, quando eu sempre precisei, como, da vez que precisei de um Laptop para meus estudos, sem demora, e sem remorsos trouxeram o Laptop.

Agradeço aos meus colegas, aqueles que com ajuda dele me tornei um estudante dedicado e focado, e de modo especial aos meus colegas do grupo de estudo: Leovigildo Nhamposse, Edilton Chitata e Leonardo Filipe, que despertaram em mim uma grandeza que estava escondido dentro de mim, expondo-me o meu melhor.

Agradeço ao meu Supervisor Prof. Dr. Acácio Zimbíco Eng^o que foi desde o início do trabalho um bom orientador, e por outro, como docente. Agradeço por toda orientação e incentivo em investir na minha carreira profissional.

E a todos meus amigos e colegas dentro e fora da Academia, que contribuíram, com motivações e suporte, meu muito obrigado. E por fim, não de longe menos importante, agradeço à comunidade acadêmica da Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane, especialmente o meu corpo docente que foram um pilar no seio da minha formação.

RESUMO

Proposta de um Sistema Microcontrolado simples e de baixo custo para o monitoramento do consumo doméstico da água -Fase de Prototipagem.

A água é um recurso fundamental para a sobrevivência do ser vivo, e também é um recurso comercializado pelo homem pela sua maior demanda. Deste modo por ser tão comercializados, os homens procuram tirar vantagens praticando ligações clandestinas, prejudicando aos fornecedores. Neste estudo é apresentada uma proposta para um sistema microcontrolado simples e de baixo custo, destinado ao monitoramento do consumo de água em ambientes residenciais. Inicialmente, são explorados os contextos e motivos que levam às ocorrências de ligações clandestinas, detalhando suas implicações por meio de revisão bibliográfica. O estudo incluiu um minucioso levantamento dos componentes necessários, obtidos por meio de pesquisa de mercado e critérios de seleção baseados em análise de custos. Em seguida, foi conduzido o projecto detalhado do protótipo para o monitoramento do consumo de água, com o uso de softwares de modelagem e simulação para garantir sua eficiência. Além disso, foi realizada a configuração de um canal no ThingSpeak, para aplicação movel ou desktop, como forma de testes para assegurar a integridade dos dados e na emissão de relatórios. O estudo contemplou ainda em simulações para avaliação do desempenho do sistema proposto, empregando software (ThingSpeak) específico para teste em diferentes cenários de consumo, seguido de uma análise comparativa dos resultados obtidos. As conclusões destacaram a constituição do protótipo como elemento central do sistema ressaltando sua eficiência na coleta de dados e emissão de relatórios via ThingSpeak, houve na enfâse no aprimoramento da confiabilidade do sistema, permitindo aos consumidores e os fornecedores acesso direto e fácil ao monitoramento do consumo, e o modulo NodeMCU ESP8266 WiFi foi eleito como o núcleo operacional do sistema.

Palavras chaves: água, consumo, monitoramento, confiabilidade, ThingSpeak, NodeMCU ESP8266 WIFI,

ABSTRACT

Proposta de um Sistema Microcontrolado simples e de baixo custo para o monitoramento do consumo doméstico da água- Fase de Prototipagem

A water is a fundamental resource for the survival of living beings, and it is also a resource traded by humans due to its high demand. Thus, being so heavily traded, people seek to take advantage by engaging in fraudulent acts, harming the suppliers. This study presents a proposal for a simple and low-cost microcontrolled system aimed at monitoring water consumption in residential environments. Initially, the contexts and reasons leading to occurrences of illegal connections are explored, detailing their implications through a literature review. The study included a thorough survey of the necessary components, obtained through market research and selection criteria based on cost analysis. Subsequently, a detailed design of the prototype for monitoring water consumption was conducted, using modeling and simulation software to ensure its efficiency. Additionally, a channel was set up on ThingSpeak, for mobile or desktop application, as a testing method to ensure data integrity and report generation. The study also involved simulations to evaluate the performance of the proposed system, employing specific software (ThingSpeak) for testing in different consumption scenarios, followed by a comparative analysis of the results obtained. The conclusions highlighted the constitution of the prototype as the central element of the system, emphasizing its efficiency in data collection and report generation via ThingSpeak. There was a focus on improving the system's reliability, allowing consumers and suppliers direct and easy access to consumption monitoring, and the NodeMCU ESP8266 WiFi module was chosen as the operational core of the system.

Keywords: water, consumption, monitoring, reliability, ThingSpeak, NodeMCU ESP8266 WIFI.

Índice de Conteúdo

LISTAS DE FIGURAS.....	i
LISTAS DE TABELAS.....	ii
LISTAS DE SIGLAS E ACRÓNIMOS.....	iii
<u>1</u> .CAPÍTULO I- INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Introdução.....	1
1.2. Definição do problema.....	1
1.3. Relevância do projecto.....	2
1.4. Motivação.....	3
1.5. Objectivos.....	4
1.5.1. Geral.....	4
1.5.2. Específicos.....	4
1.6. Metodologia de Investigação.....	4
1.6.1. População em estudo.....	4
1.6.2. Tipo de Pesquisa.....	4
1.6.2.1. Quanto a abordagem.....	5
1.6.2.2. Quanto a Natureza.....	5
1.6.2.3. Quanto a técnica aplicada.....	5
1.6.2.4. Quanto aos Objectivos.....	5
1.6.3. Procedimentos e aplicativos usados no trabalho.....	5
1.6.3.1. Fase Tecnológica.....	6
1.6.3.1.1. Subfase: Lógica.....	6
1.6.3.1.2. Subfase: Física.....	7
1.7. Estrutura do Trabalho.....	7
2.CAPÍTULO II – REVISÃO DE LITERATURA.....	10

2.1.	Breve histórico do surgimento de sistemas de abastecimento de água	10
2.1.1.	Estação de tratamento da Água.....	10
2.2.	Ligações clandestina de água.....	11
2.2.1.	Motivos que levam os cidadãos Moçambicanos a efetuarem as ligações clandestinas.....	11
2.2.2.	Punições.....	12
2.2.3.	Metodologias utilizadas pelas empresas de abastecimento de água para o monitoramento e controle de água.....	13
2.3.	Modelo matemático de vazão em redes de tubulações	14
2.4.	Microcontrolador	16
2.4.1.	Módulo Wifi Esp8266 NodeMCU CH340.....	16
2.4.1.1.	ESP8266.....	17
2.4.1.1.1.	Vantagens e desvantagens no uso do ESP8266	19
2.5.	Sensor.....	20
2.5.1.	Sensores analógicos	20
2.5.2.	Sensores digitais	21
2.3.1.	Sensor de nível	21
2.3.1.1.	Sensor ultrassónico HC-SR04	22
2.3.2.	Medidor de fluxo.....	24
2.3.3.	Sensor de fluxo de água e a sua classificação.....	25
2.3.3.1.	Sensor de efeito Hall.....	25
2.3.4.	Módulo YF-S201.....	26
2.3.4.1.	Constituição do Módulo YF-S201.....	28
2.3.4.2.	Especificações Técnicas do Modulo YF-S201	29
2.4.	Actuadores.....	31
2.4.1.	Válvulas.....	32

2.4.1.1.	Classificação das válvulas Solenoides.....	33
2.4.1.1.1.	Quanto à abertura	33
2.4.1.1.2.	Quanto à acção	33
2.4.1.1.3.	Quanto às portas.....	34
2.4.1.2.	Válvula solenoide	35
2.4.1.2.1.	Especificações Técnicas	35
2.4.2.	Relé	36
2.4.2.1.	Relé eletromecânico	36
2.4.2.2.	Relé de estado sólido.....	37
2.4.2.3.	Módulo de Relé	37
2.4.2.3.1.	Classificação dos Módulos dos Relés Quanto ao Número de Canais.....	38
2.5.	Fonte de alimentação.....	41
3.	CAPÍTULO III – DESENVOLVIMENTO DO PROJECTO	44
3.1.	Descrição funcional do sistema	44
3.2.	Descrição dos locais de implantação do projecto	45
3.2.1.	Etapas de operações do sistema	46
3.3.	Descrição técnica da solução	47
3.4.	Circuito de controle do relé	50
3.5.	Software.....	51
3.5.1.	Plataforma ThingSpeak.....	51
3.5.1.1.	Criação do Canal no ThingSpeak.....	52
3.5.1.2.	Processo de Gravação de dados ao ThingSpeak.....	56
3.5.1.3.	Exportação de dados	57
3.6.	Custos Materiais	58
4.	ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	62

4.1. Ensaio Laboratorial	62
4.1.1. Na plataforma ThingSpeak.....	62
4.1.1.1. Medição da Vazão	62
4.1.1.2. Medição do volume acumulado.....	64
4.1.1.3. Perdas de vazão volumétrica e Perda de volume acumulado total	66
4.1.1.4. Relatório geral do sistema.....	68
4.1.1.5. Análise do desempenho do sistema	70
5.CAPÍTULO V- CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	73
5.1. Conclusão	73
5.2. Recomendações	74
5.3. Constrangimentos	75
Referências Bibliográficas.....	76
Anexos.....	1
Anexo 1.1: Layout do Módulo NodeMCU ESP8266	1
Anexo 2.1. Esquema Electrico: Fontes de Conversão e Circuitos de Acionamento de Relé	2
Anexo 2.2. Esquema Electrico: Circuito Geral com as conexões no Microcontrolador	3
Anexo 3.: Protótipo	4
Anexo 4: Tabela da folha de dados da família 1N400X.....	5
Anexo 5: Tabela da folha de dados do transistor da família BC54X.....	6
Anexo 6: Fluxograma do Projecto.....	7

LISTAS DE FIGURAS

Figure 2.1: Contadores de Água (Luis, 2018).....	13
Figure 2.2::O Módulo NodeMCU V3 - ESP8266 - CH340 Fonte: (Banggood;, 2018) ..	17
Figure 2.3:: Modo de aplicação do Sensor de Nível. (Alfacomp;, 2021).....	22
Figure 2.4: Sensor ultrassónico HC-SR04. (ElecFeaks, 2019).....	23
Figure 2.5: Explicação do efeito Hall na determinação se um semiconductor do tipo n ou p. Fonte: (Autor)	26
Figure 2.6: Módulo YF-S201: (a) Visão interna; (b) visão externa. (Electronics, 2021)..	27
Figure 2.7:Princípio de Funcionamento do Módulo YF-S201. (SeedStudio, 2020)	28
Figure 2.8:Módulo YF-S201. Fonte: (Autor)	31
Figure 2.9:Válvula Solenoide. (PAIOL VERDE, 2021)	32
Figure 2.10:Relé Eletromecânico. (Mattede, 2021)	36
Figure 2.11:Circuito Interno do Relé SSR. (RH, 2019).....	37
Figure 2.12:Módulo de Relé de um canal. (FERMARC, 2022).....	38
Figure 2.13:Módulo Relé de um Canal que possui LED. (FERMARC, 2022).....	39
Figure 2.14: (a): Módulo Relé de 2 Canais (b): Módulo Relé de 4 Canais (c): Módulo Relé de 8 Canais. (FERMARC, 2022).....	40
Figure 2.15:Diagrama de Blocos de Fonte de Conversão AC/DC. (Testtech)	41
Figure 3.1:(a): Diagrama de Blocos. Fonte: Autor	48
Figure 3.2:Princípio de Funcionamento de um Sistema IOT(THINGSPEAK;, 2022).....	52
Figure 3.3:Criação do Canal. Fonte: https://thingspeak.com/channels	53
Figure 3.4:Preenchimentos dos Campos (Field) das Variáveis que se Pretende Controlar.	54
Figure 3.5:Tela Principal do Canal Criado: "Smart Water".	55
Figure 3.6:Gráficos (WidGets) dos Campos (Field) Preenchidos. ".	56
Figure3.7:Tela das chaves de API.	57
Figure 3.8: Tela no ThingSpeak de Importação e Exportação de dados.....	58
Figura 4.1::Medição do Volume do Primeiro Medidor de Fluxo (FR01).....	63
Figura 4.2:Medição do Volume do Segundo Medidor de Fluxo (FR02).....	64

Figura 4.3:Volume acumulado do FR01	Fonte: https://thingspeak.com/channels/2224551/private_show	65
Figura 4.4.:Volume Acumulado FR02.	Fonte: https://thingspeak.com/channels/2224551/private_show	66
Figura 4.5:Perdas de Vazão Volumétricas	Fonte: https://thingspeak.com/channels/2224551/private_show	67
Figura 4.6:Perda do volume acumulado total.		68
Figura 4.7: Resultados obtidos com execução das ligações clandestinas.	Fonte: Autor	70
Figura 4.8: Resultados obtidos sem execução das ligações clandestinas.	Fonte: Autor	71

LISTAS DE TABELAS

Tabela 3.1: Componentes do Protótipo	59
Tabela 3.2: Material de Canalização	59
Tabela 3.3: Diversos	59
Tabela 3.4: Custo total	60
Tabela 4.1:Relatório do Consumo & Perdas	69

LISTAS DE SIGLAS E ACRÓNIMOS

AdRM- Águas das Regiões Metropolitanas.

SSR- - Relé em estado Sólido.

FR 01- Flow Rate 01- Medidor de fluxo 01- vazão em litros por minuto do FR01.

FR 02- Flow Rate 02- Medidor de fluxo 02- vazão em litros por minuto do FR02.

VR- Volume do Reservatório- Em litros.

VT- Volume de capacidade Total

FL 01 – Flow Litres 01 – Fluxo em litros 01- Volume em litros do FR 01.

FL 02 – Flow Litres 02 – Fluxo em litros 02- Volume em litros do FR 02.

TL01- total de litros acumulados que passaram pelo FR01.

TL02- total de litros acumulados que passaram pelo FR02.

LW- Lost Water- água Perdida em litros por minuto.

LWL- Lost Water Litres- água Perdida em litros/segundos.

TLW- Total água perdida acumulada em litros/segundos.

Capítulo I

CAPÍTULO I- INTRODUÇÃO

1.1. Introdução

A água é um recurso extremamente importante para a vida do homem, pois é utilizado para diversos fins incluindo a preservação da vida dos animais e plantas. Em Moçambique existem várias empresas distribuidoras de água, sob condição de facturação pelo consumo no regime pré-pago e de forma mensal. Sendo que estas empresas vêm enfrentando perdas de água por meio de ligações clandestinas efetuadas pelos seus clientes e a fuga de água que geralmente ocorrer sempre em vias públicas.

O Presente documento é um relatório do trabalho de licenciatura, em Engenharia Electrónica, á volta deste assunto de tamanha importância, com o tema: Proposta de um Sistema Microcontrolado simples e de baixo custo para o monitoramento do consumo doméstico da água.

Este projecto consiste na construção de um protótipo, capaz de simular o consumo da água em uma residência, isto é, capaz de monitorar água, que foi abastecida pela entidade distribuidora na residência, e água que será consumida. Além de monitorar a entrada e a saída da água, também será de ilustrar as perdas causadas pelo consumidor, a entidade distribuidora, em caso de que haver fraudes. Estas fraudes que são designadas ligações clandestinas (desvio da água antes mesmo que chegue as torneiras das residências). Presente projecto também visa pesquisar e compreender os motivos que levam a população a efectuar ligações clandestinas, trazendo também os matérias necessários para a implementação do projecto, e garantir as simulações real do protótipo e a análise do desempenho do sistema.

1.2. Definição do problema

A água é um recurso demasiado escasso e indispensável na vida do homem, podendo esta ser utilizada para diversos fins, essencialmente para preservação da vida humana, dos animais e das plantas. A sua procura nos últimos anos, aumento significativamente, devido as empresas de construção, limpezas e, contudo, com o aumento de clientes de uso doméstico. O consumo doméstico da água, aumentou tanto

que surgiram também pessoas insatisfeitas com a facturação criada pelas entidades, surgindo assim uma ideia engenhosa, para construção de métodos clandestinos para o abastecimento para sob uma facturação do reduzida do consumo mensal.

Na notícia publicada pelo jornal “Carta de Moçambique”, consta que “o número de clientes/cidadãos que praticam actos de ligações clandestinas tem aumentado significativamente, especificamente aos clientes da empresa AdRM. Esta problemática tem lesado e inquietado a empresa AdRM em relação à cidade de Maputo, especificamente em Maputo Província- Matola A, e estes por sua vez, buscam possíveis soluções para resolver esta situação”. (CHISSANO, 2009).

Neste sentido, vários empreendimentos privados procuram dar solução a este problema, com a implementação de um sistema capaz de fazer o monitoramento remoto, em puramente preciso para detecção das ligações.

Entretanto nesta distribuição de água as residências, os empreendedores (os proprietários dos sistemas) deparam-se com seguinte problema: o desvio da água feita pelos compradores, pois não existe um mecanismo de controlo da quantidade exata de distribuída a uma certa residência e nem a quantidade consumida pela mesma num certo intervalo de tempo.

1.3. Relevância do projecto

De acordo com artigo publicado no jornal “noticias”, em 2019, as ligações clandestinas de água são responsáveis por uma perda significativa de receita para as empresas de abastecimento de água em Moçambique. Estas ligações afeta o usuário directamente, visto que o último meio que os fornecedores usam para conter as perdas, é aplicado faturas elevadas.

Em 2020 artigo publicado pelo Jornal “Noticias” destaca que as ligações clandestinas, representam o risco à saúde pública, pois muitas vezes as pessoas conectam as suas tubulações directamente à rede publica de distribuição, sem as devidas medidas de higiene e saneamento.

Com este sistema pretende se construir um protótipo, capaz de medir em cada instante a quantidade que foi distribuída e a quantidade consumida, também informar o

consumidor o que consumiu e para a entidade o que foi distribuído e com foi consumido, e a caso de um maior desvio de roubos, o sistema será capaz de enviar alertas e/ou de ilustrar imagens de perdas de água, da quantidade em litros desviada.

Ademais, o sistema irá registrar na base de dados, a quantidade abastecida no início, a quantidade consumida num intervalo de tempo, criando assim o relatório, na plataforma web ou no aplicativo no final do dia ou mesmo após o seu consumo. As alertas serão exibidas na plataforma web ou no aplicativo do que realmente a pessoa, estiver utilizado no momento.

O projecto tem maior relevância muito mais para os pequenos empresários que possuem sistemas de abastecimento da água, o controle da água abastecida, e também irá evitar desperdiço da água. Também por sua vez pode não ser notado, mas o sistema também beneficia o comprador, pois é ele consegue ter o controle em cada instante do seu consumo, evitado assim reclamações absurdas, em caso de admissão sob faturações elevadas. De forma resumida o sistema oferecerá enormes vantagens, como:

- Monitoramento temporal do consumo da água, em cada compartimento da casa (para o cliente) e também o monitoramento temporal do consumo Geral para a entidade responsável pelo abastecimento da água;
- Emitirá relatórios do que foi consumido, após as medições efetuadas.

1.4. Motivação

A busca pela água, aumento bastante sendo assim comprovando o ditado “Sem água não há vida”, dando assim oportunidades há vários empresários a investirem em sistema de abastecimento da água. Com a crescente distribuição da água, foram surgindo pessoas insatisfeitas com os pagamentos propostos pelas entidades, sendo assim, estas pessoas decidiram criar métodos para pagar menos dinheiro, isto é, fazendo assim ligações clandestinas.

A escolha deste tema para o trabalho de culminação de curso foi motivada, pelo interesse em contribuir para a solução desse problema de roubos e a insatisfação do cliente, na falta de confiabilidade entre o cliente e o fornecedor.

1.5. Objectivos

1.5.1. Geral

- Propor um sistema microcontrolado o monitoramento do consumo doméstico da água.

1.5.2. Específicos

- Explicar o contexto das ligações Clandestinas e os motivos que leva o Cliente ou Cidadão a efectuar este acto;
- Fazer o levantamento dos componentes necessários para a construção do Protótipo;
- Projetar um protótipo para monitoramento do consumo da água;
- Configurar uma página web para aplicação movel e/ou desktop capaz de armazenar os dados capturados;
- Efectuar simulações e avaliar o desempenho do sistema.

1.6. Metodologia de Investigação

Segundo (DEWEY, 1916), a metodologia é um conjunto de procedimentos para guiar a investigação, a aprendizagem e o processo de resolução de problemas.

1.6.1. População em estudo

Segundo (MAYER, 2016), População é um conjunto de indivíduos, objetos ou produtos que contém a característica de interesse de estudo. Nestes moldes, os usuários domésticos e os proprietários de abastecimento de água.

1.6.2. Tipo de Pesquisa

A Metodologia científica, aborda as principais regras de pesquisa, esta fornece as técnicas, os instrumentos e o caminho para o alcance dos objectivos. Existem diversas

classificações para uma pesquisa científica, por isso, importa elucidar sobre o enquadramento deste trabalho.

1.6.2.1. Quanto a abordagem

O presente trabalho classifica-se em pesquisa qualitativa, pois o mesmo visa descrever o problema definido sem recorrer a dados estatísticos como o centro do processo de análise do problema.

1.6.2.2. Quanto a Natureza

Quanto a sua natureza constitui uma pesquisa aplicada pois visa resolver um problema específico enfrentado pela sociedade e pelos proprietários de abastecimento da água.

1.6.2.3. Quanto a técnica aplicada

Quanto a técnica usada, para aplicação do projecto, têm o uso das duas técnicas a documental e a bibliográfica, para sua elaboração serão consultados manuais, livros, websites, artigos, legislação aplicável ao tema, documentos escritos bem como visita a um posto de abastecimento de água.

1.6.2.4. Quanto aos Objectivos

Quanto aos objectivos constitui, tem como uso pesquisa explicativa, pois visa responder o “porquê”.

1.6.3. Procedimentos e aplicativos usados no trabalho

O projecto inicia praticamente com o desenho geral do sistema, visto aquisição do material para construção do protótipo, a simulação e os testes. Sendo assim abaixo seguem se os procedimentos que serão seguidos para a realização do sistema:

- a) Levantamento das necessidades e requisitos do Sistema;

- b) Especificação e Selecção dos componentes necessários para a construção do dispositivo;
- c) Desenhar do Esquema Electrico;
- d) Configuração do web site para exibição dos dados monitorados;
- e) Prototipação do dispositivo;
- f) Calibração dos sensores, testes e ajustes.

O circuito eletrónico é desenhado e simulado pelo Aplicativo Proteus da Labcenter Electronics na versão 8.12.

A programação dos Microcontroladores é usada a linguagem de programação C+ e é feita usando o ambiente Arduíno IDE Versão 1.8.19;

Quanto ao Sistema para armazenamento de dados, será utilizado os seguintes:

- Configuração e criação do canal para o armazenamento de dados a plataforma ThingSpeak
- O Servidor utilizado é da Matlab, pois a plataforma ThingSpeak pertence ao grupo Matlab.

1.6.3.1. Fase Tecnológica

1.6.3.1.1. Subfase: Lógica

- Desenvolvimento da Plataforma web ou do aplicativo:
 - ✓ **Linguagem de programação:** o uso da plataforma ThingSpeak

Procedimentos para a criação e a interligação com Plataforma ThingSpeak:

- Criar uma conta na plataforma ThingSpeak e configure um canal dedicado para receber os dados dos sensores de fluxo;
- Utilizar a API ou bibliotecas disponíveis para o NodeMCU 8266 WiFi para enviar os dados coletados para o canal do ThingSpeak.
- Utilizar a interface do ThingSpeak para visualizar e analisar os dados em tempo real, bem como para gerar relatórios.

1.6.3.1.2. Subfase: Física

- Construção de um protótipo:
 - ✓ **Linguagem de programação:** C;
 - ✓ **As principais componentes:** Microcontrolador Node MCU ESP8266 WiFi & Sensores de Medidores de fluxo YF-S201

Procedimentos para a interligação das componentes:

- **Microcontrolador NodeMCU 8266 WiFi:**
 - Conectar os sensores de fluxo YF-S201 e a válvula solenoide aos pinos de entrada/saída do microcontrolador, conforme especificações técnicas;
 - Utilizar as bibliotecas ou códigos específicos para configurar as portas GPIO (entrada/saída digital) do microcontrolador para interagir com os sensores e a válvula.
- **Sensores de Fluxo YF-S201:**
 - Conectar os sensores aos pinos de entrada/saída do microcontrolador NodeMCU 8266 WiFi.
 - Utilizar os pulsos gerados pelos sensores de fluxo para medir a vazão de água.
- **Válvula Solenoide e Módulo de Relé:**
 - Conectar a válvula solenoide ao módulo de relé de um canal e, em seguida, conecte o módulo de relé ao microcontrolador NodeMCU 8266 WiFi.
 - Usar o microcontrolador para controlar o módulo de relé, que por sua vez aciona a válvula solenoide, permitindo a interrupção ou fluxo da água conforme necessário.

1.7. Estrutura do Trabalho

Este trabalho é apresentado em 5 capítulos, e a sua descrição é apresentado abaixo.

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO:

Este capítulo consiste na apresentação do tema, os objectivos que se pretende alcançar, a descrição do problema, a relevância para a resolução do problema, as metodologias descritas para desenvolver a solução para o problema em estudo e também é neste capítulo que é apresentado a estrutura do trabalho.

CAPÍTULO II- REVISÃO DE LITERATURA:

Neste capítulo são apresentadas as teorias relativos ao assunto abordado deste capítulo introdutório, onde são descritos os dispositivos e os componentes que serão utilizados para a construção do Protótipo.

CAPÍTULO III – DESENVOLVIMENTO DO PROJECTO

Neste Capítulo é apresentado todos requisitos funcionais do projecto, faz-se a representação esquemática do sistema por meio de fluxogramas e diagramas de blocos e também equações, a descrição do funcional da solução e etapas do seu funcionamento. E para o software, é nestes capítulos que são apresentadas as configurações do canal, e a constituição da página web.

CAPÍTULO IV – ANALISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste Capítulo é apresentado os resultados, obtidos quando os sensores monitoramento do fluxo de água. E é neste capítulo os resultados são representados em formato de gráficos, que representam o consumo em cada minuto, e a facturação após do seu consumo em formato de relatório.

CAPÍTULO V- CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Nesta última fase são dadas as conclusões, recomendações para o desenvolvimento de futuros trabalhos relacionados ao tema, e também como pode ser feita a implementação do sistema proposto e os constrangimentos que ocorreram durante a desenvolvimento do protótipo.

Capítulo II

2. CAPÍTULO II – REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Breve histórico do surgimento de sistemas de abastecimento de água

Água sendo um elemento insubstituível para o homem, foram criados vários sistemas de abastecimentos de água no mundo. O Primeiro sistema de abastecimento de água foi construído pelos antigos egípcios por volta de 2600 a.C. Esse sistema utilizava canais para transportar a água do Rio Nilo para as cidades, onde era armazenada em reservatórios e distribuída para as residências por meio de condutas de cerâmica. (BAKER, 1981).

Depois de tantas pesquisas, e evoluções de construções de sistemas de abastecimento de água, em 1907 em Moçambique, foi implantando em Lourenço Marques (atual Maputo) pelos colonizadores portugueses. Esse sistema consistia em um reservatório que armazena a água do Rio Incomáti, que era distribuída por tubulações de ferro fundido para as residências e estabelecimentos comerciais da cidade. (MAVROPOULOS & ROUX, 2006)

Este sistema foi expandido graduaemento para outras cidades de Moçambique, como Beira e Nampula, durante o período colonial.

2.1.1. Estação de tratamento da Água.

De modo a fornecer água potável e segura a população, foram construídas as ETA (Estação de Tratamento da Água), pois as ETA são essenciais para proteger a saúde pública e garantir o acesso a água potável para todos. Estes são projetados para remover contaminantes: como bactérias, vírus, protozoários, e outros matérias em suspensão, para tornar a água segura para consumo humano.

A primeiro estação de tratamento de água no mundo foi construída em Paisley, na Escócia, em 1804. A estação utilizava um processo de filtração lenta com areia e cascalho para remover as impurezas da água. (BAKER, 1981)

Também Moçambique não ficava para trás, depois de 6 anos quando havia sido construída o primeiro sistema de abastecimento de água, isto é, 1913, durante o período colonial, foi construída a sua primeira ETA, sendo que esta utilizava um processo de filtração lenta com areia e carvão ativado para remover as impurezas da água. Desde tão

várias outras estações foram construídas em Moçambique para fornecer água potável para população.

2.2. Ligações clandestina de água

As ligações clandestinas de água em Moçambique são um problema comum enfrentado pelas empresas de abastecimento de água no país. Essas ligações ocorrem quando consumidores se conectam ilegalmente à rede de distribuição de água para obter água sem pagar as taxas devidas.

De acordo com um artigo publicado no jornal “O País” em 2019, as ligações clandestinas de água são responsáveis por uma perda significativa de receita para as empresas de abastecimento de água em Moçambique. Segundo o artigo, a empresa Águas de Região Metropolitana de Maputo (AdRM) estima que as ligações clandestinas representam cerca de 30% do consumo total de água na região de Maputo.

Outro artigo publicado no Jornal “Notícias” e 2020 destaca que as ligações clandestinas de água também podem representar um risco à saúde pública, pois muitas vezes as pessoas conectam as suas tubulações diretamente à rede pública de distribuição, sem as devidas medidas de higiene e saneamento.

Para combater as ligações clandestinas as empresas de abastecimento de água em Moçambique têm implementado várias medidas, incluindo ações de sensibilização e campanhas de regularização de ligações. No entanto, o problema persiste e continua sendo um desafio para gestão eficiente dos recursos hídricos no país.

2.2.1. Motivos que levam os cidadãos Moçambicanos a efetuarem as ligações clandestinas.

As pessoas podem realizar ligações clandestinas de água por diversos motivos, mas os principais normalmente estão relacionados à falta de acesso à água tratada e ao alto custo de tarifas de água. Algumas das razões que podem levar as pessoas a realizar as ligações clandestinas são:

a. Dificuldade de acesso à água tratada:

Muitas vezes as dificuldades de acesso à água tratada, sempre foi uma justificativa, para os clientes efetuarem as ditas “ligações clandestinas”, como forma de obter água de forma fácil e rápida.

b. Alto custo das tarifas de água:

Em algumas regiões, as tarifas de água podem ser muito elevadas, o que dificulta o acesso à água tratada para as pessoas de baixa renda. Nesses casos, as pessoas realizam as ligações clandestinas como forma de economizar dinheiro.

c. Falta de confiança nas empresas de abastecimento de água:

Em algumas regiões, as pessoas podem não confiar nas empresas de abastecimento de água devido a problema como a falta de investimento em infraestrutura e a má qualidade de serviços prestados. Nesses casos, as pessoas preferem realizar ligações clandestinas como forma de evitar o pagamento das tarifas de água.

No entanto, é importante destacar que as ligações clandestinas de água podem representar um risco à saúde pública e comprometer a qualidade do abastecimento de água para a população em geral. Além disso, a realização de ligações clandestina é uma infração administrativa sujeitas a punições legais.

2.2.2. Punições

A legislação de Moçambique prevê punições para os indivíduos que realizam ligações clandestinas de água. A Lei nº 15/2011, de 10 de agosto, que estabelece o Regime Geral de Águas em Moçambique, prevê que as ligações clandestinas de água são consideradas uma infração administrativa.

De acordo com a referida lei, as punições possíveis para os indivíduos que realizam ligações clandestinas de água incluem:

- Multa, que pode variar de acordo com a gravidade de infração e com a capacidade económica do infrator;
- Suspensão ou interrupção do fornecimento de água;
- Reparação dos danos causados à rede de distribuição de água;

- Outras medidas administrativas que visem a regularização da situação.

É importante destacar que a punição para as ligações clandestinas de água pode variar de acordo com a legislação específica de cada município ou região do país. Por isso, é sempre importante consultar a legislação local para obter informações mais detalhadas sobre as punições para esse tipo de infração.

2.2.3. Metodologias utilizadas pelas empresas de abastecimento de água para o monitoramento e controle de água.

Embora que as empresas de abastecimento de água, estejam sofrendo ligações clandestinas, isso não os impede de criar métodos de controle e monitoramento de água, sendo assim, alguns destes métodos que são utilizados não só para monitorar ou controlar o consumo de água nas residências também para a sensibilização da população:

- **Leitura de medidores:** as empresas de abastecimento de água geralmente instalam medidores nos domicílios dos clientes para medir o consumo de água. Os leituristas da empresa fazem a leitura dos medidores periodicamente para monitorar o uso de água pelos clientes e gerar facturas de acordo com o consumo. A Figura 2.1. ilustra um medidor instalados nos domicílios dos clientes para medir o consumo de água. Geralmente estes medidores são utilizados muito mais pela empresa governamental designada AdRM.



Figure 2.1: Contadores de Água (Luis, 2018)

- **Inspeção de campos:** as empresas de abastecimento de água também realizam inspeções regulares em campo, onde verificam as condições de medidores, tubulações e conexões de água dos clientes. Isso ajuda a detectar vazamentos e outros problemas que possam afetar o consumo de água.
- **Programas de conscientização:** as empresas de abastecimento de água também realizam programas de conscientização para ajudar os clientes a importância do uso eficiente de água e incentivá-los a reduzir o consumo desnecessário de água.

2.3. Modelo matemático de vazão em redes de tubulações

Um modelo matemático que pode ser utilizado para sistemas de controle e monitoramento de consumo de água e detecção de ligações clandestinas de água é o modelo de vazão em redes de tubulação. Este modelo matemático descreve o fluxo de água através das tubulações e permite calcular a vazão em cada ponto da rede. (Watterworth, 1965)

O modelo matemático de vazão em redes de tubulação é baseado nas equações de conservação de massa e energia para fluidos incompressíveis em um sistema de tubulações. A equação da continuidade é utilizada para descrever a conservação de massa em um ponto da rede, enquanto a equação de Bernoulli é utilizada para descrever a relação entre a pressão, a velocidade e a elevação da água em um ponto da rede.

A equação da continuidade é expressa por:

$$Q = A * v \quad (\text{Eq.2.1})$$

Onde:

Q é a vazão de água em um ponto da rede.

A é a área da seção transversal da tubulação

v é a velocidade da água na tubulação.

A equação de Bernoulli é expressa por:

$$P_1 + \frac{1}{2} * \rho * v^2_1 + \rho * g * Z_1 = P_2 + \frac{1}{2} * \rho * v^2_2 + \rho * g * Z_2 + h_L \text{ (Eq.2.2)}.$$

Onde:

P1 e P2 são as pressões na entrada e saída da tubulação;

ρ é a densidade da água.

v1 e v2 são as velocidades da água na entrada e saída da tubulação;

Z1 e Z2 são as elevações dos pontos de entrada e saída da tubulações.

hL é a perda da carga devido ao atrito nas paredes da tubulação.

A perda de carga nas tubulações é calculada usando a equação de Darcy-Weisbach:

$$h_L = f * L * \left(\frac{v^2}{2 * g * D} \right) \text{ (Eq2.3)}$$

Onde:

f é um fator de atrito de Darcy Weisbach;

L é o comprimento da tubulação;

D é o diâmetro da tubulação;

v é a velocidade da água na tubulação.

Para monitorar o consumo de água em uma rede de distribuição, é possível utilizar sensores de vazão em pontos estratégicos da rede. Esses sensores medem a vazão de água em tempo real e enviam os dados para um sistema de controle. Com base nas informações de vazão, é possível detectar anomalias na rede, como ligações clandestinas de água, vazamentos e desperdícios de água. (Taha, Faisal, & Rahman, 2014)

O modelo de vazão em redes de tubulação também pode ser utilizado para otimizar o dimensionamento da rede e minimizar as perdas de água. Com base nas características da rede, como diâmetro das tubulações, comprimento e elevação, é possível determinar a vazão máxima em cada ponto da rede e dimensionar a rede de forma a atender à demanda de água da região com o mínimo de perdas possível. (Alperovits & Shamir, 1977)

2.4. Microcontrolador

O Microcontroladores são dispositivos eletrônicos programáveis que integram elementos como memória, processador e periféricos para realizar uma tarefas específicas, como controle de motores, sensores, iluminação, entre outros.

Segundo MAZIDI, NAIMI, & NAIMI, (2010), os microcontroladores são o coração da Electrónica moderna, permitindo a automação de processos, a criação de produtos e sistemas controlados por computador. Eles são projetados para serem compactos, de baixo consumo de energia e capazes de executar programas de forma autónoma.

A função dos microcontroladores varia de acordo com a aplicação e o projecto em que serão utilizados. Eles podem ser programados para controlar dispositivos em tempo real, fazer leituras de sensores, enviar dados para outros dispositivos, processar sinais analógicos e digitais, entre outras funções.

De acordo com OLIVEIRA, (2011) a grande vantagem dos microcontroladores é que eles permitem a criação de sistemas flexíveis e personalizados, que podem ser ajustados de acordo as necessidades do projecto.

2.4.1. Módulo Wifi Esp8266 NodeMCU CH340

Modulo Wifi ESP8266 NodeMCU CH340 é uma placa de desenvolvimento que incorpora o microcontrolador ESP8266 e um conversor USB-serial CH340. Ele é amplamente utilizado em projectos de IoT e prototipagem devido à sua facilidade de uso e conectividade WiFi integrada. A figura 2.2 ilustra o modulo Wifi Esp8266 NodeMCU CH340.



Figure 2.2.:O Módulo NodeMCU V3 - ESP8266 - CH340 Fonte: (Banggood, 2018)

Algumas das especificações técnicas do módulo WiFi ESP8266 NodeMCU CH340 incluem:

- Microcontrolador: ESP8266;
- Conversor USB- Serial: CH340;
- Conectividade: WiFi 802.11b/g/n;
- GPIOs:17;
- Memória flash: 4 MB

É importante destacar que o coração do Modulo NodeMCU é o Microcontrolador Esp8266, por sua vez é também o coração do Sistema que se pretende construir. Sendo assim é importante, se descrever este microcontrolador.

2.4.1.1. *ESP8266*

O microcontrolador Esp8266 é um chip desenvolvido pela empresa chinesa Espressif Systems, projectado para dispositivos IoT(Internet of Things). Ele é baseado na arquitetura RISC de 32 bits e possui um processador Tensilica Xtensa LTX106 rodando a 80 Mhz. O Esp866 tem 64KB de RAM e um pequeno armazenamento interno de 512KB a 16 MB, dependendo da versão (é importante destacar que a versão que é utilizada este projecto, é aquela ilustrada na figura 2, ou seja a versão 3, que possui uma memoria interna de 4MB). Ele é também possui conectividade Wi-Fi embutida, o que o torna uma opcao popular para dispositivos IoT que precisam se conectar à internet. (Espressif Systems, 2018)

O ESP8266 é amplamente utilizado em projectos de IoT, com sensores de temperatura, termostatos, monitores de umidade, sistemas de controle de iluminação, entre outros (é importante destacar que para estes sistemas serão utilizados: sensores de fluxo, sensor de nível ou mesmo ultrassónico, e válvulas, com objectivo de monitorar o consumo da água, e a detecção das ligações clandestinas).

As especificações técnicas deste microcontrolador podem ser divididas de acordo com pelo tipo de: Processador, memória, conectividade, interfaces, consumo de energia, e a dimensões.

a) Processador

- Tensilica Xtensa LTx106 rondando a uma frequência de 80 MHz;
- Arquitetura RISC de 32 bits;

b) Memória

- 64KB de RAM;
- Armazenamento interno de 512KB a 16MB, dependendo da versão;

c) Conectividade

- Wi-Fi embutido, suportando os padrões 802.11b/g/n;
- Suporte a WPA/WPA2 e WEP;

d) Interfaces

- GPIO (General purpose Input/ Output) de 17 pinos;
- 1 x SPI (Serial Peripheral Interface);
- 1 x I²C (Inter-Integrated Circuit);
- 1x UART (Universal Asynchronous Receiver/ Transmitter);
- 1 x ADC (Analog-to- Digital Converter)

Estas Interfaces podem ser visualizadas no anexo 1, que contém o Layout do módulo NodeMCU ESP8266 Wi-Fi. Com a ajuda do layout é possível saber a definição dos pinos, no momento da declaração de variáveis.

e) Consumo de energia:

- Modo de suspensão profunda (deep sleep) com consumo de energia de até 20 μA ;
- Possui uma fonte de alimentação de 3,3 volts.

f) Dimensões

- 24mmx16mmx3mm;

O ESP8266 é um microcontrolador de baixo custo, mas possui recursos suficientes para a maioria dos projectos de IoT. Ele é especialmente útil para projectos que exigem conectividade Wi-Fi, como dispositivos de monitoramento e controle remoto. Além disso, sua facilidade de uso e suporte a várias plataformas de desenvolvimento o tornam uma escolha popular para desenvolvedores de todos os níveis de experiência.

2.4.1.1.1. Vantagens e desvantagens no uso do ESP8266

O ESP8266 é um microcontrolador WiFi popular que tem sido amplamente utilizado em projetos de IoT e automação residencial. Entre as vantagens do ESP8266 estão sua facilidade de uso e baixo custo. O chip tem uma ampla disponibilidade de bibliotecas, exemplos de código e documentação online, o que torna o desenvolvimento do projeto mais fácil e rápido. Além disso, como é um microcontrolador WiFi, o ESP8266 permite que os dispositivos se comuniquem facilmente com a Internet e entre si, o que é essencial em muitos projetos de IoT. (HardwareBee, n.d.)

Outra vantagem do ESP8266 é que ele é compatível com a maioria dos ambientes de desenvolvimento, como a IDE do Arduíno, a linguagem de programação Lua e muitas outras ferramentas. Além disso, o baixo custo do ESP8266 é um fator importante, pois torna o dispositivo acessível para desenvolvedores e makers em todo o mundo. No entanto, essa vantagem tem suas desvantagens, pois, embora seja econômico, o ESP8266 é um chip de baixa potência, que pode ter limitações em termos de desempenho e memória. (Maker Advisor, 2020) (Hackster.io, 2020).

Por fim, é importante destacar que a segurança é uma preocupação importante ao usar o ESP8266, pois dispositivos IoT e sistemas de automação residencial são alvos cada vez mais comuns para ataques cibernéticos. É importante adotar boas práticas de segurança, como usar senhas fortes, criptografia e autenticação de dois fatores. Também é importante garantir que os dispositivos estejam atualizados com as últimas atualizações de segurança para evitar vulnerabilidades conhecidas.

2.5. Sensor

Um sensor é um dispositivo que responde a um estímulo físico ou ambiental e gera um sinal elétrico ou óptico que pode ser lido ou processado por um sistema digital. Segundo Binny (2014) sensores são "dispositivos que convertem uma grandeza física ou química em um sinal elétrico mensurável".

De facto, existem várias formas de definir sensor, sendo assim também, existem vários tipos de sensores, sendo que estes estão acoplados dentro dos sensores analógicos e sensores Digitais.

2.5.1. Sensores analógicos

Os sensores analógicos são dispositivos que convertem um sinal físico em uma saída eléctrica continua proporcional ao valor da grandeza física medida. Eles são amplamente utilizados em sistemas de controle e monitoramento de processos industriais, sistemas de automação predial, equipamentos médicos e outros campos.

Segundo Savaresi (2012), sensores analógicos são aqueles que produzem uma saída eléctrica que varia de forma continua e proporcional à grandeza física que está sendo medida. Esses sensores são usados quando é necessário medir uma grandeza que varia continuamente no tempo, como temperatura, pressão e nível.

É importante, salientar que os sensores analógicos são assim designados pois baseiam-se em sinais analógicos e produzem uma resposta da mesma índole. Sinais analógicos são aqueles que, mesmo limitados entre dois valores de tensão, podem assumir infinitos valores intermediários.

2.5.2. Sensores digitais

Sensores digitais são dispositivos que convertem um sinal físico em uma saída elétrica discreta, representada por um conjunto finito de valores numéricos discretos. Ao contrário dos sensores analógicos, que produzem uma saída elétrica contínua proporcional à grandeza física medida, os sensores digitais produzem uma saída elétrica discreta que pode ser processada facilmente por circuitos eletrônicos digitais.

Segundo Helfrick & Cooper (2017), os sensores digitais são aqueles que produzem uma saída elétrica discreta que pode ser representada por um conjunto finito de valores numéricos discretos. Esses sensores são usados em aplicações que exigem alta precisão, baixo ruído e imunidade a interferências eletromagnéticas.

Em geral, o uso de sensores digitais permite a obtenção de informações mais precisas e confiáveis sobre as variáveis físicas, além de permitir um processamento mais fácil e rápido dos dados por sistemas eletrônicos digitais.

2.3.1. Sensor de nível

Um sensor de nível é um dispositivo utilizado para medir o nível de um líquido ou sólido em um recipiente ou reservatório. Existem vários tipos de sensores de nível disponíveis, cada um com sua própria tecnologia e método de medição. Alguns dos tipos mais comuns incluem sensores de flutuador, sensores de pressão, sensores ultrassônicos, sensores de capacitância, sensores de radar, entre outros. A escolha do tipo de sensor de nível a ser utilizado depende das características do líquido ou sólido a ser medido, do ambiente em que será utilizado e das exigências do sistema em que está integrado.

Um sensor de nível pode ser utilizado para medir o volume de um recipiente, desde que as dimensões do recipiente sejam conhecidas e o sensor seja calibrado adequadamente. A medição do nível do líquido ou sólido pode ser convertida em volume usando a geometria do recipiente, como a altura, largura e comprimento. A figura 2.3 ilustra um recipiente, que contém um líquido, esse líquido está sendo medido o seu nível, e

acima do recipiente temos lá um sensor, que está medido o seu nível. Este pode ser um modo de aplicação do sensor de nível, para medir o volume, onde que as constantes são a base do recipiente, largura, e o que varia é a altura, que neste caso é a distância da água e o sensor.

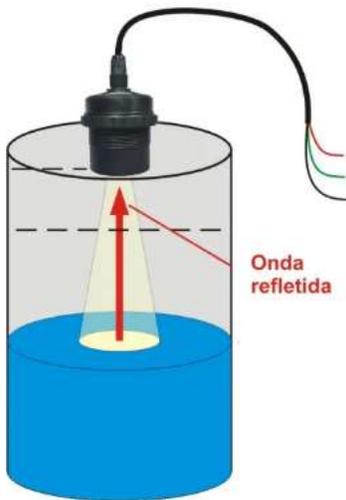


Figure 2.3:: Modo de aplicação do Sensor de Nível. (Alfacomp;, 2021)

Desde já, é importante que o senso de nível seja calibrado adequadamente para garanti a precisão da medição do volume. Alguns factores que podem afetar a precisão incluem a temperatura do líquido, a presença de esponha ou bolhas, a densidade do líquido, entre outros.

2.3.1.1. *Sensor ultrassônico HC-SR04*

O sensor ultrassônico HC-SR04 é um dispositivo eletrônico utilizado para medir distâncias por meio da emissão de ondas sonoras de alta frequência e detecção do eco do som refletido por um objeto. Ele é amplamente utilizado em projetos de robótica, automação industrial, medição de nível de líquidos, entre outros. Figura 2.4 ilustra o sensor HC-SR04.



Figure 2.4: Sensor ultrassónico HC-SR04. (ElecFeaks, 2019)

O sensor HC-SR04 possui uma faixa de medição de distância de 2cm a 4m, com uma precisão de medição de até 3mm. Ele opera com uma tensão de alimentação de 5V DC e consome cerca de 15mA de corrente. O tempo de resposta do sensor é de cerca de 1ms e ele pode ser facilmente integrado a microcontroladores como Arduino e Raspberry Pi.

O princípio de funcionamento do sensor HC-SR04 é baseado na emissão de ondas sonoras de alta frequência pelo transmissor do sensor, que se propagam pelo ar e são refletidas por um objeto. O receptor do sensor detecta o eco do som refletido e mede o tempo de ida e volta da onda sonora. (ElecFeaks, 2019)

$$Distância = \frac{Velocidade\ do\ Som \times Tempo\ de\ ida\ e\ volta}{2} \quad (Eq2.4).$$

Onde

a velocidade do som é de aproximadamente 340m/s a 20°C.

É possível perceber o princípio do funcionamento deste sensor através da figura 3, onde é ilustrada um sinal da onda refletida.

As vantagens do uso do sensor HC-SR04 incluem sua facilidade de uso, baixo custo, precisão de medição e ampla faixa de medição de distâncias. No entanto, algumas desvantagens incluem a sensibilidade do sensor a ruídos e interferências externas, a necessidade de um ambiente acusticamente reflexivo para medições precisas e a limitação da resolução de medição em distâncias curtas.

As especificações técnicas do sensor HC-SR04 incluem:

- Faixa de medição de distância de 2cm a 4m;
- Precisão de medição de até 3mm;
- O sensor opera com uma tensão de alimentação de 5V DC;
- Consome cerca de 15mA de corrente;
- Frequência de operação de 40kHz;
- Ângulo de detecção de cerca de 15 graus;
- O tempo de resposta do sensor é de cerca de 1ms.

O sensor HC-SR04 possui 4 pinos: VCC, TRIG, ECHO e GND. O pino VCC é utilizado para a alimentação do sensor com uma tensão de 5V DC, o pino GND é utilizado para a conexão da terra, o pino TRIG é utilizado para enviar o sinal de pulso para o transmissor do sensor e o pino ECHO é utilizado para receber o sinal de retorno do receptor do sensor. A figura 2.4 também é possível verificar os pinos que o sensor contém.

2.3.2. Medidor de fluxo.

Um medidor de fluxo é um dispositivo utilizado para medir a taxa de fluxo de um líquido ou gás em um sistema. Existem vários medidores de fluxos disponíveis, incluindo medidores de deslocamento positivo, medidores de turbina, medidores de vórtice, medidores magnéticos, entre outros.

De acordo com Ghasem (2018), um medidor de fluxo é um dispositivo projectado para medir a taxa de fluxo de líquido ou gás em sistema de processo. O autor destaca que a precisão e a confiabilidade do medidor do fluxo são essencialmente para o funcionamento adequado do sistema de processo.

Já em Moçambique, as empresas de abastecimento de água como a AdRM, que inclui a FIPAG, eles utilizam o medidor de pistão, o medidor de turbina e o medidor electromagnético. O medidor de pistão é um medidor de deslocamento positivo, ilustrado na figura 5, o da turbina também o medidor ilustrado na figura 2.6. Já o medidor

electromagnético mede a quantidade de água que passa por ele com base nas propriedades magnéticas da água, esta pode ser ilustrada na figura 2.1, quando era descrita os métodos de medição da água feitas pelas empresas moçambicanas.

É importante destacar que as empresas de abastecimento de água em Moçambique podem utilizar outros tipos de medidores de água além dos mencionados acima, dependendo das necessidades específicas do sistema de abastecimento.

2.3.3. Sensor de fluxo de água e a sua classificação

É dispositivo eletrónico que mede a quantidade de água que passa por um determinado ponto em que um sistema hidráulico. Ele é amplamente utilizado em diversas aplicações, como em sistema de irrigação, aquecimento solar de água, sistema de refrigeração, sistema de abastecimento de água, entre outros.

O sensor de fluxo pode ser classificado quanto ao seu funcionamento, como medidor de vazão por turbina, medidor de vazão magnético, e medidor por efeito de hall. Sendo assim, o trabalho que está sendo desenvolvido terá como uso, o sensor de fluxo com efeito de Hall.

2.3.3.1. Sensor de efeito Hall

O sensor de efeito de Hall é um dispositivo que utiliza o efeito de hall para medir campos magnéticos. O efeito hall é a criação de uma diferença de potencial eléctrico (tensão) perpendicular a um campo magnético e a corrente eléctricas que flui em um material condutor. (Popovic, 2004)

O sensor de efeito de hall consiste em uma fina camada de material semiconductor (como o germânio ou silício) que é colocada em campo magnético perpendicular ao fluxo de corrente eléctrica. A corrente eléctrica flui atravessa a camada semicondutora e a diferença de potencial eléctrica criada pelo efeito hall é medida pelos terminais do sensor. (Ramsden, 2006)

A figura 2.5, apresenta a uma explicação do efeito hall, onde está representado uma camada fina assente na direcção X positiva e B está na direcção Z positiva, que é

perpendicular ao fluxo da corrente passa sobre a camada fina semiconductor, que por sua vez, a corrente quando atravessa a camada em semicondutora é criada o efeito Hall, que a medida pelos terminais gera uma diferença de potencial(u_{12}).

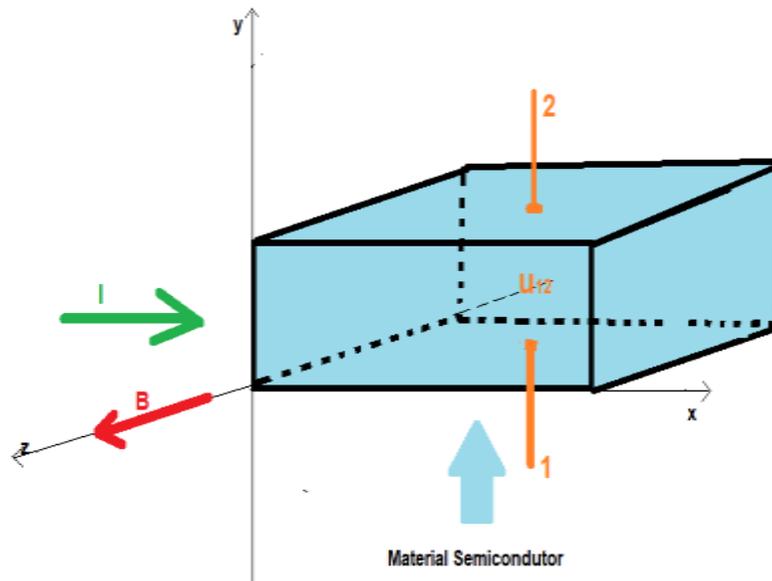


Figure 2.5: Explicação do efeito Hall na determinação se um semiconductor do tipo n ou p. Fonte: (Autor)

A magnitude de tensão medida pelo sensor está diretamente relacionada à intensidade do campo magnético perpendicular à camada semicondutora. Portanto, o sensor é capaz de medir a intensidade do campo magnético em uma região específica.

Os sensores de efeito de Hall são amplamente utilizados em diversas aplicações, como na medição de corrente elétrica, como na medição de corrente elétrica em motores elétricos, na detecção de objetos metálicos de velocidade em sistemas de controle de posição em muitas outras aplicações.

2.3.4. Módulo YF-S201

O módulo YF-S201 é um sensor de fluxo de água amplamente utilizado em projectos de automação e controle de sistemas de irrigação, monitoramento do consumo de água e aplicações semelhantes é possível este módulo a partir da figura 2.12. Este modulo é baseado no princípio da roda pás, em que o fluxo da água faz girar uma pequena turbina interna que, por sua vez, aciona um sensor hall. O sensor de hall gera

um sinal elétrico proporcional à velocidade da turbina, que pode ser convertido em uma medida do fluxo da água. (Nedelkovski, 2022)

A figura 2.6a ilustra o módulo YF-S201 na visão interna, onde é possível verificar a roda pás, que se trata de uma pequena turbina com várias pás ou aletas que são projetadas para girar quando a água ou mesmo o ar for a passar por elas. Quando a água flui atrás do sensor (figura 2.16b), ela empurra as pás da roda, fazendo-a girar. A velocidade de rotação da roda pás proporcionais ao fluxo de água que passa pelo sensor. A figura 2.6b, ela representa o sensor de hall que é usado para detectar a velocidade de rotação da roda de pás, gerando um sinal elétrico correspondente a essa velocidade.

O sinal elétrico gerado pelo sensor hall é então convertido em informações sobre o fluxo de água, como volume, taxa de fluxo ou velocidade.



Figure 2.6: Módulo YF-S201: (a) Visão interna; (b) visão externa. (Electronics, 2021)

Uma outra forma de ver, o funcionamento do módulo YF-S201, é possível verificar a figura 2.7, onde ilustra a passagem do fluxo da água pelo módulo. O íman é posicionado de tal forma que os polo sul e norte estejam na vertical, estando nesta posição, com a passagem da água pelo tubo, faz com que a roda da turbina gire, e o íman gira com a roda da turbina e os pulsos da onda quadrada serão em função do volume de água ou quantidade de água que irá fluir pelo tubo, assim pode-se computar o fluxo de água através da contagem do número de ondas quadradas ou pulsos.

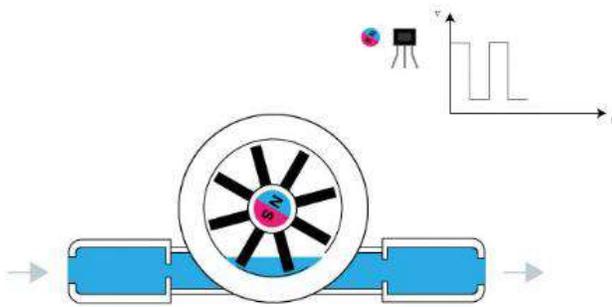


Figure 2.7: Princípio de Funcionamento do Módulo YF-S201. (SeedStudio, 2020)

2.3.4.1. Constituição do Módulo YF-S201

O módulo é composto por várias partes que trabalham juntas para medir o fluxo de água. As principais partes e componentes do módulo incluem:

- a) **Corpo do sensor:** o corpo do sensor é geralmente feito de plástico de alta qualidade, como ABS. Ele possui uma entrada e uma saída para passagem, de água e é projecto para ser facilmente conectado a tubulações ou mangueiras.
- b) **Roda de pás:** A roda de pás, também conhecida como turbina, é colocada dentro do corpo de sensor, é composta por várias pás ou aletas que giram quando a água passa por elas. A velocidade de rotação da roda de pás é proporcional ao fluxo de água.
- c) **Sensor hall:** O sensor hall é um componente eletrónico que detecta a rotação da roda de pás e gera um sinal elétrico proporcional à velocidade de rotação. Ele geralmente montado próximo à roda de pás, de modo que possa detectar a passagem de ímãs embutidos nas pás ou na estrutura da turbina.
- d) **Circuito eletrónico:** O circuito eletrónico é responsável por processar o sinal do sensor Hall e gerar um sinal de saída adequado para ser lido por microcontrolador ou outra plataforma de processamento. O sinal de saída

geralmente um pulso quadra, cuja a frequência é proporcional à taxa de fluxo de água. Esta onda é ilustrada na figura 2.7.

- e) Conector: O conector é usado para conectar o módulo YF-S201 a um microcontrolador ou sistema de controle. Os conectores geralmente incluem três pinos: um para alimentação (VCC), terra (GND) e um para o sinal de saída (SIG).
- f) Vedação: O-ring e outras vedações são usadas para garantir que o sensor seja à prova de água e possa ser usado sem problemas de vazamento ou infiltração de água.

Estes componentes trabalham juntos para permitir que o módulo YF-S201 funcione como um sensor de fluxo de água eficaz e confiável. O dispositivo pode ser facilmente integrado a uma variedade de projectos, desde sistemas de irrigação e monitoramento do consumo de água até aplicações industriais e comerciais.

2.3.4.2. Especificações Técnicas do Modulo YF-S201

Algumas especificações técnicas do módulo YF-S201 incluem:

- Modelo: YF-S201
- Tipo de Sensor: Efeito Hall
- Tensão de trabalho: 5 a 18V DC (tensão de trabalho min testada 4,5V)
- Consumo máximo de corrente: 15mA @ 5V
- Tipo de saída: 5V TTL
- Taxa de fluxo de trabalho: 1 a 30 litros/minuto
- Faixa de temperatura de trabalho: -25 a +80 °C
- Faixa de umidade de trabalho: 35%-80% UR
- Precisão: ±10%

- Pressão máxima da água: 2,0 MPa
- Ciclo de trabalho de saída: 50% +-10%
- Tempo de subida de saída: 0,04us
- Tempo de queda de saída: 0,18 us
- Características do pulso de taxa de fluxo: Frequência (Hz) = 7,5 * Taxa de fluxo (L/min)
- Pulsos por litro: 450
- Durabilidade: mínimo de 300.000 ciclos
- Comprimento do cabo: 15cm
- Conexões de tubo nominais de 1/2", diâmetro externo de 0,78", rosca de 1/2"
- Tamanho: 2,5"x 1,4"x 1,4"
- Tipo de saída: sinal de pulso quadrado.

É possível verificar a figura 2.8, onde ela ilustra modulo YF-S201, sem a divisão, como na figura 2.7



Figure 2.8: Módulo YF-S201. Fonte: (Autor)

2.4. Actuadores

Os actuadores são dispositivos que convertem energia em movimento mecânico para realizar ações específicas em um sistema automatizado. Eles são utilizados em diversas aplicações, como robótica, máquinas industriais, veículos, entre outros.

Exemplos de actuadores incluem:

- Motores elétricos: convertem energia elétrica em movimento mecânico;
- Atuadores pneumáticos: utilizam ar comprimido para gerar movimentos lineares ou rotativos;
- Atuadores hidráulicos: utilizam óleo ou outro fluido para gerar movimentos lineares ou rotativos;
- Servomotores: motores elétricos com controle preciso de posição e velocidade;
- Piezoatuadores: utilizam o efeito piezoelétrico para gerar movimentos precisos e rápido.

2.4.1. Válvulas

As válvulas são componentes utilizados para controlar o fluxo de fluidos em sistemas automatizados. Elas podem ser utilizadas para interromper, regular ou desviar o fluxo de líquidos ou gases. (JOHNSON, 2013).

Desde já existem vários tipos de válvulas que são usados para fins, totalmente diferentes, sendo que alguns dos mais comuns, são:

- **Válvulas de gaveta:** utilizadas para controlar o fluxo de diversos tipos de fluidos. São compostas por uma haste que controla a abertura e fechamento da vedação.
- **Válvulas de esfera:** são constituídas por uma esfera oca que gira em torno de um eixo vertical. Quando a esfera está posicionada perpendicularmente aos tubos, o fluxo é bloqueado.
- **Válvulas borboleta:** utilizadas para controlar o fluxo de gases em dutos. São compostas por uma placa em forma de disco que gira em torno de um eixo horizontal, controlando a abertura e fechamento do fluxo.
- **Válvulas solenoide:** utilizadas para controlar o fluxo de líquidos e gases, sendo acionadas por um solenoide que fecha ou abre seu interior. A figura 2.16 ilustra a válvula solenoide, esta por sua vez usa uma bobina eletromagnética para controlar o fluxo, com a abertura e fechamento da válvula.



Figure 2.9:Válvula Solenoide. (PAIOL VERDE, 2021)

2.4.1.1. *Classificação das válvulas Solenoides*

Os tipos de válvulas solenoides quanto à abertura, ação e portas podem ser divididos em:

2.4.1.1.1. Quanto à abertura

Válvula solenoide normalmente fechada:

A válvula permanece fechada quando o solenoide não está energizado e abre quando o solenoide é energizado;

Válvula solenoide normalmente aberta:

A válvula permanece aberta quando o solenoide não está energizado e fecha quando o solenoide é energizado;

2.4.1.1.2. Quanto à acção

Válvula solenoide de ação direta:

A ação do solenoide diretamente abre ou fecha a válvula;

Uma característica do tipo operação direta é que a pressão máxima de operação e o fluxo estão diretamente relacionados ao diâmetro do orifício e à força magnética da válvula solenoide.

Esses tipos de válvulas são recomendados para sistemas que possuam uma tubulação com pequenos orifícios, de baixa capacidade e que não requeiram pressão mínima de operação ou diferença de pressão para serem acionadas.

Válvula solenoide de ação indireta:

A ação do solenoide controla o fluxo do fluido que aciona a válvula.

Uma característica importante das válvulas de acção indireta é a capacidade de reduzir o impacto do choque hidráulico. Esse choque ocorre quando há uma rápida mudança de pressão ou fluxo em um sistema hidráulico.

As válvulas de acção indireta são projetadas para minimizar esse problema, garantindo uma transição suave e controlada nas mudanças de pressão ou fluxo.

A entrada e a saída são separadas por uma membrana de borracha, também chamada de diafragma.

A pressão e a mola de suporte acima da membrana asseguram que a válvula permaneça fechada. A câmara acima da membrana é conectada por um pequeno canal à porta de baixa pressão.

Esta conexão é bloqueada na posição fechada por um solenoide. O diâmetro deste orifício “piloto” é maior que o diâmetro do orifício na membrana. Quando o solenoide é energizado, o orifício do piloto é aberto fazendo com que a pressão acima da membrana abaixe.

Devido à diferença de pressão em ambos os lados da membrana, a membrana será levantada permitindo a passagem do fluido da porta de entrada para a porta de saída. A câmara de pressão extra localizada acima da membrana atua como um amplificador. (Zile, 2022)

2.4.1.1.3. Quanto às portas

Quanto as portas as válvulas se classificam de 2 à 5 portas.

As válvulas podem ser classificadas de acordo com o número de portas que possuem. Aqui estão algumas das classificações mais comuns:

Válvulas de duas portas: Essas válvulas possuem uma entrada e uma saída. Elas são frequentemente utilizadas para controlar o fluxo de fluidos em uma única direção. Exemplos comuns incluem válvulas de retenção ou válvulas de esfera com duas posições.

Válvulas de três portas: Essas válvulas possuem uma entrada e duas saídas, ou duas entradas e uma saída. Elas são frequentemente utilizadas para direcionar o fluxo de fluidos entre diferentes vias, permitindo ou bloqueando o fluxo em diferentes combinações. Exemplos incluem válvulas de controle direcional ou válvulas de alternância.

Válvulas de quatro portas: Essas válvulas possuem duas entradas e duas saídas. Elas são frequentemente utilizadas para controlar o fluxo de fluidos em diferentes

direções e combinações. Exemplos comuns incluem válvulas de controle de fluxo proporcional ou válvulas de controle de pressão.

Válvulas com cinco portas: são conhecidas como válvulas de cinco vias ou válvulas de cinco posições. Essas válvulas possuem duas entradas e três saídas, ou vice-versa. A configuração das portas permite que o fluxo de fluido seja direcionado de diferentes maneiras, possibilitando uma ampla gama de funções de controle.

2.4.1.2. *Válvula solenoide*

Válvulas solenoides são um tipo de válvula que utilizam um solenoide para controlar o fluxo de um fluido. O solenoide é um componente eletromagnético que quando energizado, cria um campo magnético para abrir ou fechar a válvula. (SHAMSUDDIN & ISMAIL, 2017). A figura 2.9 ilustra a válvula solenoide que será usada no projecto para solucionar o problema. E abaixo seguem a suas especificações.

2.4.1.2.1. Especificações Técnicas

- NPS nominal de 1/2"
- Material: Plástico
- Pressão de Trabalho: Válvula de Entrada: 0,02 Mpa - 0,8 Mpa
- Válvula de Drenagem: 0-0,2 Mpa
- Temperatura de trabalho: 1 °C- 75 °C
- Tempo de resposta (para abrir): ≤ 0,15 seg
- Tempo de resposta (para fechar): ≤ 0,3 seg
- Tensão de actuação: 12VDC
- Vida activa: ≥ 50 milhões de ciclos
- Peso: 4,3 onças
- Dimensões: 3"x 2,25"x 2"

2.4.2. Relé

Um relé é um dispositivo eletromecânico que tem a função de controlar circuitos elétricos por meio de uma corrente elétrica. Ele opera como um interruptor controlado por um sinal de entrada, permitindo o controle de circuitos de alta potência ou tensão por meio de baixas correntes ou tensões.

Existem diversos tipos de relés, como os relés mecânicos, relés de estado sólido (SSR), relés térmicos, e assim por diante. Cada tipo tem suas próprias características e aplicações específicas.

2.4.2.1. Relé eletromecânico

Um relé eletromecânico apresenta três contactos, um comum, um normalmente aberto e outro normalmente fechado. Quando se aplica uma tensão na bobina, a corrente circula através dela e comporta-se, portanto, como um eletroímã e atrai a armadura acionando deste modo o sistema de contactos. O relé pode ser accionado por correntes bastante pequenas, em relação à corrente que o circuito por este controlado exige para a sua operação, desta forma, o relé é largamente utilizado para controlar cargas que exigem altas correntes, podendo ser: lâmpadas, máquinas industriais, motores, válvulas entre outros equipamentos. A figura 2.10 ilustra o esquema interno de um relé eletromecânico.

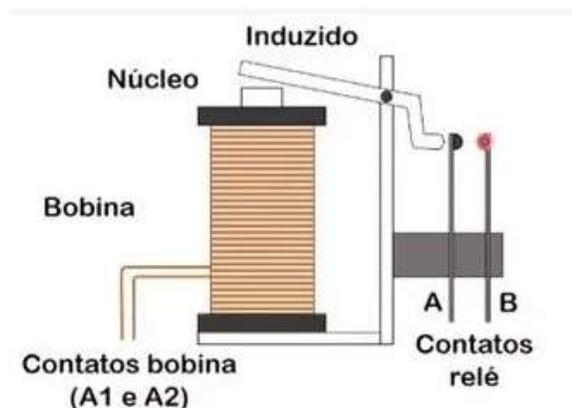


Figure 2.10:Relé Eletromecânico. (Mattede, 2021)

Ele é composto por uma bobina e um conjunto de contatos que podem ser abertos ou fechados em resposta à corrente na bobina. Quando a corrente passa pela bobina,

um campo magnético é gerado, atraindo ou repelindo os contatos do relé, permitindo assim que a corrente flua ou seja interrompida em outros dispositivos conectados ao circuito.

2.4.2.2. Relé de estado sólido

Um relé de estado sólido, também conhecido como SSR (Solid-State Relay), é um dispositivo eletrônico de comutação que realiza funções semelhantes a um relé eletromagnético, porém sem partes móveis. Em vez de usar bobina e contatos mecânicos, o relé de estado sólido utiliza componentes semicondutores como transístores e dispositivos optoeletrônicos para controlar o fluxo de corrente elétrica.

A principal função de um relé de estado sólido é fornecer isolamento elétrico e comutação confiável em circuitos de corrente alternada (AC) ou corrente contínua (DC). Além disso, eles possuem outras vantagens em relação aos relés eletromagnéticos, como alta velocidade de comutação, longa vida útil, resistência a choques e vibrações, ausência de ruídos eletromagnéticos, entre outros.

Num relé de estado sólido, como o representado na Figura 2.11, o que temos é um circuito de acionamento formado por um acoplador óptico, o qual ao ser energizado fazendo com que um FET de potência conduza intensamente a corrente.

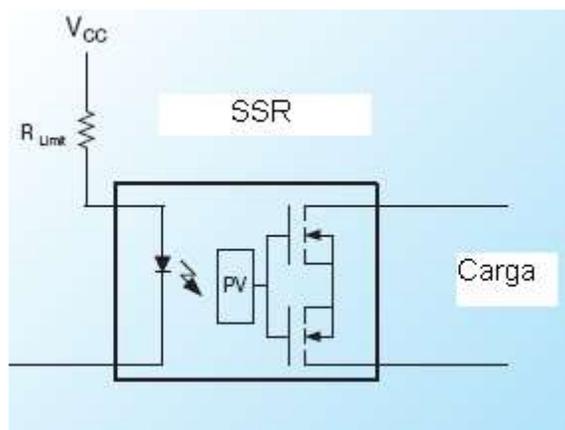


Figure 2.11: Circuito Interno do Relé SSR. (RH, 2019)

2.4.2.3. Módulo de Relé

Os módulos de relés utilizados para programação de Arduino, geralmente, podem ser classificados como relés eletromecânicos. Esses relés possuem uma bobina e um conjunto de contatos mecânicos, que são acionados pela bobina quando uma corrente elétrica é aplicada a ela.

Esses relés eletromecânicos são bastante comuns em módulos externos utilizados com Arduino, pois são fáceis de usar e compatíveis com baixos níveis de tensão e corrente, que são adequados para a operação com o microcontrolador Arduino.

Vale ressaltar que também existem relés de estado sólido, como mencionado anteriormente, que poderiam ser utilizados com Arduino. No entanto, para a programação e uso mais comum, os módulos de relés utilizados costumam ser do tipo eletromecânicos.

2.4.2.3.1. Classificação dos Módulos dos Relés Quanto ao Número de Canais

Os módulos de relé podem ser classificados de acordo com o número de canais que possuem. Alguns comuns incluem:

- **Módulos de relé de um canal:** Esses módulos possuem um único relé que pode ser controlado individualmente. As figuras 2.12 e 2.13 ilustram relé de um canal.



Figure 2.12: Módulo de Relé de um canal. (FERMARC, 2022)

O módulo relé 1 canal funciona com tensão de 5 V, e pode acionar cargas de até 250 VAC ou 30 VDC, suportando uma corrente máxima de 10 A. Possui led indicador de energia, 2 pinos de energia e 1 de controle, além do borne de saída com parafusos, facilitando a conexão dos equipamentos.

É importante ressaltar que este módulo de relé, será o usado para o projecto no acionamento da válvula Solenoide. Pois abaixo apresenta-se as especificações técnicas do módulo.

As especificações técnicas

- Tensão de operação: 5 VDC
- Permite controlar cargas de até 220V AC
- Corrente nominal: 71,4 mA
- LED indicador de status
- Pinagem: Normal Aberto, Normal Fechado e Comum
- Tensão de saída: (28 VDC a 10A) ou (250VAC a 10A) ou (125VAC a 15A)
- Furos de 3mm para fixação nas extremidades da placa
- Tempo de resposta: 5~10ms
- Dimensões: 26 mm x 33 mm x 18 mm
- Peso: 18 g.

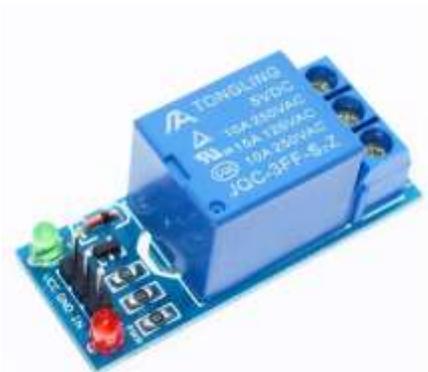


Figure 2.13:Módulo Relé de um Canal que possui LED. (FERMARC, 2022)

O módulo é equipado com transístores, conectores, leds, díodos e relés de alta qualidade. Possui um LED para indicar o estado da saída do relé. Esta é a única

diferença. Sendo que o circuito controle e acionamento de relé apresentado no Anexo 2.1. É utilizado com base este relé, devido a sua complexidade, diferente do que é ilustrado na figura 2.12.

Módulos de relé de múltiplos canais: Esses módulos possuem dois ou mais relés, que podem ser controlados independentemente, permitindo a comutação de várias cargas.

As figuras abaixo 2.14(a), 2.14 (b) e 2.14(c) ilustram Módulos de relés de múltiplos canais que são de 2 canais, 4 canais e 8 canais respectivamente.

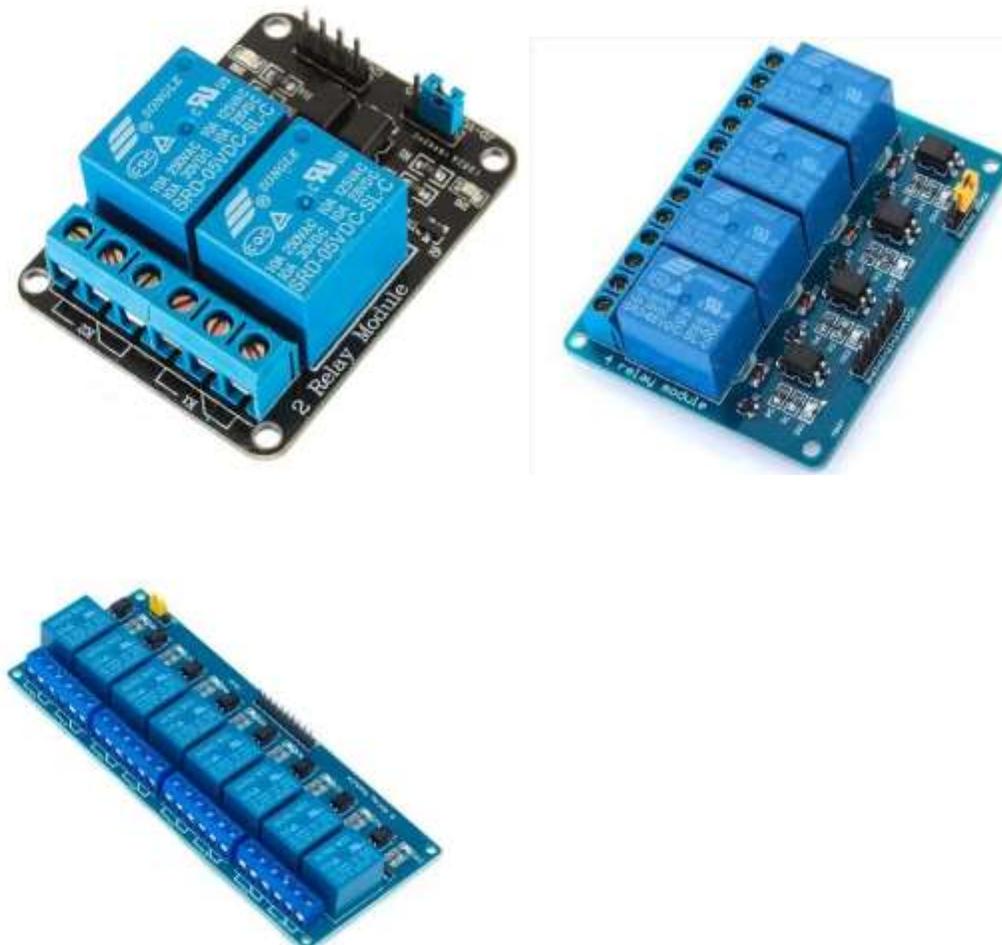


Figure 2.14: (a): Módulo Relé de 2 Canais (b): Módulo Relé de 4 Canais (c): Módulo Relé de 8 Canais. (FERMARC, 2022)

2.5. Fonte de alimentação

Uma fonte de alimentação é o elemento fundamental, para energizar o circuito elétrico, ou mesmo de um dispositivo. Sendo assim, existem vários tipos de fonte de alimentação sendo alguns deles, conversão de uma corrente alternada, a uma corrente elétrica.

Esta conversão é feita de forma obter um sinal contínuo na saída, este sinal poder ter uma magnitude de 12v, 5v ou mesmo 3,3v, dependendo do tipo de dispositivo que se pretende alimentar. É importante destacar aqui um diagrama que melhor representa essa conversão, ou seja, os elementos que fazem parte desta conversão.

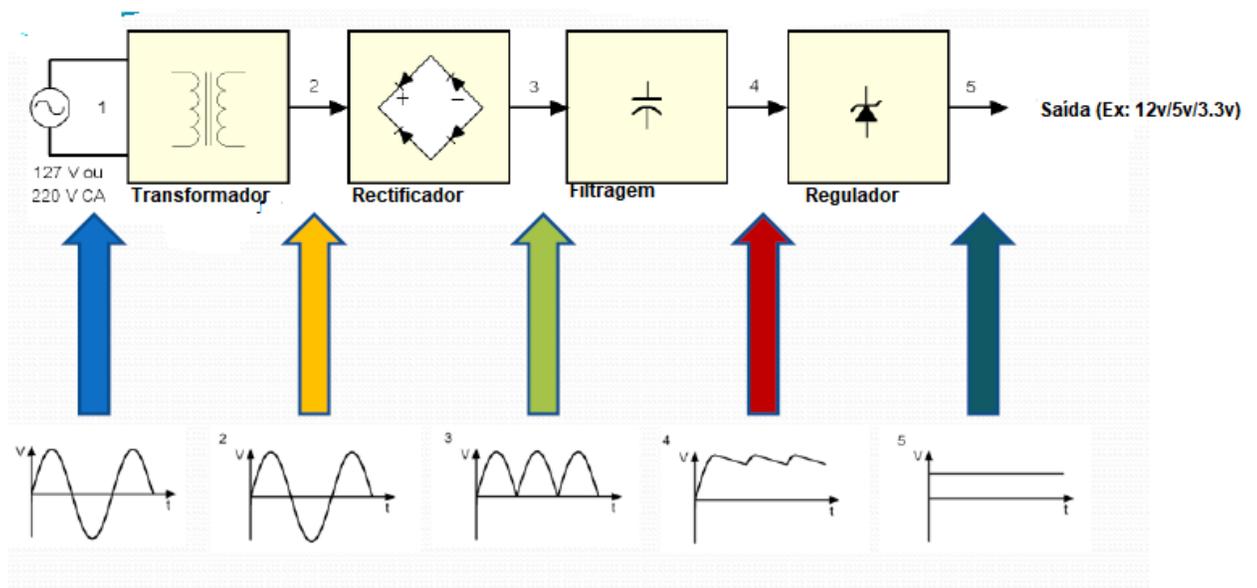


Figure 2.15:Diagrama de Blocos de Fonte de Conversão AC/DC. (Testtech)

É importante que o sinal Alternado passa por vários pontos, até chegar a sua conversão, um sinal de 220v AC, passa por um transformador abaixador onde reduz os seus níveis de tensão e corrente, para uma tensão menor que esta por sua vez, é retificada pelo certificador, geralmente é sempre retificador em ponte onde os díodos retificadores conduzem dois a dois, dependo da polaridade, em seguida este sinal passa por um filtro, que contem condensadores de preferências condensadores s eletrolíticos, para um boa retificação tornado o sinal 3 em um sinal dente de serra, depois destas

filtragem o sinal passa pelo um regulador que torna o sinal. No anexo 2.1 encontra se as fontes de alimentação do protótipo criado, obedecendo a figura 2.15.

Capítulo III

3. CAPÍTULO III – DESENVOLVIMENTO DO PROJECTO

3.1. Descrição funcional do sistema

O sistema microcontrolador simples e de baixo custo para o monitoramento de consumo doméstico, trata-se de um sistema que será capaz de monitorar o consumo de água de uma residência, estes dados que serão capturados pelos sensores, serão enviados para a plataforma Web (designada ThingSpeak). Este sistema será composto pelo por dois subsistemas: Software (subsistema I) & Hardware (Subsistema II). Para o Hardware propõe se o uso do sensor ultrassónico que será capaz de medir o volume do reservatório de água, uma válvula solenoide que será acionada para permitir ou mesmo impedir a passagem da água (é importante destacar que a interrupção da passagem de água será impedida pelo administrador responsável pelo monitoramento deste líquido, não os residentes que possuem o sistema instalado em suas casas). O impedimento da passagem da água, será acionada pelos motivos de maiores perdas de água, este controle do relé para o acionamento da válvula será ligado ou desligado através da plataforma desenvolvida/ hospedada exclusivamente para o controle do relé.

Depois da instalação da válvula solenoide, é instalada um sensor medidor designado FlowRate 01, imagem ilustrada no Anexo3. Este sensor no sistema tem a função de medir a vazão principal, e o volume acumulado, em seguida há um tubo do tipo T que é ligado com o sensor de fluxo que nas suas extremidades estão ligadas as torneiras uma Castanha que antes dela, há um outro sensor medidor designado FlowRate 02, este que mede a vazão secundária, e o volume acumulado. A vazão principal anterior e esta vazão secundária são subtraídas de modo a desvendar se houve um roubo, ou não sendo assim, a colocação destas duas torneiras uma simulará na prática o roubo (neste caso a torneira cuja a cor é branca) e a outra simulará o consumo da FlowRate 02, a água consumida pelo cliente. Os dados das perdas, tanto da vazão principal e a secundária, serão ilustrados os seus gráficos na plataforma indicada no início.

Para a parte do Software, de princípio são configuradas as plataformas Webs ThingSpeak, de modo a serem capaz de visualizarem os dados capturados pelos sensores e a plataforma da Adfrait IO, para o acionamento do relé. Sendo que O

Software é constituído por um banco de dados que são enviados a partir do Node MCU 8266 WiFi como ilustra a figura 3.1, e que por sua vez este banco de dados está conectado ao servidor do website do ThingSpeak.

3.2. Descrição dos locais de implantação do projecto

O presente sistema poderá ser implementado em qualquer residência, que tenha acesso a água potável, de modo que haja maior confiabilidade entre o cliente e a empresa de abastecimento. Entretanto para um este trabalho, O sistema é dimensionado para empresas que tem como forma de abastecimento de água de pequenas instalações de abastecimentos, como mencionado em 1.4, pois o controle poderá ser mais eficaz. Sendo assim, não existe um local, específico, porque sendo um caso de uma proposta, ou seja, não existe uma certa implementação específica, isto, não significa que não pode ser implementado, ora vejamos, isto depende da localização geográfica do território onde pode ser implementado. Vejamos o seguinte: para uma residência, que contém o contador analógico de água, no quintal é necessário, instalar o seguinte:

- I. O primeiro medidor de fluxo de água, é instalado entre a ligação do tubo geral, com o tubo que liga com o contador analógico de casa, esta fará a sua primeira medição;
- II. Pode se colocar uma válvula solenoide na distância média entre o primeiro medidor e o contador analógico, para caso que as perdas forem muito maiores, efectuar se o corte de água remotamente;
- III. Em seguida a trinta centímetro do contador analógico, é instalada o segundo medidor, que será capaz de justificar o que passou do primeiro medidor, ou seja, de justificar as perdas da relação entre o primeiro e o segundo medidor;
- IV. Quanto fonte alimentação do sistema, esta por sua vez estará alimentando as componentes, e o próprio microcontrolador, deve ser ligado a uma bateria que tira nos seus terminais uma saída de 5 volts, e 1A, sendo que o microcontrolador ESP8266 do modulo NodeMCU deve ser alimentado por um conversor de tensão de 6v para tensão de 3,3 volts, do mesmo jeito que consta no anexo 2.1, da primeira página do Esquema Elétrico, que ilustra este conversor.

- V. Deve se ter uma plataforma web, ou mesmo estas descritas no ponto 3.1, que será capaz de receber estes dados, mas para tal, o Modulo Node MCU ESP8266 WiFi deve estar ligado a uma gateway WiFi, capaz de fornecer a conexão a internet, para esta transferência de dados, conforme na figura 3.1 que ilustra o processo de transferência de dados, entre o modulo NodeMCU e o ThingSpeak.

É importante citar que estes pontos descritos, devem ser dimensionados de acordo com a localização geográfica contador analógico ou mesmo a torneira principal da residência.

3.2.1. Etapas de operações do sistema

- i. O sistema inicia quando o Node MCU ESP8266 está conectado ao gateway, ou seja, a rede WiFi e também com outras componentes devidamente alimentadas;
- ii. Em seguida, faz a medição do volume do reservatório, faz o acionamento da válvula remotamente, o primeiro sensor de fluxo faz a medição, estas medições são enviadas na plataforma descrita no ponto 3.1 e conforme ilustra a figura 4.1, que por sua vez são exibidos em gráficos.
- iii. Em seguida, o segundo medidor, ele faz a captura do fluxo que irá passar pela torneira principal. Estes dados são exibidos somente nas plataformas descritas no ponto 3.1, que também são exibidos em Litros por minuto conforme a figura 4.1.
- iv. A última operação do sistema, é uma operação matemática, ou seja, a diferença entre os dados capturados pelos medidores de fluxo. Esta operação permite que obter as perdas, ou melhor, determinar as irregularidades efetuadas pelo consumidor de água. Estes dados são também exibidos na plataforma Web

É importante salientar que as operações ii,iii, e iv, são executados em simultâneo, de modo a exibir todos os dados em simultâneos dentro das plataformas.

3.3. Descrição técnica da solução

Este sistema consiste em Um Microcontrolador (Node MCU ESP8266), que usa os protocolos IP/TCP para comunicação com as plataformas webs. Este ESP8266 faz a medição dos elementos sensores de medição YF-S021, para o controle da vazão, o modulo Relé para o acionamento da válvula solenoide, e Sensor Ultrassónico HC-SR04, para medição do nível de água no reservatório.

A figura 3.1(a) ilustra o diagrama do sistema, que contém todas as componentes. A figura omitiu-se propositadamente, algumas fontes de alimentação para não tornar o sistema complexo devido as fontes. É de referir que o Anexo 2.1: ilustra as fontes de alimentação de cada dispositivo e o circuito de controle do relé. E enquanto o Anexo 2.2 ilustra o esquema elétrico do sistema, as ligações que devem ser feitas para o funcionamento eficaz.

É importante referir que todos as componentes foram descritas no capítulo 2, que em que descrevi as especificações técnicas, e o motivo pela escolha de cada um, estes mesmo são as que são apresentados no anexo 2.1, e 2.2, que também são apresentados na figura 3.1(a). Desde já passo a referir que o fluxograma do funcionamento do sistema geral, encontra está ilustrada no anexo 6.

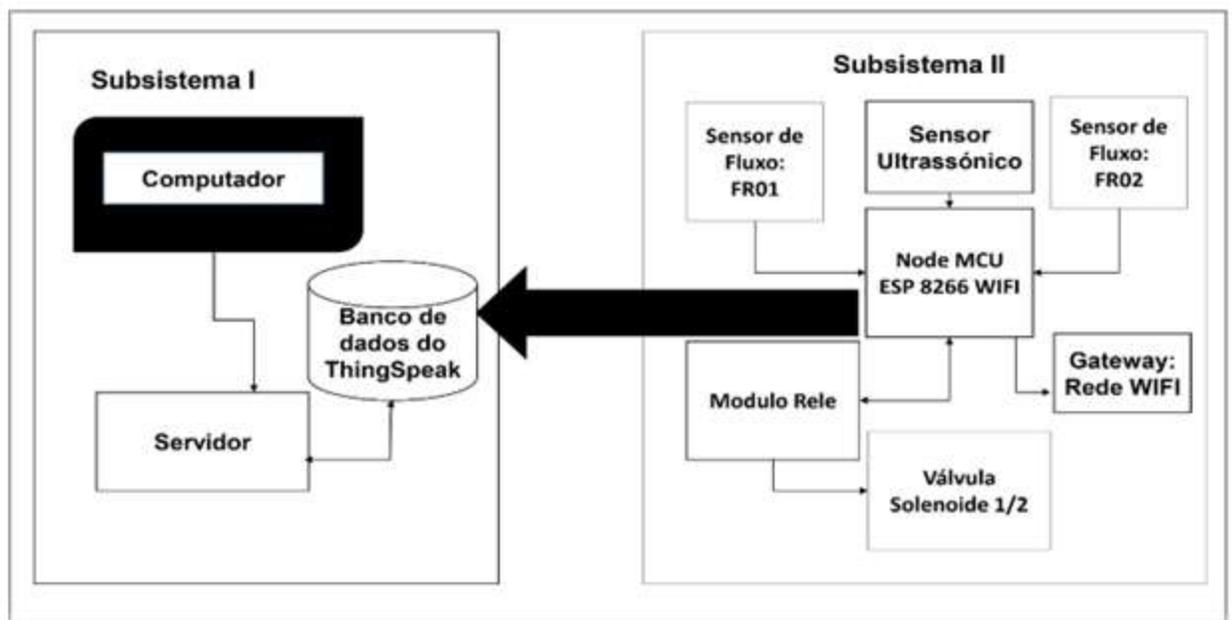


Figure 3.1:(a): Diagrama de Blocos. Fonte: Autor

A figura 3.1(a) ilustra o diagrama funcional do sistema. O sistema que é implementado na residência do cliente. Por sua vez este diagrama é constituído por dois subsistemas: o sistema I: é o subsistema do software, porque é constituído pelo banco de dados para o armazenamento de dados, e o servidor para que o usuário possa conectar a plataforma através do computador, para a visualização dos dados (conforme a figura 3.2 é possível compreender o processo de sinalização entre o servidor o banco de dados). O subsistema II é a parte do hardware é constituído pelos sensores, Microcontrolador Node MCU ESP8266, o módulo relé e a válvula solenoide descritos no capítulo 2.

É importante salientar que o subsistema I, pode ser de uso do cliente ou mesmo do fornecedor.

No anexo 6 é possível verificar que o fluxograma do sistema, as siglas apresentadas são ilustradas os seus significados no capítulo “Siglas & Acrónimos”.

A equação 3.1 apresentado abaixo é equação que permite calcular o volume no reservatório. Sendo assim:

$$VR = VT - (H * \pi^2 * raio) \text{ Eq (3.1.)}$$

Onde:

H é o valor que variar pela medição do sensor Ultrassónico.

VT é dado como a máxima capacidade com o valor de 10 Litros.

As equações 3.2.(a) e 3.2(b), são para determinar o volume em litros por segundo, que passa por cada um destes medidores de fluxos, sendo que estes medidores só medem a vazão em litros por minuto, a divisão por 60 permite converter estes valores em litros por segundo.

$$FL01 = FR01/60 \text{ (Eq. 3.2(a))}$$

$$FL02 = FR02/60 \text{ (Eq. 3.2(b))}$$

As equações 3.3(a) e 3.3(b), são para terminar o valor acumulado do volume, garantindo a maior supervisão do consumo de água.

$$TL01 = TL01 + FL01 \text{ (Eq. 3.3(a))}$$

$$TL02 = TL02 + FL02 \text{ (Eq. 3.3(b))}$$

Em seguida são calculadas as perdas de vazão, as perdas de volume em litros por minuto e as perdas acumuladas volumétricas em litros por segundo, sendo que as equações 3.4, 3.5 e 3.6 respetivamente.

$$LW = FR01 - FR02 \text{ (Eq. 3.4)}$$

$$LWL = LW/60 \text{ (Eq. 3.5)}$$

$$TLWL = TLWL + LW \text{ (Eq. 3.6)}$$

É possível verificar que estas equações são aplicadas no código C++, para o conhecimento do arduíno, olhando o fluxograma a operação que vem antes, mesmo das equações 3.2 e 3.3, é possível ver que as operações são de inicialização, para que haja incremento quando houver as medições.

Existe um cálculo matemático para medir a vazão e o volume. Para determinar a taxa de fluxo por uma mudança na velocidade da água. A velocidade da água depende

da pressão que força as tubulações. A área da secção transversal do tubo é conhecida e permanece constante, portanto calculamos a velocidade média que indica a vazão.

Considera-se que Q é a vazão/ fluxo total de água através do tubo, v é a velocidade média e A é a área de seção transversal do tubo. Nesse caso a relação básica para determinar a vazão do líquido nesses casos é

$$Q = v * A \text{ (Eq. 3.7)}$$

$$\text{Frequencia do Sensor(Hz)} = 7,5 * Q(\text{Litros/min}) \text{ (Eq. 3.8)}$$

$$\text{Litros} = Q * (\text{tempo decorrido(segundos)})/60(\text{segundos/minutos}) \text{ (Eq. 3.9)}$$

Substituindo a equação 3.8 na 3.9 teremos:

$$\text{Litros} = \left(\frac{\text{Frequencia(pulsos/segundos)}}{7,5} \right) * \left(\frac{\text{tempo decorrido(segundos)}}{60} \right) \text{ (Eq. 3.10)}$$

E por fim temos:

$$\text{Litros} = \text{pulsos}/(7,5 * 60) \text{ (Eq. 3.11)}$$

É de salientar que o FR01 e FR02, devem ser calibrados para melhor funcionamento, esta calibração é vista nas especificações na característica do pulso de taxa de fluxo: Frequência (Hz) = 7,5 * Taxa de fluxo. Sendo a calibração recomendada pela (HOW ELECTRONICS, 2023) é de 4.5.

Estes dados que são as variáveis ilustradas no fluxograma do anexo, cuja as figuras são representadas pelos WidGets da figura 4.2 à 4.6.

3.4. Circuito de controle do relé

Para o acionamento da válvula dois interruptores são comumente usados, o relé e o transístor. O sinal de condução será um pino digital (dois estados possíveis), o pino D4 do Modulo NodeMCU ESP8266.". O relé não pode ser comandado directamente pela saída digital do microcontrolador, isto é, também precisa de um interruptor que ele por si só não tem, que é o transístor BC548(a folha de dados deste transístor encontra se no anexo 5), com uma polarização NPN, mostrado no circuito. Todo este circuito da parte do acionamento do relé é integrado em um módulo denominado" módulo relé" (figura

2.13), especificamente desenhado para ser usado com microcontroladores. O módulo relé de 1 canal é constituído por 3 pinos para o microcontrolador, VCC, GND e S (que é o trigger). A bobina de solenoide, como um indutor, armazena uma energia no seu campo magnético que necessita de um caminho pelo qual descarregar após o caminho de corrente pelo interruptor é aberto. O díodo de flyback D8 (a sua folha de dados pode ser localizada no anexo5) é importante porque fornece um caminho para a dissipação dessa energia por activar-se quando o outro caminho abre. Este circuito pode ser visualizado no anexo 2.1. do esquema eléctrico com a legenda “Circuito de Controle do Rele, para o acionamento da válvula Solenoide”.

3.5. Software

3.5.1. Plataforma ThingSpeak.

O ThingSpeak é um serviço de plataforma de análise de IoT que permite agregar, visualizar e analisar fluxos de dados ao vivo na nuvem. Onde os dados podem ser enviados para o ThingSpeak de seus dispositivos, criar visualização instantânea de dados ao vivo e enviar alertas. (THINGSPEAK, 2022). O ThingSpeak é frequentemente usado para prototipagem e prova de conceito de sistemas IoT que exigem análise.

A Internet das Coisas (IoT) descreve uma tendência emergente em que um grande número de dispositivos incorporados (coisas) está conectado à Internet. Esses dispositivos conectados se comunicam com pessoas e outras coisas e geralmente fornecem dados de sensores para armazenamento em nuvem e recursos de computação em nuvem, onde os dados são processados e analisados para obter informações importantes. Poder de computação em nuvem barato e maior conectividade de dispositivos estão permitindo essa tendência. A figura 3.2 mostra o funcionamento de muitos sistemas de IOT.

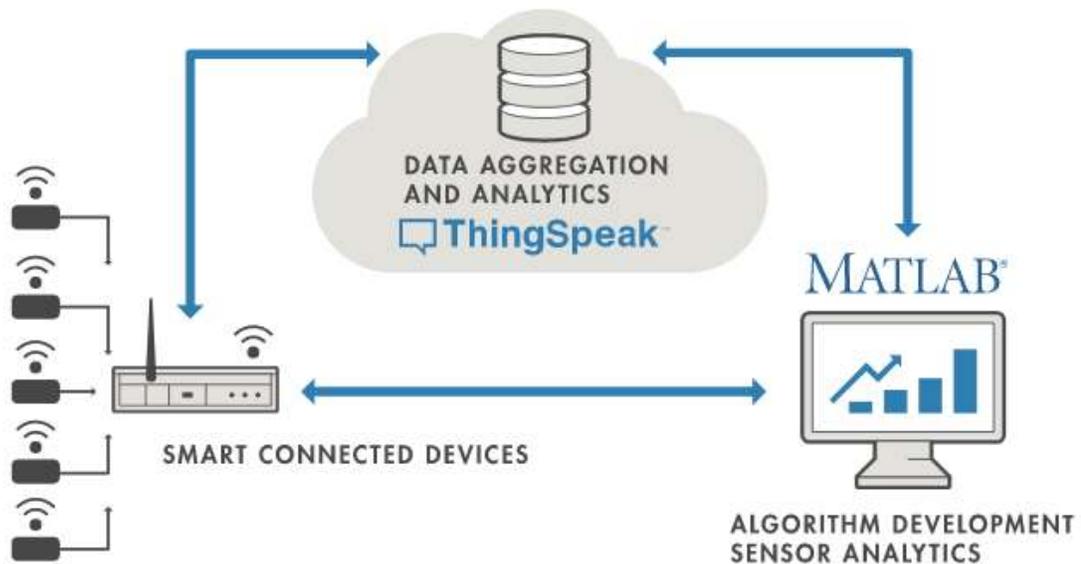


Figure 3.2: Princípio de Funcionamento de um Sistema IOT (THINGSPEAK, 2022).

À esquerda, temos os dispositivos inteligentes (as “coisas” em IoT) que vivem na borda da rede. Esses dispositivos coletam dados e incluem coisas como dispositivos vestíveis, sensores de temperatura sem fio, monitores de frequência cardíaca e sensores de pressão hidráulica e máquinas no chão de fábrica.

No meio, temos a nuvem onde dados de diversas fontes são agregados e analisados em tempo real, muitas vezes por uma plataforma de IoT analytics desenhada para esse fim.

O lado direito do diagrama mostra o desenvolvimento do algoritmo associado ao aplicativo IoT. Aqui, um engenheiro ou cientista de dados tenta obter informações sobre os dados coletados realizando uma análise histórica dos dados. Nesse caso, os dados são extraídos da plataforma IoT para um ambiente de software de desktop para permitir que o engenheiro ou cientista crie protótipos de algoritmos que podem eventualmente ser executados na nuvem ou no próprio dispositivo inteligente.

3.5.1.1. Criação do Canal no ThingSpeak.

O canal é criado mais, para o armazenamento de dados, que são capturados pelos sensores, inseridos no protótipo, sendo, assim, alguns destes procedimentos para a sua

criação serão ilustrados, através das figuras que serão colocadas. Para a criar um servidor ThingSpeak, ou seja, um canal, é necessário primeiramente que estejas cadastrado no site oficial da *thingspeak.com*, após de estar cadastrado, vem em seguida a criação do canal. A figura 3.3 ilustra, como é feito a criação do canal, onde clica-se no botão novo canal, em seguida abrirá uma janela, como ilustrada na figura 3.4, os campos devem ser preenchidos, como: o nome do canal, descrição do canal, e os campos (Field).

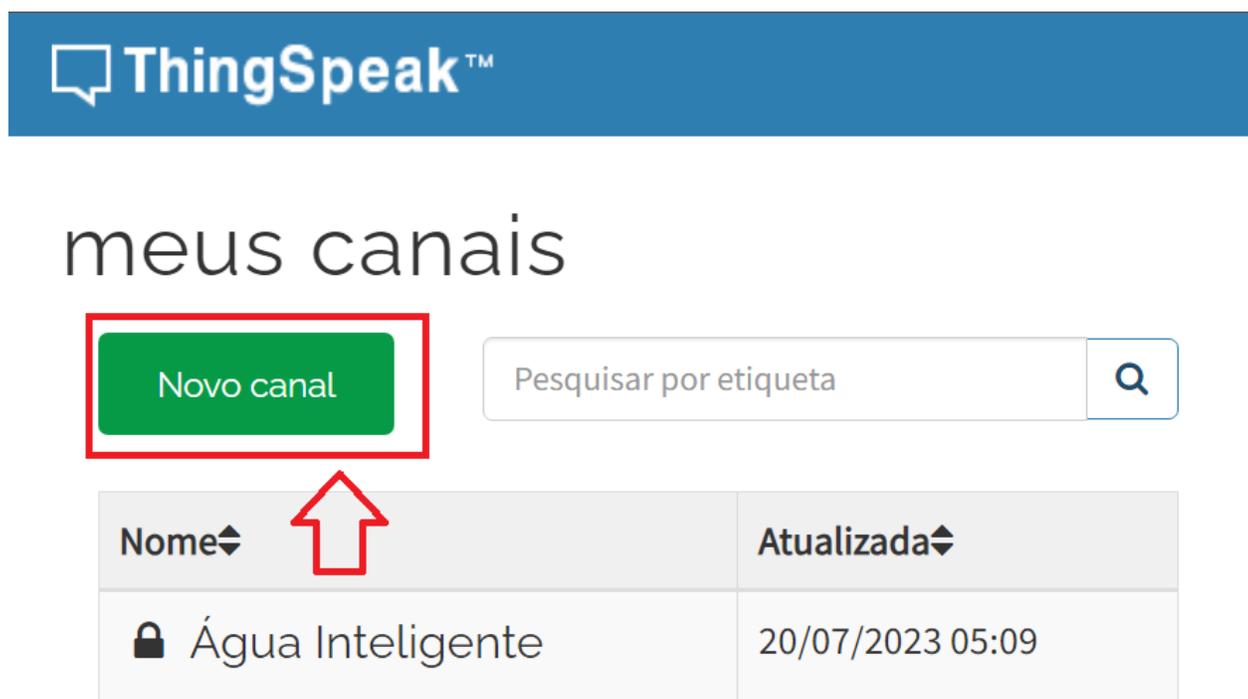


Figure 3.3:Criação do Canal. Fonte: <https://thingspeak.com/channels>.

ID do canal	2224551	
Nome	Smart Water	
Descrição	Sistema de Consumo domestico de agua para detecção de Fraudes	
Campo 1	FR01-Vazao Med	<input checked="" type="checkbox"/>
Campo 2	TL01- Volume ac	<input checked="" type="checkbox"/>
Campo 3	FR02-Vazao Med	<input checked="" type="checkbox"/>
Campo 4	TL02- Volume ac	<input checked="" type="checkbox"/>
Campo 5	LW- Perda (L/mir	<input checked="" type="checkbox"/>
Campo 6	TLWL-Perdas de	<input checked="" type="checkbox"/>

Figure 3.4:Preenchimentos dos Campos (Field) das Variáveis que se Pretende Controlar.
 Fonte: <https://thingspeak.com/channels/2224551/edit>.

Após o preenchimento dos campos que pretendemos visualizar, é necessário salvar o canal, o botão de salvar encontra por baixos dos campos de preenchimentos.

. Depois de se ter preenchidos todos os campos necessários salvar o canal. A figura 3.5 ilustra a tela principal do canal já criado, visto que do lado superior esquerdo temos, o id do canal (uma ferramenta muito fundamental na criação do código, ilustrado no anexo 3: Código Fonte), temos o Autor e o tipo de acesso, neste caso privado, isto é, somente quem tem as senhas terá o acesso poderá visualizar os dados do canal, mas existe a possibilidade de que outras, pessoas visualizem estes dados, sem ter acesso ao

canal, só em caso do uso do API Key Read, isto é, quando o Engenheiro, ou seja, o programador disponibilizar este acesso aos demais usuários.

The image shows the ThingSpeak interface for a channel named "Água Inteligente". At the top is the ThingSpeak logo. Below it, the channel name "Água Inteligente" is displayed in a large font. The channel details are listed: "ID do canal: 2224551", "Autor: mwa0000028095701", and "Acesso: Privado". To the right of these details is a box containing the channel name "Sistema de Consumo Doméstico de Água". Below the details are several menu options: "Visualização Privada", "Visualização pública", "Configurações d", "Chaves de API", and "Importação/Exportação de Dados". Red boxes and circles highlight the ID, author, access level, and the "Visualização Privada" button.

ThingSpeak™

Água Inteligente

ID do canal: 2224551
Autor: mwa0000028095701
Acesso: Privado

Sistema de Consumo Doméstico de Água

Visualização Privada Visualização pública Configurações d

Chaves de API Importação/Exportação de Dados

Figure 3.5:Tela Principal do Canal Criado: "Smart Water".
Fonte https://thingspeak.com/channels/2224551/private_show

. A figura 3.6 ilustra os gráficos (widgets) que são representados por cada campo (Field) preenchidos, isso já ilustrado na figura 3.4.



Figure 3.6: Gráficos (WidGets) dos Campos (Field) Preenchidos. ".
 Fonte: https://thingspeak.com/channels/2224551/private_show

3.5.1.2. Processo de Gravação de dados ao ThingSpeak

O processo de gravação de dados a plataforma ThingSpeak, que são enviados a partir da placa NodeMCU ESP8266 (figura 2.2) gerado, através de uma chave de escrita, que gerado pela própria plataforma. Esta chave de escrita, na linguagem Inglesa, é designada por "Write API Key", que tem a responsabilidade de gravar os dados ao canal, este dado que por sua vez são capturados pelos sensores. E caso da chave estar comprometida, isso é de duplo acesso (ou seja, os dados que estão a ser gravados a plataforma são diferentes dos que são esperados), a plataforma dá-nos a possibilidade de gerar uma nova chave. A figura 3.7 lustra a tela, "API Key", compostas pelas chaves escritas, e de leitura, e também o botão de gerar uma nova chave.



Figure3.7:Tela das chaves de API. Fonte: https://thingspeak.com/channels/2224551/api_keys.

3.5.1.3. Exportação de dados

A plataforma ThingSpeak, dá-nos a possibilidade de exportar os dados, que são gravados nos Widgets, permitido assim, uma análise bem cautelosa. Estes dados, são escritos no documento em formato CSV. Este documento contém uma tabela, composto, pela data hora, id, e os Field. O Id, neste caso é o número que representa, o número de vezes que estes dados são organizados, os Field são os campos que foram preenchidos. A figura 3.8 ilustra a tela “importar/ Exportar dados, no formato CSV.



Figure 3.8: Tela no ThingSpeak de Importação e Exportação de dados.
Fonte: https://thingspeak.com/channels/2224551/import_export

3.6. Custos Materiais

Os materiais utilizados para construção do protótipo, são subdividido em componentes do protótipo, materiais de canalização, material de transporte e impressão do próprio relatório.

A tabela 3.1 ilustra, todos componentes usados para a construção do protótipo, isto é, referente ao hardware do sistema.

A tabela 3.2 ilustra os materiais de canalização e o seu custo total, usados para a interligação das componentes ilustradas na tabela 3.1.

A tabela 3.3 ilustra os dados diversos, sendo assim o preço real do transporte do material da figura 3.1 e uma estimativa do preço da impressão relatório do trabalho de Licenciatura.

A figura 3.4 ilustra o custo total da soma dos subtotais das tabelas 3.1, 3.2 e 3,

Tabela 3.1: Componentes do Protótipo

Materiais (Componentes)	Quantidade	Preço Unitário (MT)	Preço Total (MT)
Modulo WiFi Esp8266 CH340 NodeMCU	01	1055	1 055,00
Sensor fluxo de água	02	1200	2 400,00
Sensor HC-SR04	01	350	350,00
Válvula Solenoide 1/2	01	1300	1300
Módulo Relé de 1 canal	01	1000	1000
Placa de ensaio	02	390	780,00
Jumpers fêmeas	10	10	100,00
Jumpers macho	15	10	150,00
Subtotal1			7 135,00

Tabela 3.2: Material de Canalização

Outros Materiais	Quantidade	Preço Unitário (MT)	Preço Total (MT)
Válvula	01	100	100
Balde de 10L	01	-----	-----
Niplo	01	30	60
Tubo tipo T	01	50	50
Tubo de ligação	01	130	130
Torneiras	02	40	80
Bucha de redução	04	15	60
Fita de teflon	01	25	25
Subtotal2			505,00

Tabela 3.3: Diversos

Descrição	Valor(MT)
Transporte	154,00
Impressão	3 000,00
Subtotal 3	3 534,00

Tabela 3.4: Custo total

Total (MT)	11 174,00
-------------------	------------------

Fonte: Autor.

Capítulo IV

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1. Ensaio Laboratorial

4.1.1. Na plataforma ThingSpeak

Um dos recursos mais valiosos deste sistema é a capacidade de coletar dados e seu processamento. Com este sistema é possível o monitoramento em tempo real, os dados coletados por sensores permitem que os fornecedores como clientes façam o controle do seu consumo.

Analisando o processo do sistema de detenção e monitoramento de água, realizou-se o teste com o objetivo de avaliar o comportamento do sistema com a função dos sensores das grandezas de interesse.

Nesta fase fez-se a simulação real, do consumo de água, em uma residência com efeito de ligação clandestina, ou seja, fraudes, estes dados da simulação foram gravados, na plataforma ThingSpeak, com acesso para o administrador & o Cliente, sendo assim,

Sendo assim, como já apresentados nas figuras 3.3 à figura 3.7, nos procedimentos de criação de um canal na plataforma ThingSpeak, abaixo são apresentadas as figuras que representam os resultados obtidos na simulação do protótipo.

4.1.1.1. Medição da Vazão

As figuras 4.2 e 4.3, ilustra as medições volumétricas em cada instante, quando os sensores de fluxo FR01 e FR02, detectam alguma passagem do líquido, este instante é dado no código fonte, escrito no anexo 4.

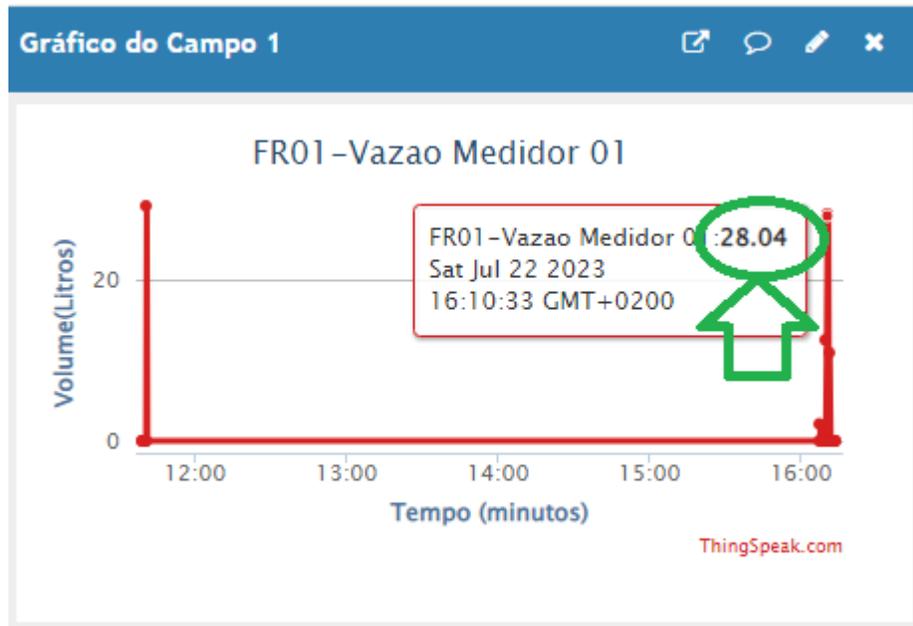


Figura 4.1::Medição do Volume do Primeiro Medidor de Fluxo (FR01).
Fonte: https://thingspeak.com/channels/2224551/private_show

A figura 4.1. imagem do consumo de água coletado pelo primeiro sensor, e o valor circundado é a vazão em litros por minutos, que foi detetado pelo sensor no instante de das 16 horas, 10 minutos e 30 segundos no dia 22 de julho. Sendo que neste mesmo instante é esperado que o segundo sensor de fluxo possa medir o mesmo ou um valor bem próximo.

A figura 4.2. ilustra o consumo de água coletado pelo segundo sensor, que se encontra antes da torneira acastanhada. Que no mesmo fuso de tempo, coletou um valor de 15,5 L/ min. É de salientar que este valor diminui bastante no processo devido ao escoamento da água que saiu na torneira branca (a torneira que simula a ligação clandestina).



Figura 4.2:Medição do Volume do Segundo Medidor de Fluxo (FR02).
 Fonte: https://thingspeak.com/channels/2224551/private_show

4.1.1.2. Medição do volume acumulado

As figuras 4.3 e 4.4, ilustra os volumes acumulados dos sensores FR01 e FR02. Sendo que os valores gravados em cada WidGets são valores em litros.

A figura 4.4. ilustra um WidGet, como nas figuras 4.1 e 4.2, mas nesta figura são apresentados os valores do volume acumulado referentes a vazão da figura 4.1, sendo assim estes dados conforme a equação 3.3(a), foi assim determinado o volume acumulado, garantindo assim os dados em litros e não em litros por minutos. É de salientar que estes mesmos dados só são obtidos a partir da equação 3.2(a) que converte em litros e depois é feito a soma com a equação 3.3(a).

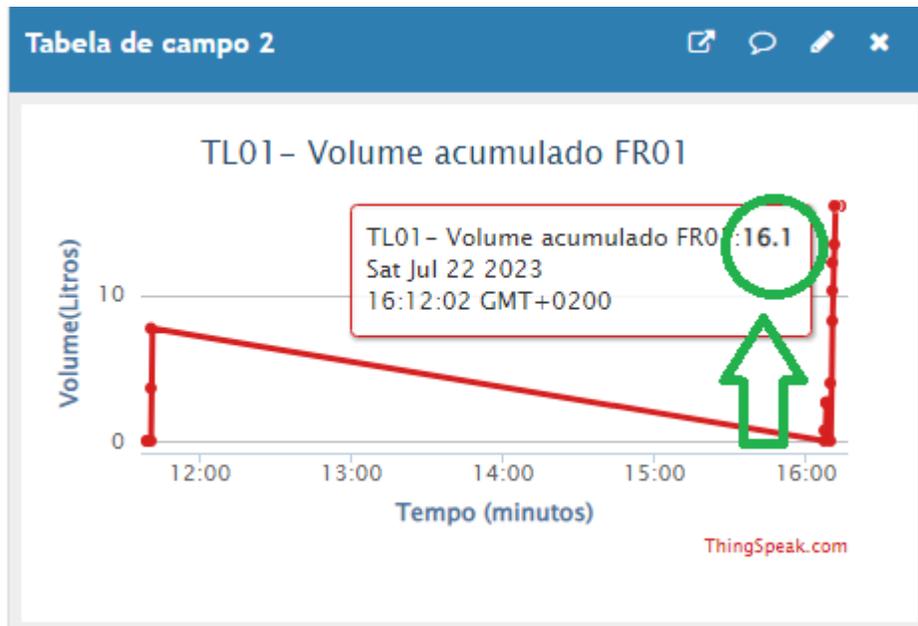


Figura 4.3: Volume acumulado do FR01 Fonte: https://thingspeak.com/channels/2224551/private_show

A figura 4.3, ilustra um gráfico que em cada instante que o medidor de fluxo FR01 coleta, algum valor, ele converte estes valores em litros e adiciona com o valor anterior, que já se encontrava já armazenando no gráfico. Observando o gráfico, é de notar que o primeiro medidor coletou 16,1 litros de água, até as 16 horas, 12 minutos e 02 segundos do dia 22 de junho.

A figura 4.4, ilustra um gráfico com as mesmas especificações como o da figura 4.3 respondendo assim as equações 3.2(b) que converte os valores em de litros por minutos para litros e depois são adicionados a um outro volume do instante anterior formando assim o volume acumulado (respondendo assim a equação 3.3(b)).

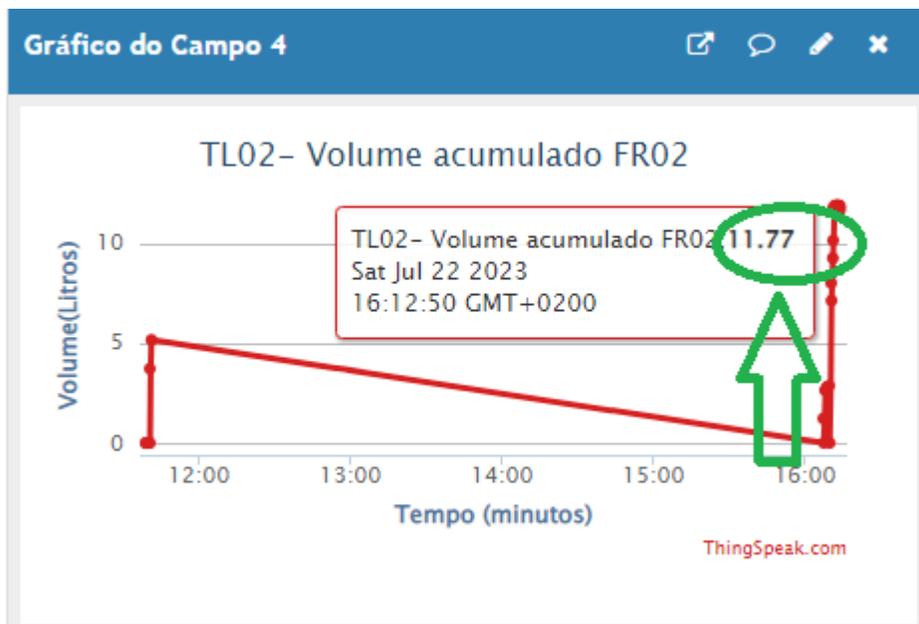


Figura 4.4.:Volume Acumulado FR02. Fonte: https://thingspeak.com/channels/2224551/private_show

É possível observar, que o volume acumulado detetado pelo segundo medidor de fluxo é de 11,77 litros, estes dados foram detetados quase no mesmo instante, que o da figura 4.4. Isso justifica as perdas de água.

4.1.1.3. Perdas de vazão volumétrica e Perda de volume acumulado total

As perdas de vazão volumétricas, são perdas detetadas de acordo com a equação 3.4, que corresponde em perdas da vazão em cada minuto/ instante. A figura 4.5 apresenta as perdas de vazão volumétrica, no período das 16 horas, 10 minutos e 33 segundos. É visto que o valor detetado neste instante é de 12,54 Litros/minutos, isso significa que é o valor perdido naquele período de tempo.



Figura 4.5:Perdas de Vazão Volumétricas Fonte: https://thingspeak.com/channels/2224551/private_show

A perdas do volume acumulado total, são perdas acumuladas de todo o sistema, isto é, podem ser calculados a partir das equações 3.5 e 3.6. Estas equações permitem obter as perdas em litros, que partem dos valores da figura 4.6, que são convertidos em litros segundo a equação 3.5 e acumulados segundo a equação 3.6.

A figura 4.6, o volume total perdido no sistema, até o período as 16 horas, 13 minutos e 58 minutos, desde o início da ligação do sistema. O valor perdido total foi de 9,1 litros de água.

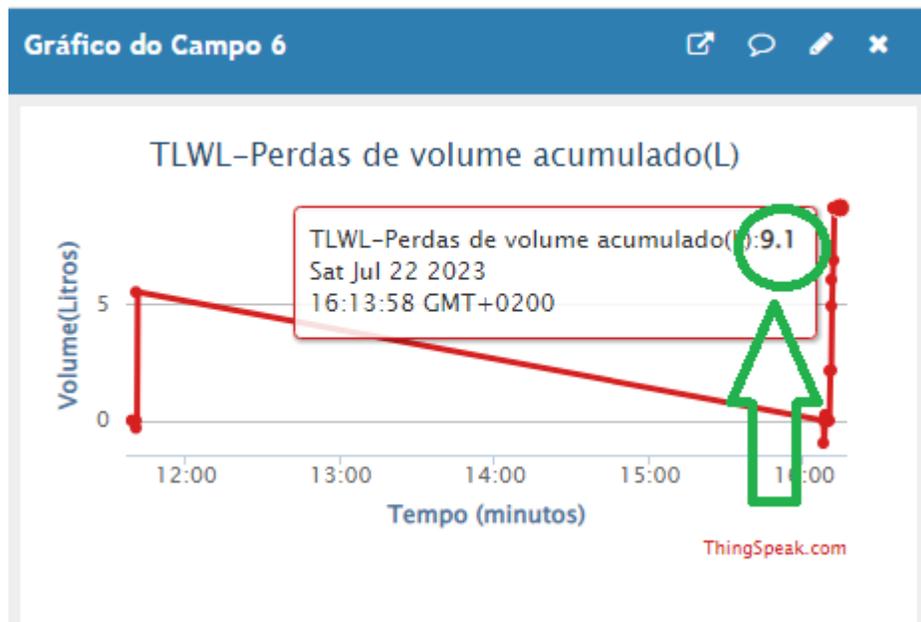


Figura 4.6:Perda do volume acumulado total.
Fonte: https://thingspeak.com/channels/2224551/private_show

4.1.1.4. Relatório geral do sistema

O relatório geral do sistema, é um relatório, composto por uma tabela que contém todos os valores dos gráficos das figuras 4.1 à 4.6.

A tabela 4.1 ilustra o relatório criado pelo sistema ThingSpeak, que composto pelas informações destas figuras. As colunas são: data e hora, o id (o número de medições detetadas), o field1 são os valores da figura 4.1, field2 são os valores da figura 4.2, o field3 são os valores da figura 4.3, field4 são os valores da figura 4.4, o field5 são os valores da figura 4.5 e por fim tem si a coluna field6 que são os valores da figura 4.6.

Esta tabela proporciona, a possibilidade de estar a parte a todos os valores capturados pelos sensores. Garantindo assim a possibilidade de alertar o consumidor dos seus gastos, e perdas com maior precisão.

Tabela 4.1:Relatório do Consumo & Perdas

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	created_at	entry_	field1	field2	field3	field4	field5	field6
2	2023-07-22T05:3	1	0	0	0	0	0	0.00
3	2023-07-22T05:3	2	0	0	0	0	0	0.00
4	2023-07-22T05:4	3	0	0	0	0	0	0.00
5	2023-07-22T05:4	4	29.31	3.61	0	3.72	29.31	-0.31
6	2023-07-22T05:4	5	0	7.72	0	5.17	0	5.50
7	2023-07-22T10:0	6	0	0	0	0	0	0.00
8	2023-07-22T10:0	7	2.13	0.74	0.53	1.22	1.6	-0.96
9	2023-07-22T10:0	8	0	2.65	0	2.66	0	0.23
10	2023-07-22T10:0	9	0	2.65	0	2.66	0	0.23
11	2023-07-22T10:0	10	0	2.65	0	2.8	0	-0.04
12	2023-07-22T10:0	11	0	2.65	0	2.8	0	-0.04
13	2023-07-22T10:0	12	0	0	0	0	0	0.00
14	2023-07-22T10:1	13	12.63	3.98	0.43	2.87	12.2	2.13
15	2023-07-22T10:1	14	28.04	8.23	15.5	7.13	12.54	2.15
16	2023-07-22T10:1	15	28.29	10.31	9.56	7.99	18.73	4.91
17	2023-07-22T10:1	16	0	12.19	0	9.25	0	6.02
18	2023-07-22T10:1	17	10.99	13.48	5.7	10.14	5.29	6.85
19	2023-07-22T10:1	18	0	16.1	0	11.77	0	9.10
20	2023-07-22T10:1	19	0	16.1	0	11.77	0	9.10
21	2023-07-22T10:1	20	0	16.1	0	11.77	0	9.10
22	2023-07-22T10:1	21	0	16.1	0	11.77	0	9.10
23	2023-07-22T10:1	22	0	16.1	0	11.77	0	9.10
24	2023-07-22T10:1	23	0	16.1	0	11.77	0	9.10
25	2023-07-22T10:1	24	0	16.1	0	11.77	0	9.10
26	2023-07-22T10:1	25	0	16.1	0	11.77	0	9.10

Fonte: (ThingSpeak, 2023)

4.1.1.5. Análise do desempenho do sistema

O presente projecto como simular a situação do consumo de água, também foram feitas mais medições que resultaram de duas situações: resultados obtidos com a execução das ligações clandestinas e sem execução das ligações, obedecendo uma tabela como a tabela 4.1.

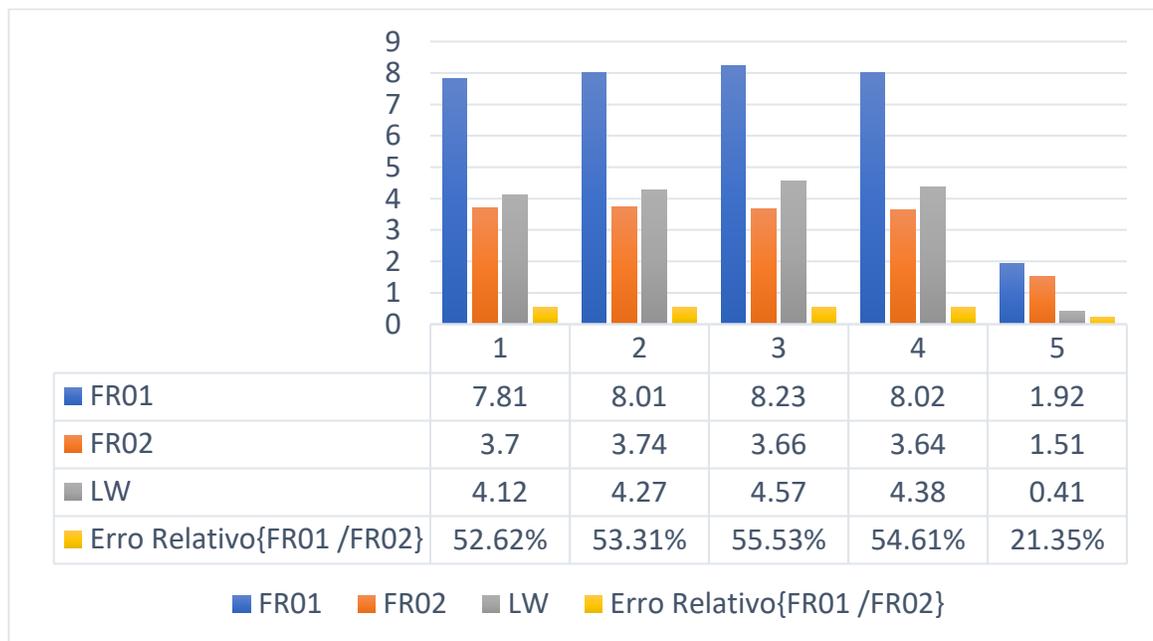


Figura 4.7: Resultados obtidos com execução das ligações clandestinas. Fonte: Autor

A figura 4.7 ilustra um gráfico com dados obtidos em algumas medições, onde é ilustrado os FR01 que representa a vazão do primeiro sensor, FR02 a vazão do segundo sensor, LW as perdas volumétricas e Erro Relativo entre, que permite determinar a confiabilidade entre os sensores. Estes dados foram obtidos executando as ligações clandestinas.

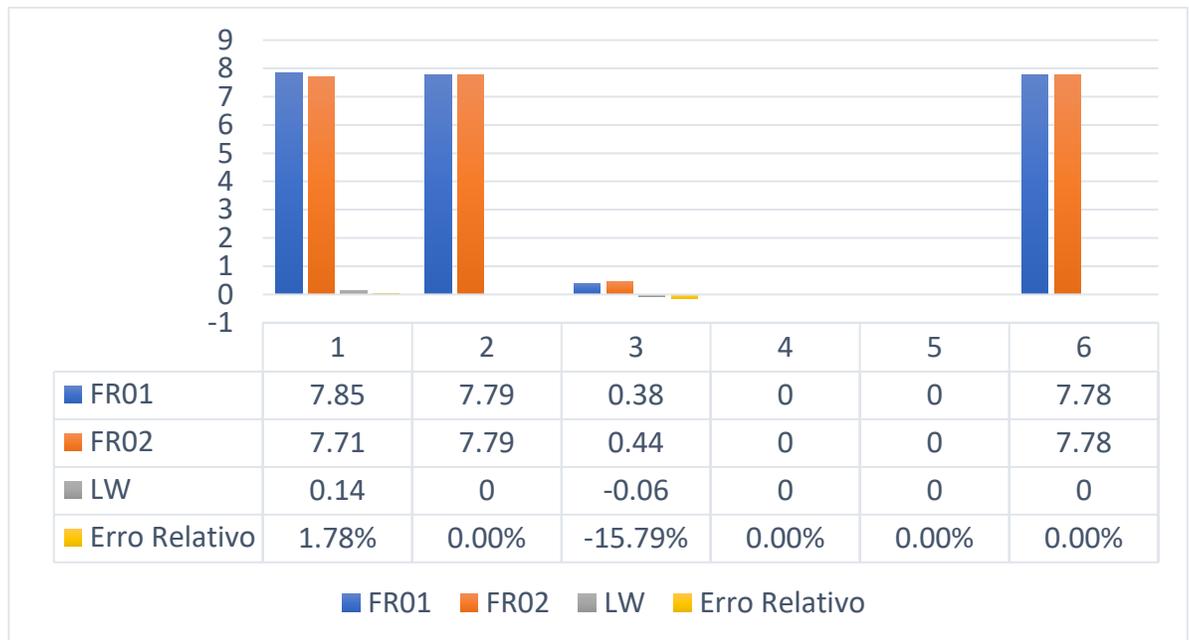


Figura 4.8: Resultados obtidos sem execução das ligações clandestinas. Fonte: Autor

A figura 4.8 ilustra um gráfico com dados obtidos em algumas medições, onde é ilustrado os FR01 que representa a vazão do primeiro sensor, FR02 a vazão do segundo sensor, LW as perdas volumétricas e Erro Relativo entre, que permite determinar a confiabilidade entre os sensores. Estes dados foram obtidos sem a execução das ligações clandestinas.

Capítulo V

5. CAPÍTULO V- CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusão

Este trabalho propôs -se criar um sistema microcontrolado simples e de baixo custo para o monitoramento do consumo doméstico de água. Para atender a este objectivo teve se desenvolver um protótipo que foi designada como hardware para coleta de dados, e a criação de um canal na plataforma ThingSpeak que foi designada como Software, para o armazenamento de dados, e para exportação do relatório.

O maior foco neste projecto foi de melhorar a confiabilidade entre o consumidor e o fornecedor, garantindo o que for consumido seja visualizado pelos os dois, da mesma forma. Portanto, este sistema exigiu a implementação de todos os conhecimentos adquiridos durante a formação académica, bem como os novos conhecimentos adquiridos ao longo do desenvolvimento deste projecto, de modo a alcançar as expectativas e satisfazer as necessidades levantadas para o trabalho.

As simulações na fase laboratorial utilizadas neste projecto, mostraram-se muito eficazes, porque sistema garante a boa performance, onde sensores de fluxo, mostraram-se próximo aos medidores de tradicionais, na medição da vazão e do volume. A escolha do módulo Esp8266, provou-se ser uma escolha adequada para este sistema. Este foi escolhido por causa da sua conectividade Wi-Fi, que possibilita uma fácil configuração para o acesso a internet, é um microcontrolador com menores dimensões, o que o tornou mais adequado para este projecto, que contém restrições de espaço. A plataforma ThingSpeak foi criada nela um canal, para o controle e monitoramento, o canal criado tenta descobrir as necessidades do cliente & do fornecedor, possibilitando assim a visualização dos gráficos, que permite a gestão do consumo doméstico da água, e das perdas volumétrica, o que ajuda ao fornecedor a tomar medidas para conter, estas perdas., como o acionamento da válvula solenoide, para conter a passagem da água.

Na plataforma ThingSpeak, trás a possibilidade de exportação de relatório. Esta ferramenta é eficaz para as empresas de abastecimentos de água, que fazem emissão de facturas, há possibilidades de fazer a emissão deste relatório, junto com a factura

normal. A plataforma ThingSpeak pode ser ajustado para qualquer tipo de sistema de gestão de monitoramento do consumo, dependendo, de quantas variáveis se pretende controlar.

É de salientar que o projecto por um lado, não constitui uma vantagem na implementação para consumidores, sem acesso a internet, pois não será possível este por sua vez, terem acesso aos dados capturados.

Em resumo, este projeto não apenas capturou com sucesso o consumo de água, mas também forneceu insights sobre as perdas no sistema. Ao mostrar tanto o consumo quanto as perdas, o sistema adiciona valor ao oferecer a uma visão abrangente da dinâmica de uso de água. O resultado do estudo contribui para o gerenciamento sustentável de recursos e demonstra uma aplicação inovadora do NodeMCU 8266 WiFi em conjunto com sensores de fluxo e o ThingSpeak para o monitoramento do consumo de água.

5.2. Recomendações

Abaixo seguem algumas recomendações, que podem ser usados para a implementação e/ ou o melhoramento do sistema. As recomendações são as seguintes:

1. O autor não efetuou um estudo bem apurado sobre implementação do sistema para o uso comercial ou industrial, sendo que este trabalho é uma proposta de um sistema, recomenda-se que em futuros trabalhos se faça uma análise mais profunda de como poderia ser implementado o sistema.
2. É recomendável o desenvolvimento de uma plataforma web, para uma melhor gestão do consumo doméstico pelo cliente e pelo fornecedor, que garante que o seu servidor não seja local, de modo que cliente ou o fornecedor tem acesso remoto, e que seja acoplado com os processos de pagamentos que permite que o cliente efetue os seus pagamentos qualquer momento.

5.3. Constrangimentos

Durante o desenvolvimento do relatório, desenvolvi em paralelo o protótipo e o sistema web, como forma de garantir, a melhor gestão de tempo. Mas, devido as dificuldades, e a demora na aquisição dos materiais, o autor não conseguiu concluir com desenvolvimento da página web, faltava-lhe a conexão entre o protótipo e a página web, de facto só o surgiu a possibilidade de interligar com a plataforma web, já existente, que é fácil a sua configuração. Sendo assim um dos objectivos específico foi sim concluído mais de um modo inesperado. É importante salientar que houve a instabilidade do sensor Ultrassónico por isso, não foi usado no desenvolvimento do protótipo, mas isso não impediu, se atingir os objectivos propostos.

Referências Bibliográficas

- Alfacomp;. (janury de 2021). *alfacomp*. Obtido de alfacomp: <https://alfacomp.net/2021/01/01/medidor-ultrassonico-de-nivel/>
- Alperovits, E., & Shamir, U. (1977). *Design of optimal water distribution systems*. Water Resources Research.
- BAKER, M. N. (1981). *The Quest for Water. The History of Water Purification form the Eraliest Records to The Twentieth Century* (Vol. 01). (C. DENVER, Ed.) American water works Association.
- Banggood;. (2018). *ESP8266 NodeMCU CH340*. Obtido de BangGood: www.banggood.com/NodeMcu-Lua_WIFI-Internet-Things-development-board-based-ESP8266-CP2102-Wireless-module-p-1097112.html
- BERMO;. (2021). *Bermo a Company Of The Armaturen GROUP* . Obtido de Bermo a Company Of The Armaturen GROUP : <https://bermo.com.br/produtos/detalhes/valvula-de-gaveta-haste-ascendente-com-flanges-inox-1/>
- Bhatt, P. (2020). ESP8266: Hardware and its Limitations. *Hardware and its Limitations*. Obtido em Maio de 2023, de <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/esp8266-hardware-and-its-limitations>
- Binny, K. J. (2014). *Handbook of sensors and actuators*. Elsevier.
- Casa Faria. (2020). *Casa Faria Materiais Hidraulicos LTDA*. Obtido de Casa Faria Materiais Hidraulicos LTDA: http://www.casafaria.com/loja/produto-103782-1159-valvulas_de_esfera_monobloco_fig_9103
- CHISSANO, J. (2009). *Ligações Clandestinas de água*. Maputo: Carta de Moçambique.
- Descomplicas Soluções. (2020). *Descomplicas Soluções*. Obtido em Maio de 2023, de DescomplicasSolucoes: https://www.descomplicasolucoes.com.br/MLB-2741911015-medidor-de-fluxo-vazo-digital-p-agua-arla-gasolina-diesel-_JM
- DETRON. (2019). *detron*. Obtido de detron: <https://www.detron.com.br/valvulas-borboleta>
- ElecFeaks. (2019). *ElecFeaks*. Obtido em 01 de June de 2023, de ElecFeaks: <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Proximity/HCSR04.pdf>

Electronics. (2021). Water Flow Sensor to Measure Flow Rate and Volume. Obtido em Maio de 2023, de Electronics: <https://how2electronics.com/arduino-water-flow-sensor-measure-flowrate->

Emerson. (2021). *Emerson*. Obtido em 2023, de Emerson: <https://www.emerson.com/pt-br/automation/measurement-instrumentation/flow-measurement/about-magnetic>

Espressif Systems. (2018). *Espressif Systems*. Obtido de Espressif Systems: www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf

FERMARC. (2022). *FERMARC*. Obtido de FERMARC ROBOTICA: <https://www.fermarc.com/modulo-rele-5v-1-canal>

FERMARC. (2022). *FERMARC ROBOTICA*. Obtido em 14 de Maio de 2023, de Fermarc: <https://www.fermarc.com/produto/modulo-rele-5v-10a-1-canal-para-arduino.html>

Ghasem, N. (2018). *Principles of Process Engineering*. Cham: Springer International Publishing.

Hackster.io. (2020). Getting Started with ESP8266. Obtido em 10 de Agosto de 2021, de <https://www.hackster.io/arduino/products/esp8266>

HardwareBee. (s.d.). *HardwareBee*, ESP8266: Pros and Cons. Obtido em 10 de Agosto de 2021, de HardwareBee: <https://hardwarebee.com/esp8266-pros-cons/>

Helfrick, A. D., & Cooper, W. D. (2017). *Instrumentação Eletrônica Moderna e Técnicas de Medição* (2 ed.). Pearson.

HOW ELECTRONICS. (29 de Maio de 2023). *HOW ELECTRONICS*. Obtido de HOW ELECTRONICS: <https://how2electronics.com/iot-water-flow-meter-using-esp8266-water-flow-sensor/>

JOHNSON, R. C. (2013). *Process Control Instrumentation Technology*. Pearson.

Luis, M. (10 de Novembro de 2018). *O País*. Obtido de O País: <https://opais.co.mz/roubo-de-contadores-de-agua-preocupa-residentes-de-inhambane/>

Maker Advisor. (2020). ESP8266: Hardware, Programming, and More. Obtido em 10 de Agosto de 2021, de Maker Advisor: <https://makeradvisor.com/tools/esp8266/>

Mallinson, J. C. (1998). *Magnetic Sensors and their Applications*. Wiley.

Mattede, H. (2021). *Mundoda Elétrica*. Obtido de mundo da electrica: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-rele-como-funciona-um-rele/>

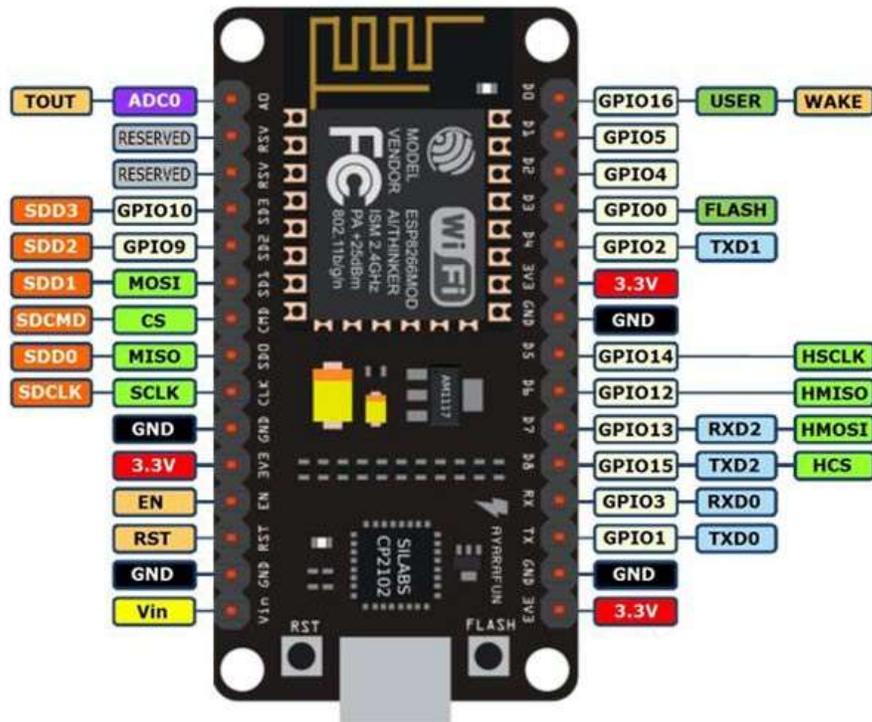
- MAVROPOULOS, A., & ROUX, J. P. (2006). *Water Services in African*. Africa do Sul: Water SA.
- MAZIDI, M. A., NAIMI, S., & NAIMI, S. (2010). *Fundamentals of Micocontrollers and Aplications in Embedded Systems with PIC*. Joh Wiley & Sons.
- Nedelkovski, D. (2022). *How to use Water Flow Sensor-Arduino Tutorial*. Obtido em 02 de Juno de 2023, de <<http://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/arduino-flow-rate-sensor-circuit-working-and-code/>>
- OLIVEIRA, E. R. (2011). *Microcontraladores PIC- Programação em C*. Érica.
- OMEGA. (2018). OMEGA. Obtido em Maio de 2023, de OMEGA: <https://br.omega.com/pptst/FPD3100.html>
- PAIOL VERDE. (2021). *paiolverde*. Obtido de paiolverde: <https://www.paiolverde.com.br/valvula-solenoide-nascimetal-va-03-rosca-12-x-12-angulo-180-12v-dc>
- Popovic, R. S. (2004). *Hall Effect Devices*. CRC Press.
- Ramsden, E. (2006). *Hall Effect Sensors: Theory and Applications*. Newnes.
- RH, M. (2019). *Rh materiais electricos*. Obtido de <https://blog.rhmateriaseletricos.com.br/como-funciona-um-rele-de-estado-solido/>
- Savaresi, S. M. (2012). *Sensores Industriais: Fundamentos e Aplicações* (Primeira ed.). Érica.
- SeedStudio. (2020). Everything You Need to Know About Trace Width. Obtido em 02 de Junho de 2023, de <https://www.seeedstudio.com/blog/2020/05/30/how-to-select-the-best-water-flow-sensor-for-your-arduino-project/>
- SHAMSUDDIN, S. M., & ISMAIL, R. (2017). *Comparative Study of Electromagnetic and Piezoelectric Vibrationbased Energy Harvesting* (Vol. 11). Energy Procedia. Obtido em 24 de Maio de 2023
- Silver Automation Instruments. (2019). *Silver Automation Instruments*. Obtido em Maio de 2023, de Silver Automation Instruments: <https://pt.silverinstruments.com/product/flow-measurement/vortex-flow-meter.html>
- Taha, M. R., Faisal, N. H., & Rahman, M. A. (2014). *Simulation of water distribution system using EPANET*. Procedia Engineering. Obtido em 15 de Maio de 2023

- Testtech. (s.d.). *DocPlayer*. Obtido de DocPlayer: <https://docplayer.com.br/14884626-Formas-de-onda-em-uma-fonte-de-alimentacao-linear.html>
- ThingSpeak. (22 de Junho de 2023). *ThingSpeak*. Obtido de ThingSpeak: https://thingspeak.com/channels/2224551/import_export
- Watterworth, J. A. (1965). *Flow in networks of conduits or conductors. Technical Report*. Berkeley.: University of California,. Obtido em 02 de Junho de 2023
- Zile, F. (Setembro de 2022). Dimensionamento e Construção de um Sistema Multimicontrolado de Dosagem e Gestão Básica de Abastecimento da Água c/Usos da IoT. *Dimensionamento e Construção de um Sistema Multimicontrolado de Dosagem e Gestão Básica de Abastecimento da Água c/Usos da IoT.*, p. 15.

Anexos

Anexos

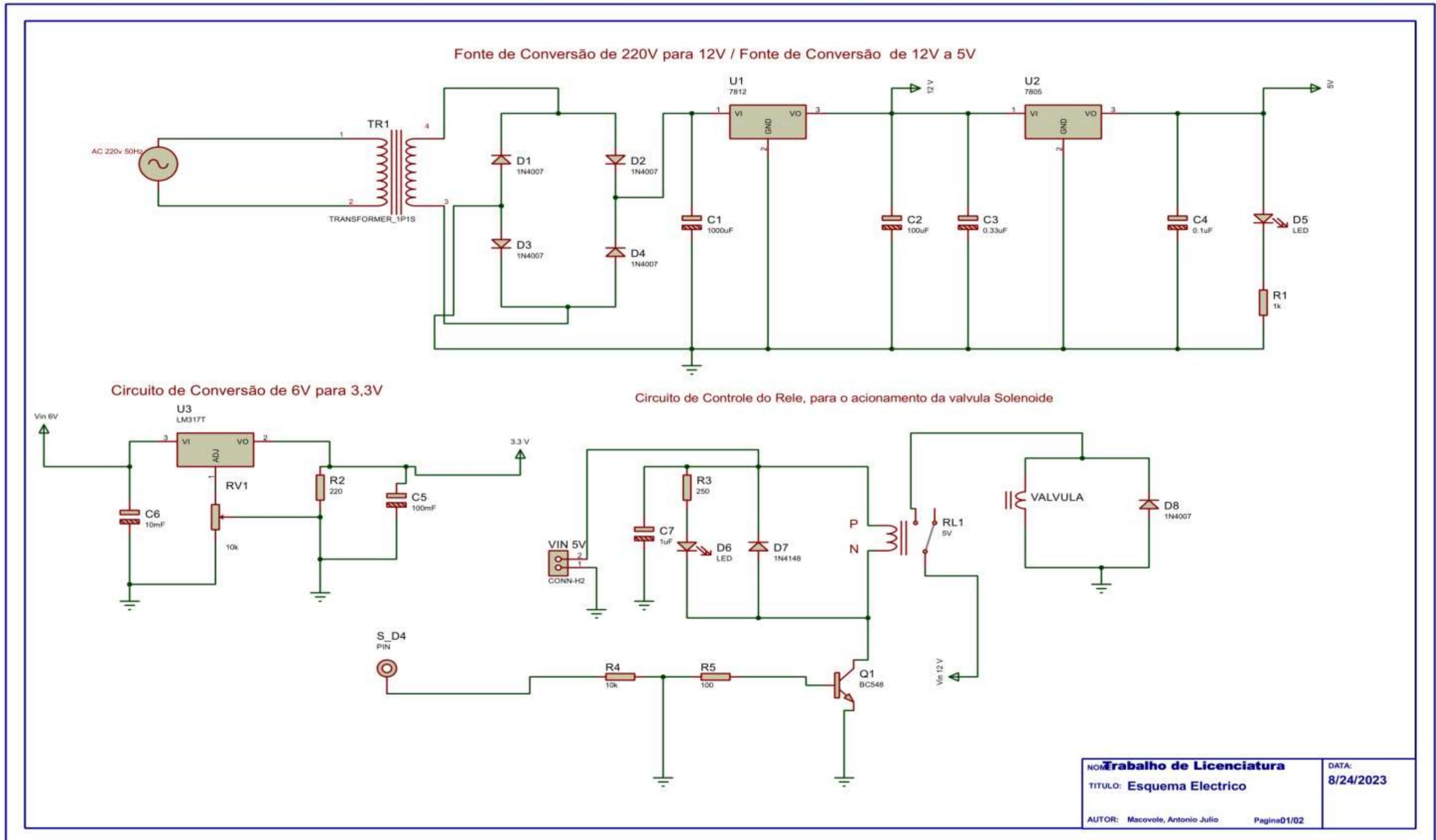
Anexo 1.1: Layout do Módulo NodeMCU ESP8266



Figura_Anexos 1:Layout do Módulo NodeMCU ESP8266

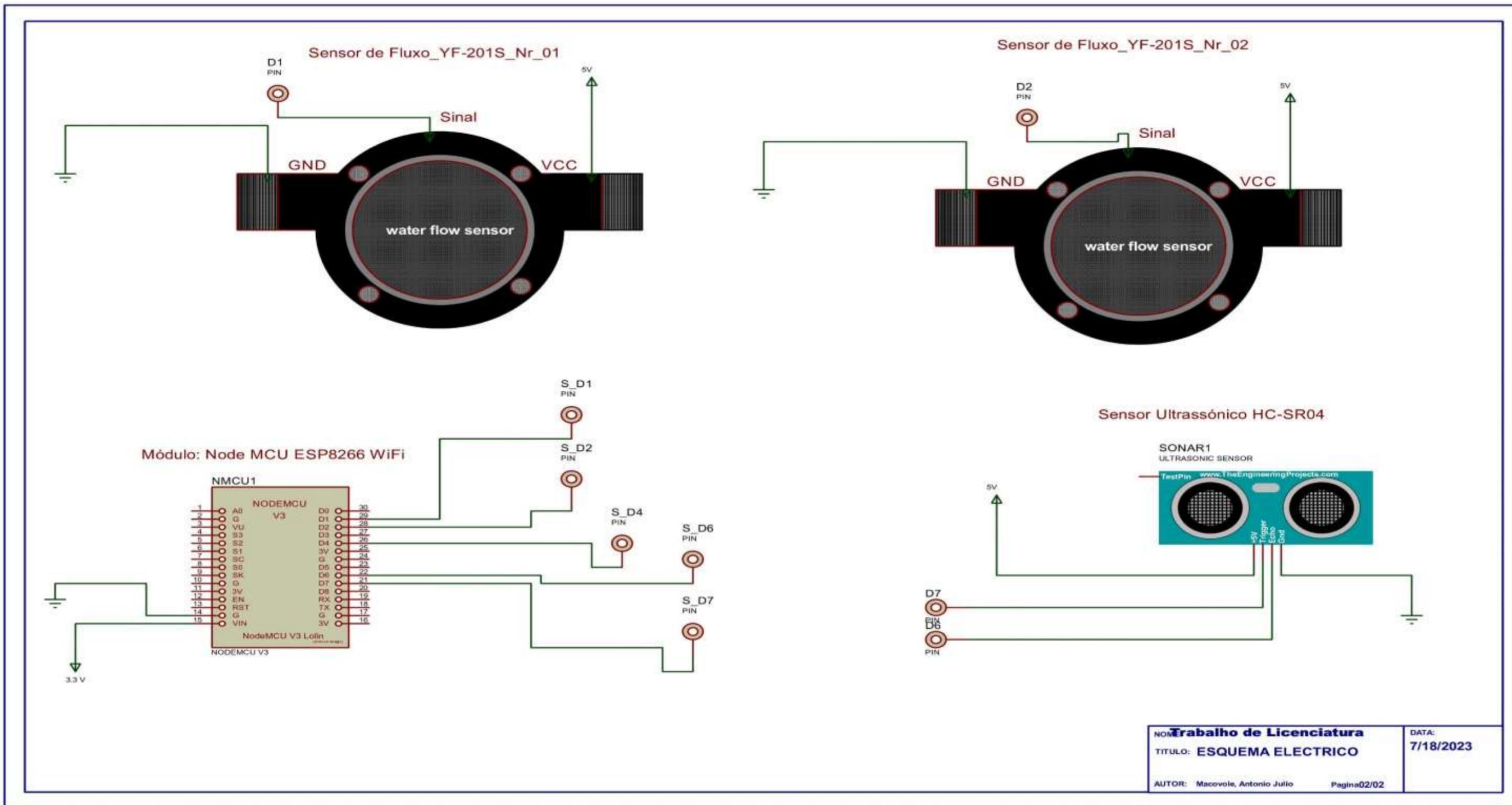
O Layout do Modulo NodeMCU ESP8266, permite a visualização dos pinos GPIO, o que ajuda, na colocação da declaração das variáveis na programação no código fonte, apresentado no anexo 4.

Anexo 2.1. Esquema Electrico: Fontes de Conversão e Circuitos de Acionamento de Relé



Figura_Anexos 2:Esquema Electrico: Fontes de Conversão e Circuitos de Accionamento de Relé. Fonte: Autor

Anexo 2.2. Esquema Electrico: Circuito Geral com as conexões no Microcontrolador



Figura_Anexos 3:Esquema Electrico: Circuito Geral com as conexões no Microcontrolador. Fonte: Autor

Anexo 3.: Protótipo



Figura_Anexos 4:Prototipo- Interligacao das Componentes. Fonte: Autor

Anexo 4: Tabela da folha de dados da família 1N400X

1N4001 – 1N4007

1A 普通二极管

1A GENERAL DIODES

型号 TYPE	最大反向 峰值电压 Maximum Peak Reverse Voltage	最大平均正向电流 Maximum Average Rectified Current @ Half-Wave Resistive Load 60Hz		最大正向浪涌电流 Maximum Forward Peak Surge Current @ 8.3ms Superimposed	最大反向漏电流 Maximum Reverse Current @ PRV @ T _a =25°C	最大正向电压 Maximum Forward Voltage @ T _a =25°C		外型尺寸 Package Dimensions
	PRV V _{PR}	I _o @ T _L A _{AV}	°C	I _{FM} (Surge) A _{PK}	I _{RS} µA _{dc}	I _{FM} A _{PK}	V _{FM} V _{PK}	
1N4001	50	1.0	75	30	5.0	1.0	1.1	DO-41
1N4002	100							
1N4003	200							
1N4004	400							
1N4005	600							
1N4006	800							
1N4007	1000							

Figura_Anexos 5: Datasheet dos diodos da Família 1N400X

Anexo 5: Tabela da folha de dados do transistor da família BC54X

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	BC 546	BC 547	BC 548	Unit
Collector–Emitter Voltage	V_{CEO}	65	45	30	Vdc
Collector–Base Voltage	V_{CBO}	80	50	30	Vdc
Emitter–Base Voltage	V_{EBO}		6.0		Vdc
Collector Current — Continuous	I_C		100		mAdc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D		625 5.0		mW mW/ $^\circ\text{C}$
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D		1.5 12		Watt mW/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	–55 to +150			$^\circ\text{C}$

Figura_Anexos 6: Datasheet dos transistores da família BC54X

Anexo 6: Fluxograma do Projecto

