



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA**

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

**Concepção de um Sistema de
Monitoramento GSM de Nível de água em
Reservatórios, Bombas de Água e do
Gerador de Energia Eléctrica em uma
Residência**

Relatório do Estágio Profissional

Basílio Januário Pedro

**Supervisor: Eng^a Irzelina Gune
(UEM, Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Electrotécnica)**

Maputo, Novembro 2024



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA**

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

**Concepção de um Sistema de Monitoramento GSM
de Nível de água em Reservatórios, Bombas de
Água e do Gerador de Energia Eléctrica em uma
Residência**

Relatório do Estágio Profissional

Basílio Januário Pedro

**Supervisor: Eng^a Irzelina Gune
(UEM, Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Electrotécnica)**

Maputo, Novembro 2024

BASÍLIO JANUÁRIO PEDRO

Concepção de um Sistema de Monitoramento GSM de Nível de água em Reservatórios, Bombas de Água e do Gerador de Energia Eléctrica em uma Residência

Relatório apresentado ao curso de Licenciatura em Engenharia Electrónica como requisito para a realização da cadeira de Estágio Profissional.

Supervisor: Eng^a Irzelina Gune
(UEM, Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Electrotécnica)

Maputo, Novembro 2024

TERMO DE ENTREGA DO RELATÓRIO DO EP



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

TERMO DE ENTREGA DE RELATÓRIO DO RELATÓRIO DO ESTÁGIO PROFISSIONAL

Declaro que o estudante Basílio Januário Pedro
entregou no dia ____/____/20____ as ____ cópias do relatório do seu Relatório do
Estágio Profissional com a referência: _____
intitulado: Concepção de um Sistema de Monitoramento GSM de Nível de água em Re-
servatórios, Bombas de Água e do Gerador de Energia Eléctrica em uma Residência

Maputo, _____ de _____ de 20_____

O Chefe de Secretaria

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro sobre palavra de honra que o trabalho apresentado neste relatório é original e foi por mim desenvolvido com base nos meus conhecimentos e com a ajuda dos recursos que ao longo do mesmo faço criteriosa referência.



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

FICHA-RESUMO DO RELATÓRIO DO ESTÁGIO PROFISSIONAL

Referência do tema: _____

Título do tema: Concepção de um Sistema de Monitoramento GSM de Nível de água
em Reservatórios, Bombas de Água e do Gerador de Energia Eléctrica
em uma Residência

Nome do autor: Basílio Januário Pedro

Supervisores: Eng.^a Irzelina Gune

RESUMO

Este foi um trabalho de pesquisa e desenvolvimento que consistiu em encontrar uma alternativa eficaz e confiável de obter informações de forma remota sobre os estados dos sistemas de fornecimento de água e electricidade em uma residência sem precisar depender da observação humana. Para a aquisição remota dos estados dos sistemas de abastecimento de água e energia eléctrica, sugeriu-se o uso de uma Unidade Terminal Remota CWT5112, que incorporar tecnologias GSM, GPRS e Wi-Fi.

A Unidade Terminal Remota, faz interface com relés, sensores de nível de água e unidades de controle de bombas de elevação e de pressão de água a fim de actualizar por intermédio de uma mensagem de SMS os estados de operacionalidade do gerador de emergência, o nível de água nos reservatórios de água da rede e de água filtrada, por fim os estados de operacionalidade das bombas de elevação e de pressão de água na residência oficial do Vice-Embaixador dos Estados Unidos da América em Moçambique, localizada no bairro Somersshield em Maputo.

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 Basílio Januário Pedro

Referência do tema _____ Data ____/____/____

Título do tema: Concepção de um Sistema de Monitoramento GSM de Nível de água em Reservatórios, Bombas de Água e do Gerador de Energia Eléctrica em uma Residência

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 efectivo 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)	
-----------------------------------	--	--------------------------	--

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 Basílio Januário Pedro

Referência do tema _____ Data ____/____/____

Titulo do tema: Concepção de um Sistema de Monitoramento GSM de Nível de água em Reservatórios, Bombas de Água e do Gerador de Energia Eléctrica em uma Residência

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 correcta, 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.

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

Nome do estudante Basílio Januário Pedro

Referência do tema _____ Data ____/____/____

Titulo do tema: Concepção de um Sistema de Monitoramento GSM de Nível de água em Reservatórios, Bombas de Água e do Gerador de Energia Eléctrica em uma Residência

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)	
----------------------------------	--	----------------------------	--

FICHA DE AVALIAÇÃO GLOBAL



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

F3 - FICHA DE AVALIAÇÃO GLOBAL

Nome do estudante Basílio Januário Pedro

Referência do tema _____ Data ____/____/____

Titulo do tema: Concepção de um Sistema de Monitoramento GSM de Nível de água em Reservatórios, Bombas de Água e do Gerador de Energia Eléctrica em uma Residência

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	

TERMO DE ADTRIBUIÇÃO DO TEMA DO EP



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

TERMO DE ATRIBUIÇÃO DE TEMA DE RELATÓRIO DO ESTÁGIO PROFISSIONAL

REFERÊNCIA DO TEMA:

DATA:

12/04/2024

1. TÍTULO DO TEMA

Concepção de um Sistema de Monitoramento GSM de Nível de água em Reservatórios, Bombas de Água e do Gerador de Energia Eléctrica em uma Residência

2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO TRABALHO A DESENVOLVER

2.1. Definição do Problema

Na prestação de serviços, como membro integrante da equipe de manutenção, a satisfação do consumidor final, a eficácia, comunicação, tomada de medidas por forma a evitar a interrupção de fornecimento de alguns serviços básicos e rapidez na reverção de cenários que impedem o consumidor a usufruir dos serviços prestados, são aspectos a levar sempre em consideração na medição do desempenho da equipe no seu todo.

Na residência oficial do Vice-Embaixador dos EUA em Moçambique, localizada no bairro Somersfield na Cidade de Maputo, identificou-se um problema relacionado com a morosidade para a intervenção por parte da equipe de manutenção em casos de avarias diversas, com mais destaque no fornecimento de serviços indispensáveis como água e electricidade, causando desconforto aos moradores daquela residência.

A indisponibilidade de fornecimento destes dois elementos prolonga-se pelo facto da comunicação sobre a existência de uma possível avaria ou indisponibilidade de um dos serviços obedecer os estágios:

- Identificação da avaria ou indisponibilidade de um dos serviços por parte dos moradores da residência e posterior ligação telefónica ao supervisor em PIQUETE nessa específica semana comunicando o problema;
- O supervisor deve efectuar outra ligação telefónica ao técnico de manutenção em PIQUETE. Importa referir que parte significativa dos técnicos residem à pelo menos uma hora da residência;
- O técnico deve deslocar-se à residência para resolver o problema.

Para mitigar os efeitos do problema acima mencionado, vê-se a necessidade, de transferir este controle presencial para que seja remoto, ou seja, que a equipe de manutenção tenha do seu posto a possibilidade de monitorar e controlar os níveis de água nos reservatórios, as bombas de água e o gerador de energia, para casos de eventuais cortes da rede pública. Um dos meios de permitir essa comunicação remota, é usando a tecnologia GSM, no qual o sistema mandará actualizações sobre os estados das bombas, nível de água e possíveis alarmes no gerador de energia eléctrica de forma periódica, assim, no caso de uma avaria recebam a informação de imediato permitindo a realização de manutenções preventivas.

Pergunta de Pesquisa: Como ultrapassar os transtornos causados pela morosidade ao identificar desvios nos aparelhos de fornecimento de água e electricidade, alterando a monitorização e controle de presencial a remoto?

2.2. Relevância da pesquisa

A implementação de um sistema de controle remoto dos equipamentos de água e electricidade na residência é relevante na medida em que a morosidade actualmente verificada para a intervenção da equipe de manutenção (devido ao conhecimento tardio), causa transtornos, desconforto e possíveis alterações na agenda de trabalho e de reuniões do Vice-Embaixador.

Ao conceber um sistema de controle remoto dos equipamentos de fornecimento de água e electricidade, possibilitará o fornecimento informações do nível de água no reservatório, estado das bombas de elevação e pressão assim como possível existência de alarmes que impedem a ligação automática do gerador de emergência em casos de cortes de electricidade da rede nacional em tempo real

ao supervisor em PIQUETE. Isto, abre espaço para um planeamento adequado dos trabalhos de manutenção, priorizando sempre as actividades relacionadas com as anomalias reportadas pelo controle remoto, reduzindo a possibilidade de indisponibilidade destes dois serviços indispensáveis, garantindo assim comodidade no dia-a-dia do Vice-Embaixador.

2.3. Objectivos

2.3.1. Objectivo Geral

- Conceber um Sistema de Monitoramento GSM de Nível de água em Reservatórios, Bombas de Água e do Gerador de Energia Eléctrica em uma Residência.

2.3.2. Objectivos Específicos

- Estabelecer padrões de nível de água nos reservatórios, anomalias nas bombas e alarmes no gerador de electricidade a serem reportadas de forma automática com o uso da tecnologia GSM ao supervisor em PIQUETE;
- Dimensionar circuito de monitoramento da mudança de estado das Bombas de elevação e de pressão (Estado de “LIGADO/DESLIGADO” por avaria) e do nível de água nos reservatórios;
- Conceber circuito de monitoramento dos alarmes que possam impedir a ligação automática do gerador no caso de corte de fornecimento de electricidade.

2.4. Metodologia

O desenvolvimento deste projecto obedecerá três fases essenciais a saber:

Fase 1

- Revisão bibliográfica e pesquisas;
- Levantamento de possíveis soluções, assim como verificar e melhorar soluções de experiências obtidas em trabalhos de projectos anteriores;
- Escolha e desenvolvimento da solução mais viável.

Fase 2

- Dimensionamento e desenvolvimento do sistema de Monitoramento GSM de Nível de água em Reservatório, Bombas de Água e do Gerador em uma Residência.

Fase 3

- Produção do relatório de acordo com o regulamento de culminação de estudos da FENG/UEM.

3. LOCAL DE REALIZAÇÃO

--

4. SUPERVISORES

	Nome	Assinatura
Da UEM	Eng. ^a Irzelina Gune	
Da Instituição	Eng. Elisio Buque	

5. DATAS CHAVE

Entrega do tema	09/04/2024	Previsão da conclusão	30/07/2024
-----------------	------------	-----------------------	------------

Maputo, _____ de _____ de 20_____

Chefe da Comissão Científica

Visto do chefe do departamento

Declaro que recebi o tema do Relatório do Estágio Profissional na data acima indicada

Nome: _____

Assinatura: _____

ACTA DE ENCONTROS REGULARES



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:

DATA:

04/04/2024

1. AGENDA:

1. Apresentação da proposta de tema de projeto da parte da estudante
2. Apresentação detalhada dos objectivos geral e específicos.

2. PRESENÇAS:

Supervisor	Eng. ^a Irzelina Gune
Co-Supervisor	
Estudante	Basílio Januário Pedro
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Nesta reunião trabalhou-se no sentido de objetivar e delimitar o tema "Concepção de um Sistema de Monitoramento GSM de Nível de água em Reservatórios, Bombas de Água e do Gerador de Energia Eléctrica em uma Residência".

4. RECOMENDAÇÕES:

Começar a investigar aspectos relacionados com monitoração remota de dispositivos.

5. Observações

Da primeira proposta do tema observou-se que os objectivos específicos não detalhavam o passo-a-passo sobre como seria feita a recepção dos estados do nível de água, das bombas e do gerador .

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO

12/04/2022

ACTA DE ENCONTROS REGULARES



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:

DATA:

12/04/2024

1. AGENDA:

1. Análise da relevância dos temas a abordar no relatório.
2. Organização estrutural do relatório.

2. PRESENÇAS:

Supervisor	Eng. ^a Irzelina Gune
Co-Supervisor	
Estudante	Basílio Januário Pedro
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Após a apresentação dos temas a fazerem parte do relatório e sua organização, achou-se conveniente abordar aspectos directamente ligados com o tema a desenvolver.

4. RECOMENDAÇÕES:

Estabeleceu-se que o estudante deveria actualizar à supervisora sobre o progresso da execução do projecto e do relatório, enviando de tempo-em-tempo o estado actual do trabalho.

5. Observações

--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO

22/06/2024

ACTA DE ENCONTROS REGULARES



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:

DATA:

13/09/2024

1. AGENDA:

1. Apresentação da versão inicial do relatório de estágio.

2. PRESENÇAS:

Supervisor	Eng. ^a Irzelina Gune
Co-Supervisor	
Estudante	Basílio Januário Pedro
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Após a apresentação da versão inicial do relatório do estágio, identificou-se por parte da supervisora que existiam aspectos por melhorar, a saber:

- 1.Citações: O trabalho apresentava várias definições e não continha as respectivas citações;
- 2.Protocolo de comunicação: A RTU usada tem a prerrogativa de se comunicar com os dispositivos de campo de diversas formas e no relatório não estava apresentado o protocolo de comunicação usado;
- 3.Circuitos Eléctricos: O relatório apresentava circuitos eléctricos sem uso de esquadria.

4. RECOMENDAÇÕES:

Estabeleceu-se que o estudante deveria trabalhar no sentido de melhorar os pontos observados pela supervisora.

5. Observações

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO

20/09/2024

ACTA DE ENCONTROS REGULARES



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:

DATA:

20/09/2024

1. AGENDA:

1. Apresentação da segunda versão do relatório de estágio.

2. PRESENÇAS:

Supervisor	Eng. ^a Irzelina Gune
Co-Supervisor	
Estudante	Basílio Januário Pedro
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Após a apresentação da segunda versão do relatório do estágio, identificou-se por parte da supervisora que ainda existiam aspectos por melhorar, a saber:

1. Identação: Observou-se que alguns parágrafos estavam identados e outros não;
2. Observou-se também que havia necessidade de melhorar o resumo.

4. RECOMENDAÇÕES:

Estabeleceu-se que o estudante deveria trabalhar no sentido de melhorar os pontos observados pela supervisora para posterior submissão do relatório.

5. Observações

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO

19/11/24

EPÍGRAFE

Nenhum homem torna-se um tolo até parar de fazer perguntas.

CHARLES P. STEINMETZ

DEDICATÓRIA

Quero dedicar este trabalho primeiramente aos meus pais Januário Pedro e Raquel Jacinto, por terem me inspirado, aconselhado, acompanhado a minha carreira estudantil e sobre tudo por terem sido encarregados de educação exemplares para mim e meus irmãos. Em seguida à meus irmãos, especialmente Igídio Januário Pedro, pelo suporte dado nos momentos difíceis da minha escolaridade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por ter me protegido e ter feito com que todas conquistas da minha vida fossem possíveis.

Em seguida agradecer meus pais Januário Pedro e Raquel Jacinto pelos ensinamentos, aconselhamentos e sobre tudo por terem sido a fonte de inspiração de modo que minha formação se tornasse uma realidade. Agradecer também aos meus irmãos pelo suporte que eles têm dado a mim em todo percurso da minha vida.

Agradecer de igual modo ao corpo Docente do Departamento de Engenharia Electrotécnica da Universidade Eduardo Mondlane em particular à Eng.^a Irzelina Gune por ter supervisionado-me, aconselhado, apoiado e orientado durante a execução deste trabalho.

RESUMO

Concepção de um Sistema de Monitoramento GSM de Nível de água em Reservatórios, Bombas de Água e do Gerador de Energia Eléctrica em uma Residência

A substituição do trabalho humano, em favor da segurança das pessoas, da qualidade dos produtos, rapidez da produção ou da redução de custos está directamente relacionada com o conceito de Automação.

Automação residencial por exemplo, diz respeito a um conjunto de tecnologias com a capacidade de programar eventos em uma casa e de tornar automático o funcionamento de diversos equipamentos. O objetivo é oferecer facilidades e mais praticidade aos moradores através do controle e do gerenciamento remoto da residência e isso é feito por meio de um simples dispositivo móvel, podendo controlar os aparelhos de casa de qualquer lugar que estiver. Para que esse controle seja possível, é necessário o uso de um controlador a altura das demandas do sistema a controlar.

Para o caso específico deste trabalho, recorreu-se a uma Unidade Terminal Remota CWT5112, que é um equipamento que faz a interface de objectos no mundo físico com um sistema de controle distribuído ou sistema SCADA, transmitindo dados de telemetria para um sistema de supervisão mestre para controlar ou monitorar a operação de objectos conectados.

Este controlador, encontra-se conectado a sensores de nível, relés do estado de funcionamento do Gerador e a unidades de controle da bomba de elevação (Bomba que eleva a água da rede do reservatório subterrâneo para o reservatório de água filtrada, logo após o processo de filtragem) e a unidade de controle da bomba de pressão (Bomba que garante a pressão de água ideal para todo o circuito hidráulico da residência) sendo esses os elementos a serem controlados pela RTU.

De acordo com as configurações feitas na RTU, quando o mesmo for a detectar a presença ou ausência do sinal de activação nos seus terminais de inputs (quer digitais ou analógicos), deverá notificar por intermédio de uma mensagem de SMS o desvio ou anomalia previamente estabelecidos aos grupos de contactos configurados no sistema.

Palavras Chaves: Automação, GSM, Unidade Terminal Remota, SMS, Sensor de Nível, Sistema, Bombas de água, CLP, Reservatórios, Gerador.

ABSTRACT

Concepção de um Sistema de Monitoramento GSM de Nível de água em Reservatórios, Bombas de Água e do Gerador de Energia Eléctrica em uma Residência

The substitution of human labor, in favor of safety of people, quality of products, efficient production or cost reduction is directly related to the concept of automation.

Residential automation for example, concerns a set of technologies with the ability to schedule events in a house and make automatic operation of various equipment. The objective is to offer simplicity and more practicality to residents through remote control and management of the residence and this is done through a simple mobile device, being able to control the home appliances from anywhere you are. For this control to be possible, it is necessary a use of controller that meets the demands of the system to be controlled.

For the specific case of this project, a CWT5112 Remote Terminal Unit is used, which is an equipment that interfaces objects in the physical field with a distributed control system or SCADA system, transmitting telemetry data to a master supervision system to control or monitor the operation of connected objects.

This controller is connected to level sensors, generator status relays and lifting pump control units (Pump that raises the water from the underground tank network to the filtered water tank, immediately after the filtering process) and the pressure pump control unit (Pump that ensures the ideal water pressure for the entire hydraulic system of the residence) being these the elements to be controlled by RTU.

According to the configurations made in the RTU, when it detects the presence or absence of the activation signal in its input terminals (whether digital or analog), it must notify by means of an SMS message, the deviation or anomaly previously established to the contact groups configured in the system.

Keywords: Automation, GSM, Remote Terminal Unit, SMS, Level Sensor, System, Water Pumps, PLC, Reservoirs, Generator.

Índice de Conteúdo

Índice	xxii
Lista de Figuras	xxv
Lista de Acrónimos	xxx
1 Introdução	1
1.1 Definição do Problema	1
1.2 Pergunta de pesquisa	2
1.3 Delimitação	2
1.3.1 Temporal	2
1.3.2 Espacial	2
1.4 Relevância da pesquisa	3
1.5 Objectivos	3
1.5.1 Objectivos Gerais	3
1.5.2 Objectivos Específicos	3
1.6 Metodologia de investigação	4
1.7 Estrutura do trabalho	4
1.8 Apresentação da Instituição onde decorreu o estágio	5
2 Revisão Teórica	7
2.1 Fornecimento de Água e Electricidade em Moçambique	7
2.2 Aspectos básicos de Comunicação Sem Fio	7
2.2.1 História da Comunicação Sem Fio	8
2.2.2 Sistema GSM – Global System for Mobile	9
2.2.3 Frequências de Operação do GSM	9
2.2.4 Descrição do sistema GSM	10
2.2.4.1 Estação Móvel	10

2.2.4.2	Subsistema Rádio Base	11
2.2.4.3	O Subsistema Rede	11
2.2.5	General Packet Radio Service	12
2.3	Automação	13
2.3.1	Definição de Conceito	13
2.3.2	Composição básica da automação	13
2.3.3	Ramos da automação	14
2.3.3.1	Automação Residencial	14
2.3.3.2	Automação Industrial	14
2.3.3.3	Automação Comercial	15
2.4	Controladores Lógicos Programáveis	15
2.4.1	Arquitetura de um CLP	16
2.4.2	Modos de operação de um CLP	16
2.4.2.1	Modo de programação	17
2.4.2.2	Modo de execução	17
2.5	Unidade Terminal Remota	18
2.5.1	Vantagens da RTU em comparação a CLP	18
2.6	Medição de Nível em Fluidos	19
2.6.1	Métodos de medição de nível em fluidos	19
2.6.1.1	Método de Medição Directa	19
2.6.1.2	Método de Medição Indirecta	20
2.6.1.3	Método de Medição Descontínua	21
2.7	Sensores e Actuadores	22
2.7.1	Sensores e Transdutores	24
2.7.1.1	Classificação dos Sensores	25
2.7.1.2	Características Estáticas dos Sensores	25
2.7.1.3	Exactidão, Precisão e Sensibilidade dos Sensores	25
2.7.1.4	Linearidade e Resolução	26
2.7.2	Actuadores	27
2.7.2.1	Interfaces de Potência	28
2.7.2.2	Relés e Contactores	29
2.8	Bombas de água	32
2.8.1	Composição das Bombas de água	32
2.8.1.1	Motor de acionamento	32

2.8.1.2	Bomba	33
2.9	Máquinas síncronas	33
2.9.1	Gerador síncrono	34
2.9.1.1	Aspectos Construtivos de Funcionamento	34
2.9.1.2	Construção dos Geradores Síncrono	35
2.9.1.3	Estator	35
2.9.1.4	Rotor	36
2.9.1.5	Escovas	36
2.9.1.6	Regulador de tensão	36
3	Desenho, Dimensionamento e Implementação do Sistema	38
3.1	Solução	38
3.2	Diagrama de Blocos	38
3.3	Especificações Funcionais do Sistema	39
3.4	Hardware	40
3.4.1	Unidade Terminal Remota CWT5112	41
3.4.1.1	Especificações Técnicas	42
3.4.1.2	Protocolo de Comunicação USB	42
3.4.1.3	Funcionamento do USB	43
3.4.2	Fonte de Alimentação Mean Well HDR-30-24	44
3.4.2.1	Especificações Técnicas	45
3.4.3	Sensor de Nível TL-136	45
3.4.3.1	Especificações Técnicas	46
3.4.4	Transformador de Corrente CCS-131100	47
3.4.4.1	Especificações Técnicas	47
3.4.5	Rele Finder Série 40.52	48
3.4.5.1	Especificações Técnicas	48
3.5	Dimensionamento dos Circuitos do Sistema	49
3.5.1	Dimensionamento da secção dos condutores e calibre dos disjun- tores das Bombas	49
3.5.1.1	Cálculo da Corrente do projecto	49
3.5.1.2	Cálculo da Corrente do projecto corregida	50
3.5.1.3	Métodos de Instalação e Escolha da Secção mínima ad- missível dos condutores a Usar	51

3.5.1.4	Dimensionamento do calibre dos disjuntores das Bombas	52
3.5.2	Seleccção do Calibre do disjuntor do circuito de controlo	53
3.6	Software	53
3.6.1	Configuração dos Números de celular	54
3.6.2	Configuração dos Inputs Digitais	55
3.6.3	Configuração dos Inputs Analógicos	56
3.7	Custos do projecto	58
4	Ensaaios e Resultados Obtidos	59
4.1	Montagem e localização dos circuitos	59
4.1.1	Circuito de Controlo e Bomba de pressão	59
4.1.2	Circuito da Bomba de Elevação e Gerador	61
4.2	Sincronização do relógio	62
4.3	Notificação de nível de água filtrada abaixo de 50 por cento	63
4.4	Notificação de mudança de estado da bomba de elevação	64
4.5	Notificação de arranque e paragem do gerador	65
5	Considerações Finais e Recomendações	67
	Referências Bibliográficas	69
	Anexos	70
1	Anexo dos Cicuitos Eléctricos	1

Lista de Figuras

1.1	Organograma da Secção do FAC. Fonte: Autor	6
2.1	Frequências de Operação do GSM (MHz). Fonte: [4]	10
2.2	Arquitetura da Rede GSM. Fonte: [4]	10
2.3	Arquitetura da Rede GPRS. Fonte: [4]	13
2.4	CLP Compacto. Fonte: https://sl.bing.net/cjk0Fq7V6zs	15
2.5	CLP Modular. Fonte: https://sl.bing.net/kxE6CTz5H3c	16
2.6	Arquiterura do CLP. Fonte: https://sl.bing.net/eBzsp2WsibY	16
2.7	Processo de Varedura do CLP. Fonte:[6]	17
2.8	Medição Directa de Nível Com Recurso Régua ou Gabarito. Fonte: [1]	20
2.9	Medição Directa de Nível Com Recurso ao Visor de Nível. Fonte:[1]	20
2.10	Medição Directa de Nível Com Recurso a Pressão Hidroestatica. Fonte: [1]	21
2.11	Medição Indirecta de Nível com Recurso a Ultrassom. Fonte:[1]	21
2.12	Medição Descontinua de Nível com Recurso a Interruptores de Boias. Fonte: [1]	22
2.13	Medição Descontinua de Nível Com Recurso a Condutividade Electrica. Fonte: [1]	22
2.14	Cadeia de medida e de actuação. Fonte: [2]	23
2.15	Abstracção do Conceito Sensor. Fonte: [2]	24
2.16	Cadeia de actuação. Fonte: [2]	28
2.17	(a) Estrutura básica de um relé. (b) Sua representação Esquemática. Fonte: [2]	29
2.18	Relé: (a) com dois contactos (NF e NA) (b) com dois contactos reversíveis. Fonte: [2]	30
2.19	Exemplos de relés comerciais para diferentes aplicações. Fonte: [2]	30
2.20	(a) Contacor (b) representação Esquemática do contactor. Fonte: [2]	31

2.21	Aspecto Exterior de um contactor. Fonte: [2]	31
2.22	Diferentes Bombas de água. Fonte: [11]	32
3.1	Diagrama de Blocos do Sistema. Fonte: Autor	39
3.2	Unidade Terminal Remota CWT5112. Fonte: [3]	41
3.3	Folha de dados da CWT5112. Fonte: [3]	42
3.4	Tipos de Conectores e Cabos USB. Fonte: https://www.bing.com	44
3.5	Fonte de Alimentação Mean Well HDR-30-24. Fonte: http://www.meanwell.com	44
3.6	Sensor de Nível TL-136. Fonte: https://sl.bing.net/ecaElk6x5Oe	46
3.7	Transformador de Corrente CCS-131100. Fonte: dwyer-inst.com	47
3.8	Rele Finder Série 40.52. Fonte: FINDER PRODUCT DATASHEET	48
3.9	Factor de correção para linhas não subterrâneas. Fonte: [8]	50
3.10	Fator de Correção para Agrupamento de Circuitos. Fonte: [8]	51
3.11	Métodos de Instalação. Fonte: [8]	51
3.12	Tabela que relaciona a capacidade de condução de corrente versus métodos de instalação versus a secção mínima admissível. Fonte: Adaptado de [8]	52
3.13	Entrando no Setup Mode. Fonte: Autor	54
3.14	Configuração dos Números de celular. Fonte: Autor	54
3.15	Configuração dos Inputs Digitais. Fonte: Autor	55
3.16	Configuração dos Inputs Digitais. Fonte: Autor	56
3.17	Configuração dos Inputs Analógicos. Fonte: Autor	57
4.1	Caixa do circuito de controlo do sistema. Fonte: Autor	60
4.2	Caixa do circuito da unidade de controlo da bomba de pressão. Fonte: Autor	60
4.3	Bomba de pressão. Fonte: Autor	61
4.4	Circuito de controlo do arranque e paragem do gerador. Fonte: Autor	61
4.5	Caixa do circuito da unidade de controlo da bomba de elevação. Fonte: Autor	62
4.6	Pedido de sincronização de relógio. Fonte: Autor	63
4.7	Notificação de nível de água filtrada abaixo de 50 por cento. Fonte: Autor	64
4.8	Notificação de mudança de estado da bomba de elevação. Fonte: Autor	65
4.9	Notificação de arranque e paragem do gerador. Fonte: Autor	66
1.1	Circuito de controlo do sistema Parte1. Fonte: Autor	2

1.2	Circuito de controlo do sistema Parte2. Fonte: Autor	3
1.3	Circuito da Unidade de controlo da Bomba de pressão. Fonte: Autor	4
1.4	Circuito da Unidade de controlo da Bomba de elevação. Fonte: Autor . . .	5

Lista de Tabelas

3.1	Materiais. Fonte: Autor	40
3.2	Custo dos componentes do projeto. Fonte: Autor	58

Lista de Acrónimos

ABIS Air Base Interface Station. 11

AuC Autentication Center. 11

BSC Estação Rádio Base de Controle. 11

BTS Estação Rádio Base de Transmissão. 11

CDMA Code Division Multiple Access. 8

CEPT Conference of European Posts and Telegraphs. 9

CLP Controlador Lógico Programável. 15

CPU Unidade Central de Processamento. 16

EDM Electricidade de Moçambique. 7

EIR Equipment Identity Register. 11

ERB Estação de Rádio Base. 9

ETSI European Telecommunication Standards Institute. 9

EUA Estados Unidos da América. 2

FAC Facilities. 5

FIPAG Fundo de Investimento e Património do Abastecimento de Água. 7

GPRS General Packet Radio Service. 12

GSM Global System for Mobile. 8

HLR Home Location Register. 11

IMSI International Mobile Subscriber Identity. 11

ISDN Integrated Services Digital Network. 11

MSC Centro de Comutação Móvel. 11

PSTN Public Switched Telephone Network. 11

RFID - *Radio-Frequency Identification* Identificação por rádio frequência. 15

RTU Remote Terminal Unit. 18

SCADA Controlo de Supervisão e Aquisição de Dados. 18

SIM Subscriber Identity Module. 10

SMC Serviço Móvel Celular. 8

TDMA Time Division Multiple Access. 9

USB Universal Serial Bus. 42

UTR Unidade Terminal Remota. 18

VLR Visitor Location Register. 11

Capítulo 1

Introdução

1.1 Definição do Problema

Na prestação de serviços, como membro integrante da equipe de manutenção, a satisfação do consumidor final, a eficácia, comunicação, tomada de medidas por forma a evitar a interrupção de fornecimento de alguns serviços básicos e rapidez na reverção de cenários que impedem o consumidor a usufruir dos serviços prestados, são aspectos a levar sempre em consideração na medição do desempenho da equipe no seu todo. Na residência oficial do Vice-Embaixador dos EUA em Moçambique, localizada no bairro Somersfield na Cidade de Maputo, identificou-se um problema relacionado com a morosidade para a intervenção por parte da equipe de Manutenção em casos de avarias diversas, com mais destaque no fornecimento de serviços indispensáveis como água e electricidade, causando desconforto aos moradores daquela residência. A indisponibilidade de fornecimento destes dois elementos prolonga-se pelo facto da comunicação sobre a existência de uma possível avaria ou indisponibilidade de um dos serviços obedecer os estágios:

- Identificação da avaria ou indisponibilidade de um dos serviços por parte dos moradores da residência e posterior ligação telefónica ao supervisor em PIQUETE nessa específica semana comunicando o problema;
- O supervisor deve efectuar outra ligação telefónica ao técnico de manutenção em PIQUETE. Importa referir que parte significativa dos técnicos residem à pelo menos uma hora da residência;
- O técnico deve deslocar-se à residência para resolver o problema.

Para mitigar os efeitos do problema acima mencionado, vê-se a necessidade, de transferir

este controle presencial para que seja remoto, ou seja, que a equipe de manutenção tenha do seu posto a possibilidade de monitorar e controlar os níveis de água nos reservatórios, as bombas de água e o gerador de energia, para casos de eventuais cortes da rede pública. Um dos meios de permitir essa comunicação remota, é usando a tecnologia GSM, no qual o sistema mandará actualizações sobre os estados das bombas, nível de água e possíveis alarmes no gerador de energia eléctrica de forma periódica, assim, no caso de uma avaria recebam a informação de imediato permitindo a realização de manutenções preventivas.

1.2 Pergunta de pesquisa

Como ultrapassar os transtornos causados pela morosidade ao identificar desvios nos aparelhos de fornecimento de água e electricidade, alterando a monitorização e controle de presencial a remoto?

1.3 Delimitação

1.3.1 Temporal

Este projecto decorreu desde o dia 16 de Abril até 20 de Setembro do ano de 2024, o período para pesquisas bibliográficas, dimensionamento e desenho do respectivo circuito e implementação do projecto na Residência em causa.

1.3.2 Espacial

O ensaio deste projecto foi feito pela observação da morosidade para a intervenção por parte da equipe de Manutenção em casos de avarias diversas, com mais destaque no fornecimento de serviços indispensáveis como água e electricidade na residência oficial do Vice-Embaixador dos Estados Unidos da América (EUA) em Moçambique, localizada no bairro Somersfield na Cidade de Maputo.

1.4 Relevância da pesquisa

A implementação de um sistema de controle remoto dos equipamentos que garantem o fornecimento de água e electricidade na residência é relevante na medida em que a morosidade actualmente verificada para a intervenção da equipe de manutenção (devido ao conhecimento tardio), causa transtornos, desconforto e possíveis alterações na agenda de trabalho e de reuniões do Vice-Embaixador.

Ao conceber um sistema de controle remoto dos equipamentos de fornecimento de água e electricidade, possibilitará o fornecimento informações do nível de água no reservatório, estado das bombas de elevação e pressão assim como possível existência de alarmes que impedem a ligação automática do gerador de emergência em casos de cortes de electricidade da rede nacional em tempo real ao supervisor em PIQUETE. Isto, abre espaço para um planeamento adequado dos trabalhos de manutenção, priorizando sempre as actividades relacionadas com as anomalias reportadas pelo controle remoto, reduzindo a possibilidade de indisponibilidade destes dois serviços indispensáveis, garantindo assim comodidade no dia-a-dia do Vice-Embaixador.

1.5 Objectivos

1.5.1 Objectivos Gerais

- Conceber um Sistema de Monitoramento GSM de Nível de água em Reservatórios, Bombas de Água e do Gerador de Energia Eléctrica em uma Residência.

1.5.2 Objectivos Específicos

- Estabelecer padrões de nível de água nos reservatórios, anomalias nas bombas e alarmes no gerador de electricidade a serem reportadas de forma automática com o uso da tecnologia GSM ao supervisor em PIQUETE;
- Dimensionar circuito de monitoramento da mudança de estado das Bombas de elevação e de pressão (Estado de “LIGADO/DESLIGADO” por avaria) e do nível de água nos reservatórios;
- Conceber circuito de monitoramento dos alarmes que possam impedir a ligação automática do gerador no caso de corte de fornecimento de electricidade.

1.6 Metodologia de investigação

O desenvolvimento deste projecto obedecerá três fases essenciais a saber:

Fase 1

- Revisão bibliográfica e pesquisas;
- Levantamento de possíveis soluções, assim como verificar e melhorar soluções de experiências obtidas em trabalhos de projectos anteriores;
- Escolha e desenvolvimento da solução mais viável.

Fase 2

- Dimensionamento e desenvolvimento do sistema de Monitoramento GSM de Nível de água em Reservatório, Bombas de Água e do Gerador em uma Residência.

Fase 3

- Produção do relatório de acordo com o regulamento de culminação de estudos da FENG/UEM.

1.7 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está dividido em cinco capítulos de desenvolvimento do texto apresentados a seguir:

- **CAPÍTULO 1** – Nesse capítulo é apresentada a definição e delimitação do problema, incluindo os objetivos, justificativas, metodologias que foram levantadas para investigação e a apresentação da Instituição onde decorreu o estágio profissional.
- **CAPÍTULO 2** – Neste capítulo é apresentada a fundamentação teórica, onde os conceitos relevantes e que fizeram parte da pesquisa são detalhados.
- **CAPÍTULO 3** – Neste capítulo é feita a proposta de solução, sua implementação, dimensionamento são descritos e discutidos.
- **CAPÍTULO 4** – Os ensaios e resultados obtidos são apresentados e discutidos neste capítulo.
- **CAPÍTULO 5** – Considerações Finais e Recomendações.

1.8 Apresentação da Instituição onde decorreu o estágio

A embaixada dos Estados Unidos em Maputo é a representação oficial do Governo Norte Americano dentro do território Moçambicano e configura-se como um território estrangeiro em solo nacional.

Os Estados Unidos da América e Moçambique estabeleceram relações diplomáticas a 23 de Setembro de 1975, sendo que teve como sua primeira localização na Av. Kenneth Kaunda e posteriormente teve a sua nova localização na Av. Marginal na cidade de Maputo.

Dentre várias secções que garantem o funcionamento da embaixada, importa destacar a secção de **Facilities** que é a secção responsável pela manutenção de todo conjunto de edifícios e equipamentos, a começar pelo New Embassy Compound, Residência Oficial do Embaixador, Residência Oficial do Vice-Embaixador, Armazéns bem como as Residências dos Oficiais Norte Americanos. A secção de Facilities (FAC) é composta por elementos de nacionalidade Americana e de nacionalidade Moçambicana, designados de trabalhadores Localmente Empregues.

Apresenta-se a seguir o organograma da secção do FAC, vide Figura 1.1.

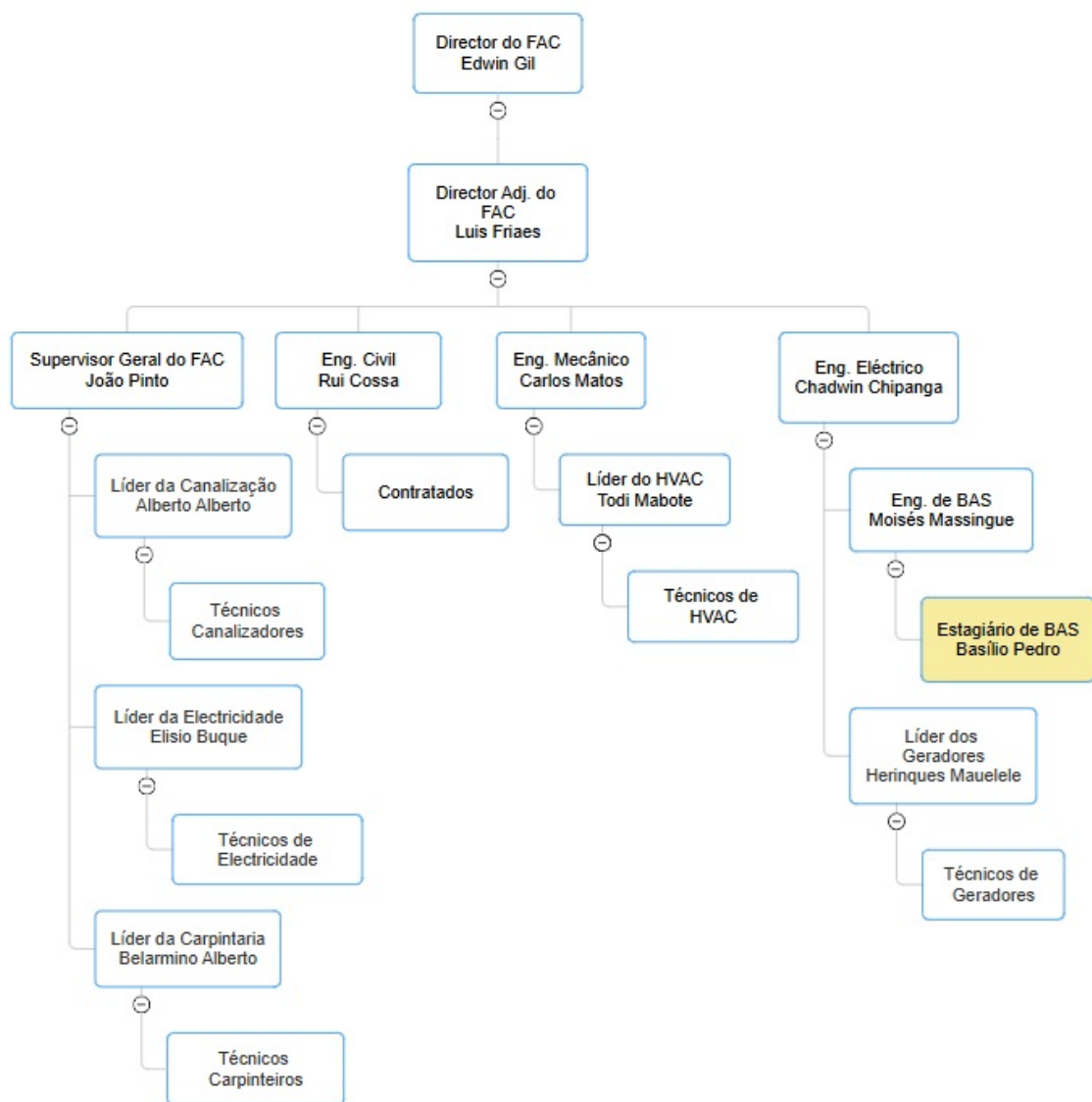


Figura 1.1: Organograma da Secção do FAC. Fonte: Autor

Capítulo 2

Revisão Teórica

2.1 Fornecimento de Água e Electricidade em Moçambique

Os serviços de fornecimento de água e electricidade em Moçambique, constituem os mais solicitados em maior parte das residências, estabelecimentos comerciais, infraestruturas públicas, entre outros, estes são garantidos na sua maioria pelas empresas Fundo de Investimento e Património do Abastecimento de Água (FIPAG) e Electricidade de Moçambique (EDM) respectivamente.

A empresa EDM é uma empresa pública estatal fundada em 1977 cujo objectivo era actuar como um organismo de unificação dos centros de geração existentes para promover o desenvolvimento industrial e agrícola, bem como melhorar a extensão e a qualidade da electrificação doméstica.

A empresa FIPAG é uma empresa pública estatal que foi estabelecida em 1998 com objectivo de fazer gestão financeira para a reabilitação e expansão do património dos sistemas de abastecimento de água em Moçambique e efectuar a gestão, monitoramento e garantia do cumprimento das obrigações contratuais do Operador Privado em Moçambique.

2.2 Aspectos básicos de Comunicação Sem Fio

A transmissão de dados via telefonia celular se tornou uma solução inovadora de incorporação de novos valores em tecnologia, que permite somar a qualidade de serviços até então existente em operadoras de serviço de telefonia fixa com o fator mobilidade,

o principal diferencial da telefonia celular. Aliado a isto tem-se hoje uma total integração entre a telefonia celular e a rede Web, o que forma um potencial tecnológico de vasta aplicação.[4] Em termos de comunicação sem fio, diversas tecnologias despontam no mercado apresentando soluções para Sistemas de Serviço Móvel Celular (SMC) . Dentre várias existentes, podem ser citadas as tecnologias Code Division Multiple Access (CDMA), GSM e 3G. Neste trabalho é dado um enfoque maior ao Sistema Global System for Mobile (GSM).

2.2.1 História da Comunicação Sem Fio

Os Serviços Móveis Celulares (SMC) surgiram na década de 80 para atender uma necessidade latente de comunicação para uso pessoal. A primeira geração foi baseada em tecnologia analógica, onde os telefones eram, inicialmente, simples transmissores e receptores de rádio associados a um “número de telefone”. [5] Tal sistema era bastante limitado, pois não garantia segurança nas comunicações e, principalmente, não atendia a demanda de usuários, que crescia vertiginosamente.

A limitação do sistema analógico fez com novas tecnologias fossem desenvolvidas, surgindo, então, os sistemas celulares de segunda geração, conhecidos como digitais, que permitem uma comunicação mais segura e, principalmente, que permitiram o desenvolvimento de terminais telefônicos compactos e de baixo consumo. As aplicações iniciais envolviam apenas sinais de voz, mas já era possível prever aplicações envolvendo a transmissão e recepção de dados, que veio logo em seguida. Porém, as conexões eram baseadas em alocação fixa de canal, tornando o sistema inadequado para aplicações em comunicação de dados de tráfego por demanda, como é o caso da Internet. O sistema CDMA baseou-se nesta tecnologia.[5]

Visando atender ao aumento da demanda por tráfego de dados, principalmente na rede de internet, foi elaborado um projeto de terceira geração de telefonia móvel. Porém, antes foi criada uma família intermediária, a geração 2.5, agregando comunicação móvel de dados aos tradicionais serviços de voz. Com a evolução, o aspecto de segurança passou a ser um ponto importante, pois a comunicação de dados em sistemas móveis envolve troca de informação confidencial entre grandes blocos corporativos, além da privacidade exigida para as comunicações pessoais. As redes móveis agora têm como base uma tecnologia digital com transmissão por comutação de pacotes. Estes sistemas aceitam serviços clássicos de telefonia e comunicações de dados e são mais eficientes do que

os sistemas de segunda geração, pois permitem que vários usuários e serviços utilizem simultaneamente os canais. Este sistema é conhecido como GSM - Global System for Mobile e é baseado numa tecnologia Time Division Multiple Access (TDMA).[5]

2.2.2 Sistema GSM – Global System for Mobile

Devido aos diversos sistemas que foram desenvolvidos com diferentes formas de envio de dados, protocolos e frequências de comunicação, em 1982 foi realizada a Conference of European Posts and Telegraphs (CEPT) onde se formou um grupo denominado Group Special Mobile (GSM), com o objetivo de estudar e desenvolver um sistema móvel baseado nas seguintes diretrizes básicas:

- Boa qualidade de voz;
- Eficiência espectral;
- Terminais pequenos e baixos custos;
- Suporte para "roaming" internacional;
- Capacidade para suportar "handheld" terminais;
- Suportar uma larga área de novos serviços e utilidades;
- Compatibilidade RDSI – Rede Digital de Serviços Integrados.

Em 1989 a responsabilidade passou para o European Telecommunication Standards Institute (ETSI) e em 1990 foram publicadas as especificações do GSM. Tal padrão generalizou-se então pelo resto do mundo. A sigla GSM passou a denominar então Global System for Mobile Communication e atualmente é considerado um padrão digital de segunda geração do celular adotado na maior parte do mundo. Desenvolvido inicialmente para a faixa de 900 MHz, o GSM teve posteriormente uma versão adaptada para as faixas de 1800 e 1900 MHz.[4]

2.2.3 Frequências de Operação do GSM

Em um sistema de comunicação sem fio, existe as estações móveis (assinantes) e a estação fixa, conhecida como Estação de Rádio Base (ERB). Como qualquer sistema de

comunicação bi-direcional, os canais são pré-definidos por uma faixa de frequência. A Figura 2.1 ilustra a faixa de frequência de operação destes canais.[4]

	GSM 900 (MHz)	DCS 1800 (MHz)	PCS 1900 (MHz)
Estação Móvel -> ERB	880 - 915	1710 - 1785	1850 - 1910
ERB -> Estação Móvel	925 - 960	1805 - 1880	1930 - 1990
Espaçamento entre Frequências de Transmissão e Recepção	45	95	80

Figura 2.1: Frequências de Operação do GSM (MHz). Fonte: [4]

2.2.4 Descrição do sistema GSM

Uma rede GSM é composta por várias entidades com funções e interfaces específicas. A rede GSM pode ser dividida em três partes: a estação móvel, subsistema de rádio base, e o subsistema de rede, vide Figura 2.2.[4]

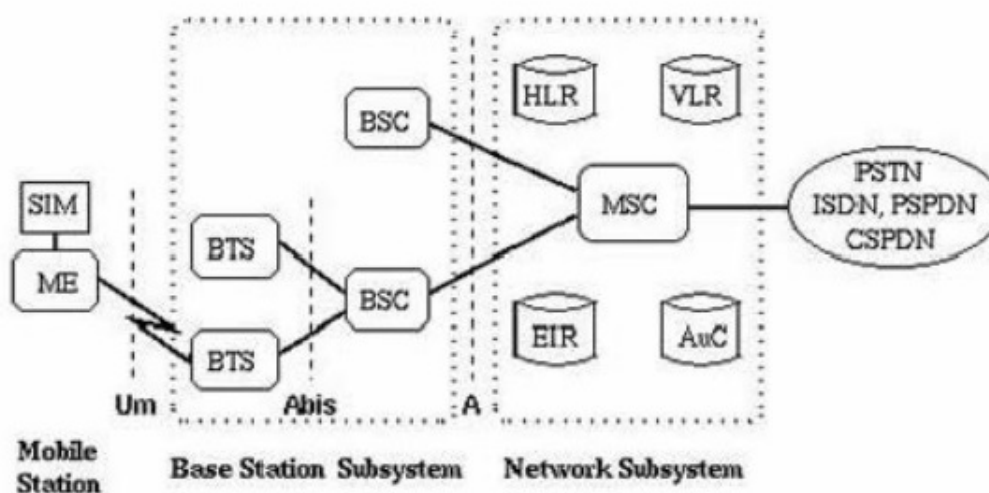


Figura 2.2: Arquitetura da Rede GSM. Fonte: [4]

2.2.4.1 Estação Móvel

A estação móvel nada mais do que o aparelho celular (terminal) controlado por um cartão “inteligente” designado de Subscriber Identity Module (SIM). O cartão providencia mobili-

dade pessoal, de tal forma que o assinante consegue ter acesso aos serviços subscritos independentemente do terminal utilizado, isto é, ao inserir o cartão SIM num terminal diferente, o assinante pode usufruir os serviços a partir desse terminal. O cartão SIM tem uma identificação única mundial denominada de International Mobile Subscriber Identity (IMSI), o que garante maior mobilidade e segurança pessoal (uso não autorizado).[4]

2.2.4.2 Subsistema Rádio Base

Este subsistema encarrega-se do controle de ligação rádio com a estação móvel. É dividido em duas partes: a Estação Rádio Base de Transmissão (BTS) e a Estação Rádio Base de Controle (BSC). A comunicação entre estas duas estações é realizada através da interface Air Base Interface Station (ABIS), permitindo (como no resto do sistema) a operação entre componentes realizada por diferentes fornecedores. A BTS é composta de receptores e transmissores de rádio, que definem a célula e suportam os protocolos de comunicação com a estação móvel.[4] O número de BTS's depende da área de cobertura do sistema. A BSC gerência os recursos para uma ou mais BTS's, tais como, configuração dos canais de rádio, mudanças de frequência e transição entre células (hand-off). A BSC realiza a conexão entre as estações móveis celulares e o Centro de Comutação Móvel (MSC).

2.2.4.3 O Subsistema Rede

Este subsistema é composto basicamente pela MSC e é responsável pela comutação de chamadas entre estações móveis ou entre uma estação móvel e um terminal fixo. Comporta-se como um nó de comutação da Public Switched Telephone Network (PSTN) ou da Integrated Services Digital Network (ISDN) e, adicionalmente, providencia toda a funcionalidade necessária para o tratamento de um assinante móvel, tais como: registo, autenticação, atualização da localização, transição entre células (Hand-off), roaming, etc.[4] Estes serviços são providenciados em conjunto com várias entidades funcionais e formam o subsistema rede, composto por MSC (Mobile Services Switching Center), Home Location Register (HLR), Visitor Location Register (VLR), Equipment Identity Register (EIR), Authentication Center (AuC). O HLR, o VLR e o MSC, em conjunto, providenciam as capacidades de roaming do GSM.

O HLR contém toda a informação administrativa de todos os assinantes registrados na correspondente rede GSM, juntamente com a localização da estação móvel. A localiza-

ção da estação móvel está geralmente na forma do endereçamento do VLR. As informações fornecidas pelo VLR são necessárias para controlar a chamada e providenciar os serviços de cada assinante, situada dentro de uma determinada área de controle. Outros dois registros são usados para segurança e autenticação. O EIR é uma base de dados que contém listagens de todos os equipamentos móveis válidos na rede, com todas as estações móveis sendo identificadas pelo IMEI (International Mobile Equipment Identity). Um IMEI é considerado como inválido se declarado como roubado ou incompatível com a rede. O AuC é uma base de dados protegida que guarda uma cópia do código de cada SIM, que é usado para autenticar e criptografar dados do assinante através do canal de rádio.[5]

2.2.5 General Packet Radio Service

Como já apresentado anteriormente, as redes GSM surgiram da tentativa do ETSI de padronizar os sistemas celulares privados que os países europeus vinham desenvolvendo na década de 1980. Esses sistemas eram incompatíveis e permitiam apenas comunicação roaming nacional, limitando fortemente o mercado de celulares na Europa. O Sistema GSM foi desenvolvido para garantir boa qualidade de voz, baixo custo, compatibilidade com a rede ISDN e roaming por toda a Europa. No entanto, GSM cresceu muito mais do que o esperado e hoje é usado por mais de 200 países em todo o mundo.[5]

Com a popularização do uso da Internet e de outros serviços de dados em meados da década de 1990, previu-se que as redes GSM não seriam capazes de comportar grandes quantidade de dados nos diferentes estágios do sistema. Para garantir os serviços futuros, em 1997 o ETSI publicou o modo de funcionamento do General Packet Radio Service (GPRS) na especificação da FASE 2+ do GSM.

As redes GPRS foram desenvolvidas para aceitar serviços de dados, pois foram criadas com base em transmissão por comutação de pacotes, diferentemente do GSM. Comutação de pacotes utiliza mais eficientemente a fonte de rádio para tráfego em rajadas, que é uma característica da maioria dos serviços de dados.

Para que as operadoras possam utilizar seus serviços GSM e os serviços de dados GPRS a partir de uma única base dinâmica e flexível, os dois sistemas compartilham várias características entre si, como bandas de frequência, estrutura de frames e técnicas de modulação. No entanto, a cobrança pelo uso do GPRS é feita por quantidade de dados transmitidos, enquanto que no GSM é feita por tempo de conexão.[4]

A rede GPRS pode ser considerada como um revestimento à rede GSM, acrescentando tráfego orientado a pacotes mediante leves modificações da arquitetura. A rede GPRS pode ser analisada como sendo “GSM + dados”. Sua integração com a rede Internet permite o envio e o recebimento de dados de uma forma bem simples por qualquer aparelho que utiliza esta tecnologia, vide Figura 2.3.

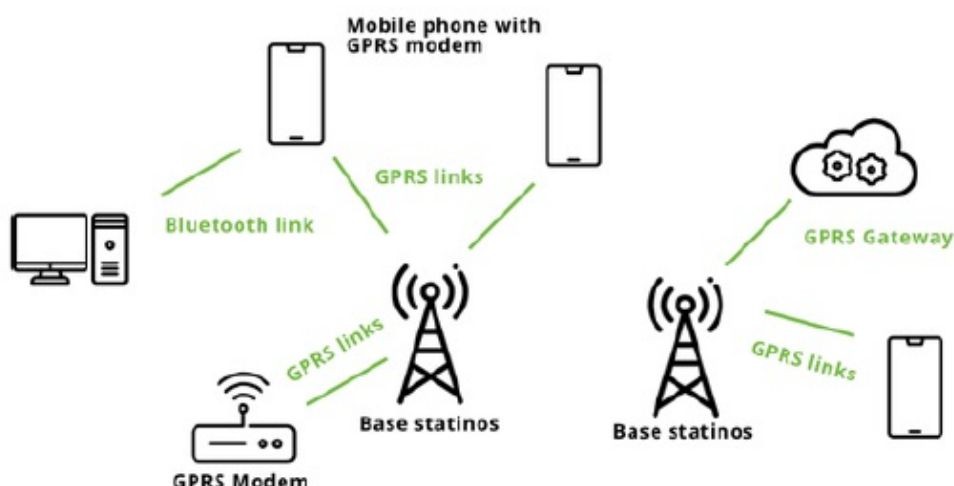


Figura 2.3: Arquitetura da Rede GPRS. Fonte: [4]

2.3 Automação

2.3.1 Definição de Conceito

Automação refere-se a qualquer sistema, apoiado em computadores, que substitui o trabalho humano, em favor da segurança das pessoas, da qualidade dos produtos, rapidez da produção ou da redução de custos, assim aperfeiçoando os complexos objetivos das indústrias, dos serviços ou bem estar.[6]

2.3.2 Composição básica da automação

Para Franchi e De Camargo (2008), "os sistemas automatizados são, algumas vezes, extremamente complexos, porém, ao observar suas partes nota-se que seus subsistemas possuem características comuns e de simples entendimento". Assim, formalmente, um sistema automatizado possui os seguintes componentes básicos:

- Sensoriamento;
- Comparação e controle;
- Actuação.

2.3.3 Ramos da automação

Criada para facilitar a realização das mais diversas atividades humanas, a automação torna-se muito vasta, e é aplicada em diversos e múltiplos sectores como a fabricação, transportes, serviços públicos, defesa, instalações, operações e, ultimamente, tecnologias da informação. Esses sectores são divididos pelas suas características particulares, dos quais são apresentados alguns dos principais ramos.[6]

2.3.3.1 Automação Residencial

Automação residencial diz respeito a um conjunto de tecnologias com a capacidade de programar eventos em uma casa e de tornar automático o funcionamento de diversos equipamentos.[6] O objetivo é oferecer facilidades e mais praticidade aos moradores através do controle e do gerenciamento remoto da residência e isso é feito por meio de um simples dispositivo móvel.

Assim, pode-se controlar os aparelhos de casa de qualquer lugar que estiver, além disso, é possível programar sensores, fechaduras e luzes, por exemplo, para que determinado comando seja executado automaticamente. Além de facilitar a vida dos moradores, pode criar uma casa totalmente personalizada conforme o estilo de vida desejado, necessidades e hábitos.

2.3.3.2 Automação Industrial

Automação industrial é definida como a utilização de máquinas electromecânicas, softwares e equipamentos específicos para automatizar processos industriais. Possui como objectivo aumentar a eficiência dos processos, maximizar a produção com o menor consumo de energia, menor emissão de resíduos e melhores condições de segurança, seja do material, humana ou de informações.[6]

2.3.3.3 Automação Comercial

Considera-se Automação Comercial o ramo da automação onde ocorre a aplicação de técnicas específicas na otimização de processos comerciais, geralmente utilizando-se mais software do que hardware e máquinas. Como exemplo: sistemas de controle de stocks, contas a pagar e receber, folha de pagamentos, identificação de mercadorias por códigos de barras ou por rádio-frequência Identificação por rádio frequência (RFID - *Radio-Frequency Identification*), etc.[6]

2.4 Controladores Lógicos Programáveis

Um Controlador Lógico Programável (CLP) é aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para armazenamento interno de instruções para implementações específicas, como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética, para controlar, através de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos.[5] O CLP tem por objetivo implementar funções específicas de controle e monitoração sobre variáveis de uma máquina ou processo.

O CLP permite desenvolver e alterar facilmente a lógica para acionamento das saídas em função das entradas. Desta forma, pode-se utilizar inúmeros pontos de entrada de sinal para controlar pontos de saída de sinal (cargas).[5]



Figura 2.4: CLP Compacto. Fonte: <https://sl.bing.net/cjk0Fq7V6zs>

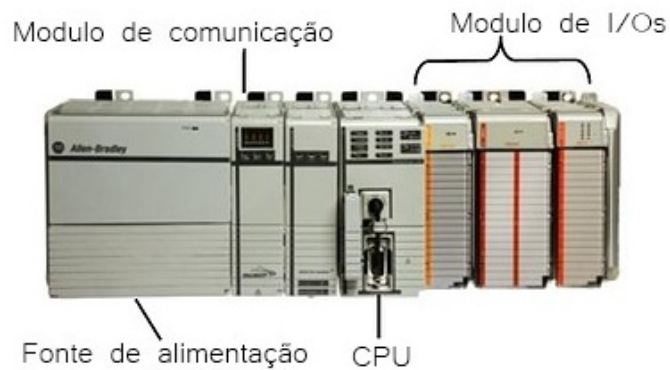


Figura 2.5: CLP Modular. Fonte: <https://sl.bing.net/kxE6CTz5H3c>

2.4.1 Arquitetura de um CLP

Um CLP é constituído por módulos de entrada e de saída (hardware) onde as funções disponíveis podem ser programadas em uma memória interna (software), através de uma linguagem de programação que possui um padrão internacional chamado IEC 1131- 3, uma fonte de alimentação e uma Unidade Central de Processamento (CPU). Cada unidade que compõe um CLP é responsável pelo seu funcionamento.[5]

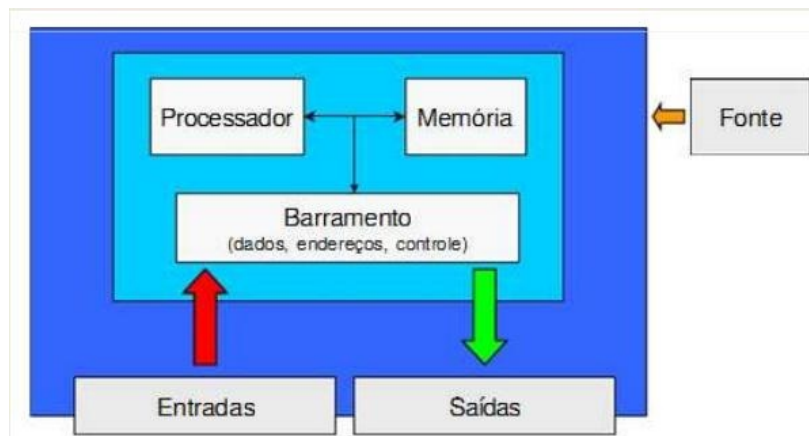


Figura 2.6: Arquitetura do CLP. Fonte: <https://sl.bing.net/eBzsp2WsibY>

2.4.2 Modos de operação de um CLP

De uma maneira geral um CLP pode estar nos modos de programação e modo de execução.

2.4.2.1 Modo de programação

No modo de programação, o CLP não executa nenhum programa, isto é, fica aguardando para ser configurado ou receber novos programas ou até receber modificações de programas já instalados. Esse tipo de programação é chamado de off-line (fora de operação). A operação de transferência de programas do microcomputador (ou terminal de programação) para o CLP denomina-se download.[5]

2.4.2.2 Modo de execução

No modo de execução (Run), o CLP passa a executar o programa do usuário. CLPs de maior porte podem sofrer alterações de programa mesmo durante a execução. Esse tipo de programação é chamado de on-line (em operação). O funcionamento do CLP é baseado num sistema microprocessado em que há uma estrutura de software que realiza continuamente ciclos de leitura, chamados de scan.[5]

O scan é constituído de três processos:

1. Efetua a leitura dos dados através dos dispositivos via interface de entrada.
2. Executa o programa de controle armazenado na memória.
3. Escreve ou atualiza os dispositivos de saída via interface de saída.

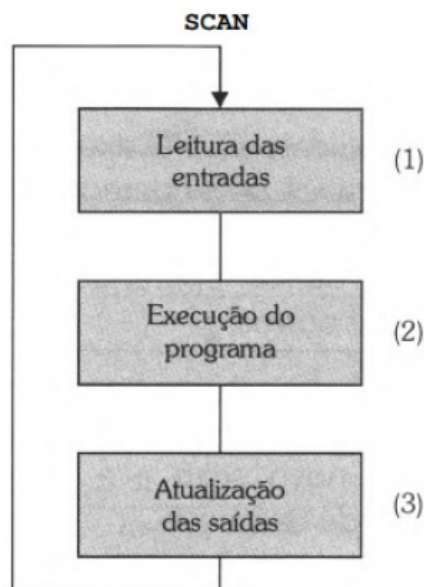


Figura 2.7: Processo de Varedura do CLP. Fonte:[6]

2.5 Unidade Terminal Remota

Uma Unidade Terminal Remota (UTR) ou do inglês Remote Terminal Unit (RTU) é um equipamento eletrônico controlado por microprocessador que faz a interface de objectos no mundo físico com um Sistema de Controlo distribuído ou sistema Controlo de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA), transmitindo dados de telemetria para um sistema de supervisão mestre para controlar ou monitorar a operação de objectos conectados, como por exemplo o ciclo de aberturas e fechamentos de religadores de energia em redes aéreas de distribuição de energia. A sua tarefa primária é controlar e adquirir dados dos equipamentos de processo na localização remota e transferir estes dados para a estação central. Outros termos que podem ser usados para a sigla UTR são unidade de telemetria remota e unidade de telecontrole remoto.[5]

2.5.1 Vantagens da RTU em comparação a CLP

A RTU pode ser entendida como uma versão menos potente de um CLP, sendo que o CLP têm uma maior capacidade de processamento e memória para comportar diversos processos sem intervenção humana, podendo se conectar a diferentes equipamentos eletrônicos para monitorar, controlar e supervisionar os processos, adquirindo dados, interpretando e agindo quando necessário, diferentemente da RTU que apresenta uma capacidade limitada.[5]

Embora o hardware se assemelhe muito a um CLP industrial, as UTRs são tipicamente utilizadas para controlo de processos ligados à geração, transmissão e distribuição de energia, além de terem maior resistência a altas temperaturas e ruídos e distúrbios elétricos. Os CLPs, por sua vez, são utilizados em diferentes processos dos mais variados segmentos da indústria, mas normalmente não requerem características físicas tão exigentes.[6] Assim, a RTU apresenta as seguintes vantagens em relação ao CLP:

Interfaces de comunicação versáteis – As UTRs são compatíveis com maior parte dos protocolos de telecontrole importantes: IEC 60870-5, DNP3, IEC 61850, Modbus®, podendo executar função de gateway (cliente/servidor) entre equipamentos de protocolos diferentes e também como ferramenta de digitalização utilizando MQTT, OPC-UA, ETHERNET industrial, etc;

Uso descomplicado – Os módulos de I/O de alta qualidade permitem projetos de nós individuais com ferramentas de configuração intuitivas e interfaces Web específicas do

projeto, facilitando o comissionamento e reduzindo os custos do ciclo de vida. O potencial se expande com o ambiente livremente programável da norma IEC 61131-3;

Custo reduzido – As RTUs têm a vantagem de serem relativamente mais baratas em relação aos CLP's na sua aquisição.

2.6 Medição de Nível em Fluidos

Nível é a medida em altura do conteúdo líquido ou sólido de um reservatório. Trata-se de uma das principais variáveis utilizadas em controle de processos contínuos. A medida de nível de um reservatório contendo líquido ou sólido é feita com o objectivo de manter a variável em um valor fixo ou entre dois valores determinados (de acordo com as necessidades do processo em que a medição está envolvida), ou ainda para determinar a quantidade (volume ou massa) do fluido em questão.[1]

2.6.1 Métodos de medição de nível em fluidos

Para a medição de nível em diversos processos quer industriais como domésticos, existem três métodos básicos de medição, a saber:

- Método de Medição Directa;
- Método de Medição Indirecta;
- Método de Medição Descontinua.

2.6.1.1 Método de Medição Directa

É a medição que se faz tendo como referência a posição do plano superior da substância medida. Neste tipo de medição podemos utilizar réguas ou gabaritos, visores de nível, boia ou flutuador. A medição de Nível Directa pode ser feita medindo-se directamente a distância entre o nível do produto e um referencial preestabelecido. Trata-se de uma metodologia de medição básica: apenas compara-se o nível de acordo com a referência estabelecida. Não envolve instrumentação voltada para a automação, pois o operador deve verificar de tempos em tempos como varia o nível no processo. É um método de medição de nível arcaico, mas efectivo se estivermos diante de um processo de pouca complexidade e de pouco risco tanto para os profissionais envolvidos como para a própria produtividade da planta.[1]

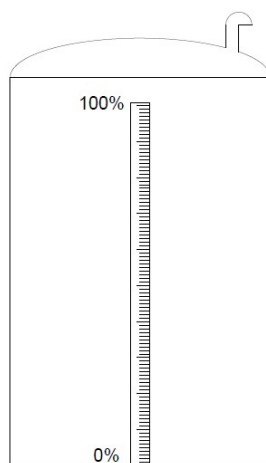


Figura 2.8: Medição Directa de Nível Com Recurso Régua ou Gabarito. Fonte: [1]

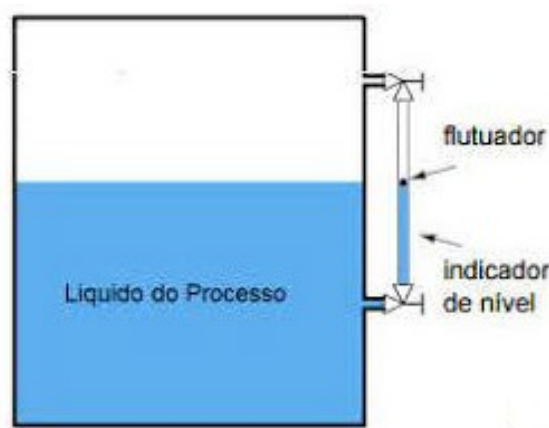


Figura 2.9: Medição Directa de Nível Com Recurso ao Visor de Nível. Fonte:[1]

2.6.1.2 Método de Medição Indirecta

É o tipo de medição que se faz para determinar o nível em função de uma segunda variável. Os medidores de nível que utilizam a metodologia da medição indirecta são chamados assim porque fazem suas medições por intermedio de outras propriedades físicas além do nível. A medição indirecta se utiliza de grandezas como pressão, empuxo, radiação, ultrassom, propriedades eléctricas (capacitância), etc. A metodologia indirecta é a melhor forma que a instrumentação industrial encontrou para enfrentar os desafios que a medição de nível impõe. O cenário actual da instrumentação voltada para a medição de nível requer uma tecnologia que contemple todas as necessidades de produção e qualidade que o mercado demanda aos mais diversos tipos de processo.[1]

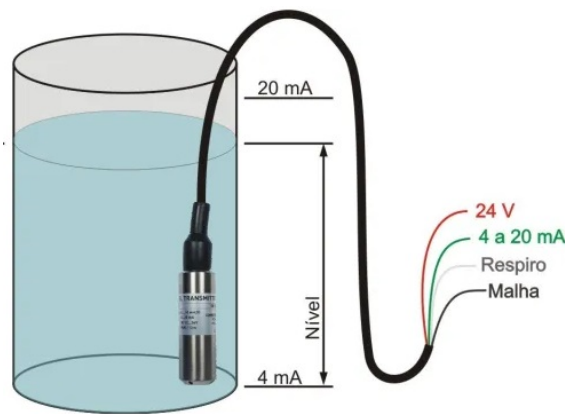


Figura 2.10: Medição Directa de Nível Com Recurso a Pressão Hidroestática. Fonte: [1]

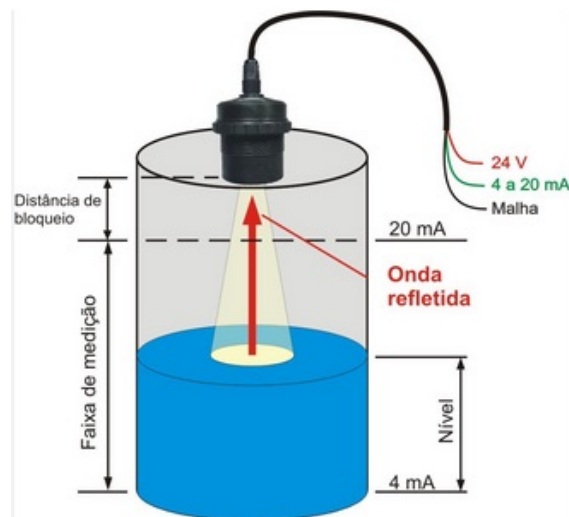


Figura 2.11: Medição Indirecta de Nível com Recurso a Ultrassom. Fonte:[1]

2.6.1.3 Método de Medição Descontínua

Este método está voltado para a medição que indica apenas quando o nível atinge certos pontos preestabelecidos, como por exemplo, condições de alarme de nível alto ou baixo. Diversas técnicas podem ser utilizadas para a medição descontínua, desde uma simples boia acoplada a contactos eléctricos, até sensores electrónicos do tipo capacitivo ou ultrassónico. Os medidores de nível que utilizam o método de medição descontínua de nível são compostos por duas partes principais: um detector de nível e um circuito de saída, que pode estar energizado ou desenergizado. O detector deste instrumento informa ao circuito de saída a presença ou ausência do produto em determinada posição; cabe ao circuito estabilizar o sinal de saída em função dessa informação. Os medidores

são empregues para fornecer indicação apenas quando o nível atinge os pontos fixos desejados. Assim, os medidores na medição de nível descontínua podem ligar ou desligar uma bomba, accionar um alarme ou desencadear uma sequência de operações automáticas quando o nível atinge um ponto fixo cujo valor pode ser previamente ajustado.[1]

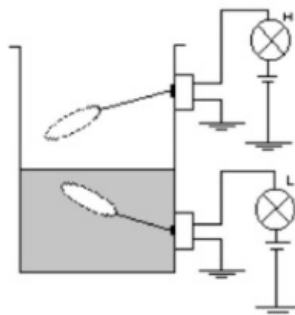


Figura 2.12: Medição Descontínua de Nível com Recurso a Interruptores de Boias. Fonte: [1]

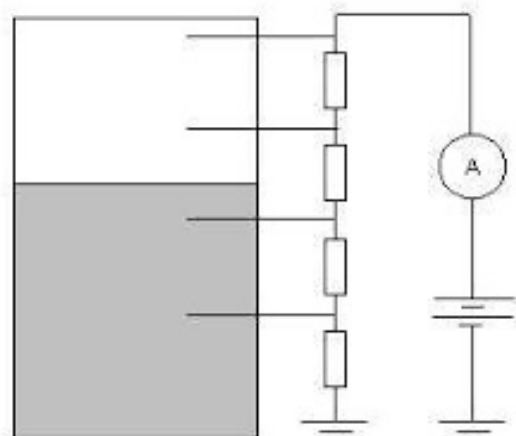


Figura 2.13: Medição Descontínua de Nível Com Recurso a Condutividade Electrica. Fonte: [1]

2.7 Sensores e Actuadores

A função de um sistema de medida é de atribuir um valor numérico a uma propriedade ou qualidade de um objecto ou evento por forma a ser possível a sua quantificação. Para Coelho (2004/2005), "o controlo de processos envolve não só uma cadeia responsável

pela quantificação de uma determinada propriedade mas também uma cadeia de actuação responsável pela alteração de um qualquer parâmetro do processo em causa.”

A figura 2.14 que se segue ilustra, de uma forma genérica, as cadeias de medida e actuação que podem, dentro do conceito de regulação automática estar associadas.

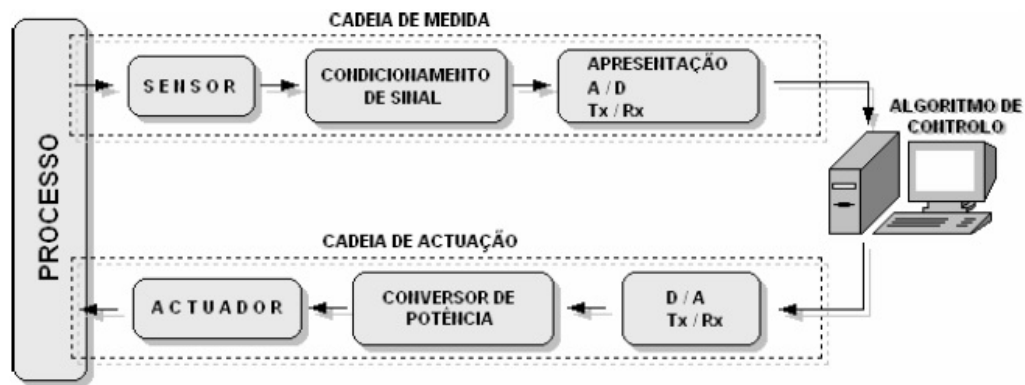


Figura 2.14: Cadeia de medida e de actuação. Fonte: [2]

No que diz respeito à cadeia de medida, a monitorização de um processo envolve um elemento sensível à propriedade que se pretende mensurar convertendo, de um modo geral, variações dessa quantidade em variações de uma qualquer propriedade eléctrica (ex. tensão, corrente ou impedância). De um modo geral em série com esse elemento encontra-se o bloco de condicionamento de sinal. Este consiste num conjunto de dispositivos cujo papel é o de adaptar o sinal a montante às condições requeridas pelo bloco subsequente.[2] As características do sinal oriundo do bloco de condicionamento dependem da aplicação em questão:

- Pode ser usado para visualização directa (ex. voltímetro);
- Pode ser objecto de conversão A/D para um microprocessador;
- Pode ser transmitido para uma estação de recepção remota (ex. RF, CAN, FieldBus ou protocolo 4/20 mA).

No que se refere à cadeia de actuação esta pode compreender um dispositivo de conversão D/A se os sinais de comando são provenientes de um microprocessador e/ou um módulo de transmissão/recepção se o actuador se encontrar fisicamente afastado. Os sinais de controlo servirão, em última análise, para excitar uma interface de potência responsável pelo comando directo dos actuadores.

Ambas as cadeias podem estar ligadas por intermédio de uma qualquer estratégia de controlo. No entanto, e devido à proliferação e baixo custo dos sistemas computacionais, actualmente já não faz muito sentido falar em controlo analógico. Desta feita, a ligação entre ambas as cadeias é feita com base num qualquer algoritmo de controlo digital que pode ir desde um simples controlador PID discreto a estratégias de regulação mais complexas como é o caso do controlo predictivo e do controlo óptimo.

2.7.1 Sensores e Transdutores

O conceito de sensor e transdutor aparece na literatura com alguma ambiguidade. Para diferentes domínios da ciência, o significado de sensor e transdutor pode sofrer alterações. Nesta perspectiva, um sensor será definido como sendo um dispositivo que, quando submetido à acção de uma quantidade física não eléctrica, apresenta uma característica de natureza eléctrica (ex. tensão, corrente ou impedância). Este dispositivo poderá ser composto por um elemento primário e um transdutor, vide Figura 2.15.[2]

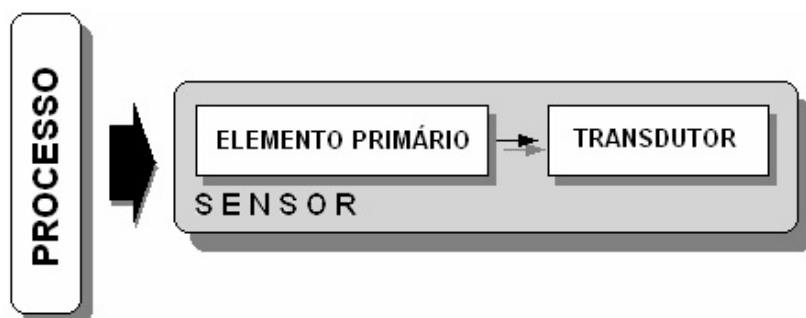


Figura 2.15: Abstração do Conceito Sensor. Fonte: [2]

O elemento primário é o dispositivo que está entre o processo e o transdutor cujo objectivo é o de transformar a grandeza a medir numa grandeza alternativa mais conveniente (ex. uma mola pode ser considerada como um elemento primário quando transforma uma força de compressão num deslocamento). O elemento que converte a energia da grandeza a medir, quando esta é não eléctrica, em energia eléctrica é o transdutor. No caso particular de inexistência de elemento primário, sensor e transdutor fundem-se representando exactamente o mesmo dispositivo.[2]

2.7.1.1 Classificação dos Sensores

Devido ao elevado número e diversidade de sensores disponíveis para os inúmeros e distintos objectos de medida, diversas estratégias de classificação tem sido sugeridas de forma a sistematizar o estudo destes dispositivos.[2] Assim, a classificação dos sensores segundo um conjunto de características comuns exibidas pode ser levada a cabo atendendo, por exemplo:

- À propriedade a mensurar (ex. sensores de temperatura, pressão, deslocamento, etc.);
- Ao tipo de saída (ex. analógicos ou digitais);
- À relação entrada/saída (ex. ordem zero, primeira ordem, etc.).

Alternativamente, os sensores serão catalogados segundo as características eléctricas exibidas aos seus terminais de saída. Assim sendo, um sensor será designado de activo se, do ponto de vista dos seus terminais de saída, este se comporta como um gerador, isto é o sensor aproveita directamente a energia do processo a medir. Por outro lado um sensor será classificado de passivo se, segundo a mesma perspectiva, variações da propriedade a medir se reflectem em variações da sua impedância. Para este último caso o processo a medir vai alterar alguma das características de um determinado componente estrutural que, posteriormente, será objecto de medida.

2.7.1.2 Características Estáticas dos Sensores

Apesar da existência de diversos conceitos na instrumentação e metrologia para caracterizar, no domínio da invariância temporal da quantidade a medir, o desempenho dos sensores, nesta secção o comportamento deste tipo de dispositivos será caracterizado tendo em conta os seguintes parâmetros: precisão, sensibilidade, linearidade e resolução.

2.7.1.3 Exactidão, Precisão e Sensibilidade dos Sensores

A escolha de um sensor para uma dada aplicação deve ser efectuada atendendo não só às características do processo a medir mas também ao objectivo final das medidas efectuadas. Assim sendo, e de uma forma relativamente óbvia, um sensor deve ser escolhido de acordo com o seu intervalo de funcionamento, isto é supondo que se pretende medir

temperaturas no intervalo entre 0 °C e 200 °C nunca deverá optar por usar um cuja gama dinâmica seja de -100 °C e 100 °C.

Assim, o intervalo de funcionamento deve ser escolhido de forma a garantir que a resposta do sensor ainda está relacionada com o estímulo. Complementarmente, e atendendo à aplicação final a que se destinam as medidas, conceitos tais como exactidão, precisão e sensibilidade devem ser considerados na escolha de um sensor.

Por exemplo um traçado de ECG deve possuir características diferentes se a sua utilização final for para monitorização ou para diagnóstico.

Assim sendo, designa-se por **Exactidão** ou fidelidade a qualidade que caracteriza a capacidade de um sensor fornecer resultados próximos do valor real da quantidade medida. Um sensor será tanto mais exacto quanto menor for a diferença entre o valor medido e o verdadeiro. Em sensores comerciais a exactidão é fornecida pelo fabricante podendo ser especificada através dos erros relativo.[2]

Por outro lado a **Precisão** caracteriza a dispersão das respostas de um sensor, independentemente do erro entre o valor medido e o real, quando submetido ao mesmo estímulo e sobre condições idênticas, isto é afere a sua repetibilidade. Note-se que precisão e exactidão são conceitos diferentes podendo um sensor ser preciso e não ser exacto. Para um conjunto N de medidas de uma dada quantidade, a precisão de um sensor pode ser quantificada estatisticamente pelo desvio padrão.[2]

Outra característica importante que deve ser considerada na escolha de um sensor é a sua sensibilidade. A **Sensibilidade** de um sensor pode ser definida como sendo a relação entre a variação da saída do sensor e a variação correspondente da grandeza a medir. Um sensor é muito sensível quando uma pequena variação do estímulo de entrada provoca uma grande variação na sua saída.[2] Geometricamente a sensibilidade não é mais do que a inclinação da curva de calibração.

Nota: O valor da sensibilidade, sobre determinadas condições de emprego, é fornecido pelo fabricante. Uma qualidade desejável nos sensores é possuir uma elevada, e se possível constante, sensibilidade.[2]

2.7.1.4 Linearidade e Resolução

De acordo com Coelho (2004/2005), "um sensor é dito linear, em torno de um determinado intervalo de medida, se a sua sensibilidade for independente dos valores da variável a medir, isto é a linearidade indica até que ponto a sensibilidade de um sensor é constante".

Geometricamente a linearidade descreve a proximidade entre a curva de calibração e uma recta especificada. Essa recta pode ser obtida de diversas formas dando origem a medidas de não-linearidade distintas. Por exemplo para o cálculo da linearidade independente a recta é definida recorrendo ao método dos mínimos quadrados. Já a linearidade integral é calculada como sendo o desvio máximo da curva de calibração relativamente a uma recta traçada do início para o fim da escala. [2]

2.7.2 Actuadores

Um actuador é também um dispositivo conversor de energia. Contudo, e ao contrário do primeiro, um actuador converte energia eléctrica em energia não eléctrica, isto é um actuador executa a operação inversa de um sensor.[2]

Nesta secção são abordados apenas os actuadores capazes de converter um sinal de comando eléctrico, directa ou indirectamente, numa acção mecânica como por exemplo força ou posição.

Neste contexto, é também possível definir uma cadeia de actuação como sendo uma tarefa isolada cujo papel é o de alterar um qualquer parâmetro de um processo recorrendo unicamente ao factor humano (controlo manual).

A cadeia de actuação e a cadeia de medida estão ligadas por intermédio de uma qualquer lei de controlo. A lei de controlo estabelece, a partir do valor medido do parâmetro físico a controlar comparativamente a uma dada referência que se pretende que seja seguida, um conjunto de acções de controlo de forma a manter os valores da variável a controlar o mais próximos possível dos valores de referência.

No caso mais comum de controlo automático as ordens de actuação são enviadas por um microprocessador directamente para um ou mais actuadores passando por um conjunto de blocos funcionais. Essas etapas intermédias são responsáveis pela adaptação do sinal eléctrico enviado pelo microprocessador para um outro sinal eléctrico conveniente ao actuador. A estrutura básica de uma cadeia de actuação é ilustrada, vide Figura 2.16.

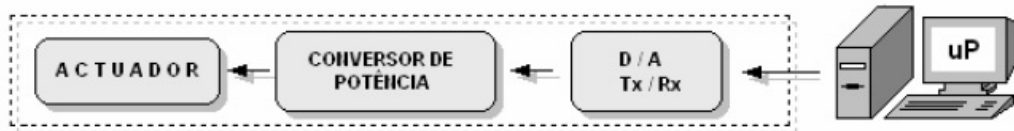


Figura 2.16: Cadeia de actuação. Fonte: [2]

A sequência de actuação, dentro de uma estratégia de controlo automático, parte da ordem de comando enviado pelo microprocessador sob a forma de um sinal digital. Este sinal poderá ser posteriormente convertido, entre outras formas, no equivalente analógico, num sinal modulado ou então submetido directamente ao conversor de potência (é o exemplo do controlo ON/OFF). Como o seu próprio nome indica, o papel do bloco de conversão de potência consiste na adaptação da potência do sinal de comando num sinal cuja potência é a adequada ao funcionamento do actuador. Finalmente o actuador efectua a conversão da potência eléctrica na grandeza física de controlo. A escolha de um actuador para o controlo de uma determinada variável num processo depende de vários factores entre os quais a magnitude e gama dos parâmetros a serem controlados. Adicionalmente outras considerações tais como inércia, precisão, resolução, dimensões e custo devem também ser variáveis a considerar na selecção de um actuador.

2.7.2.1 Interfaces de Potência

Normalmente a potência do sinal de controlo é demasiado baixa para excitar directamente um actuador levando a que circuitos ou dispositivos adicionais de conversão de potência sejam necessários. Assim, a conversão de potência pode ser visto como uma etapa de condicionamento de sinal que permite governar circuitos de potência (>2W) recorrendo a sinais de controlo de baixa potência como por exemplo sinais TTL ou protocolo 4-20mA.[2]

Neste contexto, no decorrer desta secção serão objecto de revisão e estudo alguns tipos de dispositivos e circuitos capazes de accionar cargas a partir de sinais de controlo de baixa potência. Mais concretamente serão abordados dispositivos electromecânicos como é o caso dos relés e contactores.

2.7.2.2 Relés e Contactores

Os **Relés** são comutadores electromecânicos que permitem o controlo de cargas de potência a partir de sinais de comando de baixa potência. Estes dispositivos proporcionam uma acção do tipo "tudo ou nada" em resposta a um determinado sinal de controlo. No que se refere à sua concepção este tipo de dispositivos são compostos por uma bobina (formada por várias camadas de espiras enroladas à volta de um núcleo) e por uma armadura metálica móvel responsável pela abertura ou fecho dos contactos de saída. Uma possível estrutura de um relé electromecânico é ilustrada a seguir, vide Figura 2.17.[2]

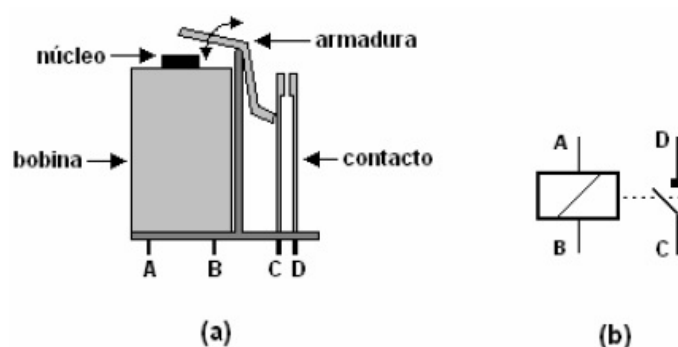


Figura 2.17: (a) Estrutura básica de um relé. (b) Sua representação Esquemática. Fonte: [2]

Assim, atendendo à figura anterior, quando uma corrente percorre a bobina dois pólos magnéticos surgem nos extremos do núcleo atraindo a armadura para junto de si. O movimento da armadura, em torno de um fulcro, devido ao fenómeno de atracção obriga a que os contactos CD se fechem. No instante em que deixa de circular corrente na bobina a armadura, por intermédio de um dos contactos que age como mola, volta à posição de repouso implicando a abertura do interruptor. Normalmente os relés estão dotados de mais do que um par de contactos com diferentes estados em repouso. É normal encontrar relés com, por exemplo, contactos normalmente abertos, normalmente fechados ou reversíveis, vide Figura 2.18.

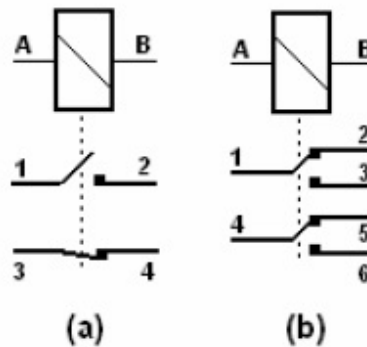


Figura 2.18: Relé: (a) com dois contactos (NF e NA) (b) com dois contactos reversíveis. Fonte: [2]

Normalmente a potência do sinal de controlo que obriga à comutação dos contactos é várias ordens de grandeza inferior à potência controlada. Por exemplo é vulgar encontrar-se relés para correntes de contacto de 8 e 10A comandados por correntes em torno dos 50mA. A nível comercial estes dispositivos são produzidos com diversos tamanhos, formas e para as mais variadas correntes e tensões de trabalho.

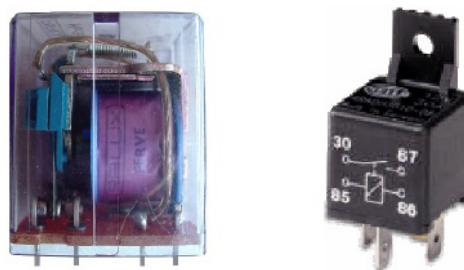


Figura 2.19: Exemplos de relés comerciais para diferentes aplicações. Fonte: [2]

Tal como o relé, o **Contactador** electromagnético é um dispositivo mecânico de ligação. Estes dispositivos ligam e desligam um circuito eléctrico de potência ao excitar um electroímã ou bobina de comando. Além das diferenças referentes à sua estrutura física, os contactores distinguem-se dos relés pela magnitude das potências controláveis.[2] Assim, os relés estão normalmente limitadas ao controlo de cargas até 1KW enquanto que um contactor pode regular o funcionamento de dispositivos com potências até às centenas de KW. Tal como para o relé, os componentes estruturais de um contactor consistem numa bobina, num núcleo, numa armadura móvel e num conjunto de contactos, sendo

que a sua concepção é ligeiramente diferente da do relé.

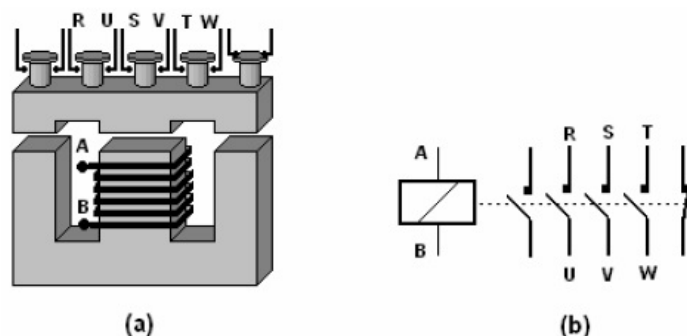


Figura 2.20: (a) Contactor (b) representação Esquemática do contactor. Fonte: [2]

Olhando para a Figura 2.20, nota-se que neste dispositivo, a bobina está enrolada em torno da haste central de um núcleo com a forma de um m. Solidários com a armadura móvel encontram-se os contactos (no presente exemplo três principais e dois auxiliares). Quando uma tensão é aplicada à bobina, um campo magnético é gerado atraindo a armadura. No processo de movimentação da armadura os contactos mudam de estado fechando ou abrindo os circuitos. Quando a corrente na bobina é interrompida a armadura recupera a sua posição inicial por intermédio da força exercida por uma ou duas molas mecânicas. Comercialmente este tipo de dispositivos é apresentado sobre diversas formas e para as mais variadas condições de trabalho.



Figura 2.21: Aspecto Exterior de um contactor. Fonte: [2]

Relativamente a outros dispositivos de controlo de potência os relés e os contactores possuem a vantagem de garantirem um óptimo isolamento galvânico entre o circuito de controlo e o circuito controlado. São também dispositivos robustos possuindo elevada resistência a transitórios e picos de corrente. Contudo apresentam baixa largura de banda e desgaste mecânico inerente à sua utilização.

2.8 Bombas de água

Bombas hidráulicas ou bombas de água são máquinas de fluxo, cuja função é fornecer energia para a água, a fim de recalcar-la (elevá-la), através da conversão de energia mecânica de seu rotor proveniente de um motor a combustão ou de um motor elétrico. Desta forma, as bombas hidráulicas são tidas como máquinas hidráulicas geradoras.[11]



Figura 2.22: Diferentes Bombas de água. Fonte: [11]

2.8.1 Composição das Bombas de água

As bombas de água são compostas por duas partes a saber, motor de acionamento e a bomba.

2.8.1.1 Motor de acionamento

Órgão encarregado do acionamento da bomba, podendo ser: motor elétrico, motor de combustão interna (a gasolina ou diesel), turbina hidráulica ou a gás, uma tomada de força qualquer (de tratores, por exemplo). A escolha do órgão de acionamento depende de vários fatores tais como: a disponibilidade e o custo da energia, o grau de mobilidade desejado, a Segurança e comodidade operacional. Em linhas gerais, a conjugação ou

soma dos principais fatores provocam, na maioria dos casos, uma tendência para o uso dos motores elétricos. São causas desta tendência, entre outras: a vida mais longa dos motores elétricos, maior segurança e comodidade operacional (os motores elétricos não provocam poluição local), custo de manutenção mais baixo.[11]

2.8.1.2 Bomba

Órgão encarregado de succionar o fluido, retirando-o do reservatório de sucção e energizando-o através de seu rotor o que impulsiona-o para o reservatório de recalque.[11] A maioria das bombas, incorporam uma válvula de pé com crivo (VPC), instalada junto ao pé da tubulação de sucção, é uma válvula unidirecional que só permite a passagem do fluido no sentido ascendente e que, com o desligamento do motor de acionamento, mantém a carcaça da bomba e a tubulação de sucção cheia do fluido recalcado, impedindo o seu retorno ao reservatório de sucção. Diz-se, nestas circunstâncias, que a válvula de pé com crivo mantém a bomba escorvada (carcaça da bomba e tubulação de sucção cheia de fluido).

2.9 Máquinas síncronas

As máquinas síncronas são consideradas máquinas rotatórias cuja velocidade, condicionada a um regime permanente, é proporcional à frequência da corrente na armadura. São importantes conversores eletromecânicos de energia e geralmente são constituídas de um rotor e de um estator.[9] No primeiro, localizam-se os enrolamentos indutores, percorrido por uma corrente contínua que cria uma f.e.m. No segundo, localiza-se o estator que, por sua vez, converte a energia. O campo magnético criado pela corrente na armadura gira na mesma velocidade do campo magnético criado pela corrente de campo do rotor, o qual gira à velocidade síncrona.

Neste tipo de máquina, em operação em regime permanente, sua velocidade e sua frequência serão constantes. Pode-se afirmar que as máquinas de hoje em dia possuem armadura estacionária e campos de excitação girantes. Dependendo do tipo de construção do rotor, este pode ser designado como do tipo rotor cilíndrico (pólos lisos) e ou de pólos salientes.

O seu uso como gerador é o mais comum, tendo seu funcionamento muito semelhante a um gerador CC, especialmente para sistemas de grande potência. Como exemplo, tem

se os geradores eólicos e os geradores hidroelétricos. Quando uma máquina síncrona opera como motor, devido à velocidade do rotor ser proporcional à frequência de excitação, seu emprego se dará em situações onde velocidades constantes são exigidas. A potência reactiva gerada por uma máquina síncrona pode ser ajustada controlando-se a magnitude da corrente de campo do rotor. Tal afirmação permite que as máquinas, quando em operação sem carga, sejam empregadas em sistemas de potência somente visando à correção do fator de potência bem como o controle do fluxo de reativos injetados neste. Isto pode trazer economia quando comparado ao uso de capacitores para compensação.

2.9.1 Gerador síncrono

Um gerador síncrono simples, quando fornece potência a uma impedância de carga, atua como fonte de tensão, cuja frequência é determinada pela velocidade de seu acionador mecânico primário. O induzido da máquina síncrona é formado por um enrolamento distribuído, geralmente trifásico e com mais de um par de pólos. Quanto ao indutor, este é constituído por um enrolamento monofásico alimentado por corrente contínua, entretanto, em pequenas unidades sejam substituídos por ímãs permanentes. Ainda são elementos constitutivos de uma máquina síncrona a excitatriz, sendo um gerador CC para alimentação do enrolamento de campo, e as escovas, as quais fazem a ligação entre a fonte externa e o enrolamento de campo.[9]

2.9.1.1 Aspectos Construtivos de Funcionamento

A composição geral de uma máquina síncrona se dá por um estator que aloja o enrolamento onde uma tensão é induzida pelo movimento do rotor. O rotor, por sua vez, contém um enrolamento alimentado por corrente CC que determina a criação do campo magnético principal da máquina. Para Klemperer (2004), existe possibilidade de dois tipos de produção de campos magnéticos dentre as máquinas síncronas e podem ser resumidas como: Com campo estacionário, alimentados por corrente alternada, e ou com campo girante, alimentada por corrente contínua.

Máquinas síncronas com campo estacionário possuem pólos salientes localizados no estator. Estes pólos são magnetizados ou por ímãs permanentes ou por uma corrente CC e se deslocam em relação ao próprio enrolamento que os originam. Segundo o autor, em se tratando de máquinas síncronas com campo girante, estes possuem ranhuras no rotor

referente ao enrolamento de campo. Já no estator, as ranhuras referem-se aos enrolamentos da armadura.

Neste tipo de máquina, uma corrente CC cria um campo magnético que gira à velocidade síncrona e energiza os enrolamentos de campo girante. Este, por sua vez, pode ser alimentado através de anéis deslizantes e escovas (excitação externa) ou através de uma ponte retificadora (excitação interna).

O núcleo do estator é normalmente composto de lâminas de metal. A espessura destas lâminas e o tipo de metal a ser utilizado são determinados para minimizar as correntes de fuga e as perdas por histerese. O núcleo possui ranhuras onde se localizam as bobinas, compreendendo, assim, o enrolamento do estator.[9]

2.9.1.2 Construção dos Geradores Síncrono

As máquinas síncronas para a geração de energia elétrica mais utilizada são as que possuem armadura estacionária e campo girante. Os enrolamentos utilizados em armaduras estacionárias são normalmente enrolamentos imbricados devido às menores conexões terminais, ou cabeça de bobinas, requeridas entre estas.[12]

A frequência de um gerador síncrono é diretamente relacionada à sua construção, uma vez que varia conforme o número de pólos seja saliente ou não. O autor cita vantagens desta construção, em função como o chaveamento automático de CA a CC por comutação e então a geração de CA. A resistência aumentada nos dentes da armadura, visto que os mesmos, em armaduras girantes, podem estar sujeitos a forças centrífugas elevadas.[9] Sua reatância da armadura é reduzida, o que se dá pela seção transversal do ferro aumentada, reduzindo o fluxo disperso produzido pela armadura. Outras vantagens deste tipo de máquinas estão relacionadas ao peso e inércia do rotor reduzido, melhoria do isolamento, dentre outros.

2.9.1.3 Estator

Para Fitzgerald (2014), "o estator como sendo o invólucro do rotor". É composto por chapas de aço laminadas com acréscimo de ranhuras axiais onde se localiza seu enrolamento. Geralmente, um estator requer três enrolamentos autônomos, colocados a cerca de um núcleo ferromagnético laminado. Cada um destes deverá ter uma quantidade de bobinas de forma múltipla da quantidade de pares de pólos do rotor.[12] Esse controle

do número de enrolamentos do estator, de certa forma assegura, em certo momento, uma F.E. M gerada em todas as bobinas. Os grupos de enrolamentos devem ser colocados alternadamente, em sobreposição, sendo esses os responsáveis pela origem da defasagem esperada.

2.9.1.4 Rotor

O rotor é formado por um par de núcleos polares, uma bobina de campo e anéis coletores. A bobina de campo encontra-se disposta em direção igual ao giro do rotor, onde cada ponta da mesma é anexada a um anel.[12] O par de núcleos fica alojado em cada extremidade da mesma, de forma a envolvê-la. O fluxo magnético que é gerado pela corrente que atravessa a bobina, contanto que com a rotação, os pólos sejam alternadamente Norte e Sul. Os tipos de rotor, citados anteriormente, não alteram o princípio de funcionamento da máquina, porém, nota-se uma diferença entre eles. Nos rotores de pólos cilíndricos, a quantidade de pólos é baixa enquanto que em rotores de pólos salientes, a quantidade de pólos é elevada.

2.9.1.5 Escovas

A bobina de campo obtém corrente através de um par de escovas, que são responsáveis por realizarem a conexão com a bateria, por meio dos anéis. Logo, as escovas são forçadas contra os anéis os quais são amparados por molas. Em função da corrente pequena que conduzem, têm longo tempo de vida útil.[12]

2.9.1.6 Regulador de tensão

Para o funcionamento ideal de máquinas elétricas CA, a tensão nominal deve centrar-se dentro de uma pequena margem. Se a f.e.m. gerada varia de acordo com a velocidade de rotação e com a corrente de excitação, essa deve obedecer a uma quantidade média de RPM para que o aproveitamento seja máximo.[12] No circuito automotivo, como exemplo, a velocidade de rotação do motor varia muito, sendo que, em certos momentos, a tensão produzida excedesse os limites de segurança da máquina, geraria sérios problemas. Em resposta, o regulador de tensão; equipamento capaz de estabilizar a corrente de excitação da bobina de campo, em função da velocidade de rotação.

A tensão de saída do regulador varia apenas entre limites de projeto. O funcionamento

básico do regulador depende do valor da f.e.m gerada, o qual é responsável por interromper a alimentação se a f.e.m for maior que valores pretendidos. Em relação ao fator de potência, em atraso ou em avanço, quando este está em avanço, ocorrerá um acréscimo da tensão de vazio a plena carga. Alternativamente, quanto mais em atraso este tiver, maior a diminuição deste mesmo nível. Não se obterá uma regulação de tensão nula, ocorrendo quedas quando uma carga puramente resistiva for aplicada aos seus terminais.

Capítulo 3

Desenho, Dimensionamento e Implementação do Sistema

3.1 Solução

A solução proposta para resolver a pergunta colocada em 1.2 é repartida em duas componentes, a de *hardware* e *software*. Para a parte do *hardware* propõe-se o uso da Unidade Terminal Remota CWT5112 que constitui a unidade controladora do sistema no seu todo, associado a um cartão SIM, que permitirá a notificação de diferentes eventos aos usuários com recurso a tecnologia GSM. A RTU estará interligada a unidades de controle de bombas de água, relés e sensores. Para a componente de *software* a RTU CWT5112 precisa ser configurada usando a ferramenta de configuração própria da RTU fornecida pelo fabricante após a aquisição do mesmo.

3.2 Diagrama de Blocos

Para a implementação deste projeto, é apresentado a seguir o respectivo diagrama de blocos exibindo a interligação e dependência dos componentes usados.

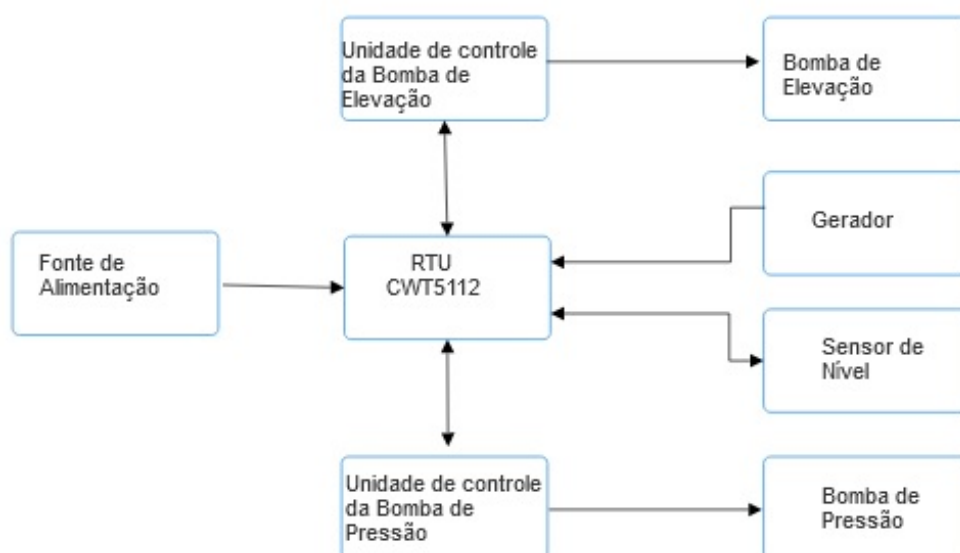


Figura 3.1: Diagrama de Blocos do Sistema. Fonte: Autor

3.3 Especificações Funcionais do Sistema

O Sistema de Monitoramento GSM de Nível de Água em Reservatórios, Bombas de Água e do Gerador de Energia Eléctrica em uma Residência obedece as seguintes funcionalidades:

Sempre que a RTU for ligada, uma mensagem deve ser enviada ao administrador do sistema pedindo que se faça a sincronização do relógio, isto é, a hora em que o administrador for a fazer o envio da mensagem de resposta "999" a sincronização de relógio será tida como hora de referência, garantindo assim que a hora em que os eventos serão registados seja de acordo com o Time Zone da região.

O sistema deverá notificar ao administrador e os demais números adicionados no sistema por via de uma mensagem de SMS, sempre que o valor percentual do nível de água nos reservatórios de água da rede e da água tratada forem inferiores a 50 por cento dos volumes totais dos reservatórios.

Sempre que for registada a mudança de estado das bombas das bomba da água da rede (Raw Water) e bomba da água filtrada (Potable Water) o sistema deverá notificar à todos contactos configurados no sistema.

Por fim, quando registrar-se corte de fornecimento de energia da rede pública e o gerador de emergência entrar em funcionamento, o sistema deverá fazer envio de uma notificação

previamente definida informando que o gerador de emergência entrou em funcionamento assim como quando for a parar.

3.4 Hardware

Para a implementação deste sistema, foi necessário aquisição de materiais que compõem o hardware do mesmo. Neste contexto é apresentada a seguir a tabela 3.1 que relaciona os materiais que compõem o hardware do sistema e as respectivas funções.

Tabela 3.1: Materiais. Fonte: Autor

Componente	Função
RTU CWT5112	Unidade Terminal Remota responsável pelo controlo do sistema no seu todo, recebendo nos seus terminais de inputs os condicionamentos provenientes dos sensores de nível de água, relés nas bombas de água e relés do gerador de emergência.
Fonte de Alimentação Mean Well HDR-30-24	Receber 220V AC e fazer a rectificação para 24V DC, providenciando 24V DC ao sistema.
Sensor de Nível TL-136	Responsável por converter a pressão da água no reservatório de forma proporcional em um sinal de 4-20mA.
Transformador de Corrente CCS-131100	Responsável pela monitorização das correntes que fluem para as bombas de água.
Rele Finder Série 40.52	Responsável pela actualização das mudanças de estados dos inputs digitais.
Ligadores e condutores	Usados para estabelecer ligação eléctrica entre os dispositivos do campo e a unidade terminal remota.
Caixa Eléctrica QILIPSU IP67	Usadas para albergar a RTU, disjuntores e relés, protegendo-os de impactos mecânicos, poeiras bem como chuva.
Disjuntores	Garantem a protecção eléctrica contra sobrecargas e curto-circuitos.

3.4.1 Unidade Terminal Remota CWT5112

A CWT5112 é uma Unidade Terminal Remota que dispõe de 12 DI, 4 DO, 4 AI, interface elétrica padrão RS232 pode conectar vários equipamentos industriais, como PLC, medidores, sensores, interruptores elétricos, etc. Ele monitora o estado de funcionamento do sistema industrial em tempo real e dados, assim como é eficiente como dispositivo remoto podendo receber actualizações dos eventos remotamente por computador central e telefones celulares através das tecnologias GSM/GPRS/3G/4G/Wi-Fi . Pode ser amplamente utilizado no controlo automático industrial, monitoramento da sala de computadores, monitoramento de ambientes, projecto de conservação da água, indústrias de energia, agricultura, entre outros.[3]



Figura 3.2: Unidade Terminal Remota CWT5112. Fonte: [3]

3.4.1.1 Especificações Técnicas

Core	MCU	Cortex M3 32-bit ARM
Power	Power supply	9-28V DC (Standard adapter: DC 12V/1.5A)
	Consumption	12V input Max. 150mA/Average 50mA
Network	Wireless Network	Either GPRS (or 3G/4G, need simcard) or Wi-Fi (Not need simcard) Default: GSM/GPRS (4 band 850/900/1800/1900Mhz) Option: WCDMA (3G), FDD LTE(4G) Option: Wi-Fi, 802.11 b/g security WEP/WPA/WPA2
	IO channel	Digital input (DI) 12 channels, Dry contact trigger Digital output (DO) 4 channels, transistor output Output drive voltage=power supply DC voltage Drive current ≤500mA Analog Input (AI) 4 channels, receive 4-20mA (option: 0-5V), Sampling frequency: 33Hz, 16-bit precision, Dual digital filters for anti-noise
Series port	RS232	1 port, baud rate: 1200~115200dps, default 9600,n,8,1
	Mini USB	Configuration port
Other interface	SIM/UIM	Standard user card interface
	Antenna	Standard SMA female interface (50Ω)
Others	Battery	Optional lithium-polymer, 1000mAh/3.7V, life:8-20 hours
	GPS module	Optional
Working	temperature	-30℃ ~ +70℃
Environment	humidity	5 ~ 95% (non-condensing)
Physical	Terminals	2×14pin 3.81mm spacing, pluggable
	Housing	Providing IP30 protection
	Dimension	130×80×30mm
	Weight	370g

Figura 3.3: Folha de dados da CWT5112. Fonte: [3]

3.4.1.2 Protocolo de Comunicação USB

Universal Serial Bus (USB), em português, (porta serial universal) é um padrão da indústria que estabelece especificações para cabos, conectores e protocolos para conexão, comunicação e alimentação (interface) entre computadores, periféricos e outros computadores. Existe uma ampla variedade de hardware USB, incluindo 14 tipos diferentes de conectores, dos quais o USB-C é o mais recente e o único não obsoleto atualmente.

O USB foi projetado para padronizar a conexão de periféricos a computadores pessoais, tanto para comunicação quanto para fornecimento de energia elétrica. Substituiu amplamente as interfaces, como portas seriais e portas paralelas, e tornou-se comum em uma ampla gama de dispositivos. Exemplos de periféricos conectados via USB incluem teclados e mouses de computador, câmeras de vídeo, impressoras, reprodutores de mídia portáteis, telefones digitais móveis (portáteis), unidades de disco e adaptadores de rede. Os conectores USB vêm substituindo cada vez mais outros tipos como cabos de carregamento de dispositivos portáteis.

3.4.1.3 Funcionamento do USB

Para fornecer energia elétrica e transmitir dados ao mesmo tempo, os cabos USB e conectores contam com pelo menos quatro fios internos: VBus (VCC), D+, D- e GND. O primeiro é responsável pela alimentação elétrica. O segundo e o terceiro são utilizados na transmissão de dados (a letra "D"provém de data, dado em inglês). O quarto atua no controle elétrico, servindo como "fio terra". Versões mais recentes do USB contam com um número maior de fios internos para suportar fluxos de energia e dados maiores.

A comunicação entre dispositivos conectados via USB é feita por meio de um protocolo. Nele, o host, isto é, o computador ou o equipamento que recebe as conexões, emite um sinal para encontrar os dispositivos conectados e define um endereço para cada um deles.

Quando a comunicação é estabelecida, o host recebe a informação sobre o tipo de conexão que o dispositivo conectado utiliza. Há quatro possibilidades básicas:

- Bulk : Esse tipo é utilizado por dispositivos que lidam com grandes volumes de dados, como impressoras e scanners. O Bulk conta com recursos de detecção de erro para garantir a integridade das informações transmitidas;
- Control : Tipo utilizado para transmissão de parâmetros de controle e configuração do dispositivo;
- Interrupt : Tipo utilizado para dispositivos que transferem poucos dados, como mouses, teclados e joysticks;
- Isochronous : Tipo aplicado em transmissões contínuas, onde os dados são transferidos a todo o momento, razão pela qual não há recursos de detecção de erros, que atrasariam a comunicação. Dispositivos como caixas de som utilizam esse modo.

Independentemente do dispositivo em uso, convém que cabos USB tenham até 5 metros de comprimento. Isso é necessário porque, em cabos maiores, o tempo de transmissão dos dados pode exceder 1.500 nanossegundos, situação que favorece a perda de informações.



Figura 3.4: Tipos de Conectores e Cabos USB. Fonte: <https://www.bing.com>

3.4.2 Fonte de Alimentação Mean Well HDR-30-24

A Fonte AC/DC HDR-30-24 Mean Well é a solução ideal para necessidades de alimentação em trilho DIN, oferecendo potência de 36W e saída de 24V. Este dispositivo compacto e eficiente é perfeito para sistemas industriais e automação, garantindo desempenho confiável e duradouro, tendo protecção contra sobrecarga, curto-circuito e sobretensão.



Figura 3.5: Fonte de Alimentação Mean Well HDR-30-24. Fonte: <http://www.meanwell.com>

3.4.2.1 Especificações Técnicas

- Potência: 36W
- Corrente de saída: 1.5A;
- Tensão de alimentação: 85V AC...265V AC;
- Conexão elétrica: bloco terminal;
- Montagem: DIN Rail;
- Temperatura de trabalho: -30...70°C;
- Eficiência: 89 por cento;
- Tensão de saída: 24V DC;
- Série: HDR-30;
- Peso: 120g
- Dimensões externas: 35x90x54.5mm

3.4.3 Sensor de Nível TL-136

O TL-136 é um sensor de nível de líquidos de alta precisão, ideal para monitoramento mais preciso do nível de água em reservatórios, sendo mais aplicado em circuitos de saída de sinal de 4-20 mA com uma maior estabilidade. Este sensor apresenta um alto índice de protecção (IP68), com multicamadas à prova de água, tornando-se seguro o seu uso em diversas aplicações.



Figura 3.6: Sensor de Nível TL-136. Fonte: <https://sl.bing.net/ecaElk6x5Oe>

3.4.3.1 Especificações Técnicas

- Tipo de item: sensor de nível de líquido;
- Comprimento do cabo do guia de ar: 5 metros;
- Faixa de medição: 0-1 m / 0-2 m / 0-3 m / 0-4 m / 0-1 m / 0-5 m (opcional);
- Sinal de saída: 4-20mA;
- Tensão de alimentação: 24 VCC;
- Temperatura de trabalho: -30...80°C;
- Nível de proteção: IP68;
- Estabilidade a longo prazo: $\pm 0,2$ por cento;
- Material do produto: aço inoxidável 304;
- Peso: 574g;
- Médio testado: água, óleo, etc;

3.4.4 Transformdor de Corrente CCS-131100

O transformador ou relé de corrente é composto por um núcleo sólido para monitoramento de estados de ventiladores, bombas ou motores com corrente de 0 a 200 amperes. Possui pontos de ajuste e LEDs nas cores Verde e Vermelho como forma de confirmação visual de que há corrente passando pelo núcleo.



Figura 3.7: Transformdor de Corrente CCS-131100. Fonte: dwyer-inst.com

3.4.4.1 Especificações Técnicas

- Corrente: 0 to 200 A AC;
- Alimentação: None, self-powered;
- Temperatura: -30 to 70°C;
- Humidade: 0 to 95 Porcento;
- Frequencia: 40 to 400 Hz;
- Peso: 553g;

3.4.5 Rele Finder Série 40.52

O relé Finder Série 40.52 é um dispositivo muito versátil em circuitos de controlo, possuindo a característica de ser aplicado em placas de circuito impresso ou em trilho DIN 35 mm por meio de base de fixação com conexões por parafuso ou plug-in. Este relé é composto por 8 pins, sendo que 2 são os terminais da bobina alimentada por 24V DC e outros 6 compõem dois contactos reversíveis para efeito de condicionamentos diversos.

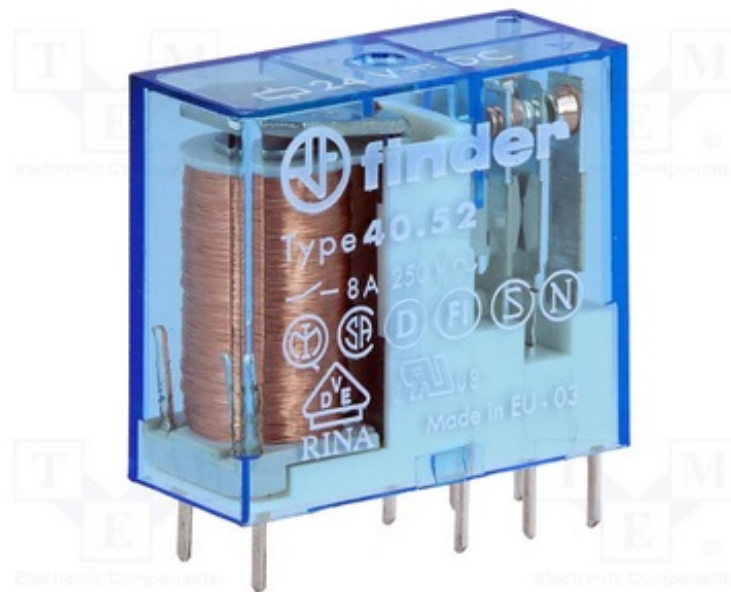


Figura 3.8: Rele Finder Série 40.52. Fonte: FINDER PRODUCT DATASHEET

3.4.5.1 Especificações Técnicas

- Tensão de Alimentação Nominal: 24 Vcc;
- Corrente Nominal: 8A;
- Corrente Máxima Instantânea: 15A;
- Tensão Máxima Comutável: 400V AC;
- Material dos Contatos: AgNi (Prata Níquel);
- Resistência da Bobina: 50Ω;
- Configuração dos Contatos: 2 NAF – 2 Contatos Normalmente Aberto/Fechado (Reversíveis);

- Fixação: Placa de circuito impresso ou base para trilho DIN Rail 35 mm;
- Comprimento dos Pinos: 5,3mm (para PCI ou Base);

3.5 Dimensionamento dos Circuitos do Sistema

O Sistema é composto por 3 circuitos, o circuito da bomba de água da rede (Raw Water), circuito da bomba de água filtrada (Potable Water) e o circuito de controlo. Sendo que as duas bombas têm as mesmas características, o dimensionamento da secção dos condutores de alimentação das mesmas e dos seus disjuntores de protecção será igual.

3.5.1 Dimensionamento da secção dos condutores e calibre dos disjuntores das Bombas

3.5.1.1 Cálculo da Corrente do projecto

Sendo dados da Chapa de característica da bomba:

Potência=550W

Tensão=230V

Factor de Potência=0,85

$$I_b = \frac{P}{V * FP} \quad (\text{Eq.1})$$

Onde:

I_b=Corrente do Projecto;

P=Potência do Motor;

V=Tensão de alimentação do motor;

FP=Factor de Potência.

$$I_b = \frac{550W}{230V * 0.85}; I_b = 2.8A \quad (\text{Eq.2})$$

3.5.1.2 Cálculo da Corrente do projecto corregida

O cálculo da corrente do projecto corregida é feito com recurso a equação a seguir:

$$I'b = \frac{Ib}{K1 * K2 * K3} \quad (\text{Eq.3})$$

Onde:

I'b=Corrente do Projecto corregida;

K1=Fator de Correção para Temperatura;

K2=Fator de Correção para Resistividade Térmica do Solo;

K3=Fator de Correção para Agrupamento de Circuitos;

Encontrando o **K1**

Temperatura °C	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE
Ambiente		
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	—	0,65
70	—	0,58
75	—	0,50
80	—	0,41

Figura 3.9: Factor de correção para linhas não subterrâneas. Fonte: [8]

Da tabela, Sendo o isolamento dos condutores feito de PVC, K1=1.06

Encontrando o **K2**

Sendo que os condutores de alimentação das bombas foram imbutidos em uma conduta de PVC fixa exteriormente na parede, o fator de correção para resistividade térmica do Solo K2=1.

Encontrando o **K3**

Ref.	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares												Tabelas dos métodos de referência
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19	≥20	
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	36 a 39 (métodos A a F)
2	Camada única sobre parede, piso, ou em bandeja não perfurada ou prateleira	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70				36 e 37 (método C)
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				38 e 39 (métodos E e F)
5	Camada única sobre leito, suporte etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Figura 3.10: Fator de Correção para Agrupamento de Circuitos. Fonte: [8]

Da tabela, sendo que os condutores que alimentam as duas bombas partilham a mesma conduta, o valor do Fator de Correção para Agrupamento de Circuitos $K_3=0.8$.

Assim:

$$I'b = \frac{I_b}{K_1 * K_2 * K_3}; I'b = \frac{2.8A}{1.06 * 1 * 0.8}; I'b = 3.3A \quad (\text{Eq.4})$$

3.5.1.3 Métodos de Instalação e Escolha da Secção mínima admissível dos condutores a Usar

Encontrando o **Métodos de Instalação**

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência ¹⁾
3		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B1
4		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B2
5		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B1
6		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B2
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1
8		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B2

Figura 3.11: Métodos de Instalação. Fonte: [8]

Encontrando a **Secção mínima admissível dos condutores**

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2	C		D		
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336

Figura 3.12: Tabela que relaciona a capacidade de condução de corrente versus métodos de instalação versus a secção mínima admissível. Fonte: Adaptado de [8]

Assim, pelo critério de corrente corrigida o dimensional mínimo da Secção dos condutores é de 0.5 mm².

3.5.1.4 Dimensionamento do calibre dos disjuntores das Bombas

Para a protecção dos condutores e das cargas (Bombas) contra sobrecargas ficar assegurada, as características de actuação do dispositivo a protegê-la devem ser tais que:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (\text{Eq.5})$$

Onde:

I_b – Corrente calculada do circuito;

I_n – Corrente nominal do dispositivo de protecção;

I_z – Capacidade de condução do condutor baseada nas condições da instalação.

Sendo que:

$$I_b = 2.8A \quad (Eq.6)$$

$$I_z = 9A$$

Da Tabela de calibre de disjuntores, o disjuntor que satisfaz a condição colocada na Eq.5 é o disjuntor de calibre de 6A.

$$2.8A = < 6A = < 9A \quad (Eq.7)$$

3.5.2 Selecção do Calibre do disjuntor do circuito de controlo

Das folhas de dados dos componentes que constituem o circuito de controle, respectivamente CWT5112, relés e sensores de nível verifica-se que o consumo máximo de corrente está em torno de algumas centenas de mili-amperes. Assim, pode-se seleccionar um disjuntor de 6A para a protecção deste circuito, visto que este é o calibre de disjuntor mínimo disponível no mercado.

3.6 Software

A componente de software deste projecto é baseada na ferramenta de configuração da RTU CWT5112 (CWT5112 Configuring Tool) . Esta ferramenta não envolve programação, sendo necessário fazer as configurações do nome da RTU, contacto do administrador do sistema, contactos dos de mais usuários, bem com configuração das inputs digitais assim como analógicos e os respectivos outputs.

Para poder fazer as configurações necessárias, é preciso estabelecer ligação serial entre a RTU e um computador que tenha a ferramenta de configuração por intermédio de um cabo USB (Micro), abrir a ferramenta de configuração e entrar no modo "Setup" , sendo uma das janelas que compõem a vista inicial da ferramenta. Para tal, precisa fazer o click em "Setup Mode", e seguir, as instruções conforme ilustra a imagem que se segue.

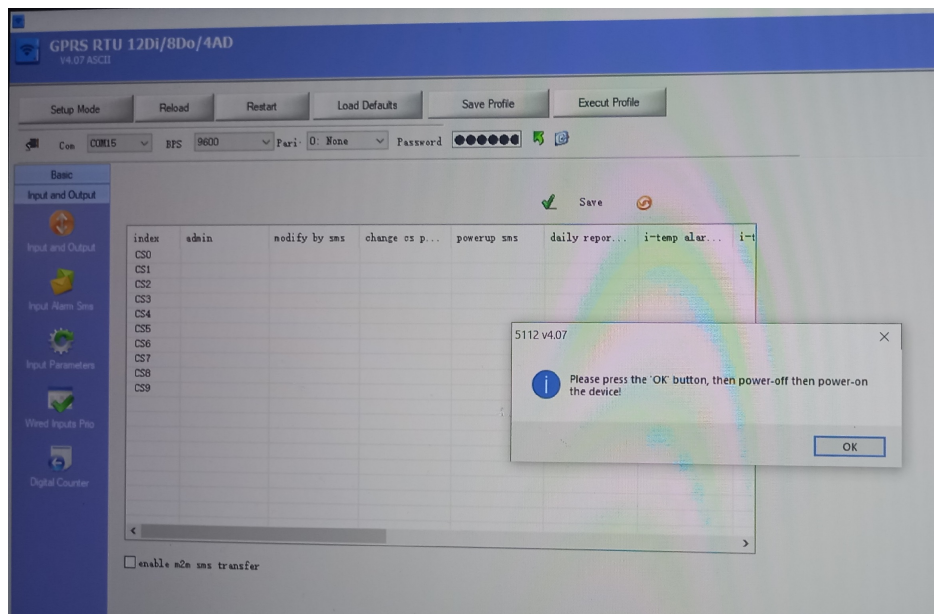


Figura 3.13: Entrando no Setup Mode. Fonte: Autor

3.6.1 Configuração dos Números de celular

Para fazer a configuração dos números de celular listados no sistema é necessário inserir os mesmos. De salientar que o Nr0 é sempre do administrador, podendo o sistema albergar até dez contactos incluindo o do administrador.

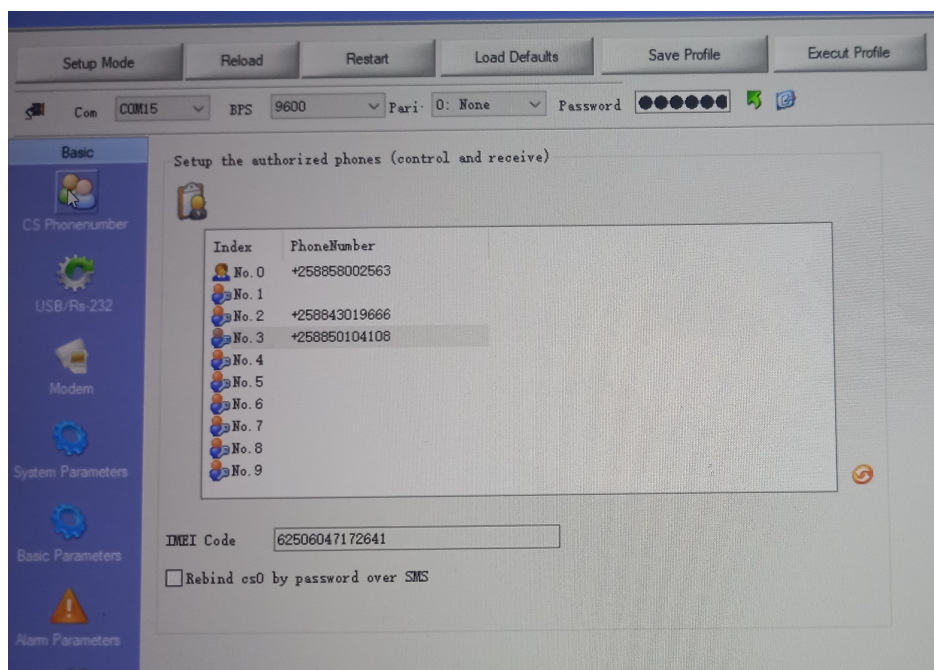


Figura 3.14: Configuração dos Números de celular. Fonte: Autor

3.6.2 Configuração dos Inputs Digitais

Na configuração dos inputs digitais, atribui-se a cada um dos inputs uma mensagem que esteja directamente ligada ao evento ou anomalia que se pretende informar, assim, a presença ou falta de tensão no circuito da bomba e para o arranque ou paragem da bomba de água da rede (Raw water pump) por exemplo, atribuiu-se mensagens de "Raw water pump: Power OFF" e "Raw water pump: STOP" aos inputs que correspondem a DI0 e DI1 respectivamente. O mesmo sucede para a bomba de água filtrada (Booster Pump) que atribuiu-se mensagem de "Booster pump: Power OFF" e "Booster pump: STOP" aos DI2 e DI3, assim por diante.

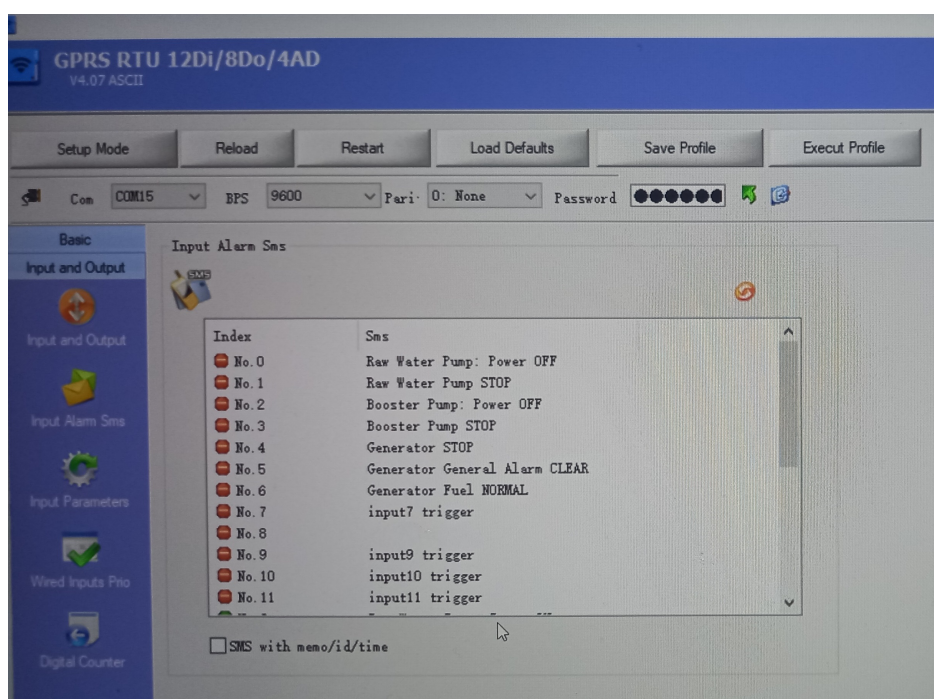


Figura 3.15: Configuração dos Inputs Digitais. Fonte: Autor

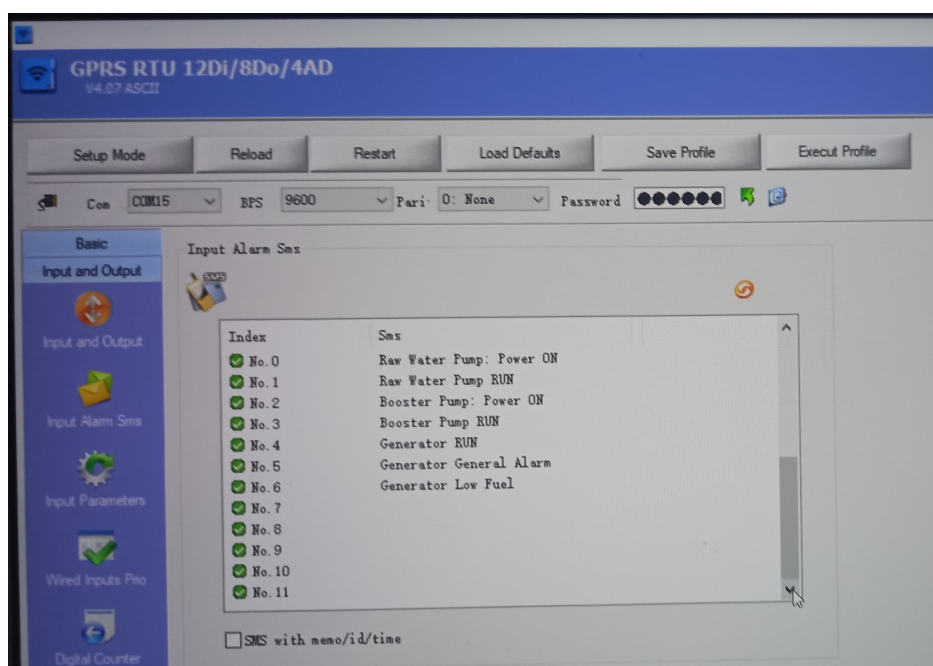


Figura 3.16: Configuração dos Inputs Digitais. Fonte: Autor

3.6.3 Configuração dos Inputs Analógicos

Na configuração das entradas analógicas, é necessário estabelecer-se o mínimo e máximos percentuais que se pretende conhecer e configurar o nível de alarme, isto é, para a informação do nível de água no reservatório por exemplo, foi estabelecido que sempre o que o seu nível for equivalente ou inferior a 50 por cento o sistema deverá notificar, assim como notificar sempre o nível for equivalente a 100 por cento ou mais, informando um eventual transbordo de água.

Após este passo, é necessário fazer a calibração do sensor analógico num meio físico real, isto é, no reservatório específico onde o sensor irá funcionar, ou num reservatório que tenha o mesmo volume. Para a calibração do sensor, é necessário encher o reservatório até o nível que é considerado 100 por cento e gravar na Ferramenta de configuração o valor da pressão equivalente a percentage máxima a notificar "Tanque cheio", assim como deve-se esvaziar o reservatório até 50 por cento para dar a conhecer o valor de pressão equivalente a percentage mínima a notificar o alarme de reabastecimento de água.

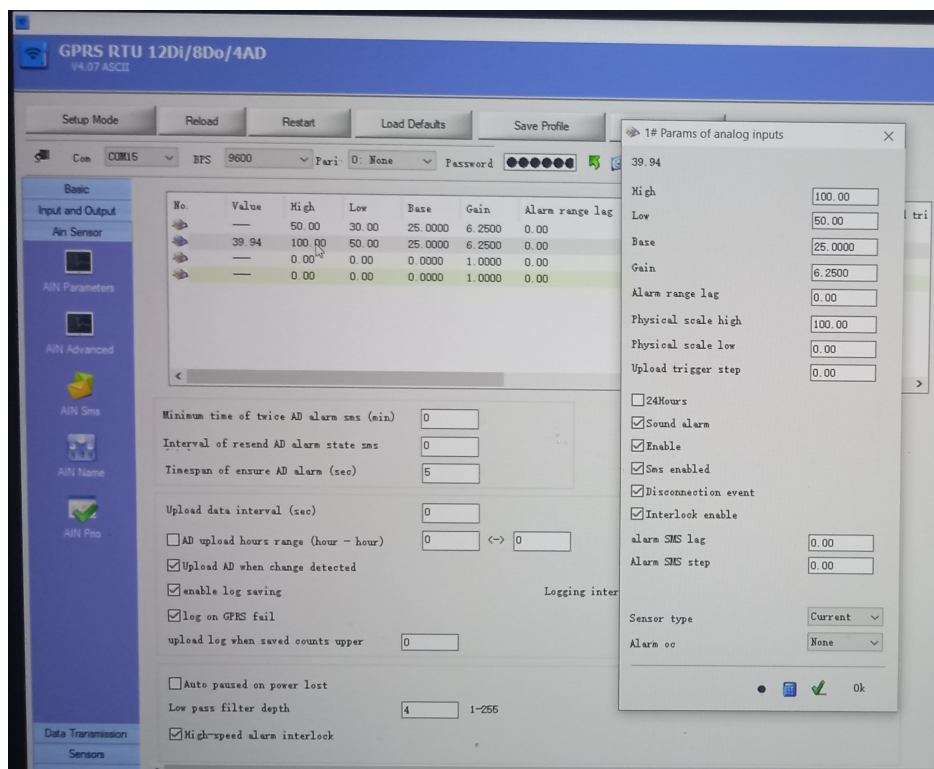


Figura 3.17: Configuração dos Inputs Analógicos. Fonte: Autor

3.7 Custos do projecto

Na tabela 3.2 são apresentados os componentes do circuito e seus custos, sendo o custo total de 23325.00 MZN. Sobre o valor do custo dos materiais, foi adicionado o valor de 7323.75 MZN que corresponde as obrigações aduaneiras e custos de importação.

Tabela 3.2: Custo dos componentes do projeto. Fonte: Autor

Componente	Descrição	Qde	Preço MZN
RTU	CWT5112	1	7620
Fonte de Alimentação	HDR-30-24 220VAC/24VDC	1	1 200
Mean Well			
Sensor de Nível	TL-136	1	1 900
Transformador de Corrente	CCS-131100	1	1 500
Rele Finder	Série 40.52	8	300*8=2400
Caixa Eléctrica	QILIPSU IP67	3	3*1200=3600
Ligadores	DIN Rail	20	20*25=500
Condutores	4G0,5mm2	50m	50x45=2250
Disjuntores Hager	1Polo 6A	3	3*765=2295
Sub-total			23325.00
			MZN
Total			30648.75
			MZN

Capítulo 4

Ensaaios e Resultados Obtidos

Terminada a fase de execução do projecto, é importante fazer a apresentação dos resultados obtidos no funcionamento do mesmo, assim sendo, em seguida serão apresentados os resultados, imagens e detalhes sobre a montagem e localização dos circuitos, notificação de pedido de sincronização do relógio, notificação de mudança de estado da bomba de elevação, notificação de nível de água filtrada abaixo de 50 por cento e por fim notificação de arranque de gerador.

4.1 Montagem e localização dos circuitos

4.1.1 Circuito de Controlo e Bomba de pressão

Os circuitos de controlo do sistema e a unidade de controlo da bomba de pressão, foram fixadas em uma parede de alvenaria no recíntio onde o reservatório de água filtrada se encontra. No mesmo local, encontram-se também a bomba de pressão, a unidade de filtragem de água e as respectivas válvulas de controle do fluxo da água.



Figura 4.1: Caixa do circuito de controlo do sistema. Fonte: Autor



Figura 4.2: Caixa do circuito da unidade de controlo da bomba de pressão. Fonte: Autor



Figura 4.3: Bomba de pressão. Fonte: Autor

4.1.2 Circuito da Bomba de Elevação e Gerador

O circuito que controla o arranque e a paragem do gerador, encontra-se anexo aos sinais de controlo do gerador dentro do armário do próprio gerador que por sua vez está localizado em uma canópia específica para albergar o gerador e a respectiva caixa de transferência. A unidade de controlo da bomba de elevação encontra-se localizada na casota que já havia sido construída especialmente para albergar bomba de água, na parte lateral do tanque subterrâneo.



Figura 4.4: Circuito de controlo do arranque e paragem do gerador. Fonte: Autor

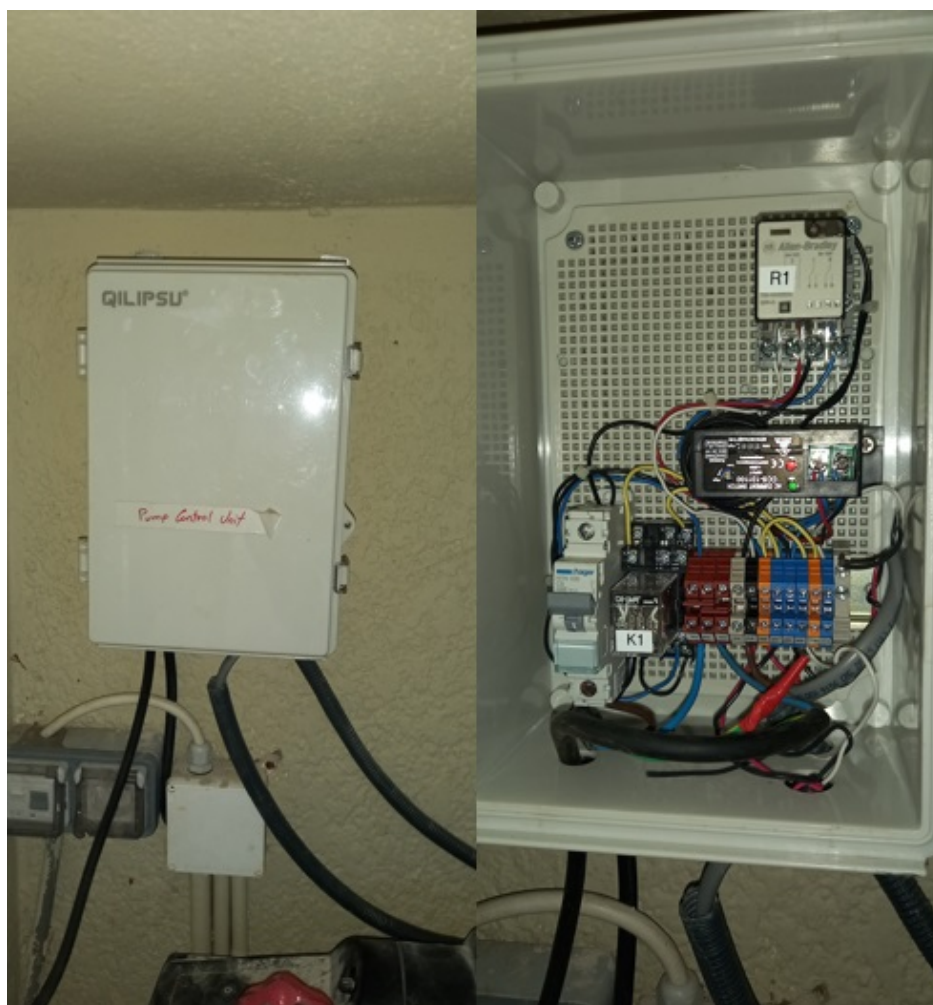


Figura 4.5: Caixa do circuito da unidade de controlo da bomba de elevação. Fonte: Autor

4.2 Sincronização do relógio

Como descrito nas especificações funcionais do sistema, sempre que a unidade terminal remota for ligada, uma notificação de sincronização de relógio devera ser enviada. A imagem que segue, exibe a mensagem de pedido de sincronização de relógio.

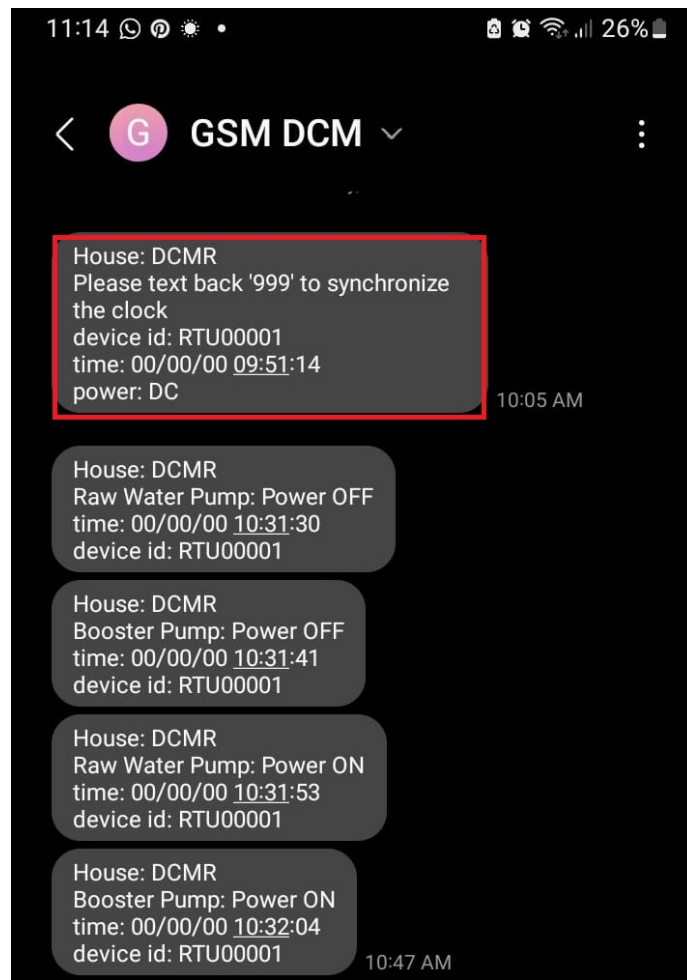


Figura 4.6: Pedido de sincronização de relógio. Fonte: Autor

4.3 Notificação de nível de água filtrada abaixo de 50 por cento

Como descrito nas especificações funcionais do sistema, sempre que o nível de água filtrada for igual ou inferior a 50 por cento do volume total do reservatório, o sistema deve fazer o envio de uma mensagem de SMS informando o seu valor percentual.

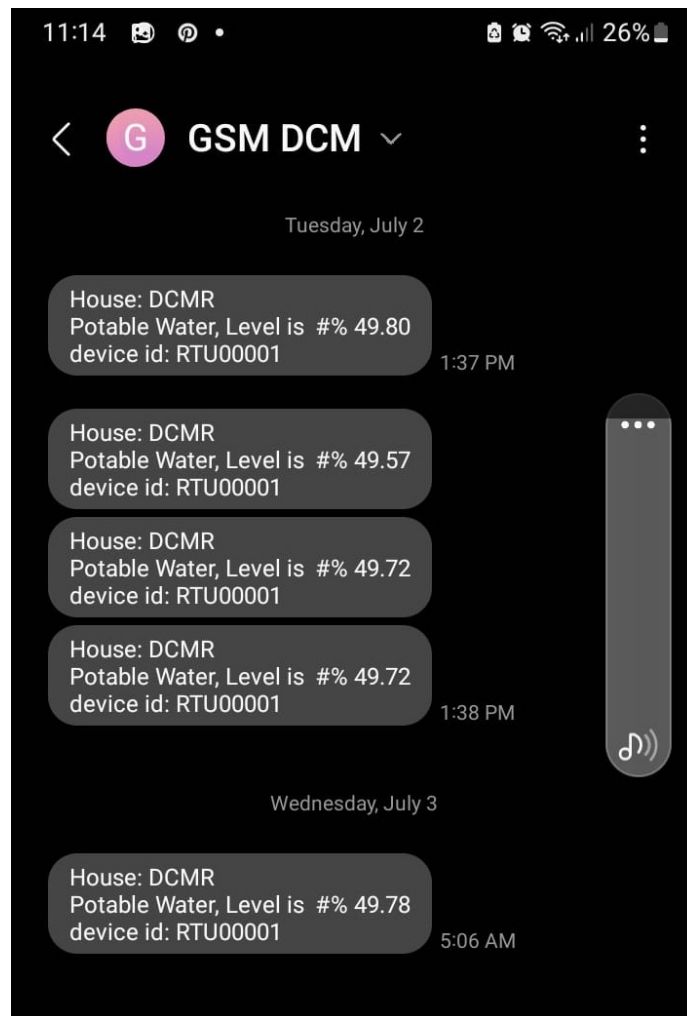


Figura 4.7: Notificação de nível de água filtrada abaixo de 50 por cento. Fonte: Autor

4.4 Notificação de mudança de estado da bomba de elevação

O sistema deve também notificar a mudança dos estados das bombas de acordo com as especificações funcionais estabelecidas anteriormente.

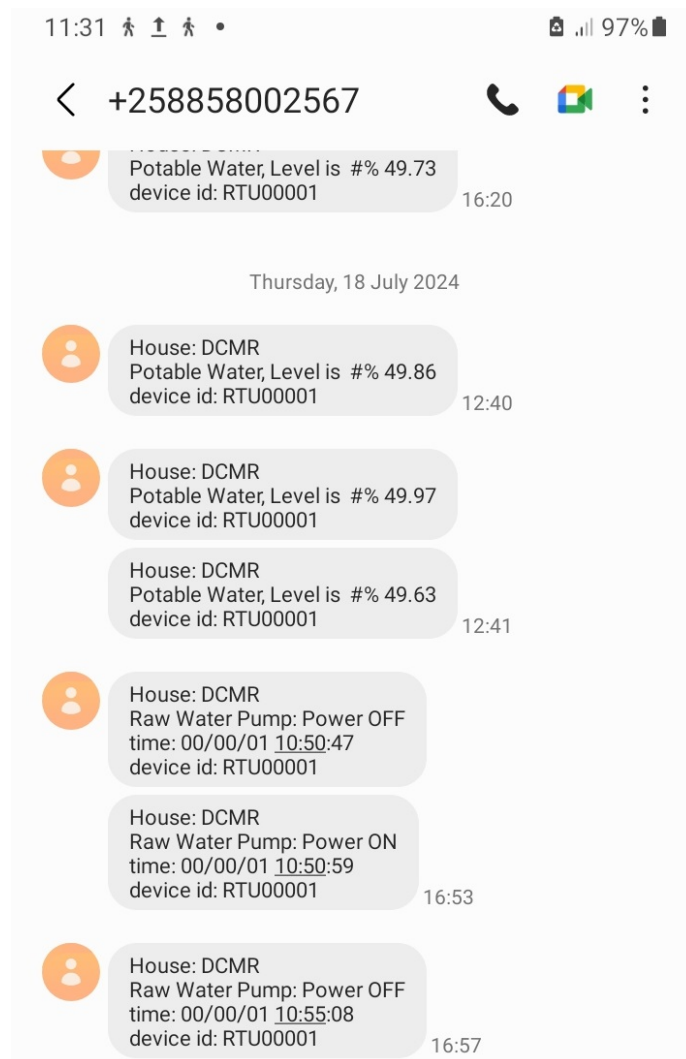


Figura 4.8: Notificação de mudança de estado da bomba de elevação. Fonte: Autor

4.5 Notificação de arranque e paragem do gerador

O sistema deve também notificar sempre que o gerador de emergência entrar em funcionamento e sempre que for a parar dando a conhecer o corte de fornecimento de energia eléctrica da rede nacional.

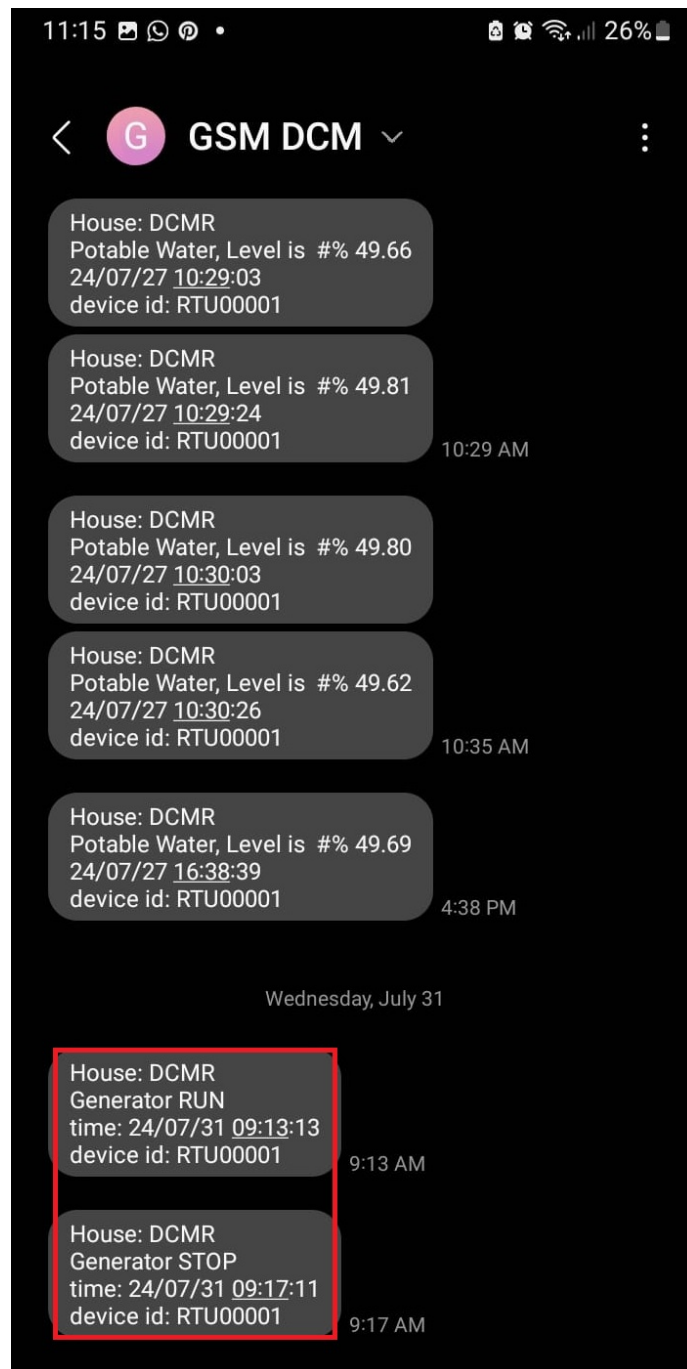


Figura 4.9: Notificação de arranque e paragem do gerador. Fonte: Autor

Capítulo 5

Considerações Finais e Recomendações

Neste trabalho foi realizado o desenvolvimento do Sistema de de Monitoramento GSM de Nível de água em Reservatórios, Bombas de Água e do Gerador de Energia Eléctrica em uma Residência, baseado na Unidade Terminal Remota CWT5112 que revelou-se ser adequado como controlador do sistema.

Em adição, o sensor de nível TL-136, mostrou que responde às necessidades do processo de medida de nível de água em estudo por este ser preciso e variar linearmente com a pressão da água no reservatório, oferecendo uma variação linear de igual modo à entrada analógica do controlador na escala de 4-20mA.

No que diz respeito aos sinais de arranque e paragem de gerador de energia eléctrica, a sugestão de usar os mesmos sinais usados no painel de controlo do gerador que dão a saber se o gerador está em funcionamento ou não, mostrou-se ser eficiente uma vez que não foi necessário fazer várias alterações no painel do gerador, tendo sido apenas necessário fazer os “chunts” nos sinais que já existiam para o controlo próprio do gerador. Desta forma, pode-se concluir que os objectivos gerail e específicos propostos foram atingidos de forma satisfatória visto que o sistema implementado notifica os eventos previamente definidos por intermédio de mensagem de SMS a todos usuários adicionados na lista.

A dificuldade encontrada no desenvolvimento do projecto, foi de encontrar um transformador de corrente que possa fornecer ao controlador, variação de corrente traduzida na forma de 4-20mA ou na forma de 0-10V que seria um indicador de um funcionamento anormal das bombas, caso esse valor esteja no extremo máximo, indicando e notificando

assim uma possível sobrecarga, o que faria com que a equipe de manutenção fosse intervir antes de danificar as bombas. Esta seria uma recomendação no sentido de melhorar os trabalhos futuros que estejam relacionados com este tema.

Bibliografia

- [1] Eng. M. MAZOCA *Manual de Metrologia Industrial-Medição de Nível*.
- [2] Eng. João Paulo Coelho (2004/2005) *Sensores e Actuadores - Material de Apoio* Ver. 2.0
- [3] ComWinTop (2019) *CWT5012-5112 Installation Manual* Ver. 3.0
- [4] Rolim, Antonio Francisco Martin *Redes GSM, GPRS, EDGE E UMTS* . (4ª Ed) (documento original: ISBN 9788536500874)
- [5] Guedes, Leonardo *Comunicações Móveis*. <http://www.eee.ufg.br/Iguedes/cm/cm.thm>
- [6] Franchi, Claiton Moro e De Camargo, Valter Luís Arlindo (2008) *Controladores Lógicos Programáveis, Sistemas Discretos*. (1ª Ed) São Paulo: Érica (documento original: ISBN 978-85-365-0199-4)
- [7] Martins, Geomar Machado (2012) *Princípios de Automação Industrial*
- [8] Filho, João Mamede (2010) *Instalações Eléctricas Industriais* (. (7ª Ed)
- [9] Klempner, Geof e Kerszenbaum, Isidor (2004) *Operação e Manutenção de Turbo- Geradores*. ISBN 9780471614470
- [10] Negrisoli, Manoel (2022) *Instalações Electricas - Projectos Prediais em Baixa Tensão*. (4ª Ed) ISBN 9786555061512
- [11] Lima, Epaminodas (2022) *Mecânica das das Bombas*. Volume 1: Hidráulica e Bombas Centrífugas (3ª Ed)
- [12] Fitzgerald, Arthur e Kingsley, Charls (2014) *Máquinas Eléctricas*. ISBN 9780071326469

Anexos

Anexo dos Cicuitos Eléctricos

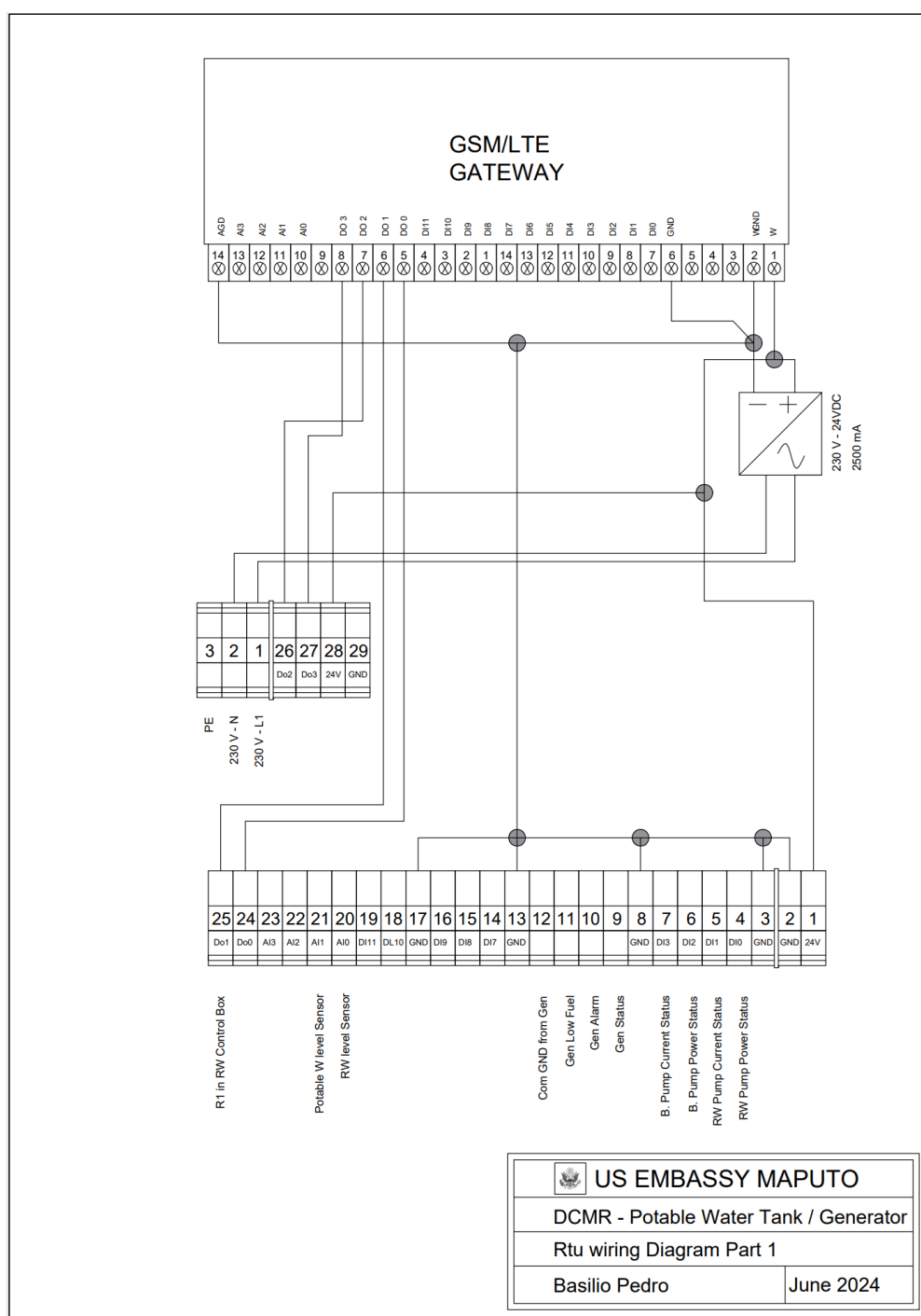


Figura 1.1: Circuito de controlo do sistema Parte1. Fonte: Autor

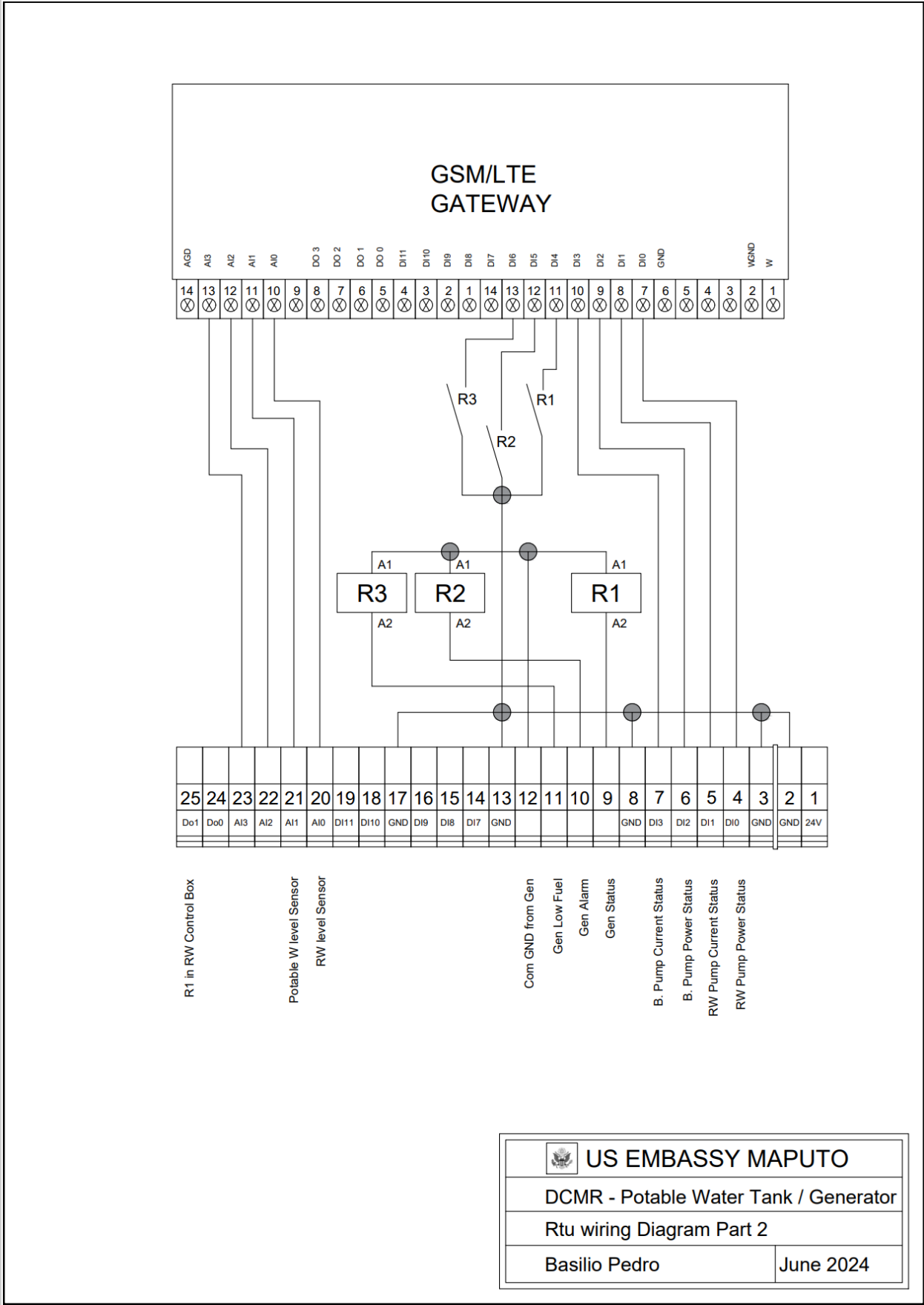


Figura 1.2: Circuito de controlo do sistema Parte2. Fonte: Autor

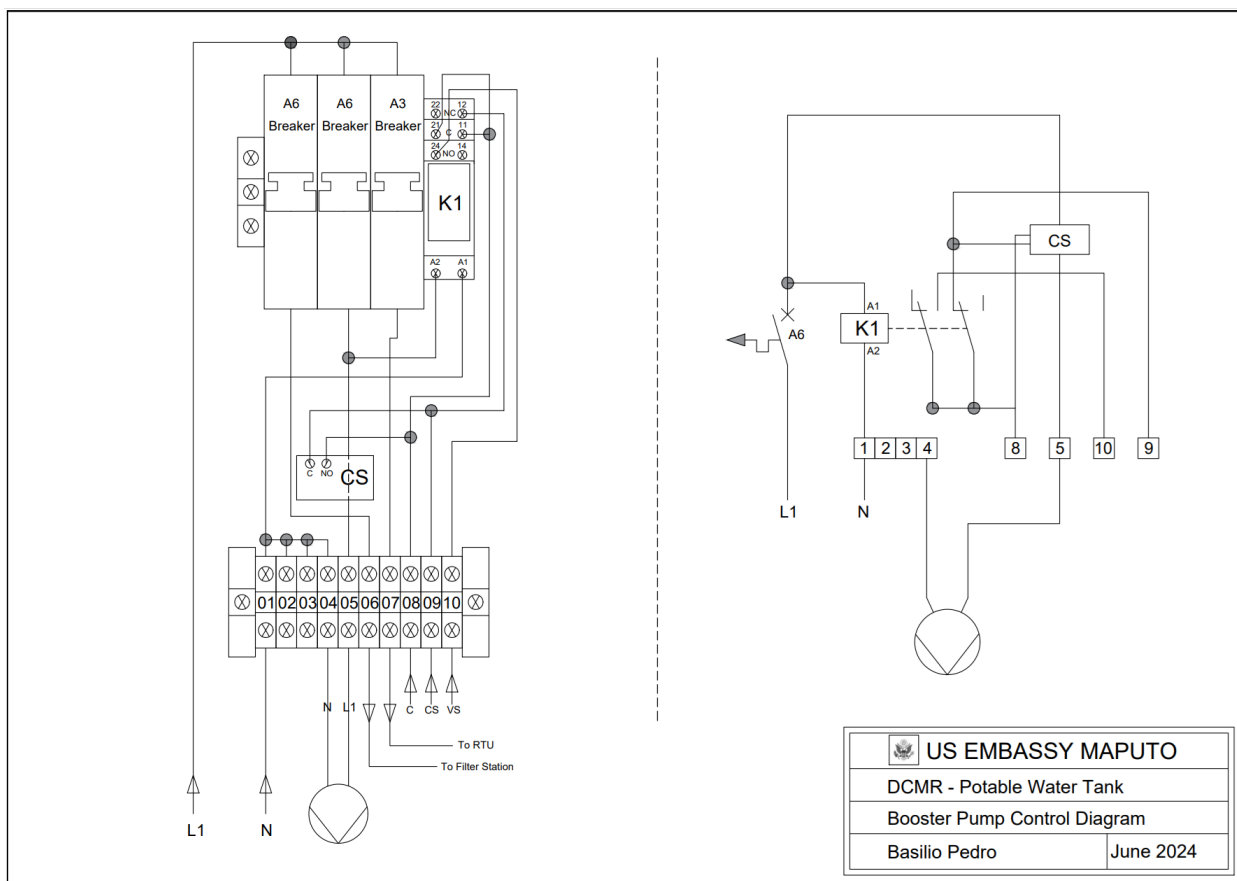


Figura 1.3: Circuito da Unidade de controlo da Bomba de pressão. Fonte: Autor

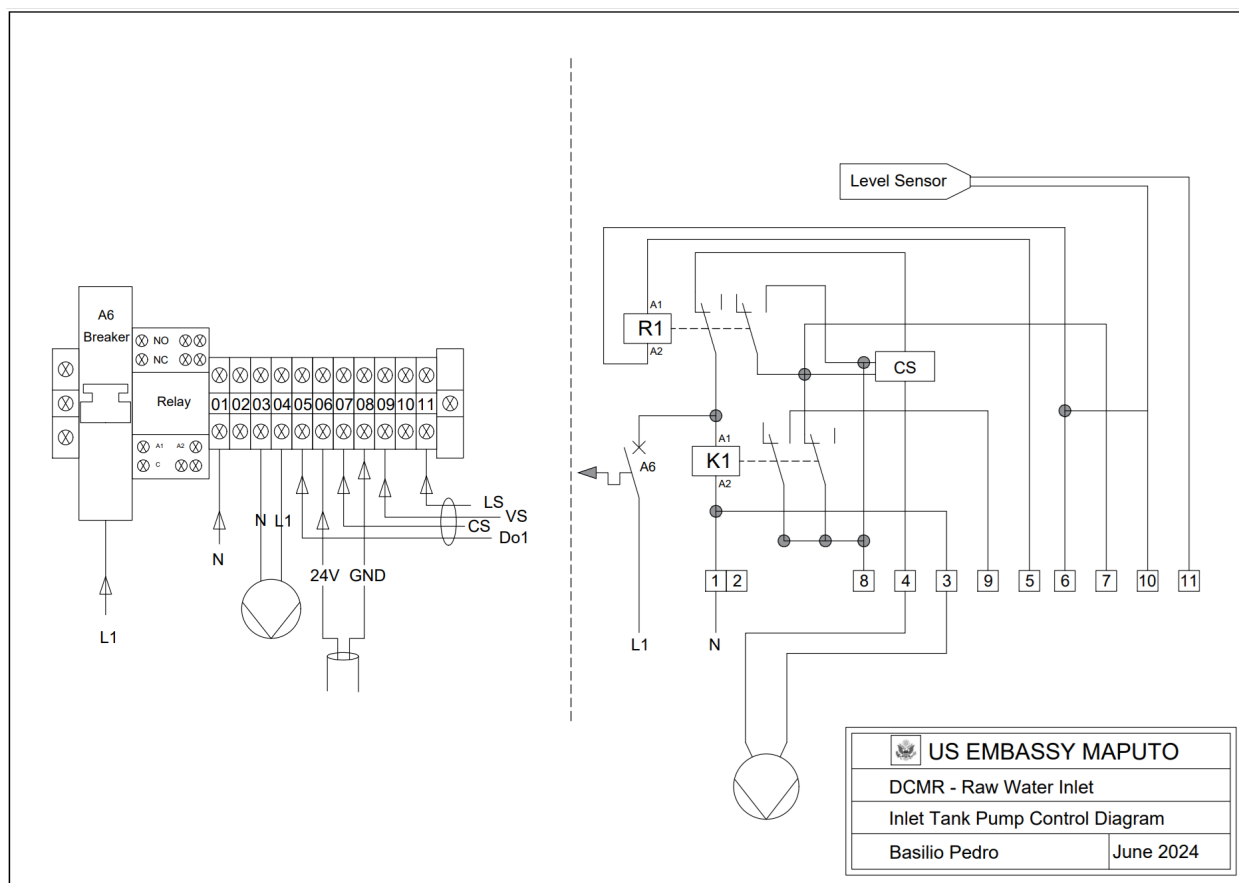


Figura 1.4: Circuito da Unidade de controlo da Bomba de elevação. Fonte: Autor