



UNIVERSIDADE  
EDUARDO  
MONDLANE

**FACULDADE DE ENGENHARIA**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETROTECNICA

LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELÉCTRICA

Relatório de Estágio Profissional

***PROJECTO DE UM SISTEMA AUTOMÁTICO PARA DRENAGEM DE  
ÁGUAS RESIDUAIS PARA EMISSÁRIO DA HIGEST MOÇAMBIQUE,  
MACHAVA- MAPUTO PROVÍNCIA.***

**Autor:**

António, Vivaldo De Castro Orlando.

**Supervisores:**

**Supervisor da UEM:** Eng<sup>o</sup>. Dinis Chissano

**Supervisor da Higest:** Eng<sup>o</sup>. Marcelo Mustafa

Maputo, 26 de Maio de 2023

**Autor:**

António, Vivaldo De Castro Orlando

Relatório de Estágio Profissional

***PROJECTO DE UM SISTEMA AUTOMÁTICO PARA DRENAGEM DE ÁGUAS  
RESIDUAIS PARA EMISSÁRIO DA HIGEST MOÇAMBIQUE, MACHAVA- MAPUTO  
PROVÍNCIA.***

Relatório apresentado ao Departamento de Engenharia Eletrotécnica, Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane como parte dos requisitos para conclusão do Relatório de Estágio Profissional, no curso de Licenciatura em Engenharia Eléctrica.

**Supervisor:** Eng<sup>o</sup>. Dinis Chissano

Maputo, 26 de Maio de 202

## DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu Vivaldo De Castro Orlando António, estudante do 5º nível do curso de Licenciatura em Engenharia Eléctrica na Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane, declaro por minha honra que este trabalho é da minha propria autoria, sendo fruto dos conhecimentos adquiridos ao longo da minha formação, investigação pessoal e da orientação dos meus supervisores. O conteúdo deste trabalho é original e todos os documentos consultados estão devidamente identificados na bibliografia.

Maputo, 26 de Maio de 2023

---

(Vivaldo De Castro Orlando António)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus Pais (Orlando e Tolica) e irmãos (Marcela, Ivódia, Vilma, Nordino e Marcelino), por serem o motivo do meu esforço e dedicação diária, meu alicerce e meus maiores torcedores.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela Vida, infinito Amor e ter me guiado sempre durante a minha caminhada.

Aos meus pais Orlando António e Tolica Germano Nazaré, pelo amor, incentivo, apoio incondicional e por terem incansavelmente batalhado para a minha formação. Aos meus irmãos e familiares pela força, confiança e amizade.

Quero de igual modo agradecer aos meus Supervisores: Engenheiro Manuel Telles, Dinis Chissano e Marcelo Mustafa, pela paciência, incentivo e contribuição para que este trabalho pudesse ser realizado, o meu Muito Obrigado.

Aos Amigos, colegas (irmãos de caminhada), docentes pela sabia forma com que orientaram o meu percurso académico e a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu Muito Obrigado.

Eufrásio Muchica, Sinesio Mucoque e Raposo Antonio pela Amizade, força e longas noites de debates construtivos.

E aqueles que não estando aqui referidos mais que de forma Directa e indireta apoiaram-me nessa jornada,

**O MEU MUITO OBRIGADO!**

## EPÍGRAFE

*“My God Is Awesome”*

*Charles Jenkins*

## Resumo

A Higest Moçambique, Lda é uma empresa nacional vocacionada para a produção de ração, criação e abate de frangos, localizada no Bairro de Bunhica, Posto Administrativo Municipal de Machava, na Província de Maputo, especificamente na Av. Josina Machel, km 15. Devido à constante problema ligado a gestão de águas residuais e pluviais que se tem verificado a nível do seu recinto, principalmente em uma das suas unidades de produção, o matadouro, a empresa optou por dar início a construção de uma Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) e um Emissário para escoamento delas. Não se dispoendo no momento de um projeto de automatização do emissário existente, o presente trabalho apresenta em seu desenvolvimento uma proposta de um sistema automático para drenagem de águas residuais para o emissário da Higest Moçambique. O sistema e sua lógica de controlo são baseados no uso de um dos controladores mais sofisticados e acessíveis atualmente existente no mercado, o S7-1200 da Siemens. Com base na ferramenta computacional para a programação deste, o TIA Portal, desenvolveu-se a lógica para o autômato e conectou-se a este o Modulo CP 1243-7, o qual tem por finalidade permitir o envio de SMS ao celular da manutenção em caso de ocorrência de uma falha no sistema existente no emissário. O uso deste modulo permite que uma rápida resposta seja conseguida aquando da ocorrência de uma avaria no emissário, e evita a necessidade de monitoramento a tempo inteiro da IHM, visto que o emissario se localiza numa área afastada dos centros de produção. Propõem-se ainda uma IHM, a qual foi desenvolvida com vista a permitir que os usuários tenham acesso aos principais dados sobre o estado do emissário dentre eles, o estado das eletrobombas que drenam água para o emissário, das eletrobombas do emissário, o modo de funcionamento destas (Manual e Automático), e a quantidade de água drenada do emissário para o ponto final de descarga.

Palavras-Chave: Emissário, Automatização, CLP-S7 1200, Interface Homem Máquina, sensores e atuadores.

## Abstract

The Higest Mocambique, Lda is a national company dedicated to the production of feed, raising and rearing of chickens, located in the neighborhood of Bunhica, municipal post of Machava, in the province of Maputo, specifically at Av. Josina Machel, km 15. Due to the constant problem related to the management of wastewater and Rainwater that has occurred at the site, especially in one of its production units, the slaughterhouse, the company has chosen to start building a wastewater treatment plant ( WWTP) and an outfall for their disposal. Not having a Project to automate the existing outfall at the time, the present work presents in its development a proposal for an automatic system for draining wastewater for the outfall of the Higest Mocambique. The system and its control logic are based on the use of one of the most sophisticated and affordable controllers on the market, the S7- 1200 from Siemens. Based on the computational tool for programming this, the Tia Portal, the Operating logic for the automaton was developed and connected to this a CP 1243-7 module, which aims to allow the sending of SMS to maintenance cell phone in the event of a failure in the existing system in the emissary. This module allows that a quick response is achieved when a fault occurs in the outfall, and avoids the need for full-time monitoring of HMI, as the outfall is located in an area far from the production centres, An HMI is also proposed, which was developed with a view to allowing users to have access to the main data on the state of the outfall, among them, the state of the electric pumps that drain water to the outfall, of the emissary electric pumps, its Operating mode ( Manual or automatic ) and the amount of water drained from the emissary to the final discharge point.

Keywords: Emissary, Automation, PLC-S7 1200, Human-Machine-Interface (HMI), Sensors and act



## Índice

Resumo .....	v
Abstract .....	vi
Índice .....	vii
Lista de Abreviações e Siglas.....	x
Índice de Anexos .....	xi
Índice de Apêndices .....	xii
Índice de Ilustrações.....	xiii
Índice de Tabelas .....	xv
1. CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Contextualização e Delimitação do Tema .....	1
1.2 Formulação do problema.....	1
1.3 Justificativa.....	2
1.4 Objetivos .....	2
1.4.1 Objetivo Geral.....	2
1.4.2 Objetivos Específicos.....	3
1.5 Metodologia.....	3
1.6 Estrutura do trabalho .....	3
2. CAPÍTULO II: VISÃO GERAL DO ESTÁGIO PROFISSIONAL.....	5
1.1 Considerações iniciais.....	5
1.2 Apresentação da Higest Moçambique, Lda.....	5
1.3 Centro de Reprodução de Namaacha (CRN).....	6
1.4 Fabrica de Rações (FR)877226024 .....	6
1.5 Matadouro (MT) .....	6
1.6 Centro de Incubação (CI).....	7
1.7 Centro de Reprodução de Mafavuca (CPM) .....	7

1.8	Área de actuação .....	7
1.9	Actividades em destaque desenvolvidas.....	7
3.	CAPÍTULO II: REVISÃO LITERÁRIA .....	9
3.1	Estação de Tratamento de Águas Residuais .....	9
3.1.1	Eficiência Energética e custos numa ETAR.....	11
3.2	Emissário de Águas Residuais.....	12
3.3	Automação de Processos.....	12
3.4	Controlo automático de processos .....	13
3.4.1	Conforto .....	13
3.4.2	Eficiência Energética .....	14
3.4.3	Segurança .....	14
3.4.4	Comunicação .....	14
3.5	Elementos constituintes do sistema de controlo de nível .....	14
3.5.1	Sensores.....	14
3.5.2	Atuadores .....	19
3.5.3	Controladores .....	19
4.	CAPÍTULO: PROPOSTA DA SOLUÇÃO .....	25
4.1	Considerações Iniciais.....	25
4.2	Solução escolhida .....	25
4.3	Descrição e configuração do emissário de águas residuais e pluviais da Higest Moçambique .....	28
4.4	Diagrama de bloco do sistema proposto .....	28
4.4.1	Descrição e função dos módulos que compõem o diagrama de blocos ....	29
4.5	Circuitos de Comando e Potência .....	32
4.5.1	Dimensionamento do cabo de alimentação das Eletrobombas. ....	32
4.5.2	Circuito de Potência do Variador de Frequência.....	34
4.5.3	Circuito de alimentação das Eletrobombas. ....	34

4.5.4	Circuito de comando .....	34
4.5.5	Entradas e saídas ao PLC (Ligações ao Autômato).....	35
4.5.6	Sensores de Nível.....	39
4.5.7	Fluxostores .....	39
4.5.8	Eletroválvulas.....	39
4.5.9	Controlo e comunicação do variador de frequência.....	39
4.5.10	Sinalização e Alarmes .....	41
4.6	Apresentação do programa de automação proposto.....	41
4.6.1	Abertura da Eletroválvula da Conduta Eletrobomba B1 .....	44
4.6.2	Acionamento Eletrobomba B1 e sua Logica .....	45
4.6.3	Abertura da Eletroválvula da Conduta Eletrobomba B2.....	46
4.6.4	Acionamento Eletrobomba B2 e sua Logica .....	47
4.6.5	Contador de Pulsos (Razão 1 Pulso por 100 Litros) .....	49
4.6.6	Configuração do processador de Comunicação GSM/GPRS .....	49
4.6.7	Bloco FB2- do Modulo GPRS Communications .....	50
4.7	Programação da IHM (Interface Homem Maquina) .....	53
5.	ORÇAMENTO .....	56
6.	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES .....	57
6.1	Recomendações.....	58
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59

## **Lista de Abreviações e Siglas**

UEM - Universidade Eduardo Mondlane

CLP- Controlador Lógico Programável

ETAR - Estação de Tratamentos de Águas Residuais

MT- Matadouro

FR- Fábrica de Rações

CI- Centro de Incubação

CRN- Centro de Reprodução de Namaacha

CPM- Centro de Engorda de Mafavuka

DTE- Departamento Técnico e de Engenharia

TIA- Totally Integrated Automation

SIM – Subscriber Identify Module

RS485 – Recommended Standard 485

IP - Internet Protocol

IHM – Interface Homem Maquina

GSM – Global System Mobile

GPRS – General Package Radio Services

CPU – Central Processing Unit

CM - Communication Module

AC – Alternating Current

DC – Direct Current

## **Índice de Anexos**

<b>ANEXO 1.</b> Especificações técnicas de boias e IHM (Interface Homem Máquina).....	A1.1
<b>ANEXO 2.</b> Especificações técnicas de Modulo de expansão e da IHM.....	A2.2
<b>ANEXO 3.</b> Especificações Da CPU do PLC.....	A3.3
<b>ANEXO 4.</b> Especificações técnicas do Variador de Frequência ( VSD).....	A4.4
<b>ANEXO 5.</b> Elementos do Emissário-Higest Moçambique, Lda.....	A5.6
<b>ANEXO 6.</b> Acta de encontro.....	A6.8
<b>ANEXO 7.</b> Relatório de Progresso.....	A6.13
<b>ANEXO 8.</b> Guia de Avaliação do Relatório Escrito.....	A6.14
<b>ANEXO 9.</b> Guia de Avaliação da apresentação Oral e Defesa.....	A6.15
<b>ANEXO 10.</b> Ficha de Avaliação Global.....	A6.16

## **Índice de Apêndices**

<b>APENDICE 1.</b> Circuito de Alimentação das Bombas.....	AP1.1
<b>APENDICE 2.</b> Circuito de Alimentação dos Inversores (VSD).....	AP2.2
<b>APENDICE 3.</b> Layout da disposição dos Sensores de Nível.....	AP3.3
<b>APENDICE 4.</b> Layout da vista de cima do Emissário.....	AP4.4
<b>APENDICE 5.</b> Circuito de comando das Boias Elétricas.....	AP5.5
<b>APENDICE 6.</b> Layout de ligação ao Autômato.....	AP6.6
<b>APENDICE 7.</b> Esquema de Ligação das Boias de Nível.....	AP7.7
<b>APENDICE 8.</b> Esquema de Ligação dos Fluxostores.....	AP8.8
<b>APENDICE 9.</b> Esquema de Ligação das Eletroválvulas .....	AP9.9
<b>APENDICE 10.</b> Circuito de comando do VSD 1.....	AP10.10
<b>APENDICE 11.</b> Circuito de comando do VSD 2.....	AP11.11
<b>APENDICE 12.</b> Layout Interno do Quadro Elétrico.....	AP12.12
<b>APENDICE 13.</b> Layout Interno do Quadro Elétrico.....	AP13.13
<b>APENDICE 14.</b> Layout Externo do Quadro Elétrico.....	AP14.14
<b>APENDICE 15.</b> Layout Externo do Quadro Elétrico.....	AP15.15

## Índice de Ilustrações

Figura 1: Vista a satélite da área e localização da Higest Moçambique, Lda. (Fonte: Google Maps) .....	5
Figura 2: Vista aérea de uma ETAR (Fonte: Newton.pt,2016) .....	9
Figura 3: Esquema de funcionamento de uma ETAR (Fonte: Grupo Volund, 2016) .....	10
Figura 4: Distribuição típica da energia gasta numa ETAR (Fonte: Metcalf & Eddy, 2003) .....	11
Figura 5: Topologia com todos os principais elementos usados no presente projeto de automação. (Fonte: Adaptado de Siemens, 2014) .....	13
Figura 6: a-Sensor de nível boia, b- sua instalação típica. ( Fonte: Thomazini 1997) ...	15
Figura 7: Modelo Icônico de um sensor de nível hidrostático. (Fonte: Alfacomp NET, 2023 ) .....	16
Figura 8: Modelo icônico de um sensor de nível a radar. (Fonte: Alibaba, 2023).....	17
Figura 9: Modelo icônico de um sensor de medicao de nível ultrassônico. (Fonte: ACDC, 2023 ) .....	18
Figura 10: Modelo Icônico de um sensor de nível para medicao de nível de líquidos...	18
Figura 11: Modelo icônico de uma Eletrobomba submersível Danfuss. (Fonte: DANFUSS, 2023) .....	19
Figura 12: Modelo Ilustrativo de um Controlador e seus Módulos obtida do TIA PORTAL. ....	20
Figura 13:CPU -PLC S7-1200 1214C AC/DC/RLY. (Fonte: Mariza Matos Oliveira, 2016) .....	21
Figura 14: Hardware de um CLP. (Fonte: Mariza Oliveira, 2016).....	22
Figura 15: Ciclo de processamento de um CLP. ( Fonte: Mariza Oliveira, 2016) .....	24
Figura 16: Digrama ilustrativo da interligação dos elementos do sistema proposto. (Fonte: O Autor).....	29
Figura 17: Modelo icônico de um Fluxostator. (Fonte: Jefferson BR).....	30
Figura 18: Modelo icônico de um PLC S7-1200. (Fonte: Plccity) .....	30
Figura 19: Componentes básicos de um inversor de frequência. ( Fonte:WEG, 2003) .	31
Figura 20: Modelo icônico de um variador de frequência VACON. (Fonte: AC/DC).....	31
Figura 21: Modelo icônico de uma eletroválvula de duas vias normalmente fechada (NF) 24 VDC. (Fonte: .....	32

Figura 22: Captura de tecla do primeiro estágio da programação desenvolvida, definição das velocidades de rotação. (Fonte: O Autor).....	43
Figura 23: Captura de tela do segundo estágio da programação desenvolvida, controle de nível e abertura da eletroválvula- -B1. (Fonte: O Autor).....	44
Figura 24: Captura de ecrã da Lógica definida para o acionamento da Eletrobomba 1_Emissário. (Fonte: O Autor, 2023).....	45
Figura 25: Captura de ecrã da Lógica definida para o acionamento da Eletrobomba 1_Emissário. (Fonte: O Autor, 2023).....	45
Figura 26: Captura de ecrã do segundo estágio da programação desenvolvida, controle de nível e abertura eletroválvula- -B2. (Fonte: O Autor, 2023).....	46
Figura 27: Captura de ecrã do segundo estágio da programação desenvolvida, controle de nível e abertura eletroválvula- -B2. (Fonte: O Autor, 2023).....	47
Figura 28: Captura de ecrã da Lógica definida para o acionamento da Eletrobomba 2_Emissário.....	47
Figura 29: Captura de ecrã da Lógica definida para o acionamento da Eletrobomba 2_Emissário. (Fonte: O Autor, 2023).....	48
Figura 30: Captura de ecrã da linha de programação referente a contagem da quantidade de água drenada do Emissário da Higest. (Fonte: O Autor).....	49
Figura 31: Captura de ecrã do TIA PORTAL da Configuração do processador de comunicação CP 1242-7. (Fonte: O Autor, 2023).....	50
Figura 32: Captura de ecrã dos detalhes do Bloco parametrizável TC_CON obtida do TIA PORTAL. (Fonte: O Autor, 2023).....	51
Figura 33: Captura de ecrã de Bloco de dados DB3 com variável TCON_Phone retirada do TIA Portal. (Fonte: O Autor, 2023).....	51
Figura 34: Captura de ecrã dos detalhes do Bloco parametrizável TC_CON obtida do TIA PORTAL. (Fonte: O Autor, 2023).....	52
Figura 35: Captura de ecrã dos detalhes do Bloco parametrizável TC_CON obtida do TIA PORTAL. (Fonte: O Autor, 2023).....	53
Figura 36: Conexão entre a CPU S7-1200 e a IHM. (Fonte: O Autor).....	53
Figura 37: Ecrã principal da IHM desenvolvida para o projeto. (Fonte: O Autor).....	54
Figura 38: Ecrã de monitoramento do estado do Emissário. (Fonte: O Autor).....	54
Figura 39: Captura de tela do Ecrã referente a monitoria da quantidade de água drenada do Emissário. (Fonte: O Autor, 2023).....	55



## Índice de Tabelas

Tabela 1: Níveis dos parâmetros de avaliação das águas residuais segundo o Regulamento de padrões de qualidade ambiental e emissão de efluentes para indústrias de processamento de carne.....	11
Tabela 2: Detalhamento das variáveis de entrada conectadas ao Controlador Logico Programável (PLC S7-1200). (Fonte: O Autor).....	35
<b>Tabela 3:</b> Detalhamento das variáveis de saída conectadas ao Controlador Logico Programável (PLC S7-1200). (Fonte: O Autor).....	37
Tabela 4: Detalhamento das variáveis de entrada no Variador de Frequência (VSD-1 E VSD-2). (Fonte: O Autor) .....	39
Tabela 5: Lista de definição das Entradas e Saídas do PLC Emissário. (Fonte: O Autor, 2023) .....	42

## **1. CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO**

### **1.1 Contextualização e Delimitação do Tema**

O presente trabalho tem por finalidade apresentar uma proposta de um sistema de automação para Emissário de águas residuais construído na empresa Higest Moçambique, Lda. Devido a grandes quantidades de águas residuais que se tem produzido em uma das suas unidades de produção (o matadouro), centro responsável pelo abate e preparação de frango e miudezas, a gestão tem sido difícil por parte da empresa, o que a levou contratar uma consultoria ( a Consultec) a qual foi responsável pelo projeto de uma estação de tratamento de águas residuais ( ETAR) e um Emissário os quais tem por finalidade garantir o ultrapassar da problemática ligada à gestão das águas residuais e pluviais. Entretanto, parte do projeto, especificamente o Emissário está concluído, porém se encontra não operacional por inexistência no momento de um projeto elétrico e automático para acionamento e gestão do sistema lá existente. Deste modo, se apresenta neste trabalho uma proposta de um sistema automático a ser instalado no emissário de modo a garantir a gestão, monitoramento e drenagem das águas do emissário até ao ponto de descarga de forma automática por meio de uso de controlador lógico programável, sensores de nível, proteções para o sistema, e desenvolvimento de uma interface homem máquina (IHM).

### **1.2 Formulação do problema**

A Higest Moçambique, Lda é uma empresa nacional vocacionada para a produção de ração, criação e abate de frangos, localizada no Bairro de Bunhica, Posto Administrativo Municipal de Machava, na Província de Maputo, especificamente na Av. Josina Machel, km 15. A empresa tem em sua composição vários centros produção sendo um dos principais, o Matadouro. Devido à natureza das atividades desenvolvidas nesse centro de produção, abate de frangos de corte e preparação para comercialização, grandes volumes de água têm sido usados diariamente sendo ao final drenadas em uma bacia de retenção existente nas proximidades do Matadouro. Porém, devido a existência de um elevado nível de lençol freático naquela zona e o crescente aumento dos níveis de produção, a bacia tem-se tornado insuficiente para armazenar tanta quantidade de água acabando comprometer as populações que vivem nas

proximidades. Portanto, surgiu a necessidade de se construir uma estação de tratamento de água e um emissário de modo a drenar as águas residuais de forma segura de acordo com as normas e legislação vigentes no País. O emissário atualmente existente é apenas constituído pelas canalizações hidráulicas e demais instalações inexistindo, no momento, o projeto elétrico de alimentação das bombas e o sistema automático de gestão da entrada das bombas, mecanismos de proteção e sistema de monitoramento de estado de funcionamento das bombas assim como a quantidade de água drenada do emissário. Portanto, neste trabalho procurar-se-á responder a quais devem ser as possíveis e melhores soluções susceptíveis de serem implementadas com vista resolver a problemática apresentada?

### **1.3 Justificativa**

Nos dias atuais as alternativas de controle de sistemas e processos de forma automática tem se mostrado bastante eficazes porque várias são as vantagens que delas advém, dentre elas destacam-se: a gestão de tempo no funcionamento dos processos, a maior precisão, redução de falhas entre outras. Deste modo, neste trabalho procura-se, com base no desenvolvimento de um sistema de gestão e controlo automático da drenagem de águas do emissário de águas residuais existente na Higest Moçambique, melhorar a coordenação entre as diferentes bombas e mecanismos de proteção, assim como projetar um sistema de monitoramento baseado no desenvolvimento de uma interface Homem máquina que poderá auxiliar os operadores na gestão e recolha de dados no emissário. O desenvolvimento deste sistema para além de ajudar na melhor interação entre o operador e o processo, reduzir o tempo de diagnóstico de avarias, facilitar o monitoramento e busca de informações relativas à quantidade de água drenada, poderá também melhorar as condições de habitação das populações circunvizinhas na medida em que já não existirão alagamentos em suas residências e nem nos diversos locais vulneráveis a nível da empresa.

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo Geral**

- ✓ Projetar um sistema automático para drenagem de águas residuais para Emissário da Higest Moçambique, Machava- Maputo Província.

### 1.4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Especificar as proteções e mecanismos a serem ativados em caso de funcionamento defeituoso da instalação;
- ✓ Escolher os sensores de nível a usar e especificar o tipo de contador a usar para o monitoramento da quantidade de água drenada;
- ✓ Apresentar o projeto do circuito de controle e toda a sua lógica de funcionamento;
- ✓ Desenvolver uma interface Homem Máquina para o monitoramento do estado de funcionamento do emissário;
- ✓ Criar através do uso de um módulo GSM um sistema de alerta por SMS aos usuários sobre os alarmes a existir no emissário.
- ✓ Apresentar o *layout* do quadro geral e fazer o dimensionamento do cabo de alimentação da instalação;
- ✓ Apresentar a estimativa de custo do projeto.

### 1.5 Metodologia

Para elaboração deste trabalho serão aplicadas as seguintes metodologias:

- ✓ **Revisão bibliográfica:** Por forma a se aprofundar os conteúdos a serem tratados, recorrer-se-á a uma revisão bibliográfica, que consistirá em pesquisas e leituras de manuais da sua maioria eletrônicos os quais estarão citados nas referências bibliográficas.
- ✓ **Recolha de dados no campo:** Recolha de informações e dados no local de realização do projeto com os operadores e dirigentes da empresa;
- ✓ **Simulação computacional:** Por meio dos *softwares*, TIA PORTAL, PLC S1200.

### 1.6 Estrutura do trabalho

Para melhor organização e compressão do trabalho, este está dividido em (06) capítulos.

No primeiro capítulo, o qual já se apresentou aqui, é feita uma contextualização e objetivos com vista a alcançar a solução final e por fim principais metodologias a serem usadas com vista à mesma.

No segundo Capítulo, faz-se a introdução e apresentação da empresa onde decorreu o estágio profissional (*Higest Moçambique, Lda*), sua constituição, missão, visão bem como a apresentação e descrição de todos os centros de produção que compõem a

mesma. Também se apresenta uma pequena descrição das principais atividades desenvolvidas durante o período em que decorreu o estágio.

No terceiro capítulo é feita a apresentação do referencial teórico, iniciando-se por uma breve apresentação, e descrição do processo de funcionamento de uma estação de tratamentos de águas residuais, composição e eficiência energética e relação de custos da mesma e posteriormente a descrição segundo o regulamento de qualidade ambiental e emissão de efluentes da Republica de Moçambique, as notas regulamentais relacionadas a emissão de águas residuais e os níveis a que os parâmetros analisados antes da emissão devem apresentar em indústrias de produção de carne que é o caso do Matadouro da Higest Moçambique, Lda. Segue-se a isso a definição dos conceitos de automatização de processos, as vantagens associadas a esta automatização, os elementos que constituem um sistema automático de controlo de nível bem como os seus princípios de funcionamento.

No quarto capítulo, faz-se a apresentação da proposta de solução para a problemática apresentada na parte introdutória do projeto. Os circuitos de controlo e acionamentos da força motriz e sinalizadores assim como a lógica por detrás do processo de monitoria do estado de funcionamento das bombas bem como o projeto do sistema de alerta por SMS. Procura-se neste capítulo apresentar as especificações técnicas dos materiais, e equipamentos a serem usados para a implementação do projeto.

No quinto capítulo é apresentada a estimativa total de custo para a implementação do projeto. Segue-se a isso a apresentação das considerações finais e nota de conclusão do trabalho apresentado, no sexto capítulo.

## 2. CAPÍTULO II: VISÃO GERAL DO ESTÁGIO PROFISSIONAL

### 1.1 Considerações iniciais

No presente capítulo serão apresentadas as actividades em destaque realizadas durante o estágio profissional, bem como uma breve descrição da empresa. O estágio profissional teve duração de 3 meses e foi concedido pela empresa Higest Moçambique, Lda.

### 1.2 Apresentação da Higest Moçambique, Lda

A Higest Moçambique actua no mercado moçambicano desde o ano 1993, é uma empresa do sector alimentar, mais concretamente no ramo da avicultura cita na Av. Josina Machel Km 15 – Machava, Maputo - Moçambique.

A sua missão é produzir frango para alimentar Moçambique, e tem como visão a eficiência operacional e liderança de mercado.



Figura 1: Vista a satélite da área e localização da Higest Moçambique, Lda. (Fonte: Google Maps)

É constituída por 5 centros de produção nomeadamente:

1. Fábrica de Rações ( FR);
2. Matadouro (MT);
3. Centro de Incubação (CI);
4. Centro de Reprodução de Namaacha (CRN), localizada em Namaacha;
5. Centro de Produção de Mafavuca localizada em Mafavuca. Os demais centros estão localizados nas instalações da Higest Moçambique - Machava.

### **1.3 Centro de Reprodução de Namaacha (CRN)**

O Centro de Reprodução de Namaacha é responsável por criação de galinhas que geram ovos férteis para posterior envio ao centro de incubação. Constituído por aviários modernos e automatizados conta com cerca de um investimento de 300 milhões de MT, e cerca de 6.5 milhões de ovos incubados por ano, possuindo uma rede de avicultores Integrados nas províncias de Maputo e Gaza. Estes dois possuem juntos uma capacidade instalada de 300.000 frangos por mês e cerca de 3.6 Milhões de frangos por ano. O centro de reprodução recebe ração própria da Higest, fabricada pela fábrica de Rações.

### **1.4 Fábrica de Rações (FR)877226024**

Fábrica de Rações está localizada nas instalações da Higest Moçambique - Machava, responsável pela produção de diferentes variedades de ração, com uma capacidade de produção de 2.700 toneladas de ração por mês o que corresponde a 32.000 toneladas de ração por ano.

A Higest sendo uma empresa que actua no ramo alimentar, é de extrema importância a cada lote de ração produzido, colher amostras para o laboratório. O laboratório da Higest possui uma capacidade de realizar 6.000 análises de matéria-prima por ano e 7.000 análises de rações.

A ração produzida abastece o mercado nacional, clientes integrados e os centros de reprodução da Higest, sendo ensacada em sacos de 50 kg. É de salientar que no momento decorrem obras de construção da Nova Fábrica de rações, um empreendimento concebido pela empresa Sueca BULLER, em coordenação com a Higest e a empresa portuguesa BIFFOCAL. Esta fábrica após a finalização dados indicam que será a maior ligada ao setor de produção de rações na África. Totalmente automatizada terá uma capacidade de produção em termos de toneladas diárias de 10x a capacidade instalada na fábrica actual.

### **1.5 Matadouro (MT)**

Em aproximadamente 800 metros de distanciamento da Fábrica de Rações localiza-se o Matadouro da Higest Moçambique, local onde o Frango de corte saindo dos centros de reprodução é abatido, processado e armazenado em frigoríficos industriais. O Matadouro da Higest possui uma capacidade instalada de cerca de 400 toneladas de

frangos por mês, equivalente a aproximadamente 4.800 toneladas de frango por ano, armazenados em câmaras de conservação industriais.

### **1.6 Centro de Incubação (CI)**

A Centro de Incubação é responsável por chocar ovos sem a presença de galinhas, pois ela imita as condições e as experiências de um ninho, incluindo os níveis adequados de temperatura, humidade e ventilação. Ela é diariamente ajustada com vista a manter as configurações estáveis por todo o período de incubação.

A Incubadora da Higest Moçambique possui uma capacidade de incubar cerca de 180.000 pintos por semana e 9 milhões de pintos por ano, sendo estes tendo dois diferentes destinos, comercializados para diferentes avicultores do país e outra parte destes para os centros de reprodução da própria Higest Moçambique.

### **1.7 Centro de Reprodução de Mafavuca (CPM)**

O centro de reprodução de Mafavuca foi inaugurado em 2021, conta com um investimento avaliado em 600 milhões de meticais. este centro é dedicado a criação de frango de corte que depois é enviado para o abate no matadouro da Higest, actualmente este centro é composto por dois pavilhões totalmente automatizados com automação de ponta, cada pavilhão tem uma capacidade de criar 57 mil pintos em 24 dias.

### **1.8 Área de actuação**

O durante o período de estágio profissional estive afecto ao Departamento Técnico e de Engenharia (DTE). Este departamento é responsável por desenvolver e implementar projectos de instrumentação e automação industrial e também dá assistência técnica ao departamento de manutenção.

### **1.9 Actividades em destaque desenvolvidas**

As actividades em destaque realizadas durante o período de estágio:

- **Projeto de um sistema de controlo climático** – Este projeto consistiu em desenhar um circuito de comando e potência para os acionamentos e controlo do sistema de ventilação da sala contagem de pintos do centro de incubação;



- Desenho e execução de quadros elétricos para o sistema de controlo automático da estação de tratamento de água para os pavilhões do centro de produção de Mafavuka;
- Manutenção de sistemas pneumáticos e de refrigeração (Com principal enfoque para Chillers, UTA´s)
- Desenho das preparações de alimentação e cortes para caleiras da nova Subestação Elétrica do Matadouro entre outras.
- Desenho, dimensionamento e montagem de quadro de baixa para o posto de transformação do centro de incubação;

### 3. CAPÍTULO II: REVISÃO LITERÁRIA

#### 3.1 Estação de Tratamento de Águas Residuais

As ETAR (Estações de Tratamento de Águas Residuais), são infraestruturas destinadas a reduzir a carga de poluentes das águas residuais de modo a que a descarga do efluente tratado não afete negativamente o meio receptor (ponto de descarga). As ETAR são, assim, importantes instrumentos de proteção ambiental. (METCALF, 2003)

Inicialmente as ETAR's foram criadas com o intuito de tratar as águas de uso doméstico, mas com a evolução da indústria, tornou-se perceptível que era necessário também tratar as águas provenientes desse setor utilizador, de modo a não prejudicar o ambiente pelas descargas nas principais massas de água. Por esse motivo, também se encaminham os poluentes indústrias até às ETAR's (ainda que sujeitos a um tratamento prévio, de acordo com o tipo de indústria e a legislação em vigor), obtendo assim uma diminuição da matéria poluente da água. Segundo PERREIRA ( 2016) essa matéria poluente é entendida como a "introdução direta ou indireta por ação humana, de substâncias ou de calor na água e no solo, suscetíveis de prejudicar a saúde humana ou a qualidade do ambiente e de causar a deterioração ou entraves na destruição do ambiente e na legítima utilização da água e do solo".



Figura 2: Vista aérea de uma ETAR (Fonte: Newton.pt,2016)

Uma ETAR tem, portanto, que conseguir:

- ✓ Proteger o ambiente, ou seja, rios e lagos;
- ✓ Evitar o contágio e proteger a saúde pública em geral;
- ✓ Garantir que a água possa ser reaproveitada;

Os tratamentos a seguir por qualquer ETAR, segundo Metcalf & Eddy (2003), são, então:

1. Tratamento preliminar, onde são retirados os sólidos de maiores dimensões, bem como areias e gorduras;
2. Tratamento primário, onde são retirados os materiais flutuantes;
3. Tratamento secundário, onde é removida a matéria orgânica;
4. Tratamento terciário, onde são removidas as bactérias, nutrientes e SST em excesso (desinfecção);

Na Figura 3, representa-se o esquema de funcionamento supracitado de uma ETAR, explicitando além das quatro fases de tratamento, os procedimentos existentes em cada um deles:

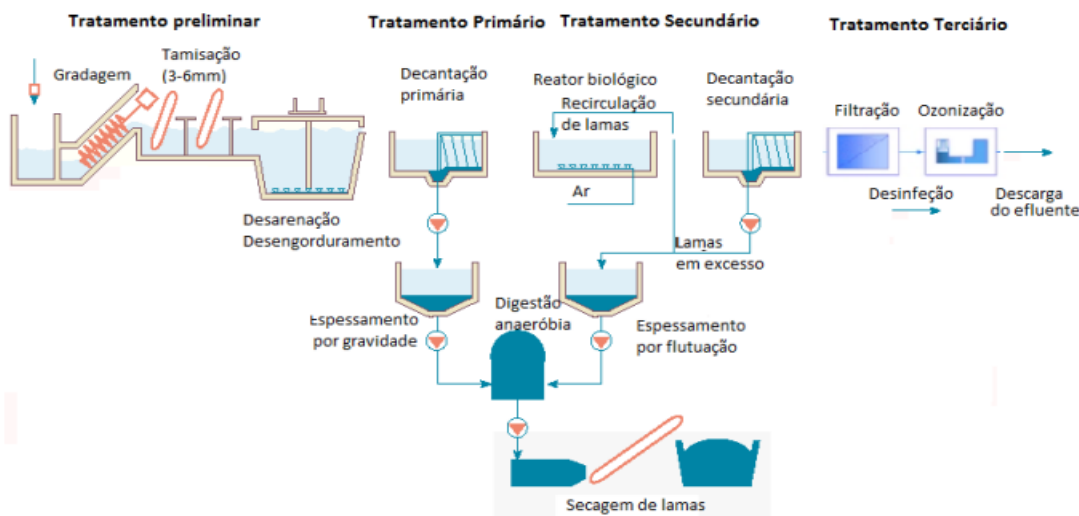


Figura 3: Esquema de funcionamento de uma ETAR (Fonte: Grupo Volund, 2016)

Um conjunto de parâmetros devem, de acordo o regulamento de padrões de qualidade ambiental e emissário de efluentes, serem observados antes da descarga dos mesmo em pontos de descarga, rios, mares, lagos etc. Para o caso do Matadouro, por se tratar de uma indústria de abate e processamento de carne, deve de acordo o regulamento

mesmo regulamento tratar as águas resultantes dos trabalhos realizados de modo a que seus parâmetros se encontrem nos níveis descritos na tabela a seguir.

*Tabela 1: Níveis dos parâmetros de avaliação das águas residuais segundo o Regulamento de padrões de qualidade ambiental e emissão de efluentes para indústrias de processamento de carne.*

Parâmetro	Valor	MS
PH	6-9	
DBO <sub>3</sub>	50	*
DQO	250	
SST	50	*
Óleos e Gorduras	10	*
Azoto (Total)	10	
Fosforo	5	*
E- Coliformes (moléculas /100 ml)	400	

### 3.1.1 Eficiência Energética e custos numa ETAR

Uma ETAR causa elevados custos energéticos relacionados com os tipos de procedimentos a usar para o tratamento de águas residuais (Metcalf & Eddy, 2003). São gastos 1500 a 2800 MJ de eletricidade por 1000 m<sup>3</sup> para o tratamento de lamas ativadas com nitrificação e filtração (Figura 4).

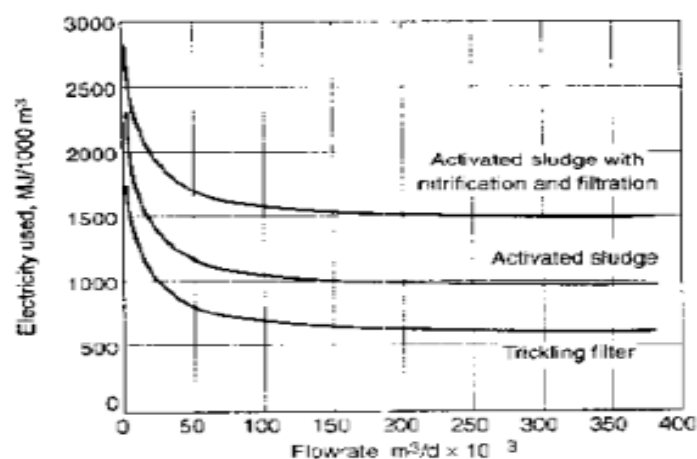


Figura 4: Distribuição típica da energia gasta numa ETAR (Fonte: Metcalf & Eddy, 2003)

### **3.2 Emissário de Águas Residuais**

Tornando-se necessário estabelecer os padrões de qualidade ambiental e emissão de efluentes de modo a assegurar um controlo e fiscalização efetivas sobre a qualidade do ambiente e dos recursos naturais, o Conselho de Ministros aprovou a 31 de Maio de 2004, ao abrigo dos termos dispostos nos artigos 10 da Lei nº.20/97, de 1 de Outubro e do artigo 33 da mesma Lei, O Regulamento sobre Padrões de qualidade Ambiental e emissário de efluentes.

De acordo com a mesma nota regulamentar, o Ministério estabelece o conjunto de parâmetros a se ter em consideração na avaliação da qualidade da água residual a drenar para diversas indústrias.

A Higest Moçambique possui em suas instalações um emissário de águas residuais que tem por objetivo drenar para pontos apropriados as águas residuais resultantes dos trabalhos realizados no matadouro bem como as águas pluviais e de drenagem de outras unidades de produção.

### **3.3 Automação de Processos**

A automação estuda forma de implementar e executar ações que automatizam um sistema ou um processo, e essas ações podem ou não ter origem na área de controle. (SILVA; SCOTON; DIAS; PEREIRA, 2018).

As empresas estão constantemente em busca de alternativas para melhorar sua competitividade no mercado, reduzir custos e aumentar a produtividade de suas fábricas, devido aos elevados custos de produção, essa gestão da competitividade tornou-se um desafio (OLIVEIRA, 2014).

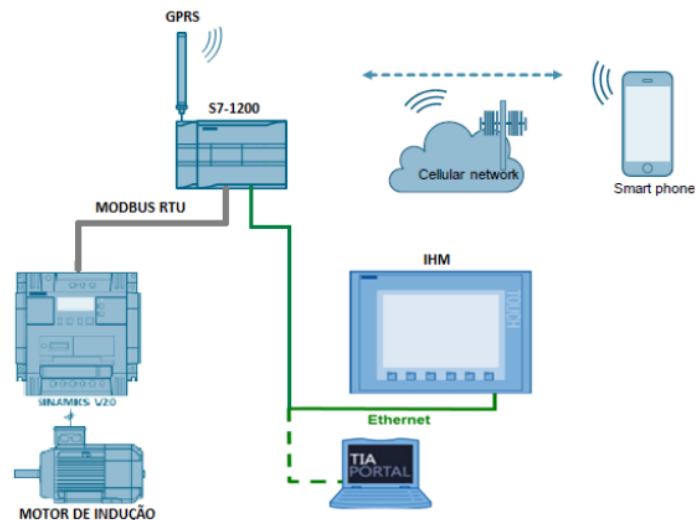


Figura 5: Topologia com todos os principais elementos usados no presente projeto de automação. (Fonte: Adaptado de Siemens, 2014)

### 3.4 Controlo automático de processos

A automatização de processos vem sendo uma das atividades mais apostadas em várias indústrias nos seus mais diferentes setores. Ainda segundo OLIVEIRA (2014) quando se pretende aplicar um sistema de controlo automático, uma das primeiras coisas a se considerar são as funcionalidades que se pretendem implementar ou o processo que se quer controlar. Estas funcionalidades podem ser divididas em quatro áreas: Conforto, Segurança, Eficiência Energética e Comunicação. São estas funcionalidades que irão contribuir para gerir e otimizar recursos.

#### 3.4.1 Conforto

Esta funcionalidade tem como principal função proporcionar o conforto e está principalmente associado as instalações AVAC (aquecedores, ventiladores e ar-condicionado). Algumas das funções aplicáveis ao conforto são:

- ✓ Automatização de irrigação de Jardins;
- ✓ Controlo de Temperatura;
- ✓ Fecho e abertura automática de Portas;
- ✓ Comando de aparelhos para entretenimento.

### **3.4.2 Eficiência Energética**

A eficiência e/ou otimização dos consumos energéticos é dos conceitos mais importantes da instalação de um sistema de controlo. As aplicações no domínio da eficiência energética são:

- ✓ Detecção de fontes de perdas;
- ✓ Monitoramento e registo de consumos por forma a otimizar os consumos energéticos.

### **3.4.3 Segurança**

A segurança constitui uma preocupação crescente e atualmente é cada vez maior o número de interessados que colocam no topo das suas preferências. As tarefas aplicáveis no domínio da segurança são:

- ✓ Gerar alarmes técnicos em emergências ou anomalias em casos de:
  - ✓ Inundações;
  - ✓ Fuga de gases ou água;
- ✓ Acionamento automático de serviços de segurança:
  - ✓ Alerta por meio de (SMS, E-mail, ou chamada telefônica)

### **3.4.4 Comunicação**

Atualmente as comunicações são outros alvos de crescentes investimentos. De entre as várias possibilidades abrangidas pela área, são de particular atenção as iniciativas de supervisão controlo e monitorização das instalações á distância.

## **3.5 Elementos constituintes do sistema de controlo de nível**

A amplitude de serviços que um sistema de controlo de nível pode executar pode variar de um sistema que controla um único elemento, que executa uma única ação, para grandes sistemas composto por vários elementos que controlam praticamente um conjunto de várias ações. Para o caso do presente projeto estes elementos são:

### **3.5.1 Sensores**

Os sensores são, “os olhos” e “os ouvidos” de qualquer sistema de controlo. São responsáveis por captarem valores e informações do local onde se encontram inseridos, como por exemplo, a temperatura, a humidade, a instrução, a presença de pessoas, fuga de água ou gás, incêndio entre outros. Para se escolher a tecnologia

que melhor se adapta ao processo que se quer controlar é importante conhecer o tipo de produto que se pretende medir, precisamente se este é líquido, pastoso ou sólido.

As tecnologias de medição de nível dividem-se em duas categorias principais: **Com contacto e sem contacto**.

As tecnologias sem contacto são mais adequadas para condições de operação extremas ou para produtos agressivos. Estas têm a vantagem de não acarretar qualquer risco de contaminação do produto.

### 3.5.1.1 Sensores de nível tipo boia

O princípio de funcionamento dos sensores de nível tipo boia é relativamente simples: a boia (ou flutuador) é colocada em contacto direto com o líquido e move-se ao longo de uma haste ou fio, acompanhando as variações de nível. [12]

São sensores precisos, que utilizam uma técnica bastante simples e de eficácia comprovada. A medição não é afetada pela viscosidade do líquido nem pela presença de espuma na sua superfície. No entanto é sensível a turbulência na superfície do líquido, como, por exemplo a ondulação. Trata-se de sensores de baixo custo e que não requerem manutenção regular. Contudo não podem ser utilizados com fluidos corrosivos. [12]

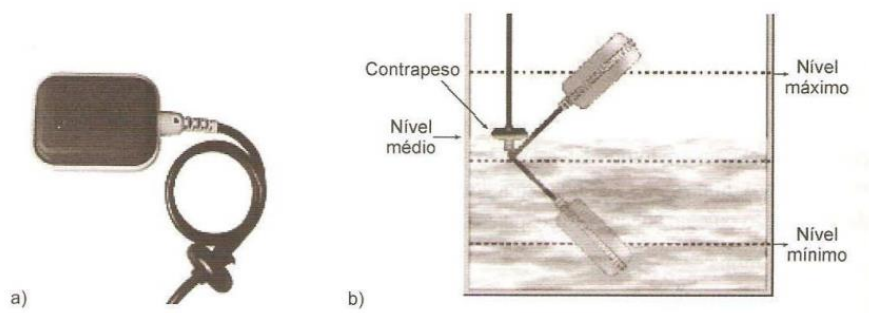


Figura 6: a-Sensor de nível boia, b- sua instalação típica. ( Fonte: Thomazini 1997)

### 3.5.1.2 Sensores de nível hidrostático

São sensores de pressão submersíveis. Medem a pressão hidrostática, que é proporcional a altura do líquido acima do sensor. Os sensores hidrostáticos (também ditos “com borbulhado”) oferecem uma ampla faixa de medição e não são afetados pela formação de espuma na superfície do líquido. No entanto, a medição depende da densidade do líquido e da pressão no interior do tanque. E uma tecnologia precisa e



fácil de instalar (onde o sensor é geralmente instalado no fundo do tanque). Contudo, requer manutenção regular para remover os sedimentos que vão se acumulando na membrana e, assim, evitar erros de medição. Além disso, para montar e desmontar e efetuar a manutenção de um sensor no fundo do tanque, será necessário esvaziar tanque primeiro. [12]

A figura a seguir mostra um modelo ilustrativo de um sensor hidrostático.



Figura 7: Modelo Icônico de um sensor de nível hidrostático. (Fonte: Alfacomp NET, 2023 )

### 3.5.1.3 Sensores de nível de radar

O sensor de nível com radar é geralmente montado na parte superior do tanque. O dispositivo envia micro-ondas para a superfície do produto, que as reflete de volta para o sensor. A partir da medição do tempo decorrido entre a emissão da onda e a recepção da onda refletida, é possível calcular a distância entre o sensor e a superfície do produto e assim determinar o nível deste. [12]

A principal vantagem dos sensores por radar é que permitem medir o nível de todo os tipos de produtos (líquidos, pastas e sólidos etc.), a exceção do eletro condutores. Ademais são extremamente precisos e insensíveis às propriedades do produto (temperatura, pressão, densidade, condutividade etc.). Outra vantagem está associada ao facto por não estarem em contacto com o produto poderem ser usados em condições ambientais agressivas, com fluidos abrasivos, corrosivos etc. Ainda por serem acessíveis devido ao ponto de instalação ser acima do nível máximo do produto, normalmente na parte superior do reservatório. A figura a seguir mostra um modelo ilustrativo de um sensor de medição de nível a radar. [12]



*Figura 8: Modelo icônico de um sensor de nível a radar. (Fonte: Alibaba, 2023)*

#### **3.5.1.4 Sensores de nível ultrassônicos**

Tal como os sensores de nível a radar, os sensores de nível ultrassônicos são montados por cima do produto, a uma certa distância deste. Tem um princípio de funcionamento semelhante. Neste caso, os sensores emitem ondas ultrassônicas, que são depois refletidas pela superfície do produto. Medindo-se o tempo de trânsito da onda deste a sua emissão a recepção da onda refletida, pode-se calcular a distância entre o sensor e a superfície do produto e, logo, o nível deste. [12]

Esta tecnologia tem as mesmas vantagens que os sensores a radar, porém tem uma vantagem em relação a essa, pelo facto de: as vibrações ultrassônicas emitidas pelo sensor garantirem uma autolimpeza constante, evitando a obstrução do sensor, por exemplo deposito de partículas solidas.

Os sensores ultrassônicos são indicados para medir nível de líquidos e sólidos, mas não de produtos que possam formar espuma ou libertar poeiras, pois estes elementos absorvem parcialmente as ondas, interferindo nos resultados da medição. Além disso, são sensíveis a variações de temperatura e inadequados para funcionar com temperaturas e pressões elevadas. A figura a seguir mostra um modelo ilustrativo de um sensor de medição de nível ultrassônico. [12]



Figura 9: Modelo icônico de um sensor de medição de nível ultrassônico. (Fonte: ACDC, 2023)

### 3.5.1.5 Sensores de nível capacitivo

Os sensores capacitivos funcionam como um condensador elétrico (ou capacitor). O sensor é uma das placas do condensador e a parede do reservatório a outra, sendo que o valor da capacitância deste conjunto depende diretamente do nível do produto no tanque. [12]

Estes sensores distinguem-se pela sua robustez, podendo resistir a temperaturas e pressões elevadas. São fáceis de montar e mantem a sua fiabilidade mesmo com produtos viscosos ou altamente aderentes. Além disso, contrariamente aos sensores a radar e ultrassônicos, os sensores capacitivos não são sensíveis a produtos eletro condutores. Na figura a seguir apresenta-se um modelo ilustrativo de um sensor capacitivo para medição de nível de líquidos. [12]



Figura 10: Modelo Icônico de um sensor de nível para medição de nível de líquidos.

(Fonte: AC/DC, 2023)

### 3.5.2 Atuadores

Os atuadores são as mãos em sistema de controle automático. Eles são os meios de como a rede de inteligência pode fazer as coisas no mundo real, são responsáveis por realizar o controle de determinados elementos, onde se incluem: Motores eletroválvulas, ventilação, sirenes de alarme.

#### 3.5.2.1 Bombas Submersíveis

As eletrobombas são máquinas geratrizes cuja finalidade é realizar o deslocamento de um líquido por escoamento. Sendo uma máquina geratriz ela transforma o trabalho mecânico que recebe para seu funcionamento em energia, que é comunicada para o líquido sob forma de energia de pressão e cinética. [4]

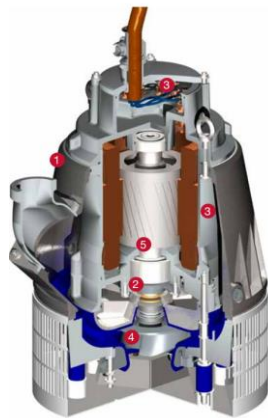


Figura 11: Modelo icônico de uma Eletrobomba submersível Danfuss. (Fonte: DANFUSS, 2023)

### 3.5.3 Controladores

Os controladores são dispositivos responsáveis por receber as informações proveniente de sensores, processá-las e posteriormente comandar atuadores para agirem sobre o sistema.

#### 3.5.3.1 Controladores lógicos programáveis

Segundo NEMA, um controlador lógico programável é um aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para o armazenamento interno de instruções para implementações específicas, tais como: lógica, sequências, temporização, contagem e aritmética, para controlar através de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas e/ou processos. [13]

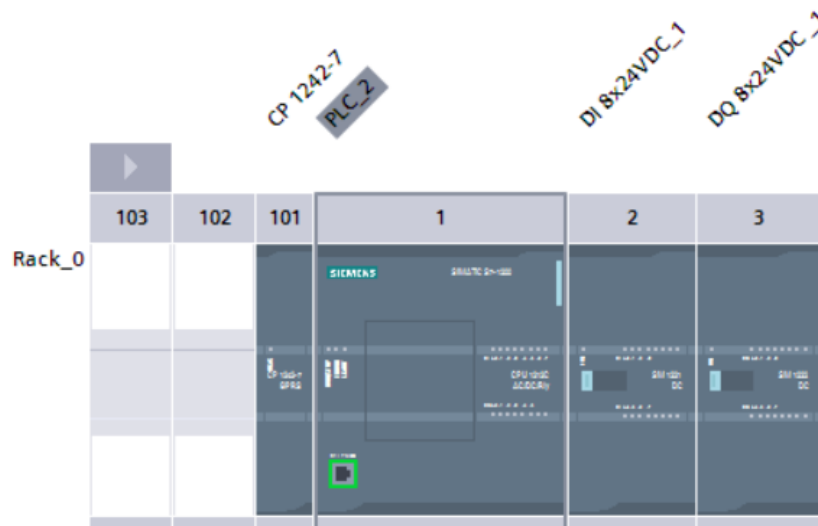


Figura 12: Modelo Ilustrativo de um Controlador e seus Módulos obtida do TIA PORTAL.

(Fonte: O Autor, 2023)

## Vantagens

A utilização dos PLC na implementação de sistemas de controle de níveis apresenta diversas vantagens, das quais se destacam:

- ✓ Programas únicos e específicos;
- ✓ Alteração da programação e dos componentes de acordo com o arbítrio do utilizador ou necessidade da habitação;
- ✓ Controladores expansíveis, escalonáveis e robustos;
- ✓ Manutenção fácil e rápida;
- ✓ Alta flexibilidade e soluções inteligentes através de hardware escalonável;
- ✓ Interface de comunicação com outros controladores, HMI, aparelhos eletrônicos e computadores de controlo.

## Desvantagens

No entanto, para aplicações em controle de níveis, os PLC, por terem sido concebidos sobretudo para a indústria, apresentam algumas desvantagens, tais como:

- ✓ Sistemas maioritariamente centralizados, caso falhe o controlador todo o sistema é posto em causa;
- ✓ Programação e montagem um pouco trabalhosas, uma vez que normalmente não existe programação pré-definida para controle de nível.

#### **3.5.3.1.1 PLC S7-1200**

O PLC S7-1200 é um controlador modular versátil, seguro e que se enquadra perfeitamente numa ampla gama de aplicações através de módulos de sinais conectáveis e módulos de comunicação. Apresenta um design escalonável e flexível para soluções compactas e inteligentes, PROFINET integrado para a programação, diagnóstico e ligação de uma HMI e comunicação CPU-CPU. [13]

A gama S7-1200 incorpora 4 CPUs diferentes e cada CPU está disponível para uma escolha de tensão de alimentação ou AC/DC, com saída a relé ou estado sólido.



*Figura 13:CPU -PLC S7-1200 1214C AC/DC/RLY. (Fonte: Mariza Matos Oliveira, 2016)*

#### **3.5.3.1.2 Aspetos do Hardware de um PLC**

Geralmente constituído por uma unidade central ou de processamento, por uma fonte de alimentação, um dispositivo de programação, uma memória, uma secção de interface entradas/saídas e uma interface de comunicação, como se observa na figura a seguir. [13]

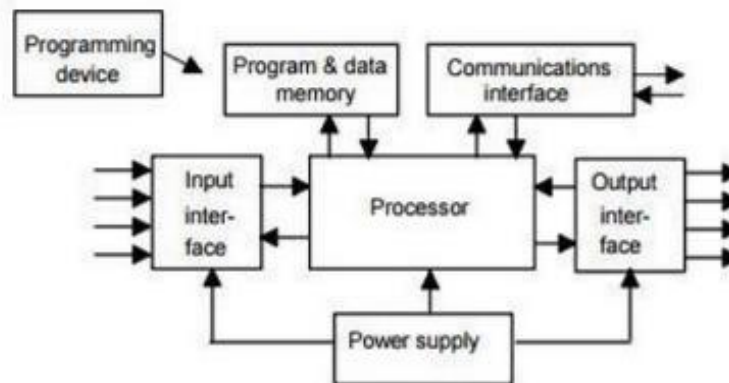


Figura 14: Hardware de um CLP. (Fonte: Mariza Oliveira, 2016)

#### ✓ **A unidade central ou de processamento (CPU)**

É a unidade que contém o microprocessador que é responsável por interpretar todos os sinais de entrada e dar início às ações de controlo, de acordo com o programa armazenado em memória, atribuindo os sinais de ação para as saídas. [13]

#### ✓ **A fonte de alimentação**

Fornece energia aos elementos eletrônicos internos do controlador, converte a tensão de entrada numa tensão adequada à alimentação do PLC e protege os componentes do mesmo contra eventuais picos de tensão. [13]

#### ✓ **A memória**

É dos elementos mais importantes de um PLC quando se pretende alterar o programa de controlo de forma rápida e simples. O sistema de memória de um PLC é composto por três áreas de memória onde os dados do programa do utilizador e a configuração são armazenados. Pode-se falar de três tipos de memória: a memória de programa, memória de trabalho e a memória retentiva. [13]

#### ✓ **Nas interfaces de entrada e saída**

o processador recebe e posteriormente escreve a informação proveniente dos dispositivos externos. Os sensores e interruptores são exemplos de entradas, os motores e as válvulas, são exemplos de saídas. Os dispositivos de entrada e saída podem ser classificados como sinais digitais (0/1) ou analógicos (tensão ou corrente proporcional a uma variável). [13]

✓ **A interface de comunicação**

recebe e transmite a informação em redes de dados

**3.5.3.1.3 Aspetos do Software de um PLC**

São inúmeras as funções que estes equipamentos podem suportar, de entre uma ampla gama podem-se citar, a lógica AND, OR, XOR, o SET e RESET, os temporizadores e contadores, os comparadores, os cálculos com aritmética básica, os conversores, registos e saltos no programa. Aquando do aumento da capacidade de processamento, surge a necessidade de funções mais avançadas, nomeadamente, cálculos trigonométricos e integrais, controlo PID, leitura de sinais analógicos, linearização de sinais analógicos, contagem rápida, medição, lógica difusa, funções, entre outros. [13]

**3.5.3.1.4 Ciclo de processamento**

No momento em que o PLC é ligado executa uma série de operações pré-programadas (inicialização) em que:

- 1) Verifica o funcionamento eletrónico do C.P.U, memórias e circuitos auxiliares;
- 2) Verifica a configuração interna e compara com os circuitos instalados;
- 3) Verifica os estados principais (RUN / STOP, PROG, etc.);
- 4) Desativa todas as saídas;
- 5) Verifica a existência de um programa de utilizador;
- 6) Emite um aviso de erro, caso algum dos itens acima descritos falhe.

A função de um PLC passa por executar um programa, que por sua vez executa o processamento de sinais de entrada provenientes de diferentes tipos de sensores e outros dispositivos de campo, e fornece sinais de saída compatíveis com o acionamento de diversos componentes como atuadores, motores, válvulas etc. A figura a seguir ilustra um esquema de ciclo de funcionamento do CLP resumindo a sua função em quatro etapas onde três delas são executadas ciclicamente.





Figura 15: Ciclo de processamento de um CLP. ( Fonte: Mariza Oliveira, 2016)

- **Leitura de entradas** → Lê os valores físicos dos módulos de entradas e copia-os para a memória imagem;
- **Execução do programa** → Baseando-se nos valores na memória imagem das entradas, executa o programa atualizando a memória imagem com os valores das saídas;
- **Atualização das saídas** → Copia os valores das saídas em memória imagem para os módulos de saídas

## 4. CAPÍTULO: PROPOSTA DA SOLUÇÃO

### 4.1 Considerações Iniciais

Neste capítulo será apresentada a solução escolhida para o problema identificado no primeiro capítulo, diagramas de blocos, desenho de circuitos de potência e comando e a programação do autômato que será usado no sistema proposto assim como da interface apresentado por uma IHM (Interface Homem Máquina).

### 4.2 Solução escolhida

Tal como se apresentou na parte introdutória do presente trabalho, o mesmo visa apresentar uma proposta de um sistema automático para controlo de drenagem de águas residuais para o emissário da Higest Moçambique, Lda.

Quando se fala de sistemas de controlo de nível, várias são as alternativas apresentadas a nível da literatura as quais apesar de diferirem em alguns pontos tem a mesma finalidade. Na seleção do sistema de controlo de nível deve-se considerar vários fatores, como:

- ✓ As características especificadas da aplicação;
- ✓ Tipo de produto que ser quer controlar;
- ✓ Precisão do sistema a usar;
- ✓ E custo;

A seguir apresenta-se uma breve descrição das opções de controlo de nível abordado a nível de diferentes literaturas, e a solução escolhida para o sistema proposto.

*Tabela 2-a: Descrição e comparação dos diferentes sistemas de controlo de Nível. ( Fonte: O Autor, 2023)*

Descrição da solução	Tipo de Fluido	Análise da solução	
		Vantagens	Desvantagens

Tabela 2-b: Descrição e comparação dos diferentes sistemas de controlo de Nível. ( Fonte: O Autor. 2023)

Implementação de um sistema automático de controlo de nível usando sensores tipo boia Elétrica.	Líquidos	*Medição precisa; * Insensibilidade a espuma e a viscosidade; * Preço acessível e sem manutenção;	*Sensível a ondulações superfície; *Pequena faixa de medicao (< 1m); *Inadequado para produto corrosivos.
Implementação de um sistema automático de controlo de nível usando sensores tipo hidrostático	Líquidos	*Medição precisa; * Insensibilidade a espuma e a viscosidade; * Fácil de instalar e ampla faixa de medição;	*Manutenção regular; *Necessário esvaziar o reservatório para a montagem e desmontagem do sensor.
Implementação de um sistema automáticos de controlo de nível usando sensores do tipo radar	Líquidos Sólidos	* Medicao sem contacto; *Sem manutenção, fácil de instalar; *Medicao muito precisa; *Faixa de medicao ajustável; *Resistencia a temperaturas elevadas 450 °C.	*Sensível a produtos eletro condutores; *Elevado custo de aquisição;

Tabela 2-c: Descrição e comparação dos diferentes sistemas de controlo de Nível. ( Fonte: O Autor, 2023)

implementação de um sistema automático de controlo de nível usando sensor ultrassónico	Líquidos Sólidos	*Medicao sem contacto; *Medicao muito precisa; * Insensível a turbulências na superfície do produto; * Insensível as condições ambientais; E ampla faixa de medicao.	Sensível a produtos eletro condutores; *Elevado custo de aquisição;
implementação de um sistema automático de controlo de nível usando sensor capacitivo	Líquidos Granulados Produtos em pó.	* Medicao sem contacto; *Medicao precisa; Auto limpeza sem nenhuma proteção; *Ampla faixa de medicao e fácil de instala.	—
Implementação de um sistema automático controlo de nível usando sensor radio métricos	Todo tipo de fluidos.	* Adequado para todas as aplicações de medição sem contacto, insensível as características do ponto resistente a produtos agressivos.	*Tecnologia a preço elevado; Manutenção regular .

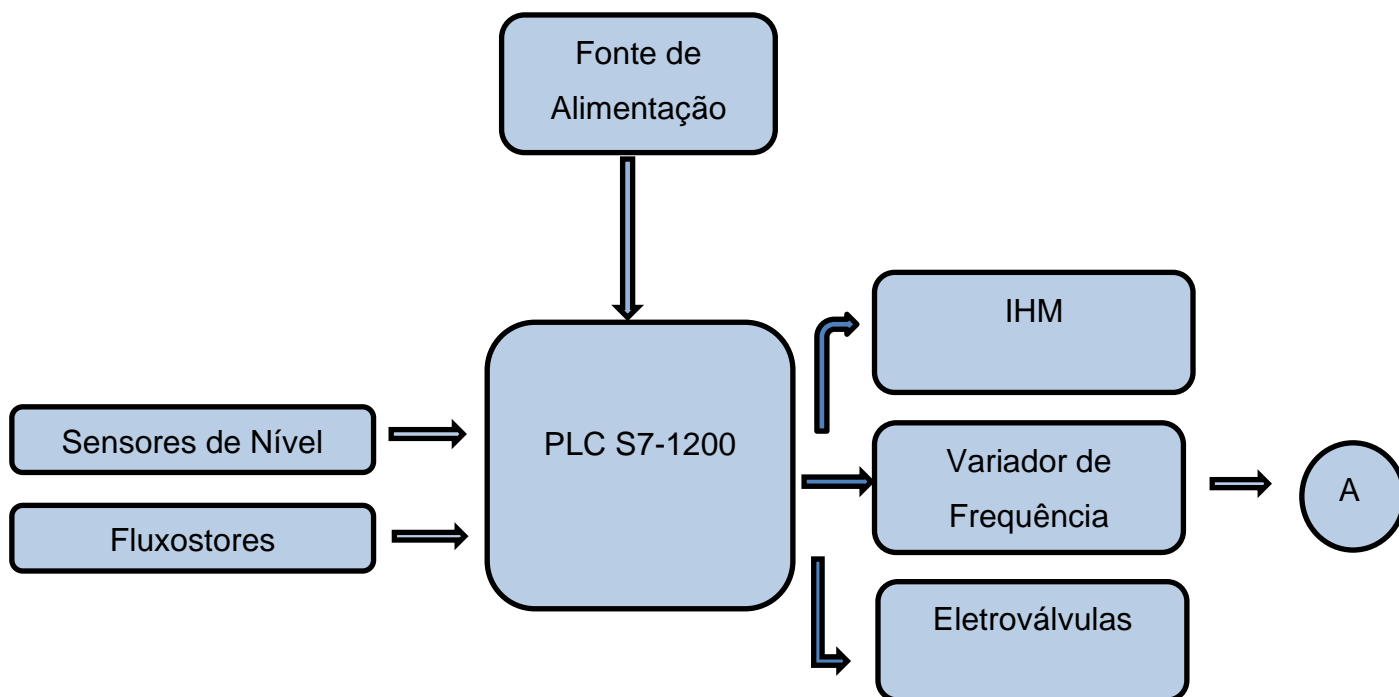
Devido as características, e as principais vantagens apresentadas conclui-se que a melhor opção para esta aplicação se baseia no uso de boias elétricas para o controlo de nível.

### 4.3 Descrição e configuração do emissário de águas residuais e pluviais da Higest Moçambique

A figura abaixo (17) ilustra a planta e a configuração do emissário de águas residuais e pluviais existente na Higest Moçambique. O coletor é constituído por uma câmara de aspiração em Betão armado localizado á saída de uma bacia de retenção. A câmara é constituída por duas eletrobombas Grundfos SE1.80.100.22.A.4.50D.B 50 Hz, Model: 96177642 de 2,2 kW cada. No Apêndice A4-81, é apresentado a configuração do emissário da Higest Moçambique.

### 4.4 Diagrama de bloco do sistema proposto

Como forma a desenvolver-se o projeto de automatização proposto para o emissário da Higest Moçambique, um conjunto de dispositivos sensores e atuadores serão usados os quais estarão ligados a entrada e a saída do autômato (PLC S7 1200), respectivamente. O diagrama a seguir apresenta os elementos constituintes do sistema proposto e relação em termos de localização deste e o autômato.



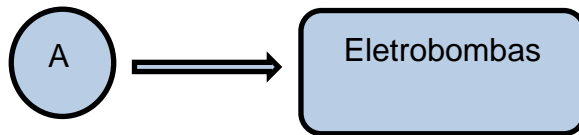


Figura 16: Digrama ilustrativo da interligação dos elementos do sistema proposto. (Fonte: O Autor)

#### 4.4.1 Descrição e função dos módulos que compõem o diagrama de blocos

A Figura 18, ilustra o diagrama de blocos com os elementos que compõem o sistema automático para drenagem de águas residuais proposto para o Emissário da Higest Moçambique.

A seguir se apresenta a descrição básica dos módulos o constituem.

##### 4.4.1.1 Fonte de Alimentação

Esta refere-se á fonte de alimentação de todos os módulos que compõem o diagrama apresentado para o projeto. A fonte do Controlador Lógico Programável (PLC), vai ser alimentada a 220V AC que por meio do bloco retificador será convertida em 24V DC para alimentar a CPU e saídas do Controlador. O inversor de frequência será alimentado a 380 V AC, e ele irá por sua vez alimentar a sua respectiva Eletrobomba ao mesmo nível de tensão.

##### 4.4.1.2 Sensor de nível (Boias Elétricas)

As especificações técnicas bem como ilustração da boia elétrica usada neste projeto são apresentadas no anexo (A1-70).

##### 4.4.1.3 Fluxostator

Será usado um Fluxostator Autoject Hz, para acionamento de bombas de até 3 CV Horizontal ou vertical. O autoject Hz funciona como um interruptor, acionado pela passagem de água no interior do aparelho só quando é realmente necessário. Funcionam a uma tensão de alimentação de 220V AC, com sucção (Entrada) / Recalque (saída): 1 pol. O esquema de ligação é apresentado no Apêndice (A8-85).



Figura 17: Modelo icônico de um Fluxostator. (Fonte: Jefferson BR)

#### 4.4.1.4 Módulo Controlador Lógico Programável (PLC S7-1200)

É um dispositivo eletrônico que pode controlar máquinas e processos e utiliza uma memória programável para armazenar instruções e executar funções específicas como controle de energização/desenergização, temporização, contagem, sequenciamento, operações matemáticas e manipulações de dados. Para o sistema proposto vai se utilizar o PLC da SIEMENS S7-1200 DC/DC/Relay, devido ao número de entradas digitais limitadas vai ser necessário adicionar módulos de expansão de entradas digitais. A figura 20 ilustra o PLC S7-1200.



Figura 18: Modelo icônico de um PLC S7-1200. (Fonte: Plccity)

#### 4.4.1.5 Módulo IHM (Interface Homem Máquina)

Será usado um módulo *SIMATIC HIM TP900 Comfort*, o qual dispõe de uma *Touch Operation 9"*, *widescreen TFT Display, 16 million colors*, com protocolo de comunicação PROFINET interface. O qual tem o seu *datasheet* apresentado no anexo (A4-71).

#### 4.4.1.6 Variador de Frequência

Um Variador de Frequência tem como uma das principais funções controlar a velocidade de rotação de um motor por meio do controle da frequência entregue pela rede elétrica e também permite controlar outros parâmetros de funcionamento de um motor.

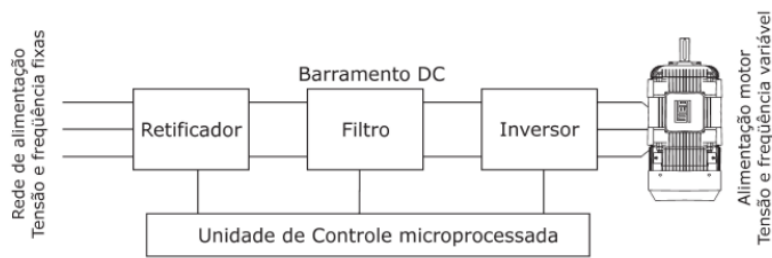


Figura 19: Componentes básicos de um inversor de frequência. (Fonte:WEG, 2003)

Uma saída digital do PLC vai enviar um sinal digital para uma entrada digital do variador de frequência, este sinal será responsável por dar a ordem de arranque do variador o qual, de acordo com a parametrização a ser feita, poderá ajustar em sua saída a velocidade de rotação da bomba de acordo com o número de pontos que drenam água ao emissário. A Figura 22 ilustra o modelo icônico de um variador de frequência.



Figura 20: Modelo icônico de um variador de frequência VACON. (Fonte: AC/DC)

O esquema de ligação dos inversores é apresentado no apêndice (A2-79).

#### 4.4.1.7 Eletroválvula ou Válvula Solenóide

Uma Eletroválvula é um dispositivo electromecânico, projectado para controlar o fluxo de um fluido numa conduta. A Válvula é controlada a partir de uma corrente eléctrica por meio de uma bobina de solenóide que quando energizada permite ou bloqueia o fluxo de um fluido numa conduta. Para o projecto proposto vai se utilizar uma Eletroválvula de duas vias normalmente fechada (NF) 24VDC, que apenas vai permitir a passagem do fluido quando a bobina for energizada pela saída a relé do PLC. A Figura 23 ilustra a Eletroválvula de duas vias.





Figura 21: Modelo icônico de uma eletroválvula de duas vias normalmente fechada (NF) 24 VDC. (Fonte: Genebre)

O esquema de ligação das eletroválvulas é apresentado no apêndice (A9-86).

## 4.5 Circuitos de Comando e Potência

### 4.5.1 Dimensionamento do cabo de alimentação das Eletrobombas.

Na presente secção tem-se o objetivo de dimensionar e especificar o cabo de alimentação do quadro geral do emissário.

#### 4.5.1.1 Determinação e especificação do cabo

A determinação da secção de um cabo consiste pelo estabelecido pelas Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão, RTIEBT, no cálculo da secção mínima normalizada a qual deverá satisfazer as seguintes condições:

- 1) Critério da intensidade máxima admissível;
- 2) Critério da queda de tensão;
- 3) Secção por intensidade de Curto-Circuito

##### 4.5.1.1.1 Cálculo da secção do cabo de alimentação geral pelo critério da intensidade máxima admissível ou aquecimento

Para o Cabo Alimentador Geral tem-se:

Segundo as RTIEBT 433, verifica-se a seguinte condição neste critério:

Dados da Eletrobombas:

$$P_N = 2,2 \text{ kW} \quad I_N = 6 \quad U_N = 380 \text{ V} \quad N = 1445 \text{ rpm} \quad f = 50 \text{ Hz}$$

$$I_B < I_S$$

Assim

Sendo as Eletrobombas, referenciadas no Anexo [A11-78] de mesma potência nominal e fator de potência as suas correntes nominais podem ser somadas aritmeticamente.

Então 
$$I_{Tot} = I_{NB1} + I_{NB2} = 6A + 6A = 12A$$

$$I_{BT} = 12 A$$

$$I_2 = 41.6 A$$

$$I_N = 32 A$$

$$I_Z = 87 A$$

Segundo as RTIEBT para cabos enterrados e colocados dentro de tubo ou travessias contendo 3 condutores carregados com isolamento a XLPE a corrente máxima admissível é 87 A.

Para o dimensionamento das secções e proteções se deverá obedecer às seguintes condições:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \rightarrow 1^a \text{ Condição}$$

$$I_2 \leq 1.45 \times I_Z \rightarrow 2^a \text{ Condição}$$

Sendo a corrente máxima admissível atualizada tendo em consideração os fatores de agrupamento e temperatura, estão tem-se:

$$I_{Z'} = I_Z \times k1 \times k2 = 87 \times 1 \times 0.8 = 69.6 A$$

Verificação das Condições:

$$12 A \leq 32 A \leq 69,6 A$$

$$41,6 A \leq 1.45 \times 69,6 A = 100,92 A$$

Pelo método de referência D, a secção do cabo a usar é: 10 mm<sup>2</sup>

### **Verificação da secção escolhida pelo critério da queda de tensão**

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I}{S \times U_s} = \frac{\sqrt{3} \times 0,0178 \times 500 \times 12}{10 \times 400} = \frac{184.764 A}{4000 A} = 0,0461 \times 100\% = 4,61\%$$

Devido à natureza da instalação, instalação enterrada, escolheu-se o cabo XAV 4X10+T o qual se classifica como apropriado para a instalação. E, portanto, a proteção geral para essa instalação deverá ser de 32 A. Para a proteção parcial das Eletrobombas usa-se disjuntores termomagnéticos de 20 A considerando a natureza das cargas (cargas específicas).

#### 4.5.2 Circuito de Potência do Variador de Frequência

No apêndice (A1-78) apresenta-se o esquema de conexão do circuito do variador de frequência. Pelo esquema apresentado é possível verificar-se que os terminais de entrada dos variadores estão ligados a uma rede trifásica (380V), e os bornes ou terminais de saída são ligados as Eletrobombas a serem acionadas.

#### 4.5.3 Circuito de alimentação das Eletrobombas.

No apêndice (A1-78) apresenta-se o esquema de ligação das bombas aos inversores e a rede. Pelo esquema se fazem coincidir as saídas RST dos variadores de frequência a entrada UVW das eletrobombas. De salientar que os terminais da eletrobombas estão todos ligados em estrela.

#### 4.5.4 Circuito de comando

No circuito de comando é apresentada toda a lógica definida para o accionamento das forças motrizes existentes no sistema (para o presente caso Eletrobombas submersíveis), assim como todos os elementos de sinalização em caso de uma emergência.

No apêndice (A5-82) encontra-se o esquema de ligação do circuito dos elementos de comando dentre eles:

1. **Botão de emergência**, o qual tem como principal função interromper todo o circuito em caso de um estado de funcionamento que possa comprometer sistema ou a saúde do operário da planta.
2. **Chave selectora de três posições**, as chaves selectoras são chaves utilizadas para activação de circuitos e funcionalidades independentes e que não necessitam de serem ativadas de forma simultanea. Para este modelo ( três posições ) são

utilizadas para ligar, de forma não simultânea, dois circuitos ou funcionalidades diferentes e desligar ambas. No presente projecto esta chave é usada para definir os estados ( Automático, Manual e Desligado ).

3. **Bobinas do relés de contacto**, essas bobinas são energizadas de acordo com a lógica de funcionamento previamente definida no circuito de comando. Ao serem energizadas, atraem o núcleo existente no interior dos contactores comutam a posição dos seus contactos e assim permitem a execução da lógica pretendida. Após a energização os contactos normalmente aberto (*“Normal Open”* NO- Fecham) e os contactos normalmente fechados (*“Normal Close”* NC- Abrem ).

#### 4.5.5 Entradas e saídas ao PLC (Ligações ao Autômato)

No apêndice (A6-83) se apresenta o esquema de ligação das entradas e saídas ao PLC. No esquema o primeiro elemento apresentado é a fonte de alimentação e o bloco retificador (220V DC/ 24V DC) o qual é responsável por alimentar o PLC e os diferentes módulos ao qual ele esteja ligado à 24V DC. O segundo elemento apresentado é o PLC S7-1200 da Siemens.

A tabela (2) ilustra detalhadamente as variáveis de entradas e as entradas as quais estão conectadas, assim como as variáveis de saída e as respectivas saídas as quais estão conectadas no controlador. (Lista I/O).

Tabela 3-a: Detalhamento das variáveis de entrada conectadas ao Controlador Logico Programável (PLC S7-1200). (Fonte: O Autor)

Ordem da entrada	Designação	Elemento	Descrição
1 <sup>o</sup>	DI0.0	Boia de Nível 1	Boia de nível Mínimo, a qual envia sinal digital a entrada (DI0.0) do CLP quando a água no interior do tanque estiver ao nível de colocação da Boia Elétrica 1.
2 <sup>o</sup>	DI0.1	Boia de Nível 2	Boia de nível Media, a qual envia sinal digital a entrada (DI0.1) do CLP quando a água no interior do tanque estiver ao nível de colocação da Boia Elétrica 2.
3 <sup>o</sup>	DI0.2	Boia de Nível 3	Boia de nível Máxima, a qual envia sinal digital a entrada (DI0.2) do CLP quando

Tabela 5-b: Detalhamento das variáveis de entrada conectadas ao Controlador Logico Programável (PLC S7-1200). (Fonte: O

			a água no interior do tanque estiver ao nível de colocação da Boia Elétrica 3.
4 <sup>o</sup>	DI0.3	Fluxostator B1	Fluxostator de proteção da Eletrobomba Submersível (B1) do Emissário, este envia um sinal digital a entrada (DI0.3) do CLP quando na canalização a saída da Eletrobomba (B1) detectar presença de água.
5 <sup>o</sup>	DI0.4	Fluxostator B2	Fluxostator de proteção da Eletrobomba Submersível (B2) do Emissário, este envia um sinal digital a entrada (DI0.4) do CLP quando na canalização a saída da Eletrobomba (B2) detectar presença de água.
6 <sup>o</sup>	DI0.5	Fluxostator ET	Fluxostator de proteção da das Eletrobombas do ETAR Matadouro, este envia um sinal digital a entrada (DI0.5) do CLP quando na canalização a saída destas eletrobombas detectar presença de água.
7 <sup>o</sup>	DI0.6	Fluxostator FR	Fluxostator de proteção da Eletrobomba da Fábrica de Rações, este envia um sinal digital a entrada (DI0.6) do CLP quando na canalização a saída da Eletrobomba (FR) detectar presença de água.
8 <sup>o</sup>	DI0.7	Fluxostator CI	Fluxostator de proteção da Eletrobomba do Centro de Incubação, este envia um sinal digital a entrada (DI0.7) do CLP quando na canalização a saída desta Eletrobomba detectar presença de água.
9 <sup>o</sup>	DI1.0	Fluxostator E. F	Fluxostator de proteção da Eletrobomba

Tabela 5-c: Detalhamento das variáveis de entrada conectadas ao Controlador Logico Programável (PLC S7-1200). (Fonte: O Autor)

			da Expedição Fabrica de Rações, este envia um sinal digital a entrada (DI1.0) do CLP quando na canalização a saída desta Eletrobomba detectar presença de água.
10 <sup>o</sup>	DI1.1	Contador de Pulsos	Contactador de digital de pulsos instalada na saída do emissário, o qual a cada 100 l de água drenada envia um pulso digital a entrada (DI.1) do CLP.

A tabela 3 a seguir apresenta de forma detalhada a descrição dos diferentes elementos e entradas a saída do PLC.

**Tabela 6-a:** Detalhamento das variáveis de saída conectadas ao Controlador Logico Programável (PLC S7-1200). (Fonte: O Autor)

Ordem de Saída	Designação	Elemento	Descrição
1 <sup>o</sup>	Q0.0	Eletroválvula 1	Eletroválvula ligada a canalização da Eletrobomba 1, sua bobina é energizada quando a saída (Q0.0) for ativada, abrindo a canalização para passagem de água.
2 <sup>o</sup>	Q0.1	Eletroválvula 2	Eletroválvula ligada a canalização da Eletrobomba 2, sua bobina é energizada quando a saída (Q0.1) do PLC for ativada, abrindo a canalização para passagem de água.
3 <sup>o</sup>	Q0.2	VSD 1 (DI1)	Entrada digital (1) do Variador de Frequência de controlo da eletrobomba 1, esta estrada é ativada quando a saída (Q0.2) do PLC for ativada. Fazendo com que a Eletrobomba (1) arranque no sentido direto de rotação.

**Tabela 6-b:** Detalhamento das variáveis de saída conectadas ao Controlador Logico Programável (PLC S7-1200). (Fonte: O Autor)

4 <sup>o</sup>	Q0.3	VSD 2 (DI1)	Entrada digital (1) do Variador de Frequência de controlo da eletrobomba 2, esta estrada é ativada quando a saída (Q0.3) do PLC for ativada. Fazendo com que a Eletrobomba (1) arranque no sentido direto de rotação.
5 <sup>o</sup>	Q0.4	VSD 1 (DI2)	Entrada digital (2) do variador de frequência de controlo da eletrobomba 1, esta entrada é ativada a saída (Q0.4) do PLC for ativada. Faz com que a eletrobomba seja acionada a velocidade mínima (para frequência de 25 Hz).
6 <sup>o</sup>	Q0.5	VSD 1 (DI3)	Entrada digital (3) do variador de frequência de controlo da eletrobomba 1, esta entrada é ativada a saída (Q0.5) do PLC for ativada. Faz com que a eletrobomba seja acionada a velocidade mínima (para frequência de 35 Hz).
7 <sup>o</sup>	Q0.6	VSD 1 (DI4)	Entrada digital (4) do variador de frequência de controlo da eletrobomba 1, esta entrada é ativada a saída (Q0.6) do PLC for ativada. Faz com que a eletrobomba seja acionada a velocidade mínima (para frequência de 50 Hz).
8 <sup>o</sup>	Q0.7	VSD 2 (DI2)	Entrada digital (2) do variador de frequência de controlo da eletrobomba 2, esta entrada é ativada a saída (Q0.7) do PLC for ativada. Faz com que a eletrobomba seja acionada a velocidade mínima (para frequência de 25 Hz).
9 <sup>o</sup>	Q0.8	VSD 2 (DI3)	Entrada digital (3) do variador de frequência de controlo da eletrobomba 2, esta entrada é ativada a saída (Q0.8)

**Tabela6-c:** Detalhamento das variáveis de saída conectadas ao Controlador Logico Programável (PLC S7-1200). (Fonte: O Autor)

			do PLC for ativada. Faz com que a eletrobomba seja acionada a velocidade mínima (para frequência de 35 Hz).
10 <sup>o</sup>	Q0.9	VSD 2 (DI4)	Entrada digital (4) do variador de frequência de controlo da eletrobomba 2, esta entrada é ativada a saída (Q0.9) do PLC for ativada. Faz com que a eletrobomba seja acionada a velocidade mínima (para frequência de 50 Hz).

#### 4.5.6 Sensores de Nível

No apêndice (A7-84) é apresentado o esquema de ligação dos sensores de nível.

#### 4.5.7 Fluxostores

No apêndice (A8-85) é apresentado o esquema de ligação dos Fluxostores.

#### 4.5.8 Eletroválvulas

No anexo (A9-86) é apresentado o esquema de ligação das eletroválvulas.

#### 4.5.9 Controlo e comunicação do variador de frequência

A tabela 4 ilustra o detalhamento das variáveis de entrada e saída ao variador de frequência:

*Tabela 7-a: Detalhamento das variáveis de entrada no Variador de Frequência (VSD-1 E VSD-2). (Fonte: O Autor)*

Ordem da Entrada	Designação	Descrição
1 <sup>o</sup>	DI1 (1)	Entrada digital 1 do inversor de frequência para o controlo da Eletrobomba 1, quando recebe um sinal proveniente do PLC acciona a Eletrobomba para rodar no sentido directo.
2 <sup>o</sup>	DI2 (1)	Entrada digital 2 do inversor de



Tabela7-b: Detalhamento das variáveis de entrada no Variador de Frequência (VSD-1 E VSD-2). (Fonte: O Autor)

		frequencia para o controlo da Eletrobomba 1, quando recebe um sinal proveniente do PLC acciona a Eletrobomba para rodar no sentido directo a 50% da sua velocidade.
3 <sup>o</sup>	DI3 (1)	Entrada digital 3 do inversor de frequencia para o controlo da Eletrobomba 1, quando recebe um sinal proveniente do PLC acciona a Eletrobomba para rodar no sentido directo a 75% da sua velocidade.
4 <sup>o</sup>	DI4 (1)	Entrada digital 4 do inversor de frequencia para o controlo da Eletrobomba 1, quando recebe um sinal proveniente do PLC acciona a Eletrobomba para rodar no sentido directo a 100% da sua velocidade.
1 <sup>o</sup>	DI1 (2)	Entrada digital 1 do inversor de frequencia para o controlo da Eletrobomba 2, quando recebe um sinal proveniente do PLC acciona a Eletrobomba para rodar no sentido directo.
2 <sup>o</sup>	DI2 (2)	Entrada digital 2 do inversor de frequencia para o controlo da Eletrobomba 2, quando recebe um sinal proveniente do PLC acciona a Eletrobomba para rodar no sentido directo a 50% da sua velocidade.
3 <sup>o</sup>	DI3 (2)	Entrada digital 3 do inversor de frequencia para o controlo da Eletrobomba 2, quando recebe um sinal proveniente do PLC acciona a

		Eletrobomba para rodar no sentido directo a 75% da sua velocidade.
4 <sup>o</sup>	DI4 (4)	Entrada digital 4 do inversor de frequência para o controlo da Eletrobomba 2, quando recebe um sinal proveniente do PLC acciona a Eletrobomba para rodar no sentido directo a 100% da sua velocidade

No anexo (A10-97, A11-88) encontram-se os esquemas de ligação das entradas e saídas de comando dos variadores de frequência.

#### 4.5.10 Sinalização e Alarmes

O primeiro sinalizador será responsável por indicar quando as eletrobombas estiverem em funcionamento. E o segundo sinalizador será responsável por indicar o estado de funcionamento das eletrobombas assim como em caso de uma falha no sistema.

#### 4.6 Apresentação do programa de automação proposto

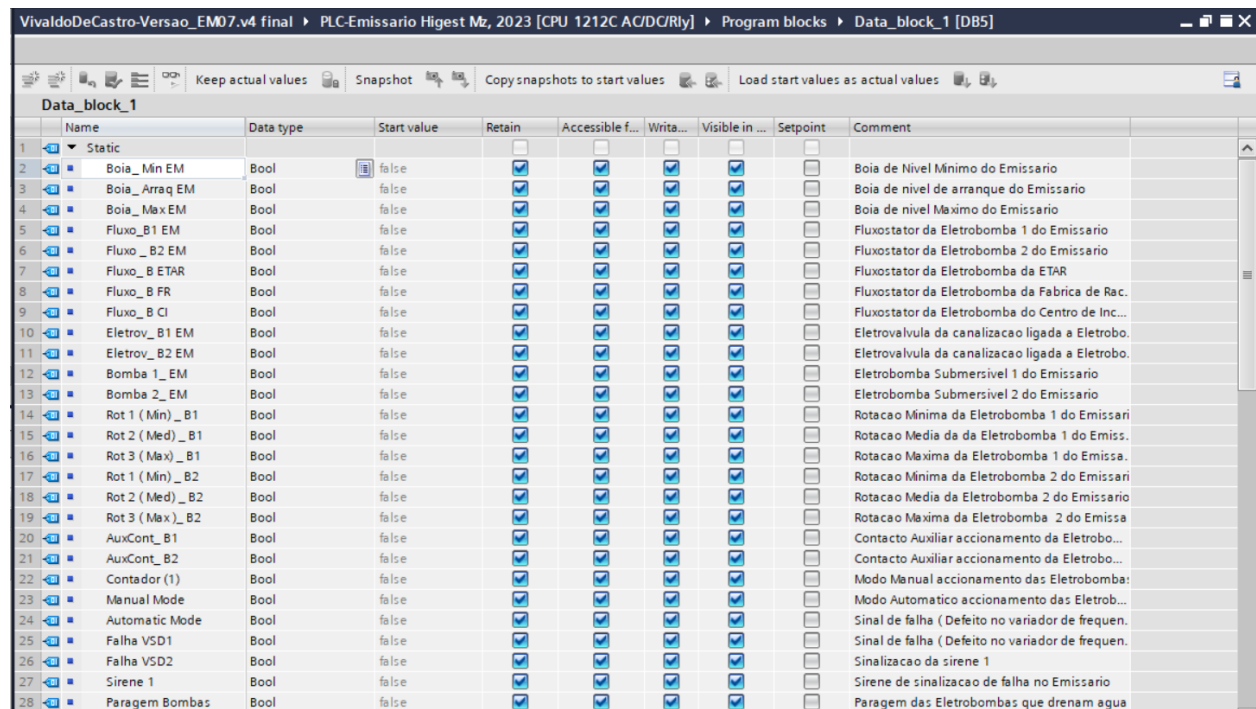
Nesta etapa será apresentado o programa desenvolvido para o sistema proposto. Para o desenvolvimento do mesmo o autor usou o software da Siemens TIA PORTAL versão 15.

O portal de automação totalmente integrado (TIA Portal) permite acesso total a toda a automação digital, desde o planeamento digital e engenharia integrada até a operação transparente. Como parte do pacote de software empresarial digital, ele é combinado com PLM (*Product Lifecycle Management*) e MES (*Manufacturing Execution System*) para concluir o processo da Siemens de mudança para a Indústria 4.0, fornecendo serviços abrangentes para empresas e tornando-o uma maneira perfeita para automatizar empresas digitais (SIEMENS, 2017)

O programa permite desenvolver programas de automação nas seguintes linguagens: *Ladder*, *Function Block*, *Standard Template Library* e *Structured Text*. Neste capítulo apenas será apresentado as partes mais importantes que compõem o programa desenvolvido, as demais partes serão apresentadas nos anexos.

Na Figura 23, faz-se a apresentação da lista de definição das ligações dos diversos sensores e actuadores existentes no sistema e as entradas assim como saídas as quais estão endereçadas no Controlador Lógico Programavel ( S7- 1200 ).

Tabela 8: Lista de definição das Entradas e Saídas do PLC Emissário. (Fonte: O Autor, 2023)



Name	Data type	Start value	Retain	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint	Comment
Static								
Boia_Min EM	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Boia de Nivel Mínimo do Emissario
Boia_Arraq EM	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Boia de nivel de arranque do Emissario
Boia_Max EM	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Boia de nivel Maximo do Emissario
Fluxo_B1 EM	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fluxostator da Eletrobomba 1 do Emissario
Fluxo_B2 EM	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fluxostator da Eletrobomba 2 do Emissario
Fluxo_B ETAR	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fluxostator da Eletrobomba da ETAR
Fluxo_B FR	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fluxostator da Eletrobomba da Fabrica de Rac.
Fluxo_B CI	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fluxostator da Eletrobomba do Centro de Inc...
Eletrov_B1 EM	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Eletrovalvula da canalizacao ligada a Eletrobo.
Eletrov_B2 EM	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Eletrovalvula da canalizacao ligada a Eletrobo.
Bomba 1_EM	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Eletrobomba Submersivel 1 do Emissario
Bomba 2_EM	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Eletrobomba Submersivel 2 do Emissario
Rot 1 (Min)_B1	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rotacao Minima da Eletrobomba 1 do Emissari
Rot 2 (Med)_B1	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rotacao Media da da Eletrobomba 1 do Emiss.
Rot 3 (Max)_B1	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rotacao Maxima da Eletrobomba 1 do Emissa.
Rot 1 (Min)_B2	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rotacao Minima da Eletrobomba 2 do Emissari
Rot 2 (Med)_B2	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rotacao Media da Eletrobomba 2 do Emissario
Rot 3 (Max)_B2	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rotacao Maxima da Eletrobomba 2 do Emissa
AuxCont_B1	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Contacto Auxiliar accionamento da Eletrobo...
AuxCont_B2	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Contacto Auxiliar accionamento da Eletrobo...
Contador (1)	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modo Manual accionamento das Eletrobomba:
Manual Mode	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modo Automatico accionamento das Eletrob...
Automatic Mode	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sinal de falha ( Defeito no variador de frequen.
Falha VSD1	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sinal de falha ( Defeito no variador de frequen.
Falha VSD2	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sinalizacao da sirene 1
Sirene 1	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sirene de sinalizacao de falha no Emissario
Paragem Bombas	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Paragem das Eletrobombas que drenam agua

Considerando a planta existente do Emissário, cujo layout é apresentado no apêndice (A4-81), tem-se ao todo três pontos de entrada de água no mesmo, os quais são:

- ✓ Tubagem proveniente da ETAR (Estação de Tratamento de Águas Residuais) do Matadouro;
- ✓ Tubagem proveniente do CI (Centro de Incubação);
- ✓ E Tubagem proveniente da FR (Fábrica de Rações).

Tendo em conta que em cada um desses pontos existem Bombas Elétricas, as quais são responsáveis por escoarem as águas nesses diferentes pontos de captação e enviar ao emissário, todas são dotadas de mecanismo de proteção contra o não funcionamento em vazio. E o principal elemento usado nessa aplicação são os Fluxostores, assim definiu-se: Fluxo\_ B ETAR, Fluxo\_B FR e Fluxo\_ BCI. Serão usados cabos de comando que deverão interligar estes Fluxostores a entrada do controlador.

Na programação desenvolvida, considerou-se que de acordo com o sinal enviado por estes Fluxostores (o que por outro lado traduz-se na quantidade de pontos a drenarem água no Emissário), as Eletrobombas submersíveis poderão rodar no sentido direto de rotação em velocidades distintas. No presente caso o autor teve em consideração (50%, 75% e 100%) da velocidade nominal respetivamente. A programação referente a esse modo de operação é apresentada na figura a seguir.

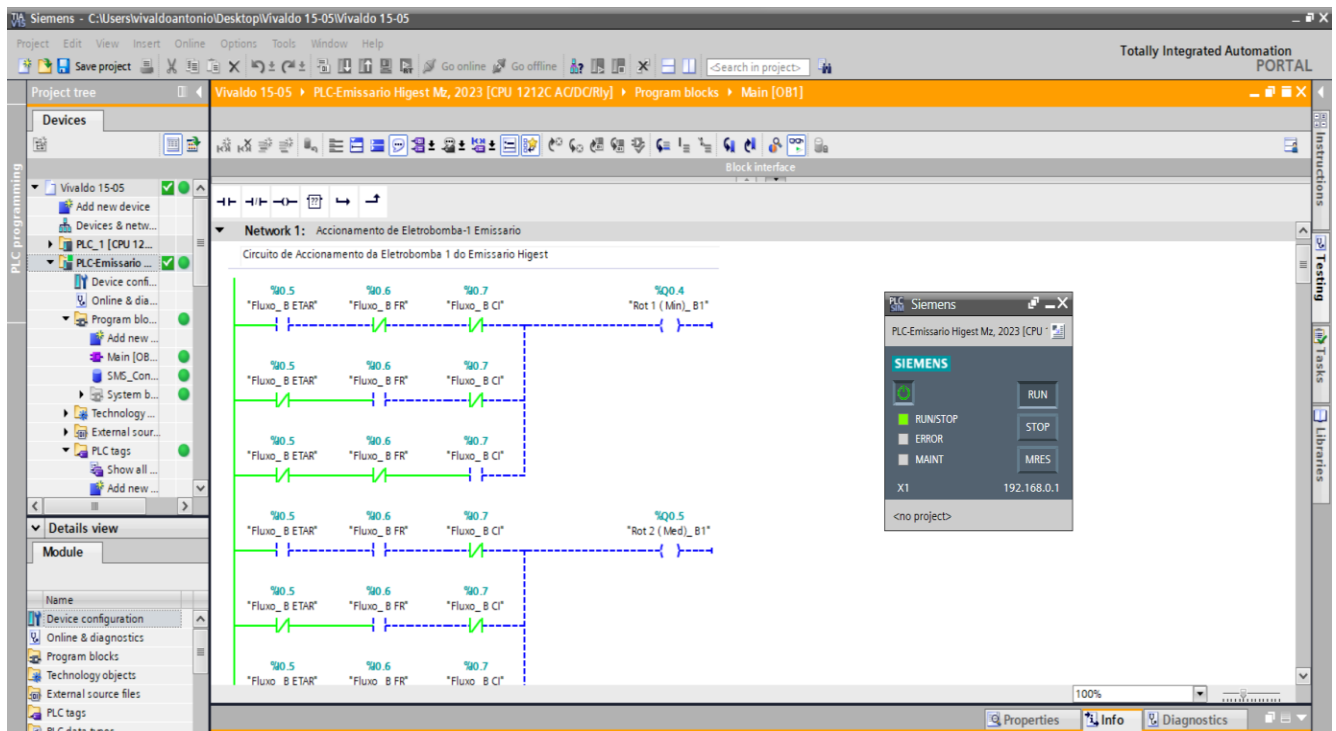


Figura 22: Captura de tela do primeiro estágio da programação desenvolvida, definição das velocidades de rotação. (Fonte: O Autor)

Para o modo de operação, definiu-se como:

- ✓ “Rot\_1 (Min) B1”, como a saída ativada para fazer rodar a Eletrobomba Submersível (1) na velocidade mínima, isto é, quando a água estiver a entrar no emissário por apenas 1 ponto (1 Fluxostator estiver a enviar sinal a sua respectiva entrada no controlador). (Na simulação considerou-se 30% da velocidade nominal.
- ✓ “Rot 2 (Med) B1”, como a saída ativada para fazer rodar a Eletrobomba Submersível (1) na sua velocidade Média, isto é, quando a água estiver a entrar no emissário por 2 pontos (2 Fluxostores estiverem a enviar sinal as suas respectivas entradas no controlador). Na simulação considerou-se 50% da velocidade nominal. estiverem a drenar água para o interior do Emissário.

- ✓ “Rot 3 (Max) B1”, como a saída ativada para fazer rodar a Eletrobomba Submersível (1) na sua velocidade máxima, isto é, quando a água estiver a entrar no emissor pelos três pontos disponíveis (3 Fluxostores estiverem a enviar sinal as suas respetivas entradas no controlador). Na simulação considerou-se 100% da velocidade nominal.

#### 4.6.1 Abertura da Eletroválvula da Conduta Eletrobomba B1

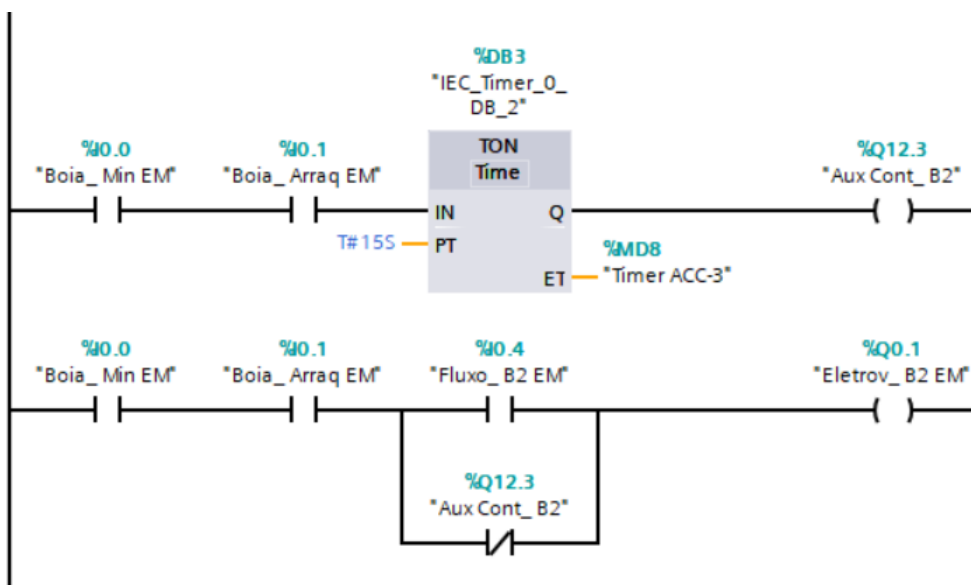


Figura 23: Captura de tela do segundo estágio da programação desenvolvida, controlo de nível e abertura da eletroválvula - B1. (Fonte: O Autor)

Nesta etapa, define-se a condição de abertura da eletroválvula da conduta na linha da Eletrobomba 1. Assim que o nível de água no interior do reservatório atingir o nível da boia de arranque está envia um sinal digital a entrada “%I0.1” do Controlador Lógico Programável (PLC) e esse sinal de acordo com a programação desenvolvida ativa a entrada de um Bloco Temporizador (*TON Time*) Off delay “%DB3”, após a energização ele conta 15 segundos e passado este tempo tem a sua saída Ativa (Em nível lógico alto) “%Q12.3”. O temporizador garante que a Eletroválvula esteja aberta durante os 15s, enquanto se espera pela confirmação do sinal digital proveniente do Fluxostator (fechamento do contacto “%I0.4” para a eletroválvula permanecer aberta por mais tempo e permitir o acionamento da Eletrobomba 1.

### 4.6.2 Acionamento Eletrobomba B1 e sua Logica

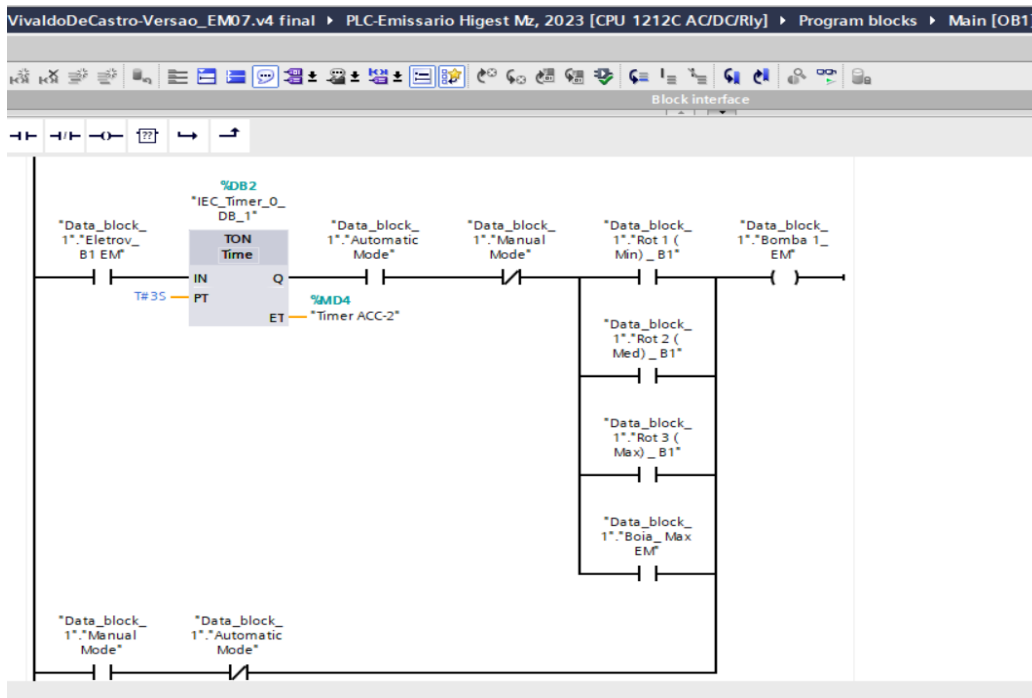


Figura 24: Captura de ecrã da Lógica definida para o acionamento da Eletrobomba 1\_Emissário. (Fonte: O Autor, 2023)

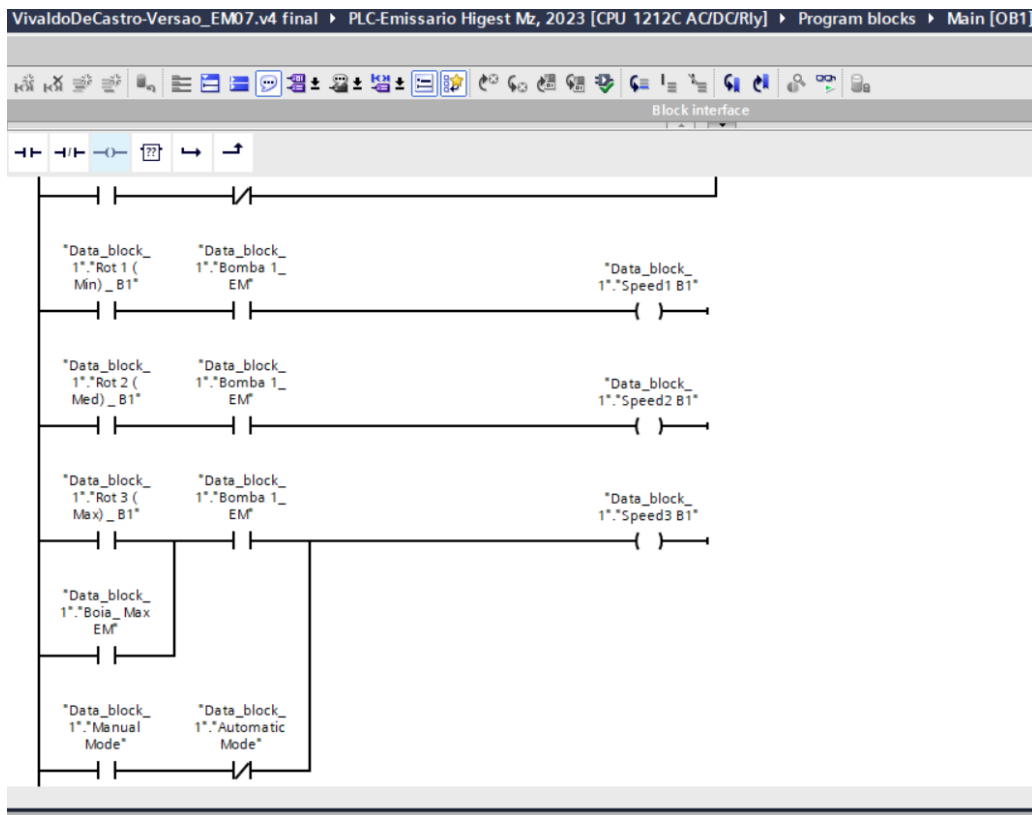


Figura 25: Captura de ecrã da Lógica definida para o acionamento da Eletrobomba 1\_Emissário. (Fonte: O Autor, 2023)

Nesta etapa do programa desenvolvido realiza-se o acionamento da Eletrobomba 1, e demonstra-se as condições para que arranque. Após a abertura da eletroválvula, processo apresentado da etapa anterior, nível lógico alta em “%Q0.0”, um contacto dessa saída ativa um segundo bloco de Temporização (designado por “%DB2”), o qual faz com que a Eletrobomba só seja arrancada 5 segundo após a abertura da Eletroválvula. Essa medida serve como proteção a própria canalização visto que a Eletrobomba não pode ser ligada com a Eletroválvula fechada ou semiaberta.

Em caso de a boia de nível máximo detectar a presença de água naquele nível, esta envia um nível lógico alto á entrada “%I0.2” do PLC, que pela lógica definida na programação aqui apresentada desliga a Eletrobomba 1 “%Q0.2”. Há que se referenciar que fisicamente a saída “%Q0.2” aciona a entrada DI1 do Inversor de frequência esse que por sua vez será responsável pelo acionamento da Eletrobomba.

#### 4.6.3 Abertura da Eletroválvula da Condução Eletrobomba B2

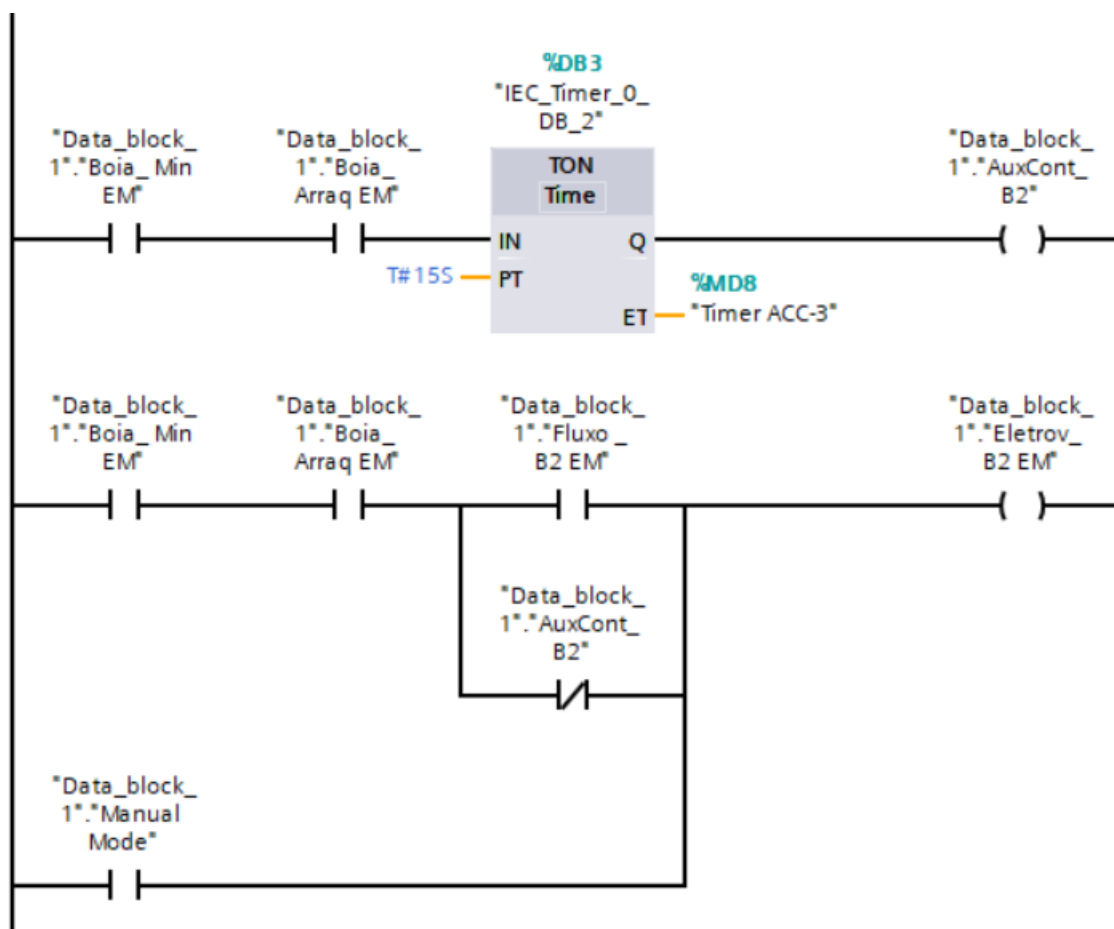


Figura 26: Captura de ecrã do segundo estágio da programação desenvolvida, controlo de nível e abertura eletroválvula- B2. (Fonte: O Autor, 2023)

Figura 27: Captura de ecrã do segundo estágio da programação desenvolvida, controlo de nível e abertura eletroválvula -B2. (Fonte: O Autor, 2023)

Acima se apresenta a lógica definida para a ligação e abertura da eletroválvula da canalização ligada a eletrobomba B2. A base de funcionamento é a mesma apresentada que a usada para a Eletrobomba B1.

#### 4.6.4 Acionamento Eletrobomba B2 e sua Logica

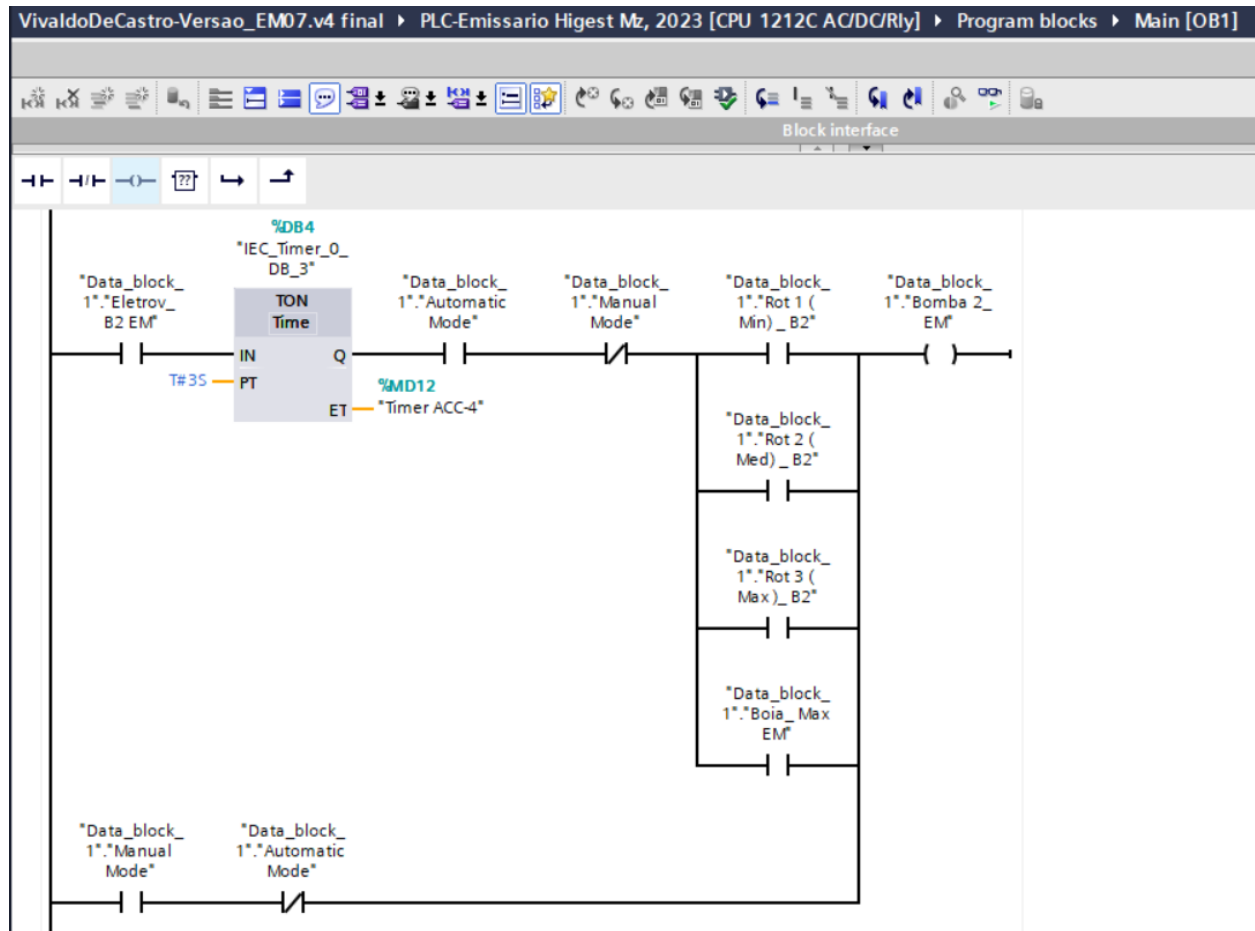


Figura 28: Captura de ecrã da Lógica definida para o acionamento da Eletrobomba 2\_Emissário.

(Fonte: O Autor, 2023)



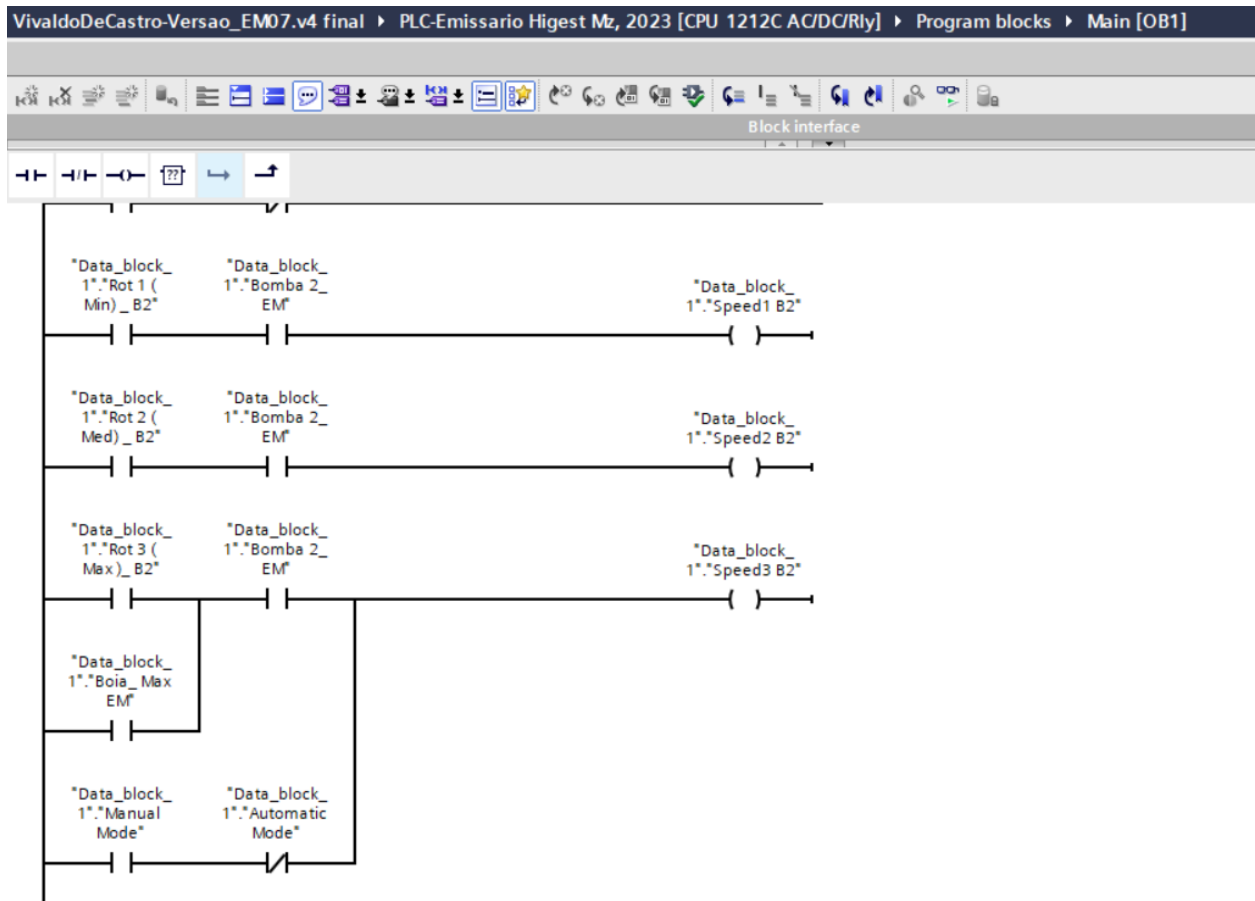


Figura 29: Captura de ecrã da Lógica definida para o acionamento da Eletrobomba 2\_Emissario. ( Fonte: O Autor, 2023)

O programa apresentado acima, mostra a lógica de acionamento da Eletrobomba B1. do Emissário. O princípio e sequência usada assemelha-se a já descrita para o acionamento de Eletrobomba B1.



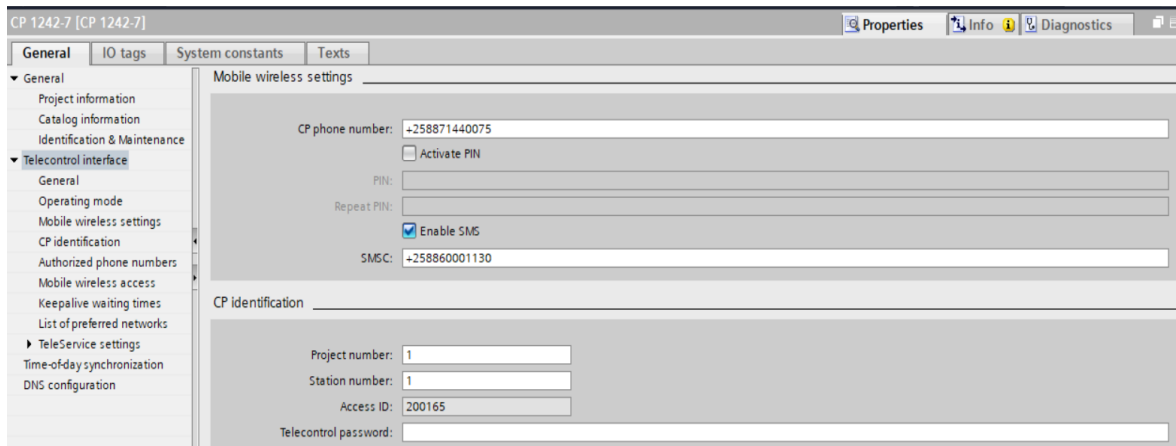


Figura 31: Captura de ecrã do TIA PORTAL da Configuração do processador de comunicação CP 1242-7. (Fonte: O Autor, 2023)

- ✓ CP Phone Number: Neste campo foi inserido o número do telefone vinculado ao cartão SIM a ser inserido na CP 1242-7
- ✓ PIN: É necessário caso o cartão tenha algum PIN inserido.
- ✓ Enable SMS: Essa opção tem de ser obrigatoriamente seleccionada para que o envio da mensagem SMS seja habilitado.
- ✓ SMSC: Por fim, para ser possível o envio de mensagens SMS, é necessário a inserção do número SMSC (*Short Message Service Center*). Este número é informado pela operadora de telefonia móvel e está vinculado a região de DDD (Discagem Direta a Distância) do cartão SIM.

#### 4.6.7 Bloco FB2- do Modulo GPRS Communications

Para enviar mensagens SMS através da rede GSM é necessário utilizar e parametrizar três blocos CP1242-7 do Software STEP 7 PROFESSIONAL (TIA Portal). Esses blocos são: TC\_CON, TC\_SEND, TC\_RECV. Para inserção desses blocos ao projeto foi criado o bloco FB2 (*GPRS Communication*). A parametrização de cada um desses blocos será mostrada detalhadamente a seguir.

##### 4.6.7.1 Parametrização do Bloco TC\_CON

O Bloco TC\_CON usado tem a função de estabelecer, via rede GSM, conexão da CP 2142-7 com o cliente SMS. A figura a seguir ilustra detalhadamente o bloco configurado para o presente projeto.

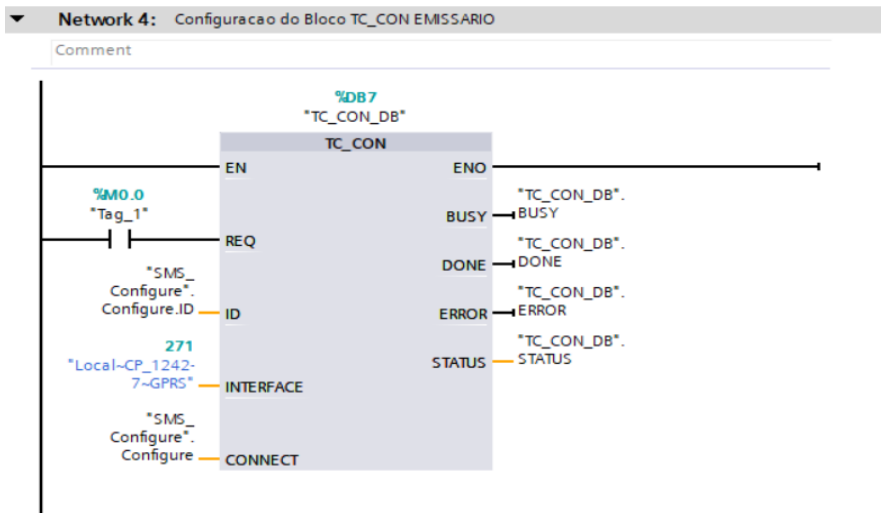


Figura 32: Captura de ecrã dos detalhes do Bloco parametrizável TC\_CON obtida do TIA PORTAL. (Fonte: O Autor, 2023)

- ✓ Parâmetro “**REQ**”: A execução da instrução de conexão só é realizada a partir de uma borda de subida neste parâmetro.
- ✓ Parâmetro “**ID**”: Este parâmetro se refere à identificação da conexão de rede.
- ✓ Parâmetro “**INTERFACE**”: É a identificação da interface de comunicação a ser configurada. Para que a interface de comunicação da CP 1242-7 seja configurada é preciso informar neste parâmetro o seu número de identificação de hardware. Acessando a CP 1242-7 foi possível identificar o número 272.
- ✓ Parâmetro “**CONNECT**”: Como mostra a Figura 32, foi necessário criar o Data Block DB3 (parameters GPRS). Nesta Data Block foi criada uma variável do tipo **TCON\_Phone**, esta variável carrega todas as informações necessárias para configuração e conexão da CP 1242-7 com a rede GSM.

The screenshot shows the 'SMS\_Configure' data block configuration in the TIA Portal. The table below represents the data shown in the interface:

Name	Data type	Start value	Retain	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint	Comment
Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Configure	TCON_Phone		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
InterfaceId	HW_ANY	271	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	HW-identifier of IE-interface submodule
ID	CONN_OUC	16#1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	connection reference / identifier
ConnectionType	Byte	16#0E	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	type of connection: 14=TCON_Phone
ActiveEstablished	Bool	True	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	active/passive connection establishment
PhoneNumber	String[22]	'+2588714400...	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	phone number of remote partner
Data_send	String	'Alerta no Emis...	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Data_rev	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura 33: Captura de ecrã de Bloco de dados DB3 com variável TCON\_Phone retirada do TIA Portal. (Fonte: O Autor, 2023)

#### 4.6.7.2 Parametrização do Bloco TC\_SEND

O Bloco TC\_SEND permite o envio de mensagens SMS através da conexão com a rede GSM. A figura 33 ilustra detalhadamente o bloco configurado para o presente projeto.

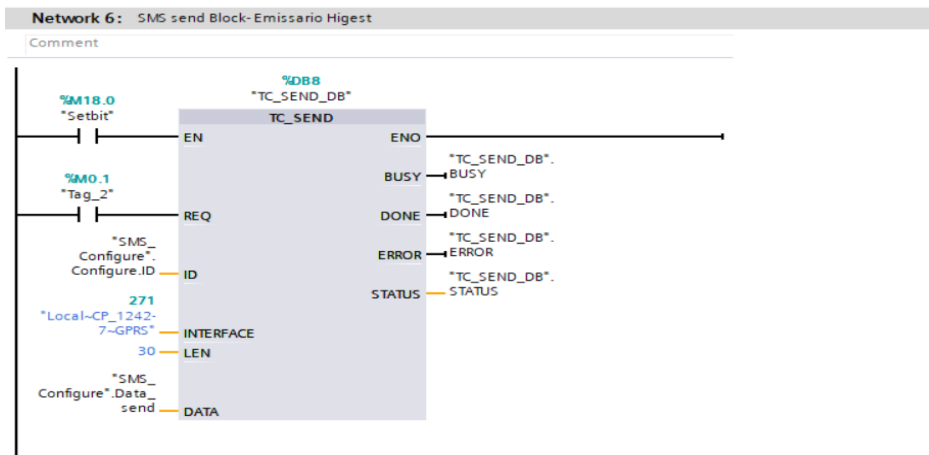


Figura 34: Captura de ecrã dos detalhes do Bloco parametrizável TC\_CON obtida do TIA PORTAL. (Fonte: O Autor, 2023)

As entradas REQ, ID e INTERFACE são idênticos as referenciadas no bloco anterior.

✓ Parâmetro **“LEN”**: Este parâmetro se refere ao tamanho do dado a ser enviado, neste caso será o número de caracteres da variável tipo string que carrega o texto com a mensagem.

✓ Parâmetro **“DATA”**: Neste parâmetro é apontado o endereço onde a mensagem está escrita.

#### 4.6.7.3 Parametrização do Bloco TC\_REVC

Este bloco é usado para receber dados do modulo GRPS. O detalhamento para o presente projeto é apresentado a seguir na figura 34.

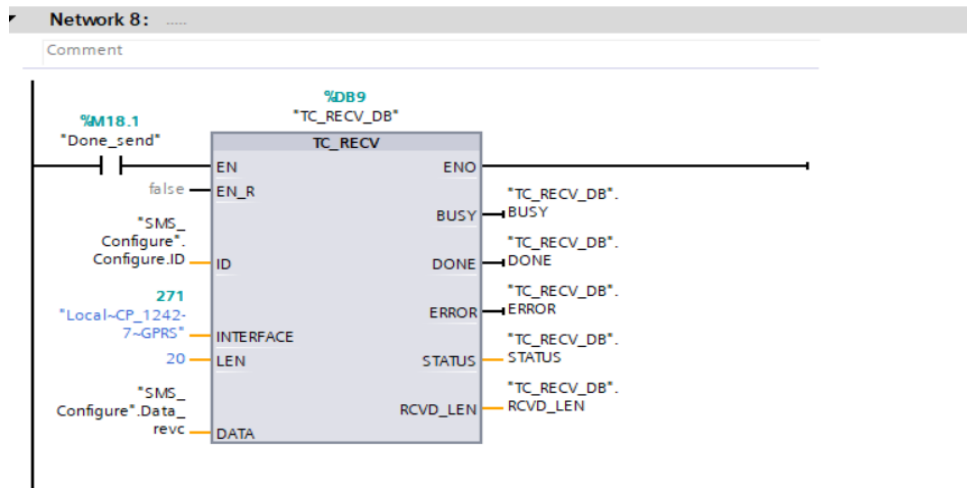


Figura 35: Captura de ecrã dos detalhes do Bloco parametrizável TC\_CON obtida do TIA PORTAL. (Fonte: O Autor, 2023)

#### 4.7 Programação da IHM (Interface Homem Maquina)

Nesta etapa demonstra-se a Interface Homem Maquina desenvolvida para o Projeto. Através das *IHM KTP700 Basic PN* é possível visualizar o andamento e *status* de todas as variáveis do Emissário, ou seja, o estado das Eletrobombas, o monitoramento de falhas e a quantidade de água drenada do emissário. Para este acompanhamento foi desenvolvida uma tela (*Screen*) com todos os status mencionados acima no software WinCC Professional. A primeira página desenvolvida da IHM, apresenta os dados iniciais de inicialização dela, dentre eles: O Símbolo da Empresa, O nome da Empresa, lugar a que destina a IHM, e por fim os dados referentes a data e hora de visualização.

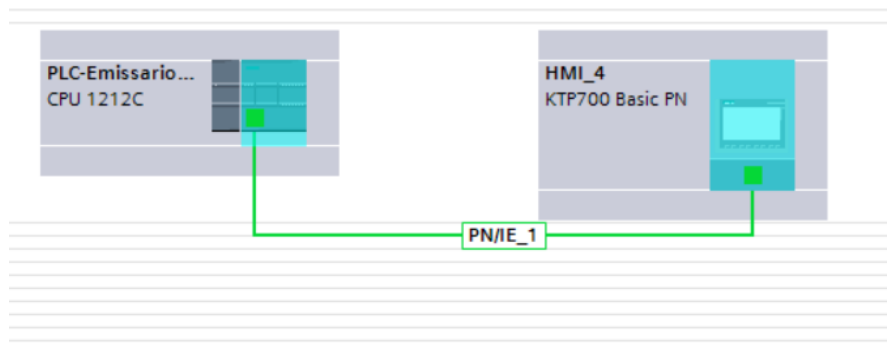


Figura 36: Conexão entre a CPU S7-1200 e a IHM. (Fonte: O Autor)

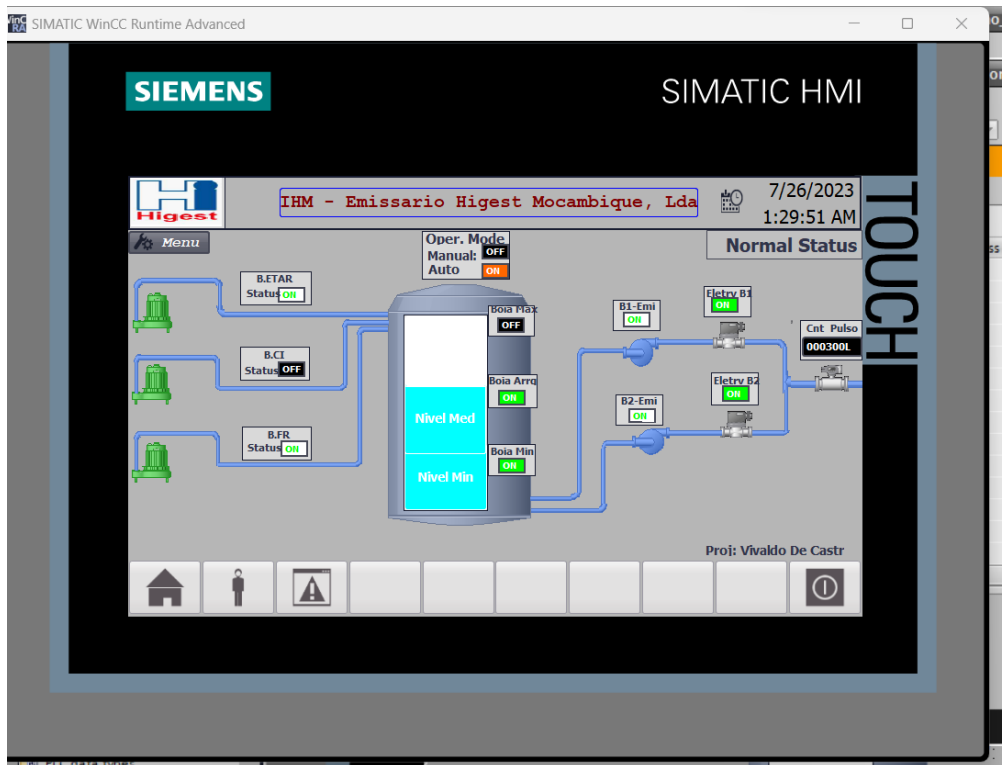


Figura 37: Ecrã principal da IHM desenvolvida para o projeto. (Fonte: O Autor)

Após a tela inicial, o usuário tem a possibilidade de aceder ao Menu Principal, onde poderá ter acesso aos Status de todos aos sensores e atuadores e quantidade de água drenada do Emissário.

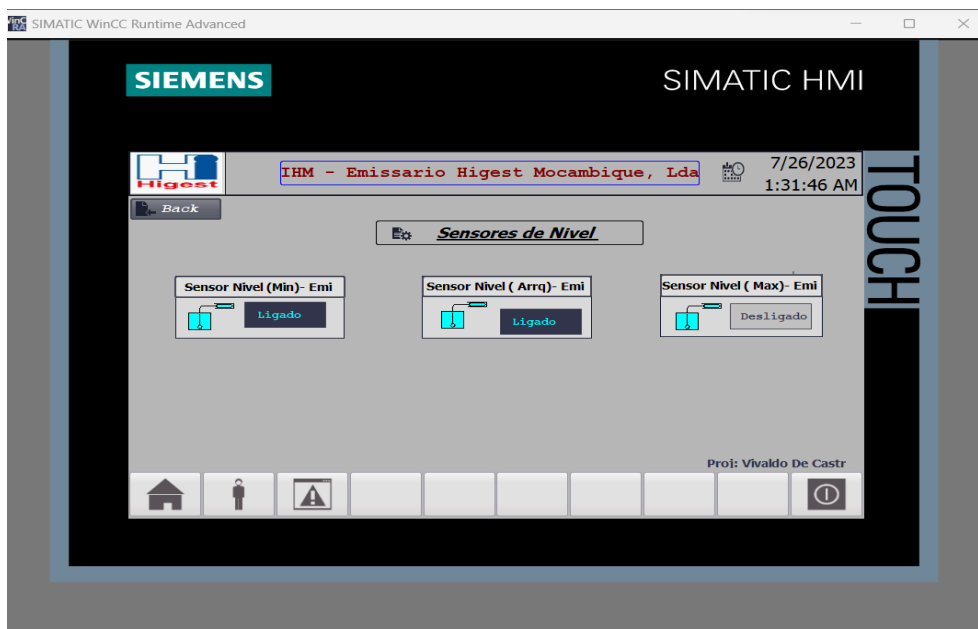


Figura 38: Ecrã de monitoramento do estado do Emissário. (Fonte: O Autor)

No segundo ecrã, tem-se apresenta o estado dos elementos constituintes do emissário. Inicialmente o usuário terá de definir o modo de operação do Emissário por meio dos botões (Auto) para o modo Automático, e (Manual) para o modo Manual.

Tendo sido definido o Modo de Operação, de acordo com o estado de cada um dos sensores endereçados a entrada do controlador Logico Programável, Fluxostores das Bombas que drenam água para o Emissário, e o estado das boias de nível instaladas efetua-se por meio do arrancar das Eletrobombas o Processo de drenagem das águas Residuais do Emissário.

A seguir ilustra-se uma das telas que se podem aceder por meio do menu, referente a visualização e monitoria da quantidade de agua drenada do Emissário.



Figura 39: Captura de tela do Ecrã referente a monitoria da quantidade de água drenada do Emissário. (Fonte: O Autor, 2023)



## 5. ORÇAMENTO

Tabela 9: Orçamento. (Fonte: O Autor, 2023)

Ord	DESIGNAÇÃO DE MATERIAIS	Unidade	Qtd	Custo Unit (MZN)	Custo Total
1	PLC S7-1200 (CPU 1212C AC/DC/Rly)	un	1	85.433,26	85.433,26
2	Modulos de Expansão (DI/DO 24VAC)	un	2	20.249,93	40 499,86
3	Modulo CP 1242-7	un	1	50268,12	50268,12
4	Quadro Elétrico ( 1000x600x350 mm )	un	1	13345,75	13345,75
7	Calha Recartilhada ( 40x60 mm)	m	2	652,00	1304,74
8	Trilho DIM (35 mm)	m	2	302,00	604,00
9	Boias Eletricas ( Float Swicth MAG_ * U=200VDC)	un	3	1300,20	39000,60
10	Inversor de Frequencia (VACOM 20- 3 kW/380V/3P)	un	1	32980,00	32980,00
11	Condutor flexivel preto 0,75 mm2	m	1500	72,30	108450
12	Condutor flexivel azul 2,5 mm2	m	15	78,73	1181,00
13	Fusivel Cilindrico 6 gL (10x38)	un	1	126,00	126,00
14	Base para fusivel Cilindrico (10x38mm)	un	1	257,00	257,00
15	Disjuntor Diferencial tetrapolar 32 A Schneider	un	1	3 693,00	3 693,00
16	Disjuntor tripolar 20 A Curva C Schneider	un	2	690,00	1380,00
18	Cabo XAV 4x10 +T	m	500	776,57	388285,00
19	Tubo Corrugado	m	1500	62,00	93600,00
20	Fluxostator para bombas de ate 3CV	un	2	16300,00	32600,00
21	Eletrovalvulas de duas vias 24V DC	un	2	3406,42	6812,84
22	IHM KTP 700 Basic PN	un	1	26818,17	26818,17
23	Sirene HW36 24V AC-ACDC	un	1	6780,18	6780,18
26	Bornes Vikings para Neutro	un	20	61,00	1120,00
27	Bornes Vikings para fase	un	20	61,00	1120,00
28	Bornes Vikings para terra	un	10	174,00	1740,00
29	Fonte de Alimentação, 220VAC/24VDC	un	1	4990,00	4990,00
30	Rele de contacto 14 pinos, 220VAC	un	5	363,00	1815,00
31	Base de Relé de contacto 14 pinos, 220 VAC	un	5	179,00	895,00
32	Seletor de 3 posições	un	1	295,00	295,00
34	Condutor flexivel Azul 0,75 mm2	m	1500	1160,00	17400,00
35	Condutor flexivel Vermelho- Amarelo 2.5 mm2	m	10	432,4	4320,00
				<b>Total</b>	<b>881 681,26</b>

## 6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

O desenvolvimento deste projeto teve como principal objetivo o projeto de um sistema automático para drenagem de águas residuas para o Emissário da Higest Moçambique. Para alcance deste objetivo começou-se por definir qual o melhor tipo de sistema de controlo de nível para esta aplicação, e tendo-se em consideração que a melhor escolha ou definição de sistema de nível baseia-se no conhecer as especificações e características da aplicação a qual será destinada, tipo de produto a controlar, precisão e custo, verificou-se pela análise comparativa feita ao longo do trabalho que a melhor opção seria o uso de um sistema de controlo de nível baseado no uso de boias elétricas. Seguiu-se ao desenvolvimento da programação e definição da lógica de funcionamento do sistema proposto, após simulações constatou-se que a lógica criada satisfaz o que inicialmente foi proposto, controlar o sistema de drenagem de forma automatiza, pois as simulações feitas possibilitaram ensaiar e testar as diversas variáveis (sensores e atuadores) presentes no sistema. Por meio do desenvolvimento da programação de um modulo GSP baseando-se no uso do modulo CP 1243-7 do Tia Portal conseguiu-se definir as condições de envio de falha em caso de avaria ou falha no sistema, não obstante o fato de não ter sido possível ensaiar-se o envio da mensagem pois para esta simulação o autor não possuía o fisicamente o modulo. Por forma a tornar o sistema automático proposto mais eficiente como definido nos objetivos do projeto desenvolveu-se um modulo GSM, o qual irá possibilitar aos operários da manutenção ou qualquer usuário ter de forma simples as informações referentes ao estado do funcionamento do Emissário, e em caso de anomalias, identificá-las de forma imediata. Apresentou-se ainda ao longo do a proposto do *layout* físico do quadro geral, bem como alimentação de todos os elementos existentes no sistema os quais visam o alcance da automatização proposta.

## 6.1 Recomendações

Acredita-se que a implementação deste trabalho traga grandes vantagens ao emissário, visto que a lógica desenvolvida leva em consideração todos os elementos envolvidos (não só o próprio emissário mais os diversos pontos que enviam águas quer sejam residuais ou pluviais ao emissário). Desta feita haverá mais facilidade e rapidez na localização de possíveis falhas que possam vir a surgir e desta forma garantir que este centro esteja quase sempre em perfeitas condições de funcionamento. Por forma a garantir que na implementação do projeto ele funcione conforme dimensionado as seguintes recomendações são apresentadas.

- Desenvolvimento de um sistema que permita não só o envio de mensagens ao celular da manutenção em caso de avarias, mas também o sentido oposto ou seja que uma mensagem possa ser enviada de forma a ativar uma determinada funcionalidade no Emissário;
- Alargar o sistema de aviso para chamadas telefônicas e envio de E-mail aos principais intervenientes do Emissário.
- Estudo de técnicas de gerenciamento de dados obtidos na IHM, os quais podem ser armazenados por forma melhorar a monitoria do Emissário,
- Desenvolvimento uma base que permita ao usuário receber uma especificação mais detalhada do tipo de falha verificada no Emissário- e proposta da solução a usar para eliminar a mesma

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] THOMAZINI D, ALBURQUERQUE P. *Sensores Industriais Fundamentos e Aplicações*, 4ª Edição Revisada- Erica Editores- Fortaleza-2003
- [2] GIACCHETO, Edson. *Monitoramento Remoto de Falhas em Conversores*- UFOP, Ouro Preto- 2017
- [3] FILHO, Carlos Roberto da Silva, *Projeto De Automação De Um Equipamento De Solda Longitudinal*. Joinville-SC 2021
- [4] SULZER, *Bombas Submersíveis para Drenagem*, Catalogo 2018
- [5] *Guia De Aplicação De Inversores De Frequência* – 3ª Ed. – WEG AUTOMAÇÃO, dezembro, 2005.
- [6] MORAES, C. C. e CASTRUCCI, P. L. *Engenharia de automação industrial*. Editora LTC. Rio de Janeiro, 2007.
- [7] *Operating Instructions*: SIMATIC NET, S7-1200, Telecontrol, CP 1242-7. SIEMENS, junho, 2014.
- [8] Support Industry SIEMENS: Portal de Automação Totalmente Integrada. Disponível em: <http://w3.siemens.com.br/automation/br/pt/tia-portal/portal-automacao-tia/Pages/Default.aspx>. Acesso em 29 abril 2023
- [9] VACON 20, AC DRIVES: Complete User Manual. Doc: DPD00716A1, Date: 22.11.11
- [10] Mundo da Elétrica: O que é Fluxostator, Aplicações e funcionamento. Disponível em: <http://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-fluxostator-aplicacoes-e-funcionamento/> Acesso em 03 de Maio de 2023
- [11] Electro Física: Eletroválvula. Disponível em: <http://eletrofisica1.blogspot.com/2013/04/eletrovalvula.html?m=1> Acesso em 03 de maio de 2023

[12] MYDIRECTINDUSTRY: Qual sensor de Nível Escolher. Disponível em: <https://guide.diretindustry.com/pt/que-sensor-de-nivel-escolher/>. Acesso em 05 de 17 abril de 2023

[13] **OLIVEIRA, Mariza: *Comando a distância de um sistema demótico***. Tese de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica-Energia e Automação Industrial, Viseu: Instituto Politécnico de Viseu. Outubro de 2016

# ANEXOS

ANEXOS

**ANEXO 1. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE BOIAS E IHM (INTERFACE HOMEM MÁQUINA)**

Tabela A1.1-1. Especificações Técnicas da Boia Elétrica usada ref. MAG\_\*. (Fonte: Catalogo da ACDC)

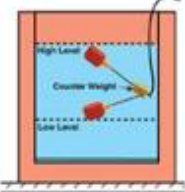



FLOAT SWITCHES						
	Micro Float Switch		Micro & Mercury Float Switches		Mercury Float Switches	Accessories
						
	Typical Application showing use of 1 B-01 float switch to start and stop pump. One B-01 Float Switch can be used for both high and low levels.					Not for use with Mercury Float Switches
<b>Code</b>	B-01/5	B-01/10	MAG-*	MER-*	REMEX-P	MER30/5
Length of Cable	5metres	10metres	*Add 05, 10, 15, 20 metres		1m Float Cord No cable	5 metres
Weight Supplied	✓	✓	✓	N/A	✓	N/A
Switching Voltage Max.	240VAC/200VDC		250VAC		440VAC/200VDC	250V
Switching Current Max. (A)	4A		4A		0.5A	5A
Carry Current Max. (A)	15A		6A		1A	10A
Switch Type	Micro C/O		Micro NO+NC Mercury C/O		Mercury N.O.	Mercury N.O.
Operating Temperature	0°C to 60°C		-20°C to 50°C		-20°C to 70°C	-20°C to 60°C/8 bar
Material	Polypropylene/Cable P.V.C.		Moplen/Cable P.V.C		ABS	Moplen
Resistance to	Water & weak Acids		Water & weak Acids		Water & weak Acids	Water & weak Acids
						1.5kg weight to hold MAG Float. Switches down in tanks.
						MER30/GP
						1 1/2" male gland plug for use with MER30/5

Tabela A1.2-1: Especificações técnicas da IHM usada. (Fonte: Catalogo Siemens)



KTP 600 Basic PN

- 6" touch screen with 6 tactile keys
- Color (TFT, 256 colors) or Mono (STN, gray scales)
- 115.2 mm x 86.4 mm (5.7") Portrait or landscape
- Resolution: 320 x 240
- 500 tags
- 50 process screens
- 200 alarms
- 25 curves
- 40 KB recipe memory
- 5 recipes, 20 data records, 20 entries

## ANEXO 2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MODULO DE EXPANSÃO E DA IHM

Tabela A2.1-1: Especificações técnicas dos Módulos de Expansão I/O. (Fonte: Catalogo Siemens)

Type	Input only	Output only	Combination In/Out
③ digital SB	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 x 24VDC In, 200 kHz</li> <li>4 x 5VDC In, 200 kHz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 x 24VDC Out, 200 kHz</li> <li>4 x 5VDC Out, 200 kHz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 x 24VDC In / 2 x 24VDC Out</li> <li>2 x 24VDC In / 2 x 24VDC Out, 200 kHz</li> <li>2 x 5VDC In / 2 x 5VDC Out, 200 kHz</li> </ul>
④ digital SM	8 x 24VDC In	<ul style="list-style-type: none"> <li>8 x 24VDC Out</li> <li>8 x Relay Out</li> <li>8 x Relay Out (Changeover)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>8 x 24VDC In / 8 x 24VDC Out</li> <li>8 x 24VDC In / 8 x Relay Out</li> <li>8 x 120/230VAC In / 8 x Relay Out</li> </ul>
	16 x 24VDC In	<ul style="list-style-type: none"> <li>16 x 24VDC Out</li> <li>16 x Relay Out</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>16 x 24VDC In / 16 x 24VDC Out</li> <li>16 x 24VDC In / 16 x Relay Out</li> </ul>

Tabela A2.2-1: Especificações da Interface Homem Maquina. (Fonte: catalogo Siemens)

<b>General information</b>	
Product type designation	KTP700 Basic color DP
<b>Display</b>	
Design of display	TFT widescreen display, LED backlighting
Screen diagonal	7 in
Display width	154.1 mm
Display height	85.9 mm
Number of colors	65 536
<b>Resolution (pixels)</b>	
• Horizontal image resolution	800 pixel
• Vertical image resolution	480 pixel
<b>Backlighting</b>	
• MTBF backlighting (at 25 °C)	20 000 h
• Backlight dimmable	Yes
<b>Control elements</b>	
<b>Keyboard fonts</b>	
• Function keys	
— Number of function keys	8
— Number of function keys with LEDs	0
• Keys with LED	No
• System keys	No
• Numeric keyboard	Yes; Onscreen keyboard
• alphanumeric keyboard	Yes; Onscreen keyboard
<b>Touch operation</b>	
• Design as touch screen	Yes; Analog-resistive
<b>Installation type/mounting</b>	
Mounting position	vertical
Mounting in portrait format possible	Yes
Mounting in landscape format possible	Yes
maximum permissible angle of inclination without external ventilation	35°
<b>Supply voltage</b>	
Type of supply voltage	DC
Rated value (DC)	24 V
permissible range, lower limit (DC)	19.2 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
<b>Input current</b>	
Current consumption (rated value)	230 mA
Starting current inrush I <sub>t</sub>	0.2 A <sup>2</sup> -s



### ANEXO 3. ESPECIFICAÇÕES DA CPU DO PLC

Tabela A3.1-3: Especificações da CPU do PLC S7-1200 da Siemens. (Fonte: Catalogo da Siemens S7-1200)

Feature		CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C	CPU 1215C
Physical size (mm)		90 x 100 x 75	90 x 100 x 75	110 x 100 x 75	130 x 100 x 75
User memory	Work	30 Kbytes	50 Kbytes	75 Kbytes	100 Kbytes
	Load	1 Mbyte	1 Mbyte	4 Mbytes	4 Mbytes
	Retentive	10 Kbytes	10 Kbytes	10 Kbytes	10 Kbytes
Local on-board I/O	Digital	6 inputs/4 outputs	8 inputs/6 outputs	14 inputs/10 outputs	14 inputs/10 outputs
	Analog	2 inputs	2 inputs	2 inputs	2 inputs / 2 outputs
Process image size	Inputs (I)	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes
	Outputs (Q)	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes
Bit memory (M)		4096 bytes	4096 bytes	8192 bytes	8192 bytes
Signal module (SM) expansion		None	2	8	8
Signal board (SB), Battery board (BB), or communication board (CB)		1	1	1	1
Communication module (CM) (left-side expansion)		3	3	3	3
High-speed counters	Total	3 built-in I/O, 5 with SB	4 built-in I/O, 6 with SB	6	6
	Single phase	3 at 100 kHz SB: 2 at 30 kHz	3 at 100 kHz 1 at 30 kHz SB: 2 at 30 kHz	3 at 100 kHz 3 at 30 kHz	3 at 100 kHz 3 at 30 kHz
	Quadrature phase	3 at 80 kHz SB: 2 at 20 kHz	3 at 80 kHz 1 at 20 kHz SB: 2 at 20 kHz	3 at 80 kHz 3 at 20 kHz	3 at 80 kHz 3 at 20 kHz
Pulse outputs <sup>1</sup>		4	4	4	4
Memory card		SIMATIC Memory card (optional)			
Real time clock retention time		20 days, typ. / 12 day min. at 40 degrees C (maintenance-free Super Capacitor)			
PROFINET		1 Ethernet communication port			2 Ethernet communication ports
Real math execution speed		2.3 µs/instruction			
Boolean execution speed		0.08 µs/instruction			

<sup>1</sup> For CPU models with relay outputs, you must install a digital signal board (SB) to use the pulse outputs.

Each CPU provides dedicated HMI connections to support up to 3 HMI devices. The total number of HMI is affected by the types of HMI panels in your configuration. For example, you could have up to three SIMATIC Basic panels connected to your CPU, or you could have up to two SIMATIC Comfort panels with one additional Basic panel.

The different CPU models provide a diversity of features and capabilities that help you create effective solutions for your varied applications. For detailed information about a specific CPU, see the technical specifications (Page 699).

## ANEXO 4. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO VARIADOR DE FREQUÊNCIA ( VSD)

Tabela A4.1-4: Especificações das Entradas e Saídas do Variador. (Fonte: Catalogo Vacon 20)

Terminal	Signal	Factory preset	Description
22 RO 13	Relay out 1	Active = RUN <sup>PI</sup>	Switching load: 250 Vac / 3 A
23 RO 14			
24 RO 22	Relay out 2	Active = FAULT <sup>PI</sup>	Switching load: 250 Vac / 3 A
25 RO 21			
26 RO 24			

Tabela A4.2-4: Especificações das Entradas e Saídas do Variador. (Fonte: Catalogo Vacon 20)

Terminal	Signal	Factory preset	Description
3	GND	I / O signal ground	
6	24 Yout	24 V output for DI's	±20%, max. load 50 mA
7	DI_C	Digital Input Common	Digital Input Common for DI1-DI6
8	DI1	Digital input 1	Start forward <sup>PI</sup> Positive, Logic1: 18...+30V, Logic0: 0...5V; Negative, Logic1: 0...10V, Logic0: 18...30V; Ri = 10KΩ (floating)
9	DI2	Digital input 2	Start reverse <sup>PI</sup>
10	DI3	Digital input 3	Fault reset <sup>PI</sup>
14	DI4	Digital input 4	Preset speed B0 <sup>PI</sup> Positive, Logic1: 18...+30V, Logic0: 0...5V; Negative, Logic1: 0...10V, Logic0: 18...30V; Ri = 10KΩ (floating)
15	DI5	Digital input 5	Preset speed B1 <sup>PI</sup> Only for DI.
16	DI6	Digital input 6	External Fault <sup>PI</sup> Only for DI.

## ANEXO 4. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO VARIADOR DE FREQUÊNCIA (VSD)

Tabela A4.2-5: Especificações da Entradas e Saídas do VSD. (Fonte: Catalogo Vacon-20)

A4.4

VACON 20 API VACON • 55

**6.2 Control I / O**

Terminal	Signal	Factory preset	Description
1	+10 Vref	Ref. voltage out	Maximum load 10 mA
2	AI1	Analog signal in 1	Freq. reference <sup>PI</sup> 0 - 10V, Ri = 250 kΩ
3	GND	I/O signal ground	
6	24 Vout	24 V output for DI's	±20%, max. load 50 mA
7	DI_C	Digital Input Common	Digital Input Common for DI1-DI6, refer to Table 6.3 for DI sink type
8	DI1	Digital input 1	Start forward <sup>PI</sup> Positive, Logic1: 18...+30V, Logic0: 0...5V; Negative, Logic1: 0...10V, Logic0: 18...30V; Ri = 10KΩ (floating)
9	DI2	Digital input 2	Start reverse <sup>PI</sup>
10	DI3	Digital input 3	Fault reset <sup>PI</sup>
A	A	RS485 signal A	FB Communication Negative
B	B	RS485 signal B	FB Communication Positive
4	AI2	Analog signal in 2	PID actual value and Freq. reference <sup>PI</sup> Default: 0(4) - 20 mA, Ri ≤ 250 Ω Other: 0 - + 10 V, Ri = 250 kΩ Selectable through microswitch
5	GND	I/O signal ground	
13	DO-	Digital Output Common	Digital Output Common
14	DI4	Digital input 4	Preset speed B0 <sup>PI</sup> Positive, Logic1: 18...+30V, Logic0: 0...5V; Negative, Logic1: 0...10V, Logic0: 18...30V; Ri = 10KΩ (floating)
15	DI5	Digital input 5	Preset speed B1 <sup>PI</sup> As DI, Other: Encoder Input A (frequency up to 10 kHz) Selectable through microswitch
16	DI6	Digital input 6	External Fault <sup>PI</sup> As DI, Other: Encoder Input B (frequency up to 10 kHz), Pulse Train Input (frequency up to 5 kHz)
18	AO	Analog Output	Output frequency <sup>PI</sup> 0 - 10 V, RL ≥ 1 KΩ 0(4) - 20 mA, RL ≤ 500Ω Selectable through microswitch
20	DO	Digital signal out	Active = READY <sup>PI</sup> Open collector, max. load 35V/50 mA

## ANEXO 5. ELEMENTOS DO EMISSÁRIO-HIGEST MOÇAMBIQUE, LDA



Figura A5.1-6: Fotografia da parte exterior do Emissário da Higest. (Fonte: O Autor, 2023)



Figura A5.2-6: Fotografia de conduta principal de drenagem e contador de pulso instalado no Emissário da Higest. (Fonte: O Autor, 2023)

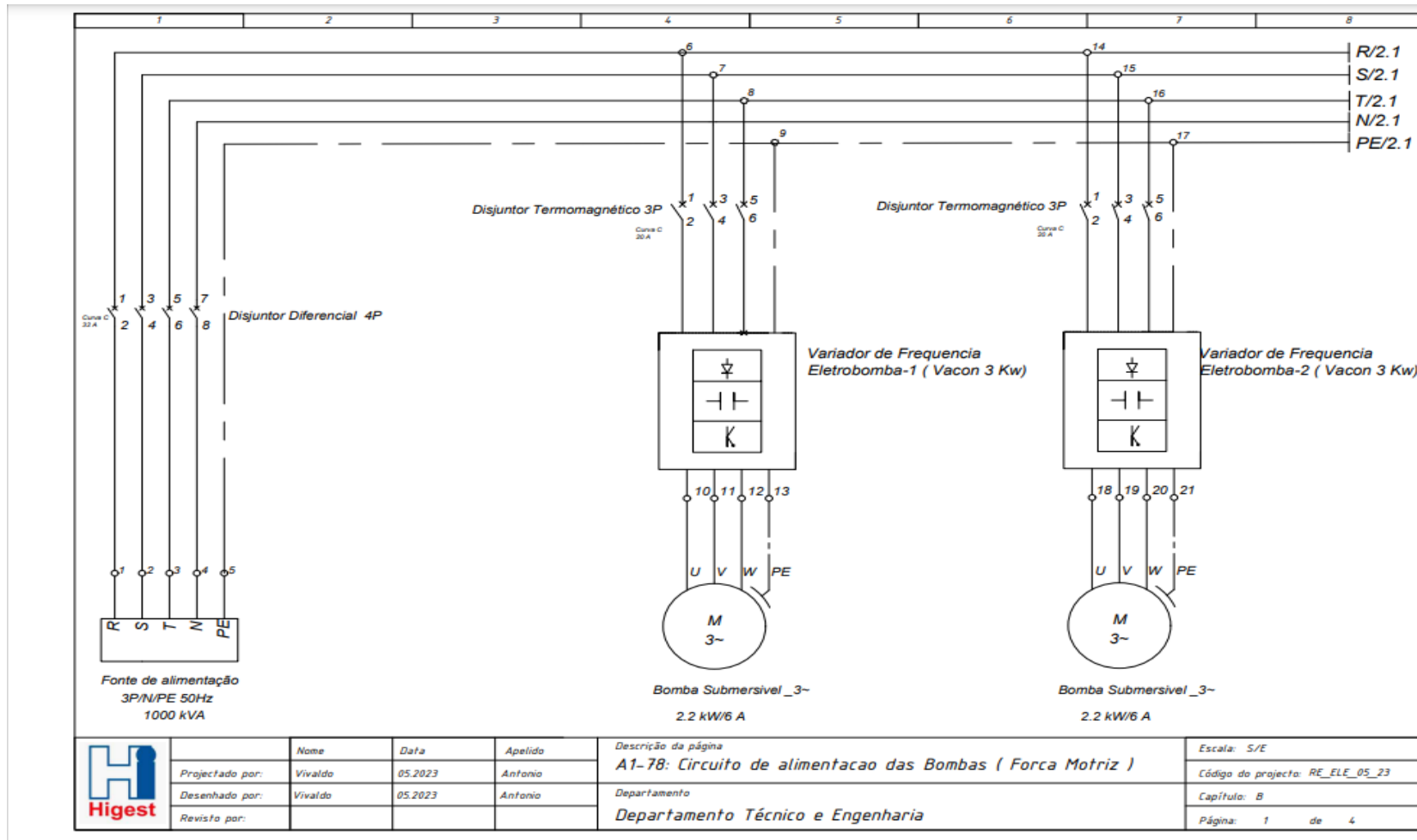
**ANEXO 5. ELEMENTOS DO EMISSÁRIO-HIGEST MOÇAMBIQUE, LDA**



Figura A5.3-7: Fotografia de uma das Eletrobombas Submersíveis do Emissário da Higest Moçambique, Lda. (Fonte: O Autor, 2023)

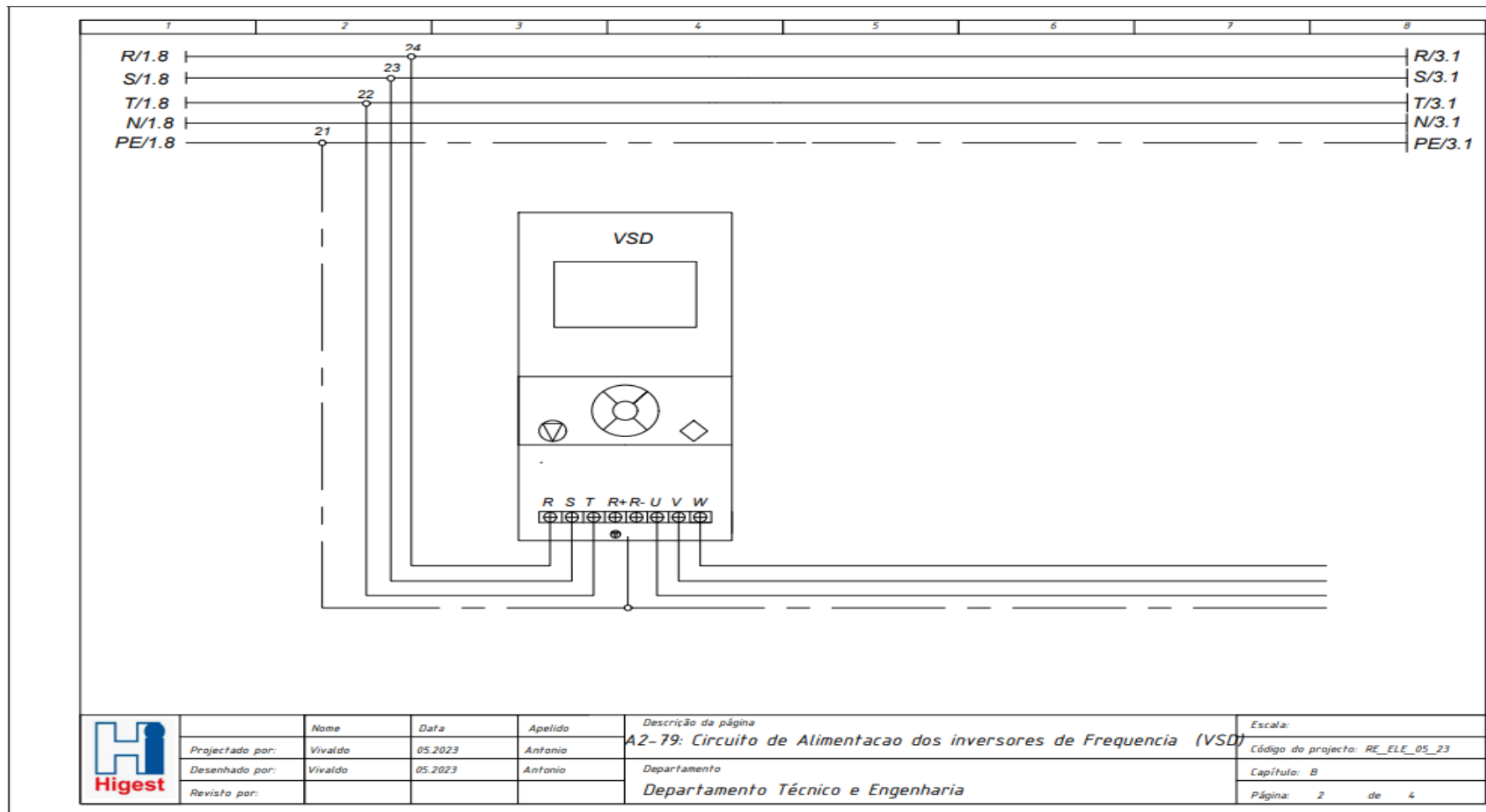
# APENDICES

APENDICE 1. Circuito de Alimentação das Bombas



Esquema AP1-1: Circuito de Alimentação das Bombas

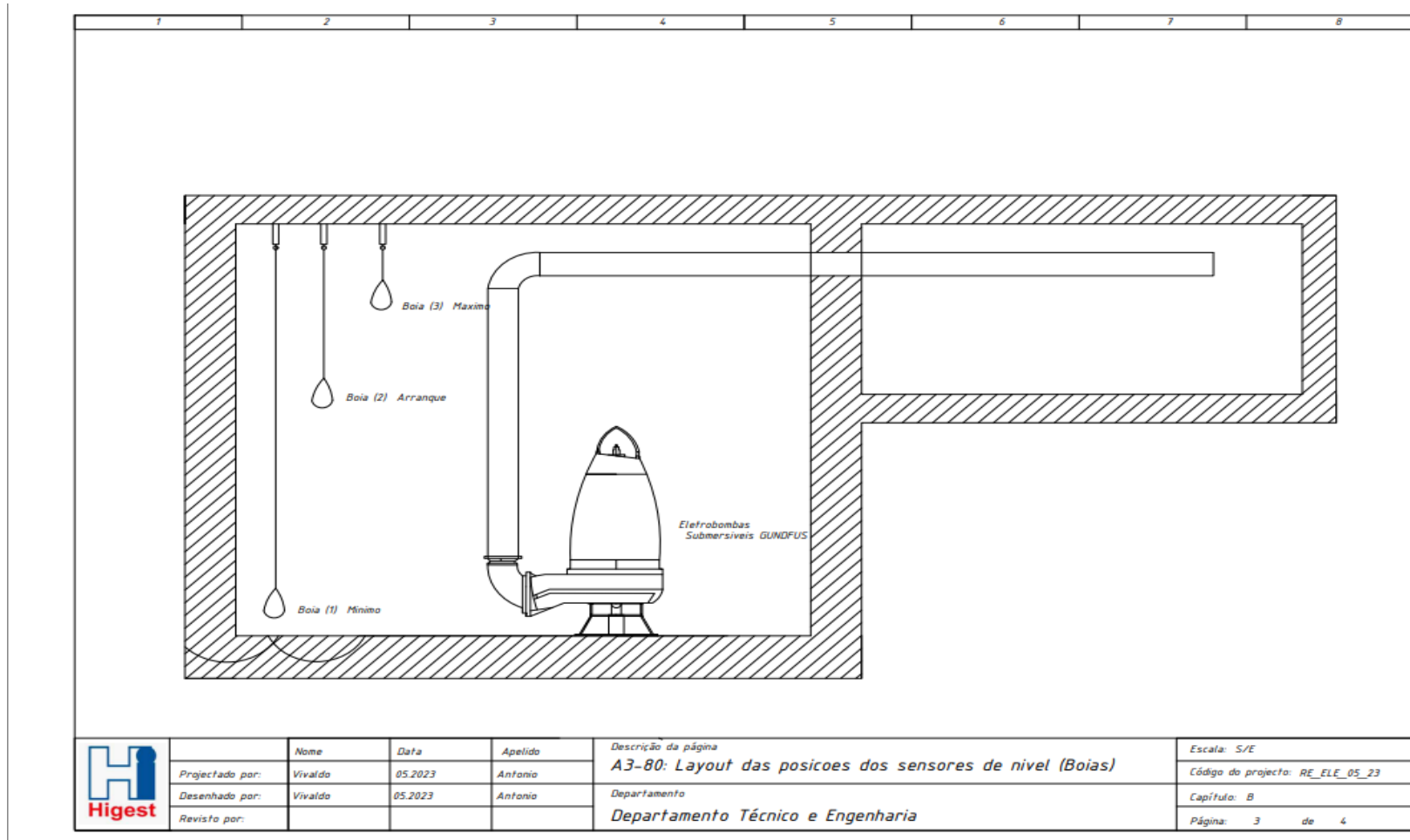
APENDICE 2. Circuito de Alimentação dos Inversores (VSD )



Esquema AP2-2: Circuito de Alimentação dos Inversores

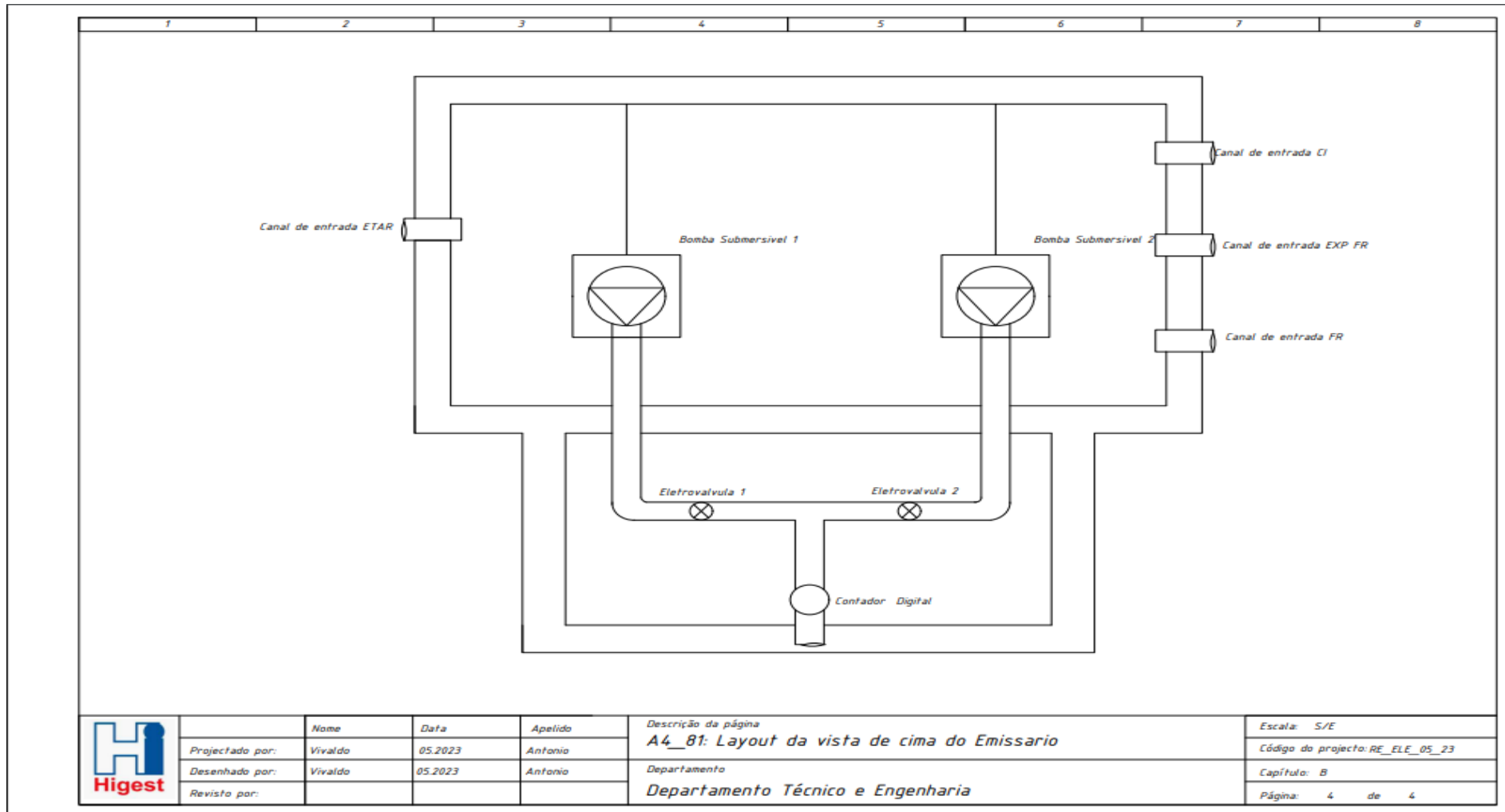


**APENDICE 3. Layout da disposição dos Sensores de Nível**



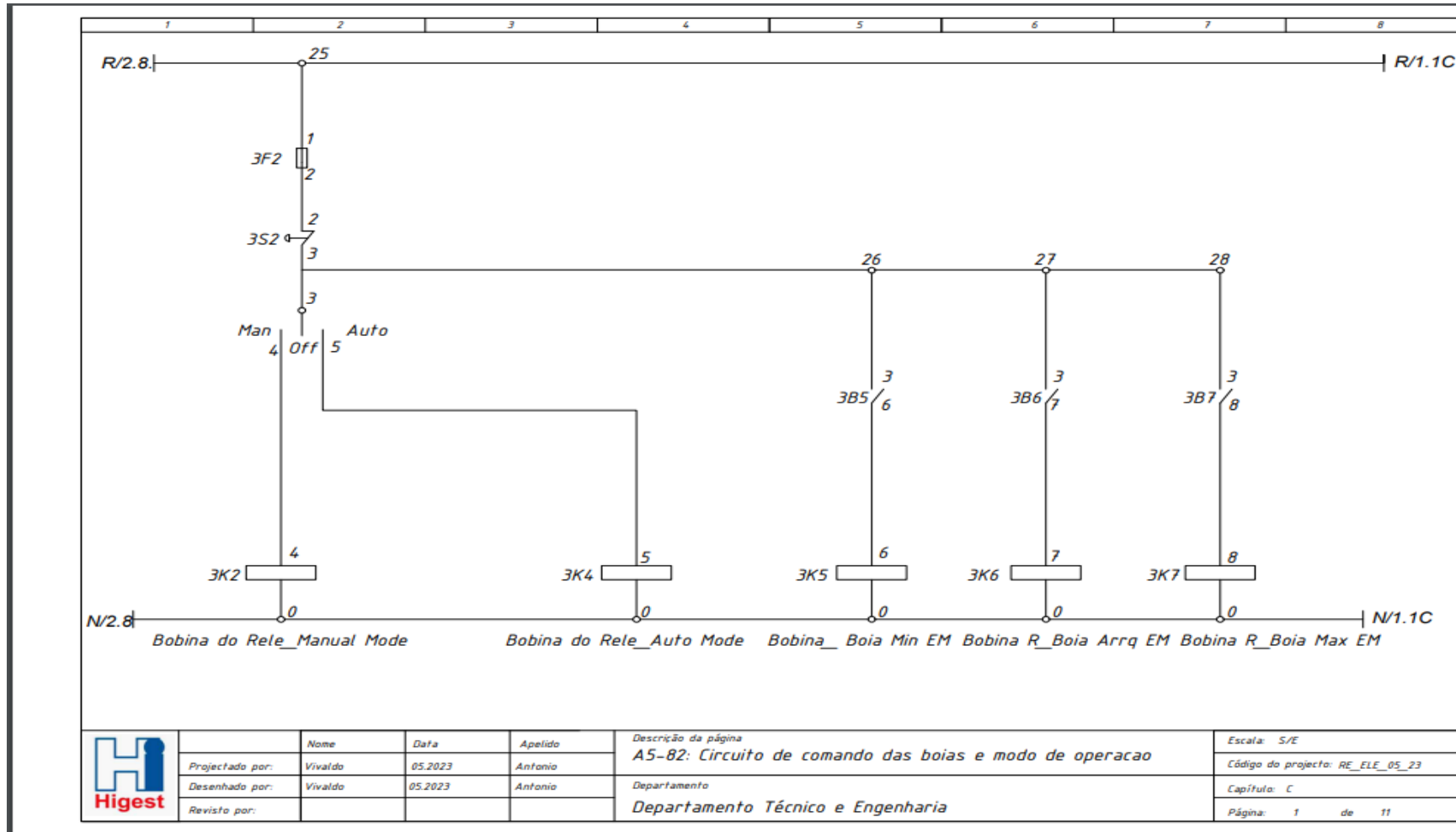
Esquema AP3-3: Layout da disposição das Boias Elétricas

**APENDICE 4. Layout da vista de cima do Emissário**



Esquema AP4-4: Layout da disposição dos elementos do Emissário

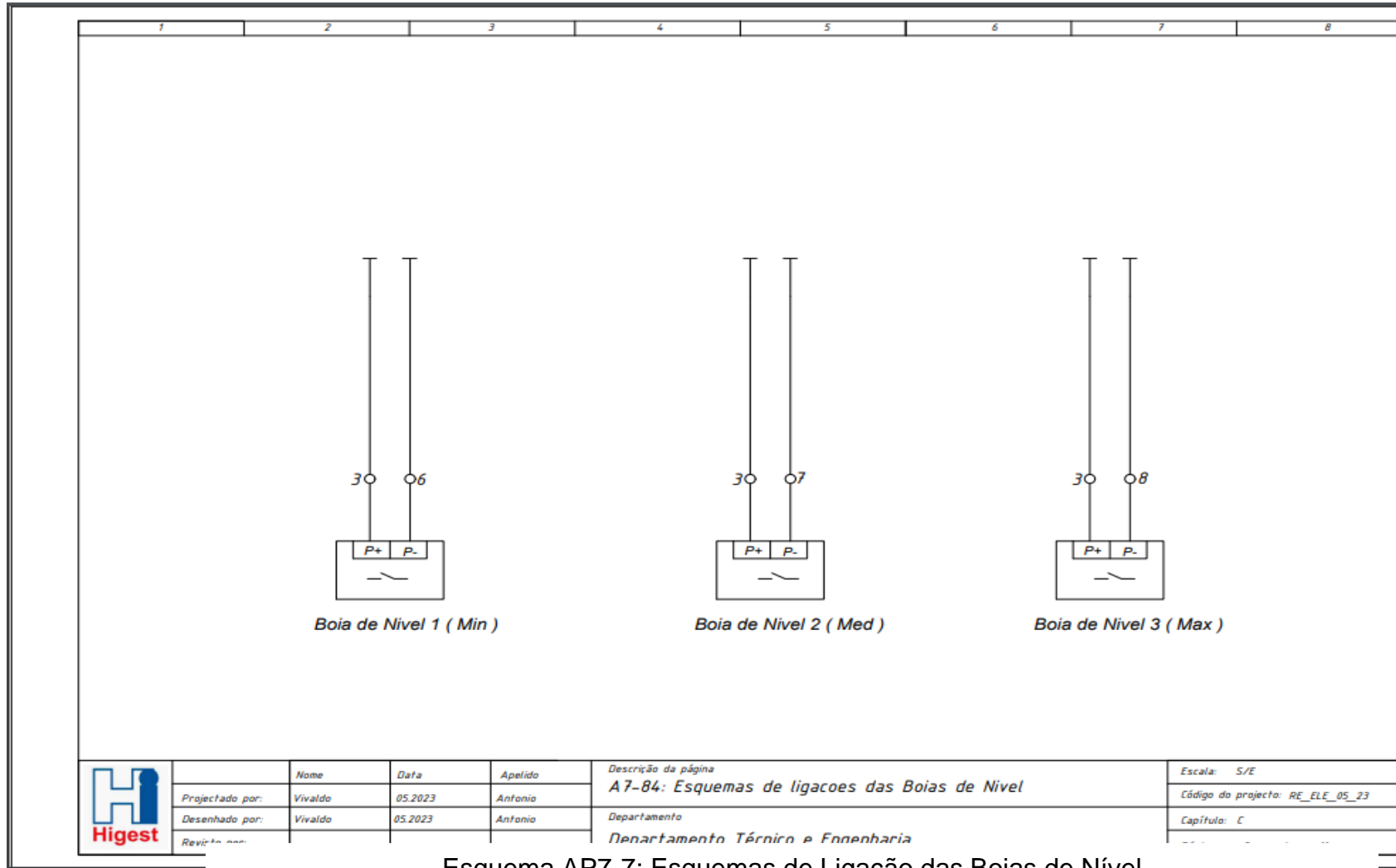
APENDICE 5. Circuito de comando das Boias Elétricas



Esquema AP5-5: Circuito de Comando das Boias Elétricas

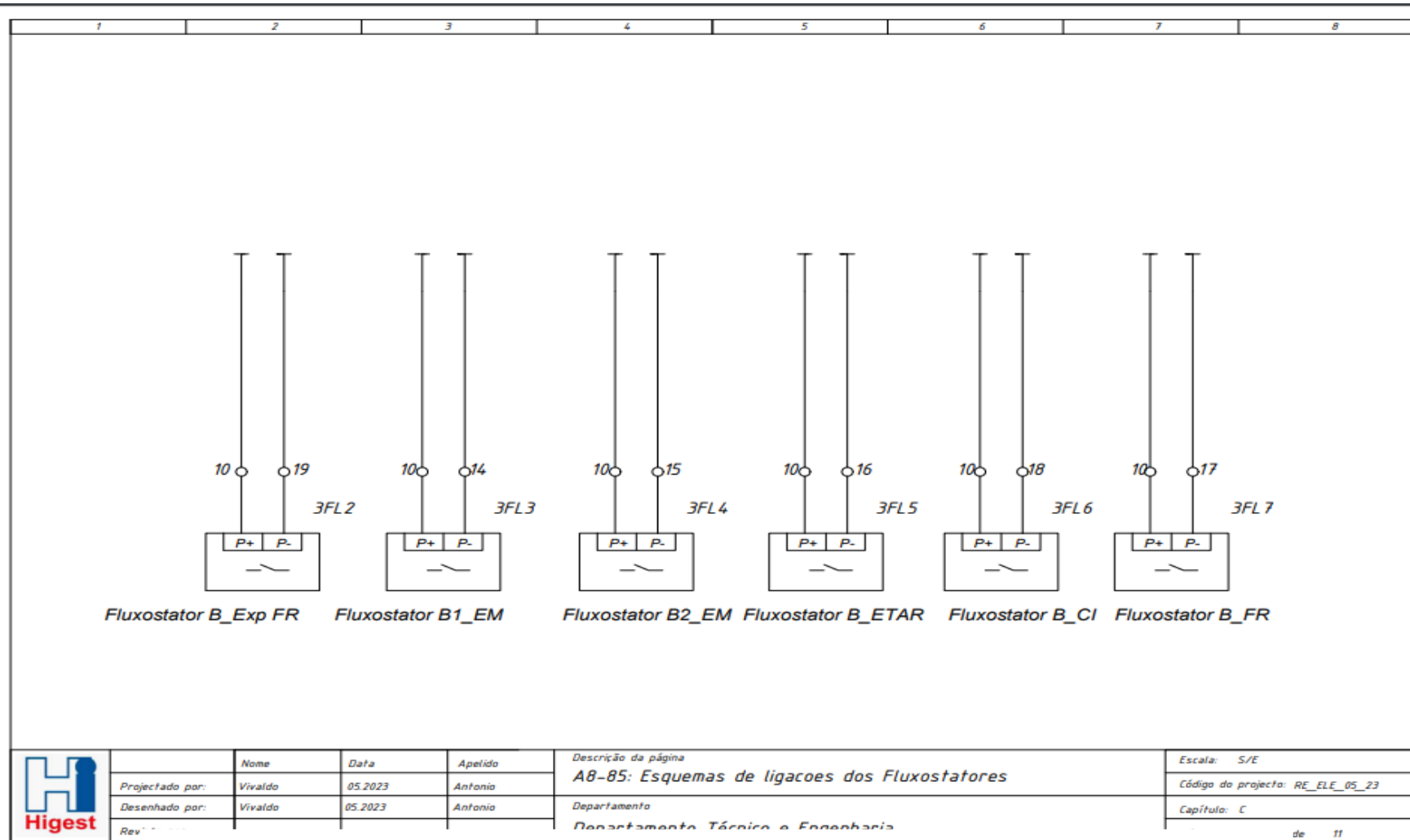


### APENDICE 7. Esquema de Ligação das Boias de Nível



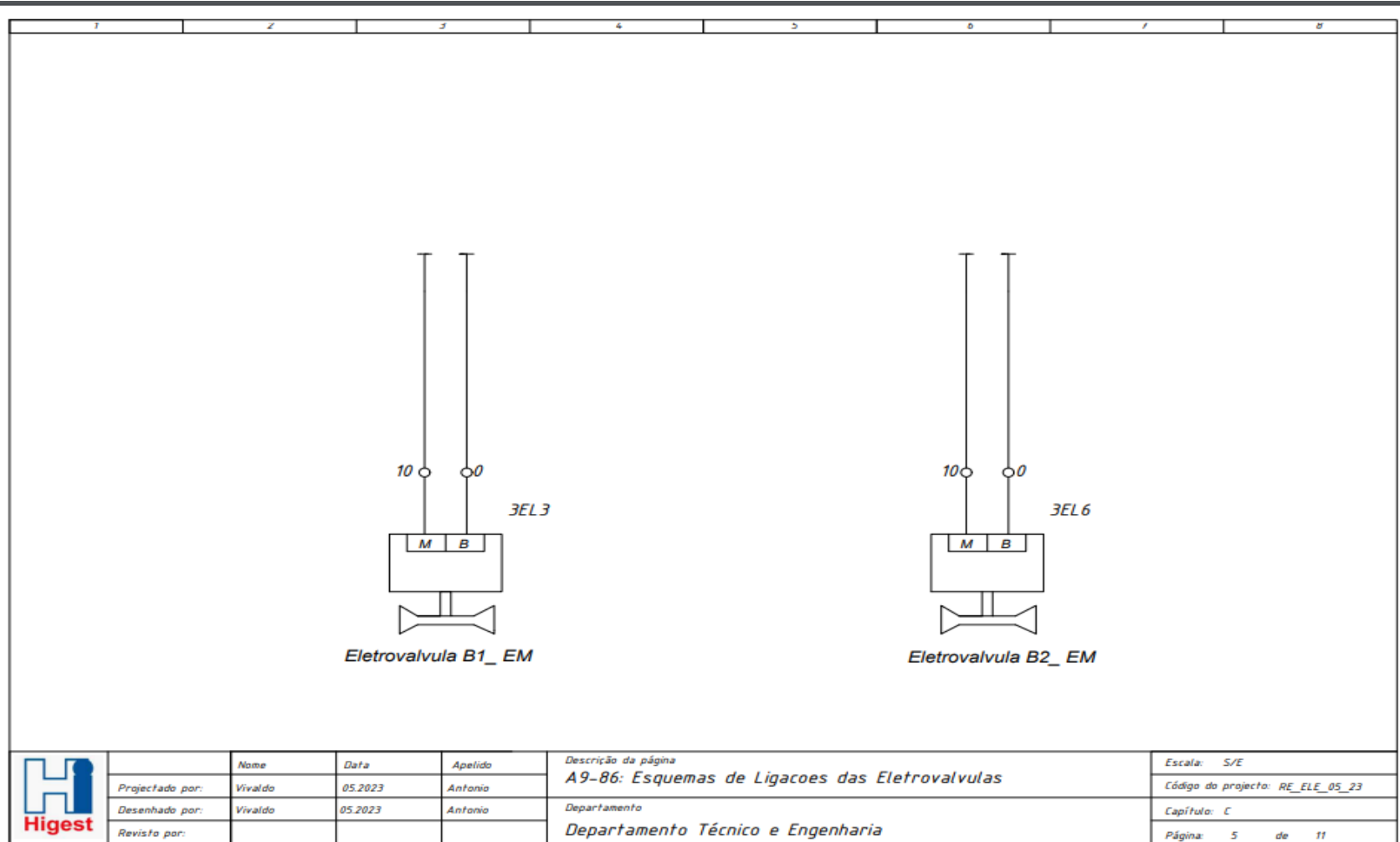
Esquema AP7-7: Esquemas de Ligação das Boias de Nível

### APENDICE 8. Esquema de Ligação dos Fluxostores



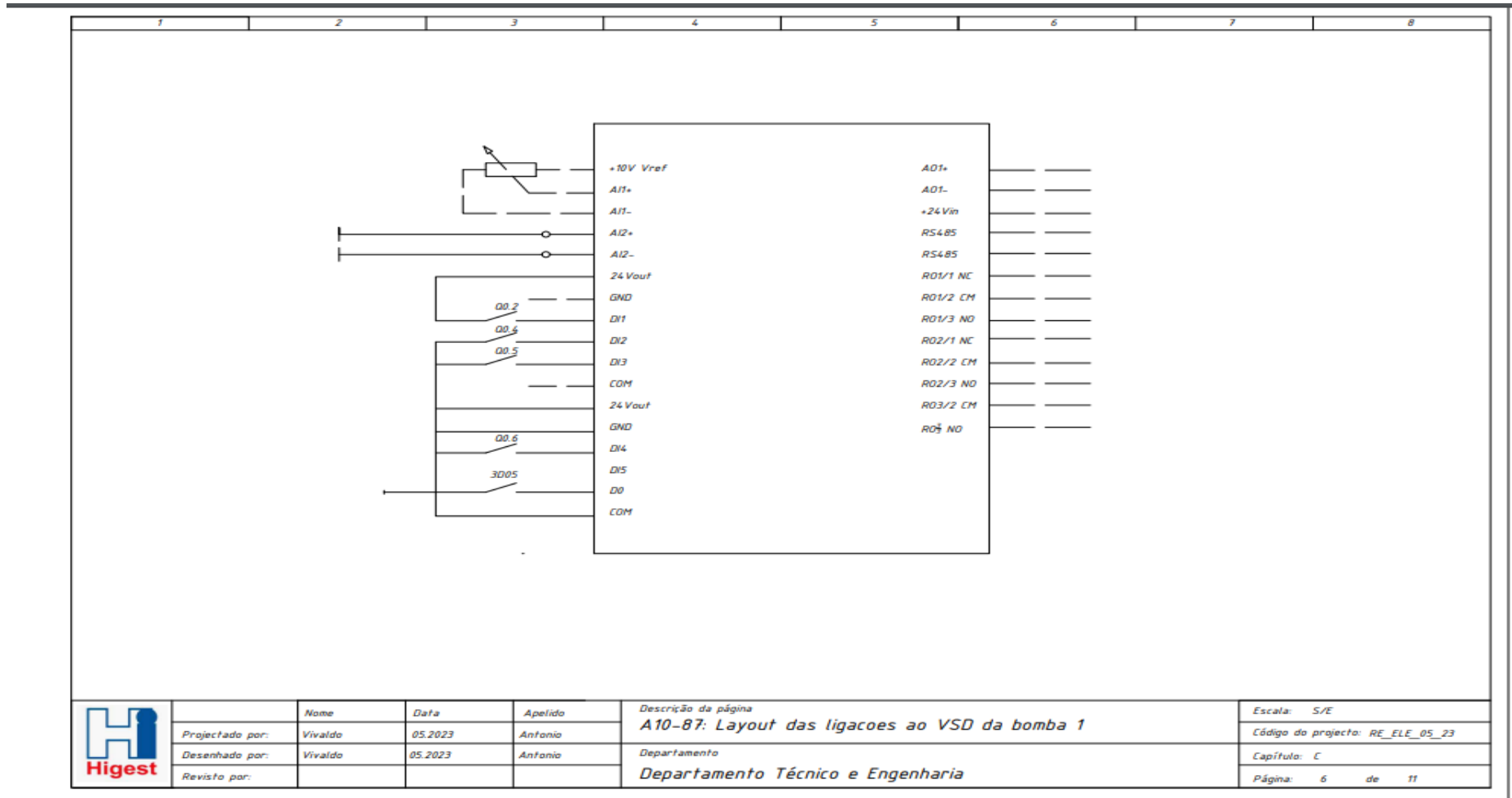
Esquema AP8-8: Esquemas de Ligação dos Fluxostores

### APENDICE 9. Esquema de Ligação das Eletroválvulas



Esquema AP9-9: Esquemas de Ligação das Eletroválvulas

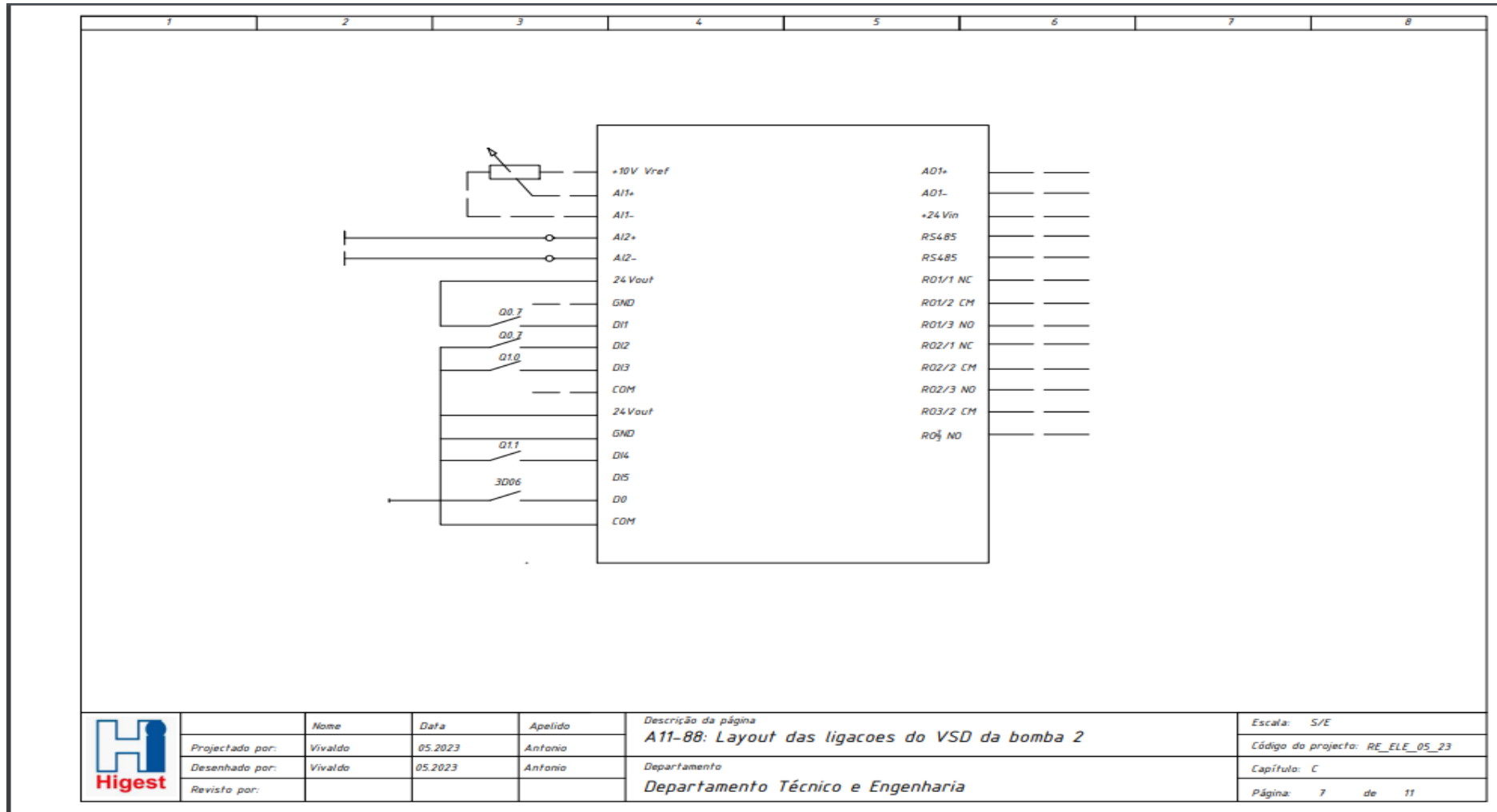
APENDICE 10. Circuito de comando do VSD 1



Esquema AP10-10: Ligações de comando do VSD 1



APENDICE 11. Circuito de comando do VSD 2



Esquema AP11-11: Ligações de comando do VSD 2

APENDICE 12. Layout Interno do Quadro Elétrico

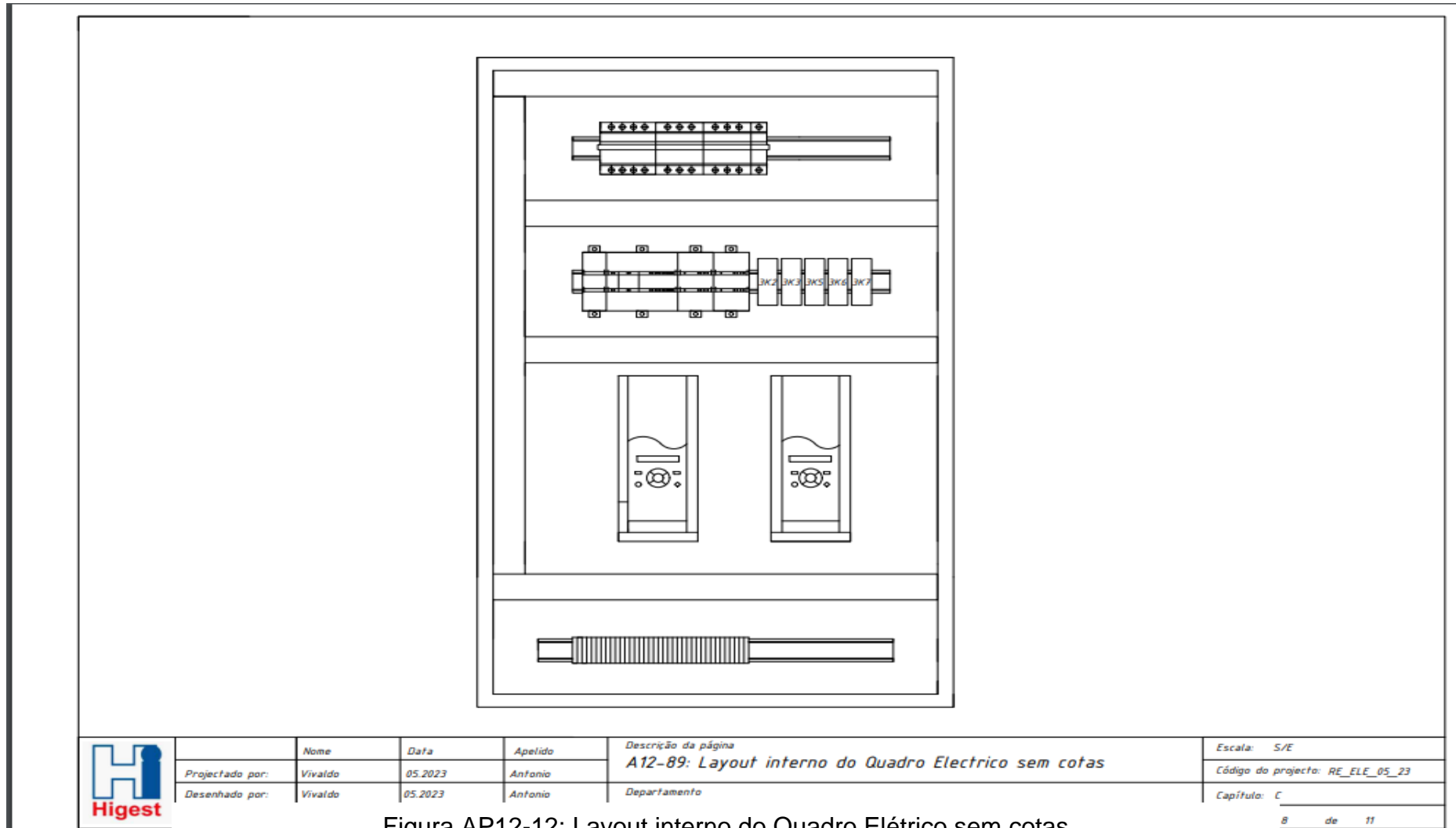


Figura AP12-12: Layout interno do Quadro Elétrico sem cotas

### APENDICE 13. Layout Interno do Quadro Elétrico

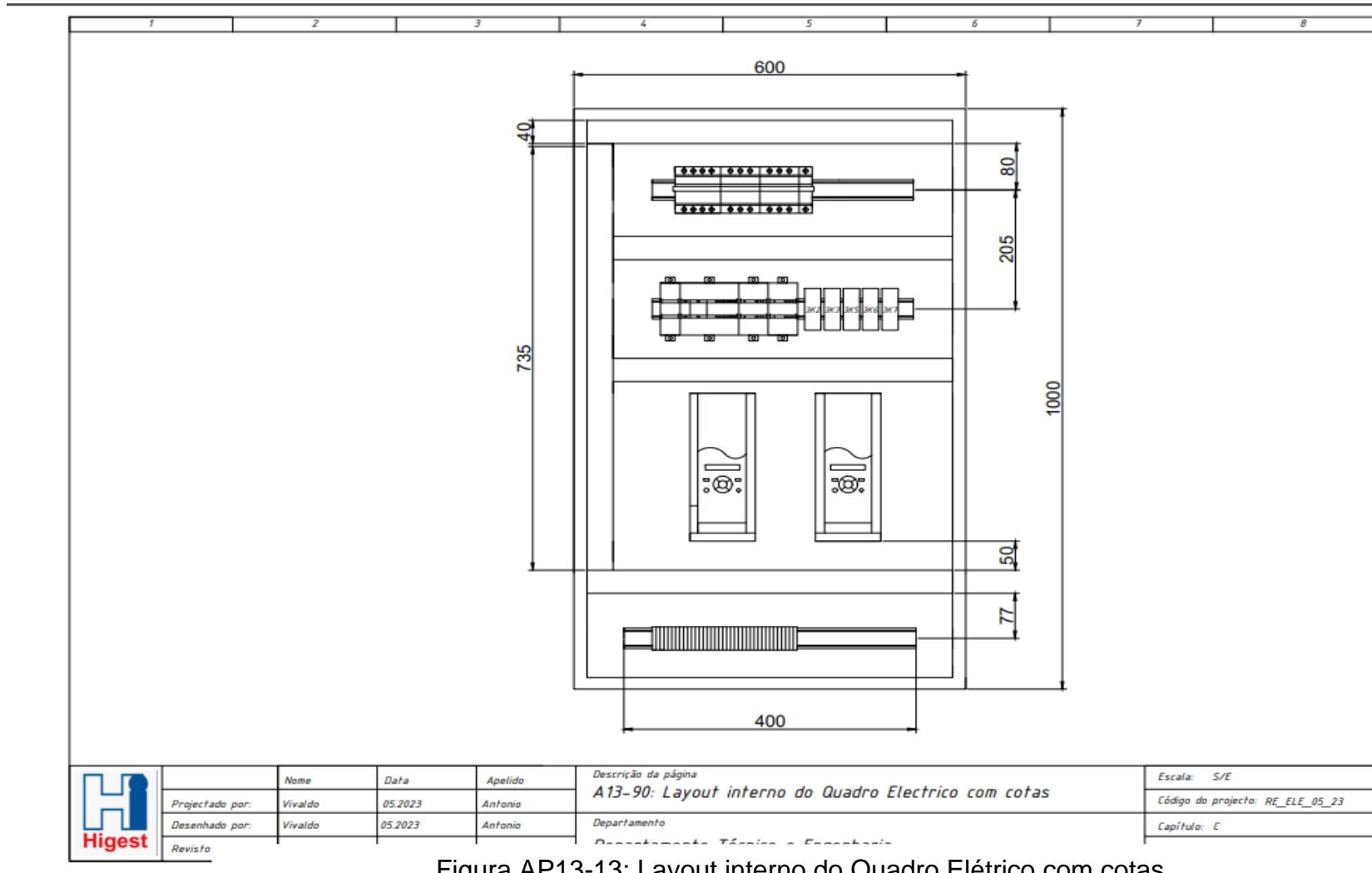


Figura AP13-13: Layout interno do Quadro Elétrico com cotas

APENDICE 14. Layout Externo do Quadro Elétrico

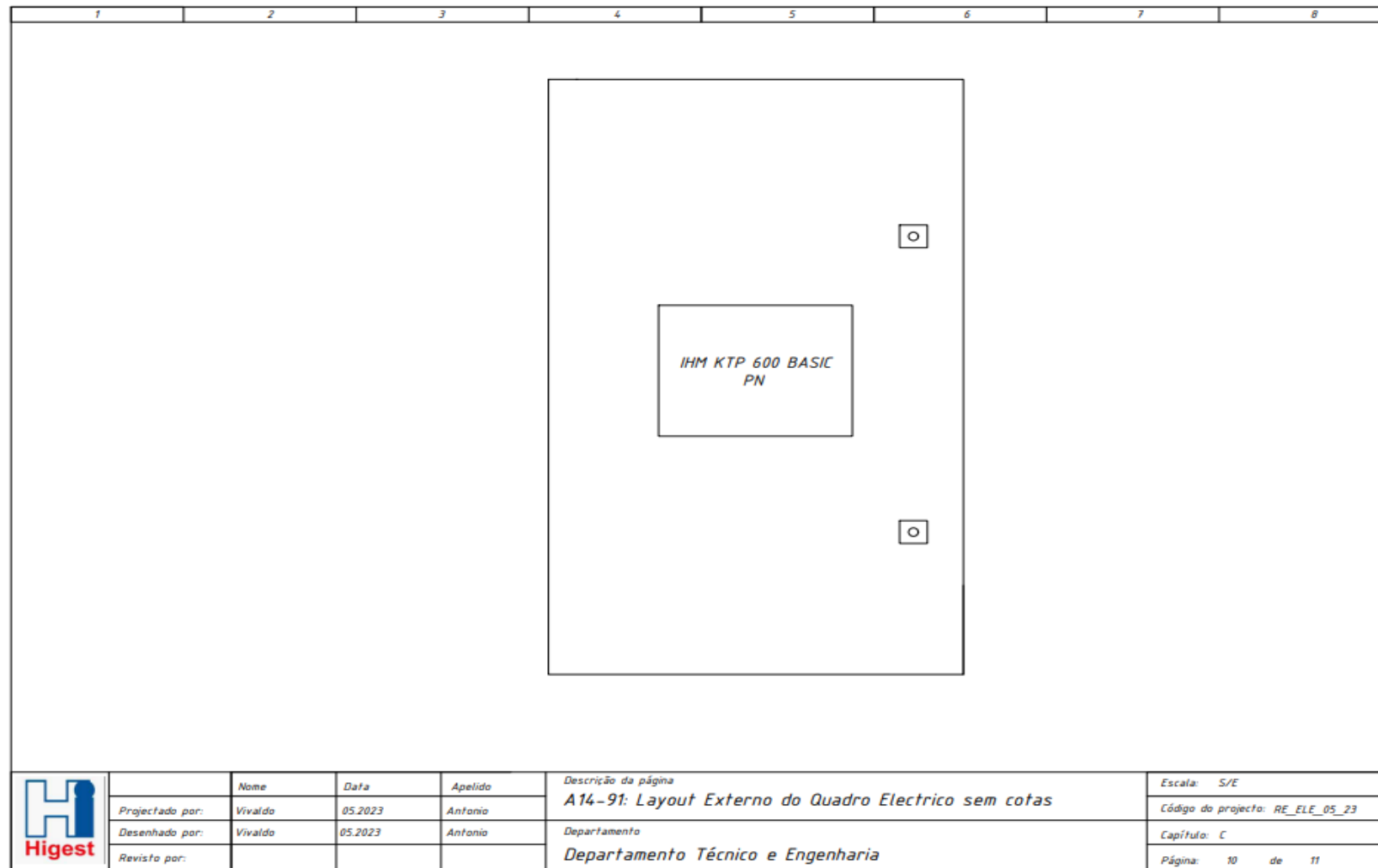


Figura AP14-14: Layout externo do Quadro Elétrico sem cotas

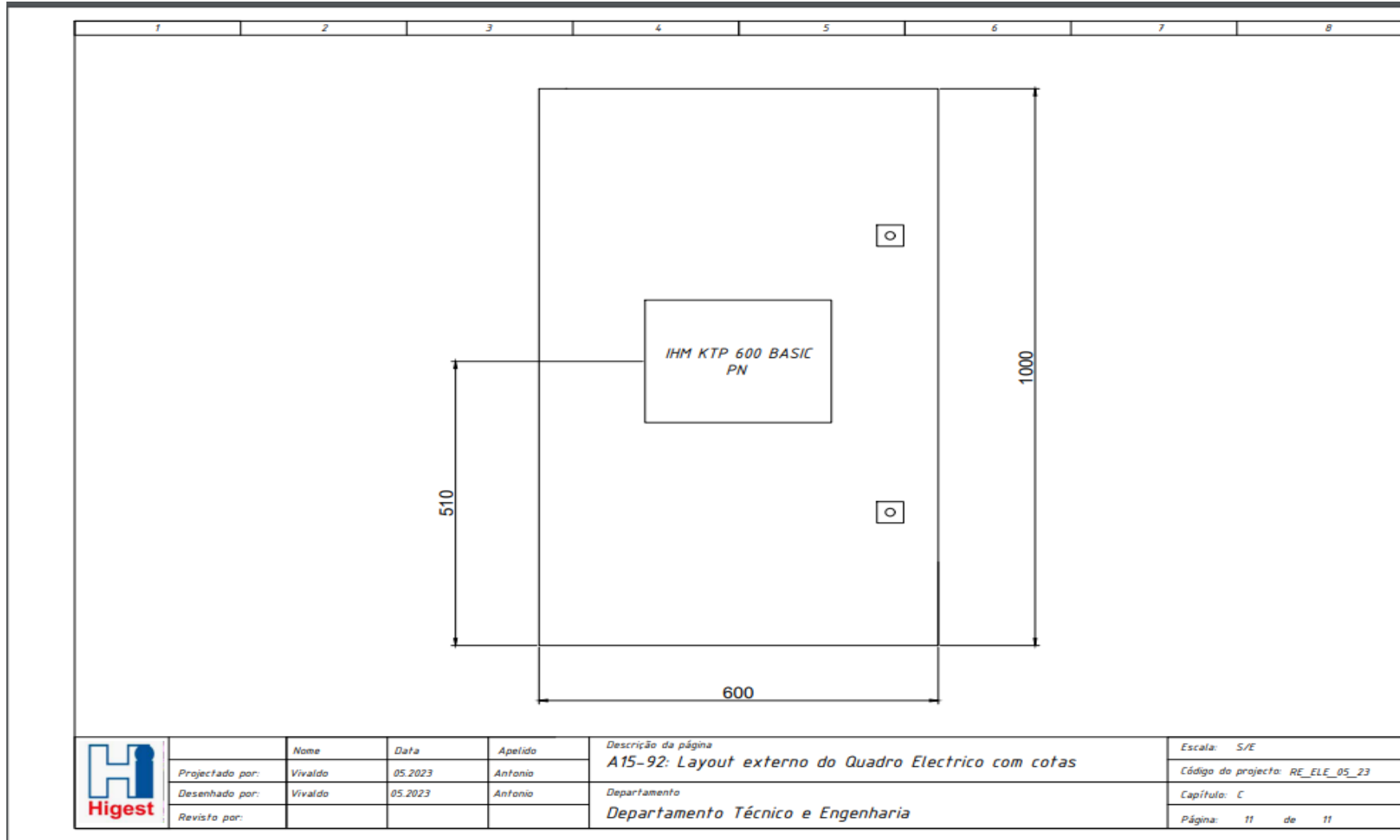


Figura AP15-15: Layout Externo do Quadro Elétrico com cotas

## **Declaração de originalidade do Estagio Profissional**

Declaro que este Relatório de Estágio Profissional nunca foi apresentado para obtenção de qualquer grau ou num outro âmbito e que ela constitui o resultado do meu labor individual.

---

(Vivaldo De Castro Orlando Antonio)

