



FACULDADE DE ENGENHARIA

CURSO DE LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELÉTRICA

**Proposta de um Sistema automatizado na base de PLC para a
produção da farinha de mandioca (Tapioca) na província de
Inhambane.**

Autor:

Mildon Carlos Reginaldo Nombora

Supervisor:

Mestre. Eng.º Fernando Chachaia

Maputo, Novembro de 2024



FACULDADE DE ENGENHARIA

CURSO DE LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELÉTRICA

**Proposta de um Sistema automatizado na base de PLC para a
produção da farinha de mandioca (Tapioca) na província de
Inhambane.**

Autor:

Mildon Carlos Reginaldo Nombora

Supervisor:

Mestre. Eng.º Fernando Chachaia

Maputo, Novembro de 2024

Mildon Carlos Reginaldo Nombora

**Proposta de um Sistema automatizado na base de PLC para a
produção da farinha de mandioca (Tapioca) na província de
Inhambane.**

Trabalho de Conclusão de Curso
Apresentado ao Departamento de
Engenharia Electrotécnica, da
Faculdade de Engenharia, da
Universidade Eduardo Mondlane
(UEM) - Maputo, como requisito para a
obtenção do grau de Licenciatura em
Engenharia Eléctrica.

Aos meus pais, Carlos Nombora e Cecília Nombora, pilares do meu ser, alicerce da minha formação e inspiração constante, com todo o meu amor, gratidão e admiração.

Este trabalho é fruto do vosso apoio incondicional, de seus ensinamentos e de seu amor, os quais me impulsionaram a buscar o conhecimento e a trilhar o caminho da Engenharia Eléctrica. A vós, que sempre acreditaram em mim e incentivaram-me a perseguir meus sonhos, dedico esta conquista.

*Que este trabalho seja um reflexo do vosso carinho, dedicação e exemplo de vida.
Com todo o meu amor e eterna gratidão.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força e sabedoria concedidas ao longo desta jornada.

Aos meus pais, Carlos Nombora e Cecília Nombora, pelo apoio incondicional, amor e incentivo em todos os momentos da minha vida.

Ao meu supervisor, Mestre Eng.º Fernando Chachaia, pela orientação, paciência e conhecimentos compartilhados ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas de curso, pela amizade, companheirismo e momentos de descontração que tornaram esta jornada mais leve e divertida.

Aos docentes do Departamento de Engenharia Electrotécnica da Universidade Eduardo Mondlane, pelos ensinamentos, dedicação e incentivo à busca de conhecimento.

A todos que, directa ou indirectamente, contribuíram para a realização deste trabalho, o meu sincero agradecimento.

Resumo

O presente trabalho faz uma abordagem sobre a automação do processo produtivo da tapioca na província de Inhambane, com vista a explorar o seu potencial económico e social. A produção de tapioca em Inhambane é uma actividade tradicional e de extrema importância na zona rural, no entanto, o processo de produção é feito de forma manual e ineficiente, limitando a capacidade de produção e a qualidade do produto final. A implementação de um sistema automatizado de produção da farinha de mandioca utilizando um controlador lógico programável (PLC) surge como uma solução atractiva e eficiente para otimizar o processo produtivo. Neste trabalho, é apresentado um sistema automatizado de produção de tapioca, usando o PLC S7 1200 da Siemens e o software TIA Portal para programação e simulação. Através de inquéritos e pesquisas, foram colectados dados sobre os métodos de produção existentes e as necessidades dos produtores. O sistema automatizado projectado abrange todas as etapas do processo, desde a lavagem e descascamento da mandioca até à trituração, secagem, torra e armazenamento da tapioca.

A simulação do sistema no TIA Portal demonstrou a eficácia do projecto, com resultados positivos em termos de controle de temperatura, detecção de falhas e optimização do processo produtivo. A análise da implementabilidade do projecto revelou um alto potencial de retorno financeiro, impulsionado pela crescente demanda por tapioca e seus derivados. No entanto, desafios como a necessidade de investimento inicial e a gestão de riscos devem ser considerados. Em suma, o presente trabalho contribui para o desenvolvimento da indústria de tapioca em Inhambane, oferecendo uma solução tecnológica inovadora, que pode impulsionar a produção, melhorar a qualidade do produto e gerar benefícios económicos e sociais para a região.

Palavras-chaves: Tapioca, Inhambane, automação, eficiência, simulação, análise, Qualidade.

Abstract

This project addresses the automation of the tapioca production process in the Inhambane province, aiming to explore its economic and social potential. Tapioca production in Inhambane is a traditional and extremely important activity in rural areas. However, the production process is often carried out manually and inefficiently, limiting production capacity and the quality of the final product. The implementation of an automated system for the production of cassava flour using a programmable logic controller (PLC) emerges as an attractive and efficient solution to optimize the production process. This project presents an automated tapioca production system, using the Siemens S7 1200 PLC and TIA Portal software for programming and simulation. Through surveys and research, data was collected on existing production methods and the needs of producers. The designed automated system covers all stages of the process, from washing and peeling the cassava to grinding, drying, roasting, and storing the tapioca.

The system simulation in TIA Portal demonstrated the effectiveness of the project, with positive results in terms of temperature control, fault detection, and optimization of the production process. Analysis of the project's implementability of the project revealed a high potential for financial return, driven by the growing demand for tapioca and its derivatives. However, challenges such as the need for initial investment and risk management must be considered. In short, this project contributes to the development of the tapioca industry in Inhambane, offering an innovative technological solution that can boost production, improve product quality, and generate economic and social benefits for the region.

Keywords: Tapioca, Inhambane, automation, efficiency, simulation, analysis, quality.

Índice

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO	1
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Formulação do Problema	1
1.2. Justificativa.....	2
1.3. Objectivos.....	2
1.4. Metodologia.....	3
1.5. Pergunta de pesquisa	3
CAPÍTULO II: REVISÃO DA LITERATURA	4
2. REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1. Inhambane	4
2.2. Tapioca.....	5
2.3. Produção de Tapioca em Inhambane	8
2.4. Automação de Processos.....	10
2.5. Controladores Lógicos Programáveis	10
CAPÍTULO III: MATERIAIS E METODOLOGIAS DE TRABALHO	14
3. MATERIAIS E METODOLOGIAS DE TRABALHO.....	14
3.1. Inquéritos.....	14
3.2. Proposta de um Sistema automatizado na base de PLC para a produção da farinha de mandioca (Tapioca).....	16
3.3. Projectção dos subsistemas.....	18
3.4. Especificações técnicas dos subsistemas.....	27
3.5. Dimensionamento das protecções	28
3.6. Circuito de potência.....	31

3.7. Programação do sistema de produção de tapioca	32
CAPÍTULO IV: DISCUSSÕES E ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS	36
4. DISCUSSÕES E ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS	36
4.1. Análise da Simulação do sistema.....	36
CAPÍTULO V: ESTUDO DA IMPLEMENTABILIDADE DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE TAPIOCA NA PROVÍNCIA DE INHAMBANE.....	46
5. ESTUDO DA IMPLEMENTABILIDADE DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE TAPIOCA NA PROVÍNCIA DE INHAMBANE.	46
5.1. Análise de Mercado.....	46
5.2. Análise Financeira.....	48
5.3. Custo de implementação do sistema e suas implicações	48
5.4. Estudo de viabilidade económica	50
5.5. Nível de aceitação do projecto pela comunidade	52
5.6. Análise comparativa do sistema automatizado com a maior fábrica de Inhambane	52
5.7. De que forma deve ser feito o projecto de um sistema automatizado na base de PLC para a produção de tapioca na província de Inhambane?	54
CAPÍTULO VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
6. Limitações	55
7. Conclusão	56
8. Recomendações.....	57
9. Bibliografia.....	58

Lista de Símbolos	
Símbolos, Sigla e Abreviaturas	Descrição
Arm_esp_cheio	Sinal de armazenamento de espera cheio
Bomba	Bomba de água
DEEL	Departamento de Engenharia Electrotécnica
FBD	Function Block Diagram
HMI	Interface Homem-Máquina
IEC	International Electrotechnical Commission
IL	Instruction List
Kg	Quilograma
LD	Ladder Diagram
M_fim	Sinal de funcionamento do sistema geral do fim
M_inicio	Sinal de funcionamento do sistema geral do início
Min	Minutos
Motor 1	Motor da máquina de lavar
Motor 2	Motor da máquina de descascar
Motor 2a	Segundo motor da máquina de descascar
Motor 3	Motor da esteira transportadora 1
Motor 4	Motor do sistema de trituração
Motor 5	Motor do sistema de secagem
Motor 6	Motor da esteira transportadora 2
Motor 7	Motor de rotação do forno
Motor 8	Motor do mexedor do forno
Motor 9	Motor da esteira transportadora 3
MTs	Meticais
MV_1	Válvula eléctrica da máquina de lavar
MV_2	Válvula eléctrica da máquina de descascar
MZN	Metical
OP	Organização de Produtores
PID	Proporcional-Integral-Derivativo

PLC	Controlador Lógico Programável
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
Q_fim	Sinal de término do processo de torra no forno
QTD	Quantidade
RBC	Relação Benefício-Custo
Resistência do forno	Resistência eléctrica para aquecimento do forno
S	Segundos
S_arm_cheio	Sensor de armazenamento final cheio
S_arm_esp_vazio	Sensor de armazenamento de espera vazio
SA1	Sensor de nível de água no tanque
SB1	Sensor de nível de água na máquina de lavar
SFC	Sequential Function Chart
SespA	Sensor capacitivo de nível alto no armazenamento de espera
SespB	Sensor capacitivo de nível baixo no armazenamento de espera
S-liga	Sinal de activação do sistema
Sma_1	Sensor capacitivo de mandioca
Sobrecarga_fim	Sinal de sobrecarga no sistema geral do fim
Sobrecarga_inicio	Sinal de sobrecarga no sistema geral do início
StempF	Sensor de temperatura do forno
ST	Structured Text
T_off	Temporizador para desligar o forno
T_on	Temporizador para ligar o forno
TIA Portal	Totally Integrated Automation Portal
TIR	Taxa Interna de Retorno
UEM	Universidade Eduardo Mondlane
USD	Dólar Americano
VAL	Valor Actual Líquido
Válvula do forno	Válvula de dosagem da mandioca seca no forno

Lista de figuras

Figura 1: Indicação da província de Inhambane	4
Figura 2: Tapioca	5
Figura 3: Produção da Tapioca e outros subprodutos da Mandioca	6
Figura 4 Indicação da estrada Nacional nr.1	9
Figura 5 Diagrama de produção de tapioca de forma tradicional	9
Figura 6: Diagrama simplificado de um sistema de controle automático.....	10
Figura 7: controlador lógico programável	11
Figura 8: diagrama funcional que representa os principais componentes de um sistema PLC	11
Figura 9: Ilustração do PLC Siemens S7 1200	13
Figura 10 Esquema de ligação das entradas do PLC Siemens S7 1200.	13
Figura 11: Diagrama de produção de tapioca de forma tradicional	15
Figura 12: Diagrama simplificado de produção automática de tapioca	16
Figura 13: Diagrama de funcionamento do sistema automatizado de produção de tapioca	16
Figura 14: Divisão do sistema de produção	17
Figura 15: Divisão do Sistema Geral.....	18
Figura 16: fluxograma de funcionamento dos sistemas de produção de tapioca	20
Figura 17: Sistema de controle melhorado.....	21
Figura 18: Rscolha do fusível nas curvas de fusíveis do tipo NH.....	30
Figura 19 : circuito de potência da esteira transportadora 1	31
Figura 20: Aplicação do latch RS no programa de bombeamento de água	33
Figura 21: Aplicação de recursos do TIA PORTAL no sistema geral do Início	34
Figura 22: Malha de controle PID.....	35
Figura 23: PID compact.....	35
Figura 24: Simulação do subsistema de lavagem	37
Figura 25: Subsistema de lavagem simulando a ausência de matéria-prima	37
Figura 26: Subsistema de lavagem em funcionamento na presença de mandioca	38
Figura 27: Simulação do subsistema de descasque e a esteira transportadora	38

Figura 28: Armazenamento de espera cheio	39
Figura 29: Simulação da válvula do armazenamento de espera para o forno	40
Figura 30: Simulação do controle de temperatura no forno	41
Figura 31: entrada em rampa para o controle de temperatura	41
Figura 32: Sobrecargas nos sistemas gerais do fim e do início	43
Figura 33: Nível de aceitação.....	52

Lista de tabelas

Tabela 1 Informação Nutricional da Tapioca (2 colheres de sopa)	7
Tabela 2-Kits de processamento de tapioca em Inhambane e Gaza	8
Tabela 3 Subsistemas e suas variáveis	22
Tabela 4 parâmetros dos motores do sistema geral	27
Tabela 5 marcação da escolha do motor no catálogo da Siemens	28
Tabela 6 Tipos de contactores	29
Tabela 7 escolha do relê de sobrecarga	30
Tabela 8- Resultados obtidos na simulação do sistema na falta e na presença da mandioca.....	38
Tabela 9 Resultados obtidos no sistema quando o armazenamento de espera está cheio	39
Tabela 10 resultados obtidos na simulação da válvula do armazenamento de espera para o forno	40
Tabela 11 Resultados obtidos na simulação de uma sobrecarga no subsistema de lavagem.....	43
Tabela 12- Resultados obtidos na simulação de uma sobrecarga no subsistema de lavagem.....	44
Tabela 13 Preços de dispositivos e máquinas	49
Tabela 14- Indicadores Financeiros	50
Tabela 15- Análise comparativa da produção de tapioca.....	53

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A automação industrial desempenha um papel fundamental na optimização dos processos produtivos, aumentando a eficiência, reduzindo custos, melhorando a qualidade dos produtos e garantindo a segurança dos trabalhadores. Por isso, essa tecnologia é essencial para as indústrias que desejam manter-se competitivas no mercado.

A produção da farinha de mandioca é uma actividade tradicional e de extrema importância na zona rural. No entanto, muitas vezes, o processo de produção é realizado de forma manual e pouco eficiente, o que limita a capacidade de produção e a qualidade do produto final. A implementação de um sistema automatizado de produção da farinha de mandioca utilizando um controlador lógico programável (PLC) surge como uma solução viável e eficiente para optimizar o processo produtivo. O PLC, dispositivo electrónico programável, será responsável por controlar todas as etapas do processo, desde a lavagem, descascamento, trituração até ao armazenamento da farinha de mandioca.

No contexto da criação de fábricas de produção de tapioca em grande escala sem a utilização de recursos humanos excessivos, o dispositivo lógico programável (PLC) será usado para a obtenção dos resultados com o objectivo de demonstrar o funcionamento do sistema que é proposto no presente trabalho onde, com base em estudos de campo e uso de artigos científicos voltados a sistemas de produção fabris, pode-se ter uma visão mais abrangente da sua implementabilidade.

1.1. Formulação do Problema

A produção de farinha de mandioca na zona rural é, em sua maior parte, feita de forma manual, o que resulta em baixa produtividade e altos custos de produção. Além disso, a produção manual dificulta o controlo de qualidade e a padronização do produto final, o que pode afectar a comercialização da farinha e levar ao desperdício de recursos

naturais (água e energia) na produção de farinha de mandioca, sendo que a falta de controlo e monitoramento na produção de farinha de mandioca pode acarretar custos indesejáveis. Para atingir os objectivos deste estudo, há necessidade de responder a seguinte questão: De que forma deve ser feito o projecto de um sistema automatizado na base de PLC para a produção de tapioca na província de Inhambane?

1.2. Justificativa

A proposta do sistema automatizado de produção de tapioca na província de Inhambane constitui um empreendimento promissor, tanto para investidores como para o governo, alinhado aos objectivos de desenvolvimento sustentável do país. Essa iniciativa oferece uma série de benefícios, como o aumento da eficiência, melhoria da qualidade do produto, redução de perdas energéticas, geração de empregos, redução da fome, aumento da competitividade e diversificação económica. A viabilidade deste projecto demonstra um grande potencial de replicação noutras regiões do país, impulsionando o desenvolvimento socioeconómico nacional.

1.3. Objectivos

1.3.1. Objectivo Geral

- Projectar um sistema automatizado na base de PLC para a produção da farinha de mandioca (tapioca) na província de Inhambane.

1.3.2. Objectivos Específicos

- Fazer o levantamento de dados necessários para o desenvolvimento do estudo;
- Projectar os subsistemas de produção de tapioca;
- Desenvolver o sistema de controlo na base de PLC;
- Fazer a simulação do programa;
- Apresentar os resultados obtidos na simulação do programa;
- Fazer a análise dos resultados obtidos;
- Fazer o estudo da implementabilidade do sistema na Província de Inhambane.

1.4. Metodologia

Com recurso a um computador, manuais, telemóvel e artigos científicos, a metodologia usada na elaboração deste trabalho consistiu em:

- **Revisão bibliográfica sobre a cultura da mandioca na província de Inhambane e dos sistemas automatizados usando PLC**

Nesta fase, foram feitas visitas a diversos manuais relacionados com o propósito do tema. Estas visitas foram feitas em bibliotecas físicas assim como virtuais (manuais em PDF ou bibliografias online), de modo a colher informações sobre as bases teóricas acerca do tema em estudo.

- **Inquéritos formais e informais**

A pesquisa utilizou uma abordagem mista, combinando inquéritos formais realizados tanto de forma estrutura como não estruturada. Os inquéritos estruturados consistiram no uso de guiões contendo questões pontuais com vista a obter informações relevantes para a projecção do sistema em causa, por outro lado, os inquéritos informais foram feitos a pessoas singulares, que podem ser produtores de Inhambane, assim como consumidores de Inhambane e Maputo, com o objectivo de obter informações relacionadas com os parâmetros de funcionamento do sistema e o consumo da tapioca.

- **Simulação em softwares**

Tendo sido feita a colheita de dados concernentes aos parâmetros de funcionamento do sistema, foi possível fazer a programação e simulação do programa através de simuladores para computador.

1.5. Pergunta de pesquisa

De que forma deve ser feito o projecto de um sistema automatizado na base de PLC para a produção de tapioca na província de Inhambane?

CAPÍTULO II: REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo fornece informações sobre a produção de mandioca em Inhambane, destacando seu crescimento e importância económica. Apresenta a tapioca, seus diversos usos, valor nutricional e o processo produtivo tradicional em Inhambane. Aborda também a automação de processos e os controladores lógicos programáveis (PLCs), detalhando seus componentes, vantagens, tipos de entradas saídas e programação.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Inhambane

2.1.1. Localização

Inhambane está situada no topo da região sul de Moçambique. Está limitada a norte pelas províncias de Sofala e Manica, a leste e sudeste pelo Oceano Índico e a sul e oeste pela província de Gaza, conforme identificado na figura 1.

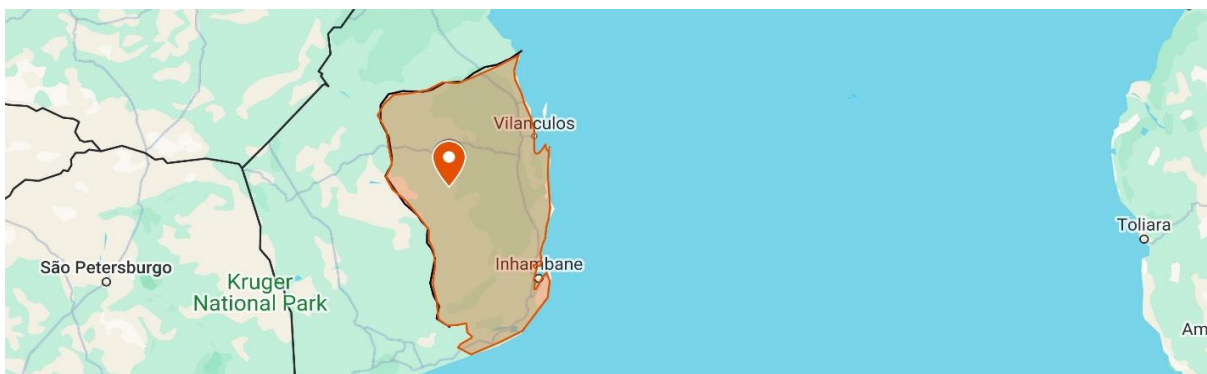


Figura 1: Indicação da província de Inhambane
Fonte: Google (adaptado), 2023

A província de Inhambane está dividida em 14 distritos, os 12 que existiam quando foi realizado o censo de 2007, mais os distritos de Inhambane e Maxixe, estabelecidos em 2013 para administrar as competências do governo central, e que coincidem territorialmente com os respectivos municípios:

- Funhalouro, Govuro, Homoíne, Inhambane, Inharrime, Inhassoro, Jangamo Mabote, Massinga, Maxixe, Morrumbene, Panda, Vilanculos, Zavala

2.1.2. Produção da Mandioca em Inhambane

A produção de mandioca em Inhambane tem crescido nos últimos anos, impulsionada pela distribuição de estacas de variedades melhoradas e pelo investimento em agro-processamento (Rádio Moçambique, 2023).

Em 2022, a província produziu 1,4 milhão de toneladas de mandioca, cultivadas em quase todos os distritos (Rádio Moçambique, 2023). Para a campanha agrícola de 2022/2023, a área plantada com mandioca atingiu cerca de 127 mil hectares, com a maioria das variedades sendo purificadas (Portal do Governo da Província de Inhambane, 2023).

2.2. Tapioca

De acordo com “Conceito de” (2016), o termo tapioca possui origem na língua guarani, derivado da palavra “tipiog”. Segundo a mesma fonte e de acordo com os dicionários de língua portuguesa, este conceito é usado em referência à fécula que se obtém da mandioca e que se utiliza para fazer papas de nome “tapioca”, precisamente.



Figura 2: Tapioca

Fonte: 123RF, 2023

2.2.1. Um alimento, várias opções

A diversidade com que se consome a tapioca varia de pessoa para pessoa ou de região em região. Alguns a consomem de forma simples, outros adicionam à comida e há mesmo quem a transforma numa mistura com outros alimentos. Por ter um sabor leve e

neutro, a tapioca é um alimento muito versátil, podendo ser usada na forma de goma, farinha, grãos ou sagu, em preparações como pães, bolos, biscoitos, mingau, pudins e pães de queijo.

2.2.2. Produção da Tapioca e seus subprodutos

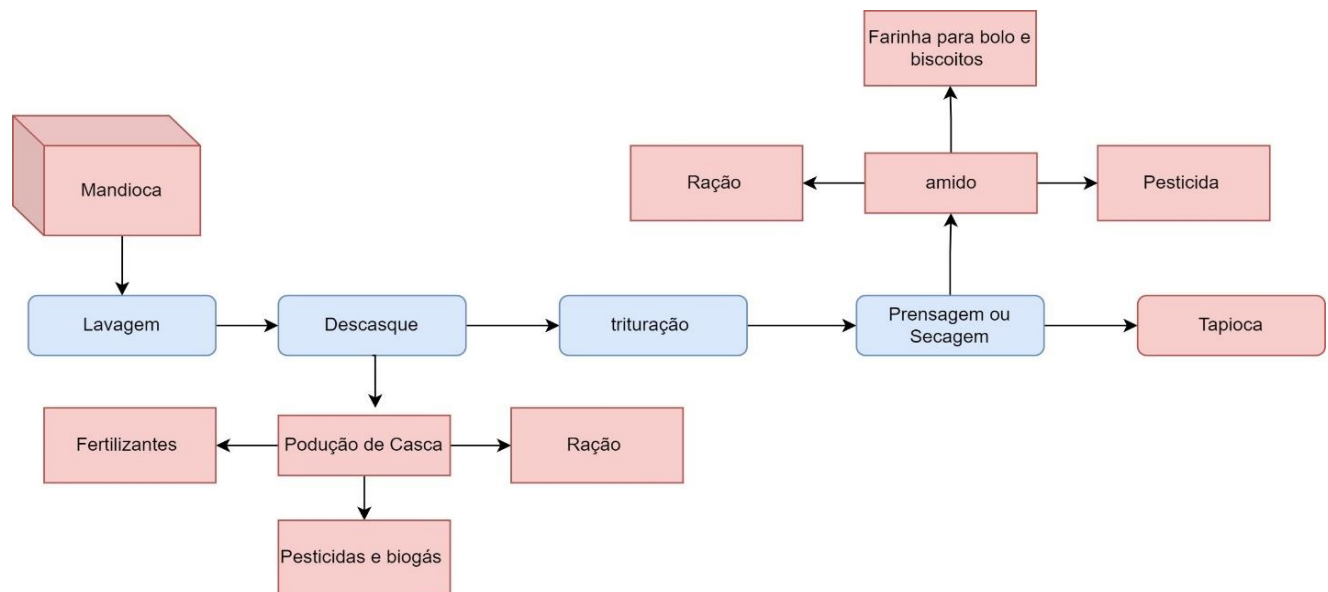


Figura 3: Produção da Tapioca e outros subprodutos da Mandioca

Fonte: O Autor

2.2.3. Valor nutritivo

A tapioca é uma farinha feita a partir do processamento da mandioca, responsável pela melhoria da disposição física e mental, assim como da preservação dos músculos. Isso deve-se ao facto de a tapioca ter boas quantidades de carboidratos, um nutriente que fornece energia para o cérebro e músculos. Quando consumida em quantidades moderadas e com proteínas magras, como queijo branco e ovo, e sementes, como chia ou linhaça, a tapioca pode favorecer o emagrecimento, por ajudar a prolongar a sensação de saciedade, controlando a fome ao longo do dia. (Leal, 2023).

No geral, pode-se dizer que existem três benefícios relacionados com a tapioca:

- Melhoria da disposição;
- Ajuda no emagrecimento;
- Preservação dos músculos

Melhoria da disposição

A tapioca melhora a disposição física e mental, porque fornece óptimas quantidades de energia, na forma de carboidratos, para os músculos e cérebro. Por isso, a tapioca pode ser usada como alimento pré e pós-treinos, e por pessoas que gastam muita energia durante o dia, como trabalhadores de construção civil ou carteiros, por exemplo. (Leal, 2023).

- **Ajuda no emagrecimento**

Por conter amido resistente, um tipo de carboidrato que aumenta o tempo de digestão, diminuindo a fome ao longo do dia, o consumo moderado de tapioca pode ajudar a emagrecer. No entanto, para ajudar a emagrecer, a tapioca deve ser incluída em uma dieta saudável, associada à prática regular de actividades físicas. (Leal, 2023)

- **Preservação dos músculos**

A tapioca é um alimento com boas quantidades de carboidratos, um nutriente importante para preservar os músculos. Isso porque na falta de glicose no organismo, o músculo é decomposto em aminoácidos, que são convertidos em glicose, provocando a perda de massa muscular. (Leal, 2023)

2.2.4. Tabela de informação nutricional da tapioca.

A tabela a seguir contém a informação nutricional de 30 g, o equivalente a 2 colheres de sopa de farinha de tapioca, com e sem manteiga:

Tabela 1: Informação Nutricional da Tapioca (2 colheres de sopa)

Informação Nutricional da Tapioca (2 colheres de sopa)		
Componente	Sem Manteiga	Com Manteiga
Energia (kcal)	86,5	141
Proteínas (g)	0,1	0
Carboidratos (g)	21,6	25,4
Gorduras (g)	0	4,36
Fibras (g)	0	0
Cálcio (mg)	6,8	12
Potássio (mg)	9,3	7,7

Fonte: Leal, 2023

2.3. Produção de Tapioca em Inhambane

Em Inhambane, a produção de tapioca envolve diversos actores, desde agricultores familiares até cooperativas e associações de produtores de mandioca. Enquanto a produção em pequena escala visa atender o consumo local, as cooperativas e associações dedicam-se à produção em larga escala, abastecendo principalmente clientes da província e cidade de Maputo. Dados do Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural revelam a distribuição das máquinas de processamento de tapioca em diferentes distritos da província de Inhambane, evidenciando o potencial de crescimento e desenvolvimento dessa cadeia produtiva na região.

Tabela 2: Kits de processamento de tapioca em Inhambane e Gaza

Nome da cooperativa	Distrito	Localidade	Povoado
Estrelas Chilacua	Massinga	Rovene	Chilácua
Eduardo Mondlane	Massinga	Lionzuane	Muchache
Associação Kurula	Morrumbene	Morrumbene	Chissikuane
Filipe Nyusi	Morrumbene	Mocodoene	Chigomua
Agro-Tsembeca	Morrumbene	Morrumbene	Magoane
Associação de Marrumuane B3	Jangamo	Bambela	Marrumuana
Cooperativa Josina Machel	Inharrime	Dongane	Sisal
Associação Zamane	Inharrime	Nhanombe	Chinhembwe
Associação Tuanano	Inharrime	Dongane	Mafassane
Associação 3 de Fevereiro	Inharrime	Nhanombe	Ocuane
Cooperativa Zama Zama	Zavala	Macuane	Helene
Associação Mulheres de Maíta	Zavala	Quissico	Maita
Associação Wapsuala	Mandlakazi	Chidenguele	Matimbine
Associação VISECO	Mandlakazi	Chizavane	Chizavane
Associação DUNUCA Matimula	Mandlakazi	Chicuange	Matibine
Associação Vuneka/Navela hita Maha	Chongoene	Nguzene	Cuco
DMMC	Chongoene	Maciene	Cumbine

Fonte: Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural, 2024

A maioria das fábricas de tapioca em Inhambane e Gaza está localizada ao longo da Estrada Nacional nº 1, indicando uma maior demanda por parte de viajantes com destino a Maputo, centro ou norte do país. Essa concentração estratégica facilita o acesso e a compra do produto por consumidores em trânsito como mostra a figura 3.



Figura 4 Indicação da estrada Nacional nr.1
Fonte: Google (adaptado), 2023

A visualização mais detalhada da distribuição das fábricas encontra-se na secção dos anexos (Anexo 5).

A cooperativa Josina Machel no distrito de Inharrime, província de Inhambane, é a maior fábrica de processamento de mandioca em Moçambique. (TSE4ALLM, 2020).

2.3.1. Processo produtivo da tapioca em Inhambane

O processo produtivo da tapioca, desde a chegada da mandioca até o armazenamento do produto final, compreende diversas etapas, cada uma com seu método específico. A seguir, apresenta-se um resumo detalhado de cada fase.

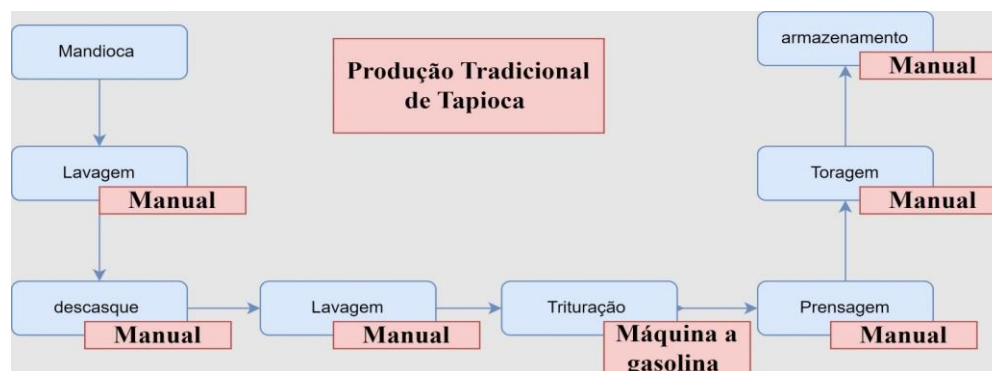


Figura 5 Diagrama de produção de tapioca de forma tradicional
Fonte: O Autor

2.4. Automação de Processos

A palavra **automação** está directamente ligada ao controle automático, ou seja, acções que dependem de pouca ou nenhuma intervenção humana. Isso é discutível, pois a “**mão do homem**” é necessária, uma vez que, sem ela, a implantação de tais processos automáticos não seria possível. No âmbito fabril, para a realização da “Automação Industrial” na prática, é necessário conhecer uma grande quantidade de conceitos e técnicas e, por isso, os grandes projectos neste campo envolvem uma infinidade de profissionais e os custos são suportados geralmente por grandes empresas (Marcelo, 2005).

O primeiro passo é o de entender o que é um controle, quais são seus elementos básicos e quais são os seus principais tipos. De uma forma geral, um processo sob controle tem o diagrama semelhante ao mostrado na figura a seguir:

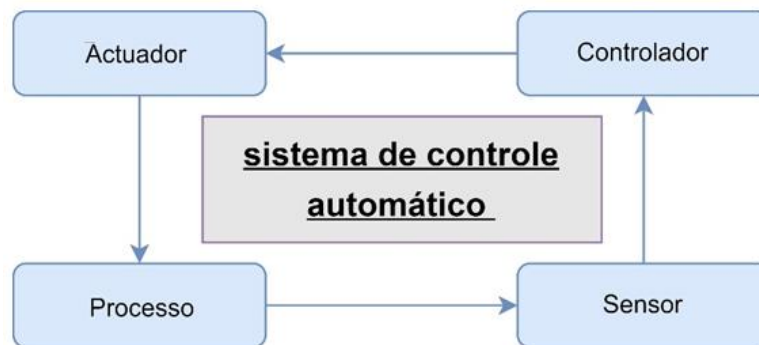


Figura 6: Diagrama simplificado de um sistema de controle automático

Fonte: Adaptado de Marcelo, 2005

2.5. Controladores Lógicos Programáveis

Os Controladores Lógicos Programáveis ou PLCs são equipamentos electrónicos utilizados em sistemas de automação flexível. São ferramentas de trabalho muito úteis e versáteis para aplicações em sistemas de accionamentos e controle, e por isso são utilizados em grande escala no mercado industrial. Permitem desenvolver e alterar facilmente a lógica para accionamento das saídas em função das entradas. Desta forma,

podemos associar diversos sinais de entrada para controlar diversos actuadores ligados nos pontos de saída (Ecid, 2022)



Figura 7: controlador lógico programável
Fonte: Pinterest, 2023

2.5.1. Constituição

Conforme a figura 8 ilustra o PLC é constituído por entradas (*input Devices*), uma CPU terminal de programação (*programming terminal*), memória (*memory*), uma fonte (*power supply*), e saídas (*output devices*).

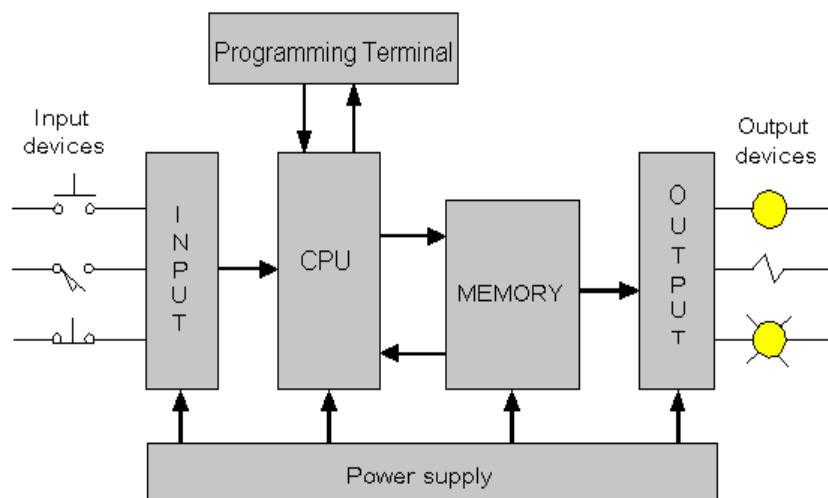


Figura 8: diagrama funcional que representa os principais componentes de um sistema PLC
Fonte: Plctechnician, 2022

2.5.2. Vantagens

- Ocupam menor espaço;
- Tem menor consumo de energia eléctrica;
- São reutilizáveis;
- São programáveis;
- Tem maior confiabilidade;
- Tem maior flexibilidade;
- Possuem maior rapidez na elaboração dos projectos;
- Possuem interfaces de comunicação com outros PLC's e computadores.

Os sinais de entrada e saída dos PLCs podem ser digitais ou analógicos.

. Existem diversos tipos de módulos de entrada e saída que se adequam às necessidades do sistema a ser controlado. Os módulos de entrada e saída são compostos por grupos de bits, associados em conjuntos de 8 bits (1 byte) ou conjuntos de 16 bits, de acordo com o tipo da CPU. As entradas analógicas são módulos conversores A/D, que convertem um sinal de entrada em um valor digital, normalmente de 12 bits (4096 combinações). As saídas analógicas são módulos conversores D/A, ou seja, um valor binário é transformado em um sinal analógico.

Programação

A lógica matemática ou simbólica busca superar as imprecisões da linguagem humana, que podem comprometer a rigorosidade do raciocínio devido ao uso de palavras ambíguas e metafóricas. Para evitar essas dificuldades, criou-se uma linguagem lógica artificial, a álgebra de Boole. A lógica binária possui apenas dois valores, que são representados por: 0 e 1. A partir desses dois símbolos, construímos então uma álgebra lógica conhecida por álgebra booleana. A partir desses conceitos, são criadas as portas lógicas, que são circuitos utilizados para combinar níveis lógicos digitais de formas específicas, nesse caso, portas lógicas básicas: AND, OR e NOT.

2.5.3. Esquema e ligação do PLC

Para que o programa seja executado no plano físico, é necessário que se tenha uma noção de como interpretar a estrutura do PLC. Para a demonstração das ligações físicas, é apresentado o esquema e a imagem do espectro físico do PLC da SIEMENS S7 1200.



Figura 9: Ilustração do PLC Siemens S7 1200
Fonte: Metr pole, 2020

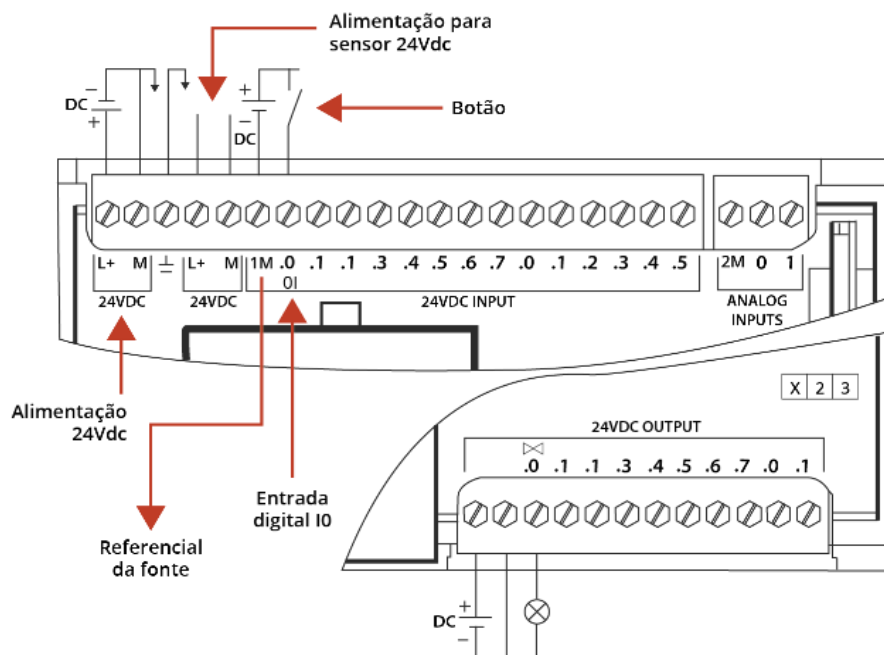


Figura 10 Esquema de ligação das entradas do PLC Siemens S7 1200.
Fonte: Metr pole, 2020

As utilizações desses controladores contemplam, por conseguinte, alguns passos genéricos:

- Definição da função lógica a ser programada;
- Transformação desta função em programa assimilável pelo PLC;
- Implementação física do controlador e de suas interfaces com o processo.

2.5.4. Linguagens de Programação

As linguagens de programação são um conjunto padronizado de instruções que o sistema operacional é capaz de reconhecer. A norma IEC 61131-3 definiu cinco linguagens de programação:

- Diagrama de blocos de funções (FBD- *Function Block Diagram*);
- Linguagem *Ladder* (LD-*Ladder Diagram*);
- Sequenciamento Gráfico de Funções (SFC- *System Function Chart*);
- Lista de Instruções (IL- *Instruction List*);
- Texto Estruturado (*ST-Structured Text*).

CAPÍTULO III: MATERIAIS E METODOLOGIAS DE TRABALHO

Este capítulo descreve a colecta de dados por meio de inquéritos com produtores e consumidores de tapioca. Apresenta a proposta do sistema automatizado, detalhando seus subsistemas (lavagem, descasque, trituração, secagem, forno e armazenamento) e suas especificações técnicas. Aborda o dimensionamento das protecções eléctricas, o circuito de potência, de comando, o diagrama de funcionamento e a programação do sistema utilizando o PLC Siemens S7-1200 e o *software* TIA Portal.

3. MATERIAIS E METODOLOGIAS DE TRABALHO

Para obter o sistema de produção de tapioca, foram colectados dados sobre locais de produção, capacidade produtiva e métodos de confeição existentes na província de Inhambane. Essas informações foram obtidas por meio de inquéritos realizados com associações de produtores de tapioca, juntamente com os consumidores que residem na província de Maputo e de Inhambane.

3.1. Inquéritos

Para obter uma visão geral da produção e do consumo de tapioca, foram entrevistadas seis pessoas: produtores da região de Inhambane, responsáveis pelos centros de processamento de mandioca e consumidores de Maputo e de Inhambane. As respostas

completas estão disponíveis no Apêndice 1. Abaixo estão indicadas algumas das questões presentes no inquérito.

Questões feitas aos consumidores

- 1 Por que consome tapioca?
- 2 Com que frequência consome?
- 3 De que forma consome?
- 4 Como adquire?

Questões feitas aos produtores locais de tapioca

- 1 Como é feita a produção de tapioca?
- 2 Existe alguma limitação no processo?
- 3 Quanto tempo leva para produzir tapioca?
- 4 Por que produz tapioca? Se vende, a quanto faz?
- 5 Quem se beneficia da mandioca que você produz?
- 6 Gostaria de ter um sistema automático de produção de mandioca?

A partir dos dados colectados nos inquéritos e pesquisas na internet, foi possível formular um sistema de produção de tapioca, apresentado a seguir. Este sistema será comparado com o sistema de produção tradicional, descrito abaixo.

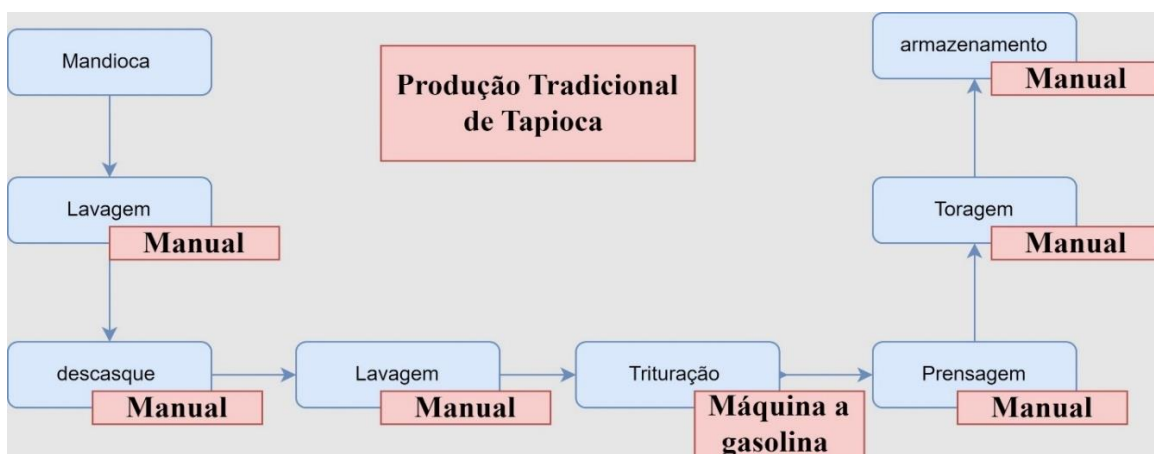


Figura 11: Diagrama de produção de tapioca de forma tradicional
Fonte: O Autor

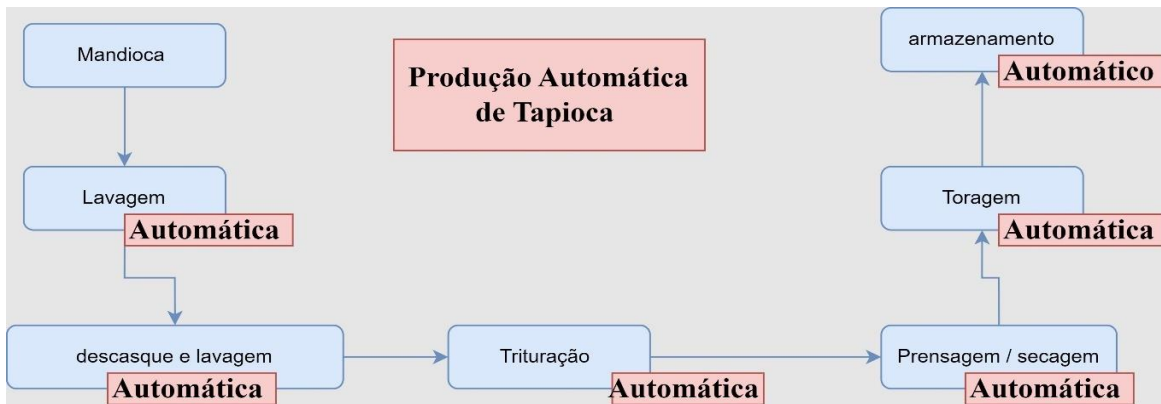


Figura 12: Diagrama simplificado de produção automática de tapioca
Fonte: O Autor

Nas figuras 11 e 11, apresentam-se dois sistemas de produção de tapioca: o manual e o sistema automatizado. O Diagrama simplificado serve para ilustrar o funcionamento básico do sistema, a seguir, de forma clara e objectiva, será detalhado o sistema proposto para a produção de tapioca, incluindo todos os subsistemas.

3.2. Proposta de um Sistema automatizado na base de PLC para a produção da farinha de mandioca (Tapioca)

O diagrama apresentado descreve de forma concisa e detalhada o sistema de produção de tapioca, desde a entrada da mandioca até o armazenamento do produto final. Ele inclui os seguintes subsistemas:

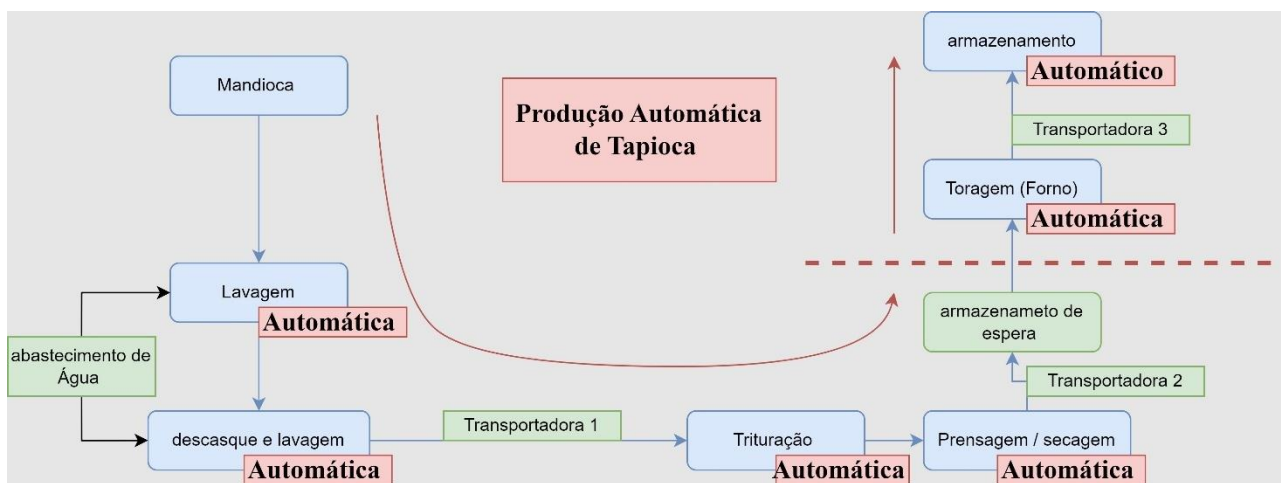


Figura 13: Diagrama de funcionamento do sistema automatizado de produção de tapioca
Fonte: O Autor

- **Subsistema de Lavagem:** A mandioca é lavada com água fornecida por um subsistema de abastecimento.
- **Subsistema de Descasque:** A mandioca descascada e lavada em simultâneo é transportada por uma esteira.
- **Subsistema de abastecimento de água:** abastece a água para o subsistema de lavagem e o subsistema de descasque.
- **Subsistema de Trituração:** A mandioca descascada é triturada.
- **Subsistema de Secagem ou prensagem:** A mandioca triturada é prensada para reduzir a humidade.
- **Subsistema de Armazenamento de Espera:** A mandioca prensada é armazenada temporariamente.
- **Forno:** A mandioca prensada é assada em um forno para se transformar em tapioca.
- **Armazenamento Final:** A tapioca pronta é armazenada em um local separado.

A conexão entre os subsistemas é feita por **esteiras transportadoras**, garantindo um fluxo contínuo e eficiente do processo produtivo. A divisão clara entre o sistema inicial e final do projecto da tapioca contribui para o melhor controle e comodidade, uma vez que há possibilidade de torná-las independentes. Essa divisão clara é identificada de acordo com a figura 14.

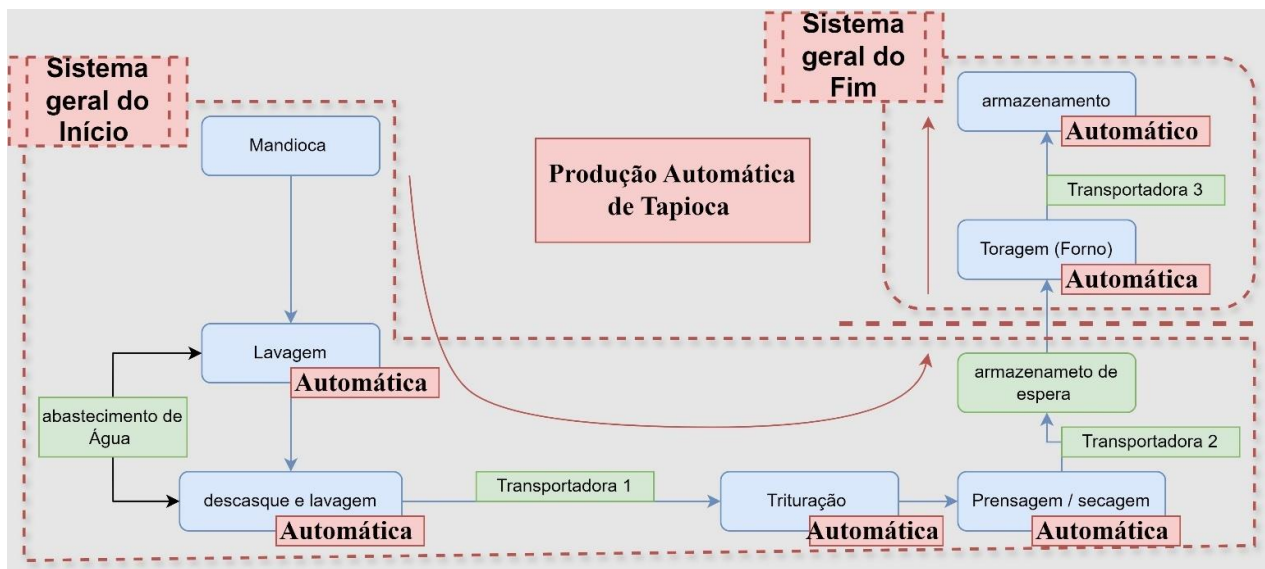


Figura 14: Divisão do sistema de produção
Fonte: O Autor

Essa divisão traduz-se da seguinte forma:

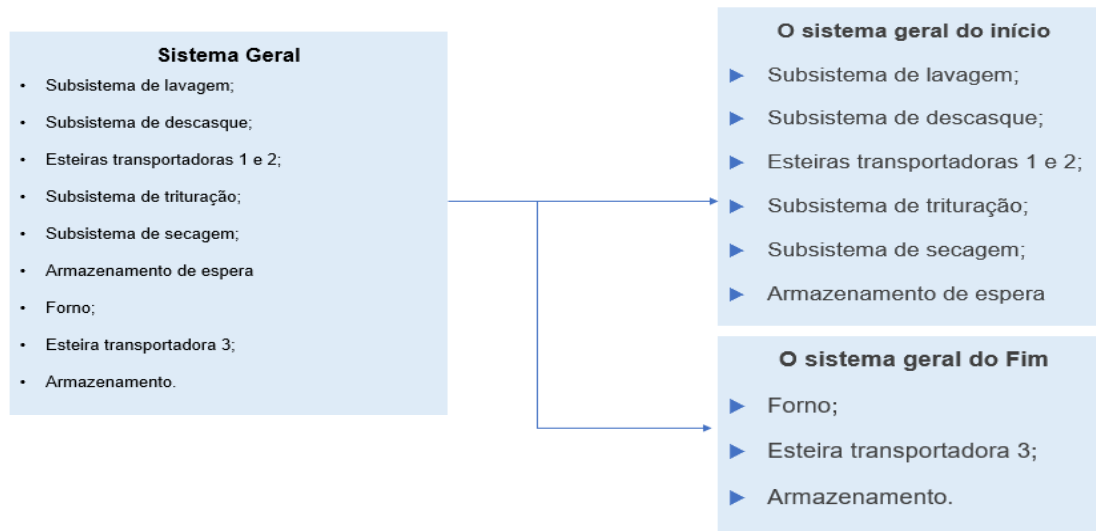


Figura 15: Divisão do Sistema Geral

Fonte: O Autor

3.3. Projecção dos subsistemas

Para projectar os subsistemas, foi fundamental identificar o funcionamento do sistema como um todo, incluindo todas as condicionantes e saídas, além de determinar a capacidade de produção desejada.

3.3.1. Dimensão do projecto

O projecto do sistema automatizado de programação de farinha de mandioca destina-se a fábricas em Inhambane com o objectivo de produzir 150Kg/h, propondo a substituição do sistema manual existente em todas as cooperativas, deste jeito, as máquinas envolvidas no projecto têm características que levam em conta esse volume de produção.

3.3.2. Descrição do funcionamento do projecto

É importante ressaltar que a projecção referida no presente trabalho é do ponto de vista eléctrico e de programação, facto que se pode verificar no desenrolar do projecto, onde são usadas estruturas mecânicas já existentes e características de sistemas existentes e similares aos que são desejados no projecto. Com os dados recolhidos dos inquéritos,

foi possível criar uma série de primícias discutíveis para o sistema no geral. Tendo como base os índices de produção de mandioca no local em questão, o sistema pode apresentar o seguinte funcionamento:

- **O subsistema de lavagem** deve apresentar um subsistema de distribuição de água. Para além de lavar a mandioca assim que ela é detectada, este sistema deve transferir a mandioca para o sistema que o sucede, nesse caso, o sistema de descasque.
- **O subsistema de descasque** partirá do pressuposto de que a mandioca já se encontra no sistema geral, então será necessário que se faça o início do sistema de descasque 10 segundos após o momento em que a mandioca é detectada no sistema de lavagem. Para além de fazer o descasque, ele deve movimentar a mandioca em direcção ao sistema que se segue, nesse caso, o sistema de trituração;
- **O subsistema de trituração** deve iniciar 10 segundos depois do sistema de descasque e triturar a mandioca em grãos suficientemente pequenos para que se possa produzir a farinha desejada. Este subsistema também deve permitir que o sistema de trituração seja capaz de movimentar a mandioca triturada para o sistema que o sucede (subsistema de secagem). Esse processo também deve depender da detecção do sistema de lavagem, pois ele só para 3 min depois da última detecção no sistema de lavagem;
- **O subsistema de secagem**, como o nome sugere, deve ser capaz de reduzir a humidade da mandioca triturada para que se possa ter a farinha preparada para a entrada no forno. Para além de secar, esse subsistema deve ser responsável pela entrega da mandioca desumidificada no forno;
- **O forno ou torragem** dever ser capaz de assar a mandioca a uma temperatura constante de 150 °C durante 15 minutos;
- Terminado o processo de **assar**, a tapioca já pronta deve ser transportada para o armazém;

- **O silo de armazenagem** deve ter dois níveis que indicam que ele se encontra cheio ou quase vazio. O forno começa a funcionar 10 segundos após a deposição da mandioca desumidificada;
- **Sobrecargas** - se houver alguma sobrecarga no sistema, deve-se identificar a sua origem e desactivar a parte que corresponde ao sistema em causa, que pode ser o sistema geral do início ou o sistema geral do fim, como demonstrado na figura 16.

Tendo sido definidas as primícias de funcionamento dos vários subsistemas, é possível ter um fluxograma para cada um, e no final ter o fluxo de funcionamento final do mesmo.

3.3.2.1. Fluxograma de funcionamento do sistema de produção de tapioca

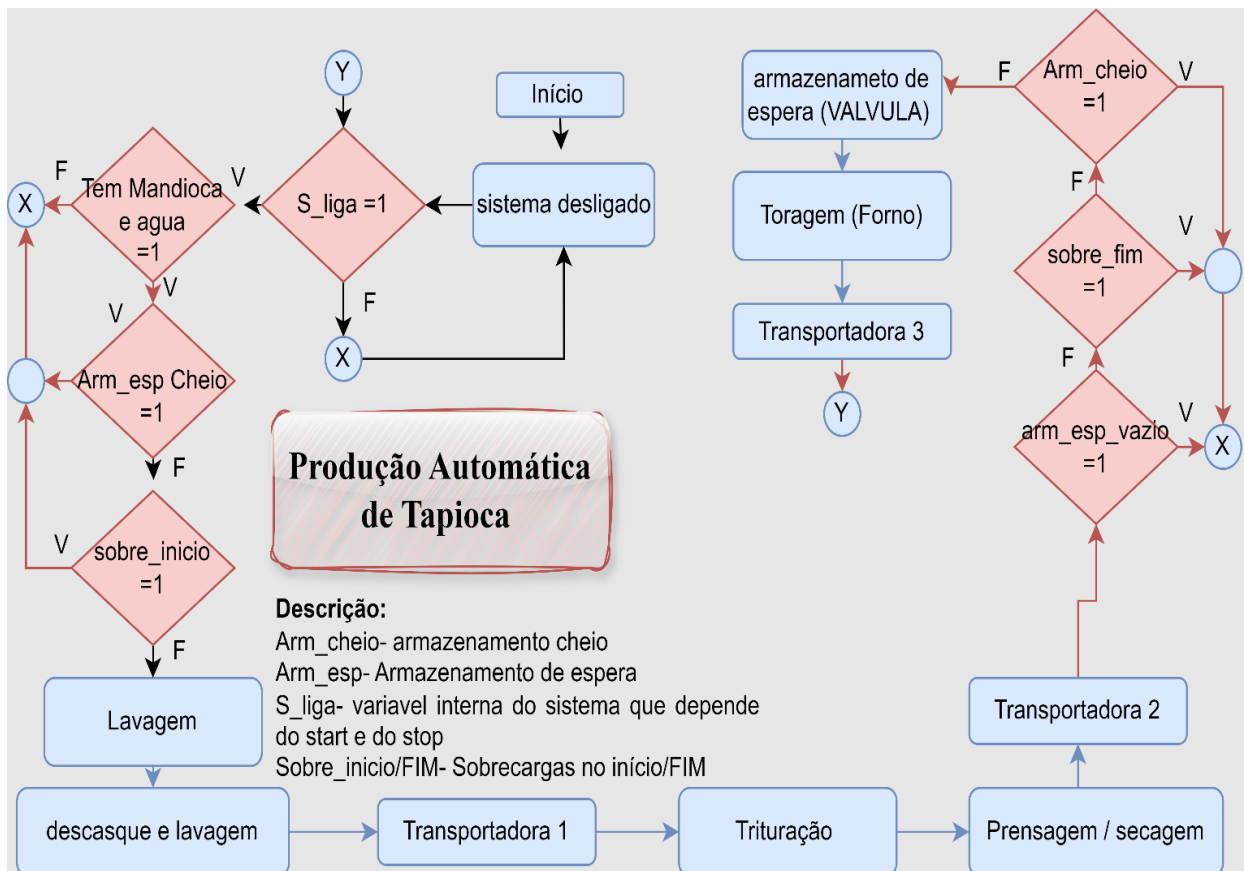


Figura 16: fluxograma de funcionamento dos sistemas de produção de tapioca

Fonte: O Autor

A figura 16 ilustra o funcionamento geral do sistema, com suas condicionantes e estados de funcionamento. Para compreender cada estado, pode-se consultar o diagrama de

funcionamento no Anexo 9, onde são apresentadas as condicionantes e as máquinas envolvidas para a programação subsequente

No fluxograma, verifica-se que o sistema geral do fim, composto pelo forno, transportador 3 e armazenamento, depende de condicionantes iniciais, como a activação do sistema (S-liga), o nível de armazenamento de espera (Arm_esp_cheio) e a ausência de sobrecarga no sistema geral de início (Sobre_início). No entanto, para otimizar o processo, basta considerar a activação do sistema e a presença de material no armazenamento de espera. Assim, apresenta-se o fluxograma revisado para que haja a separação do sistema geral do início e do fim para cada sistema.

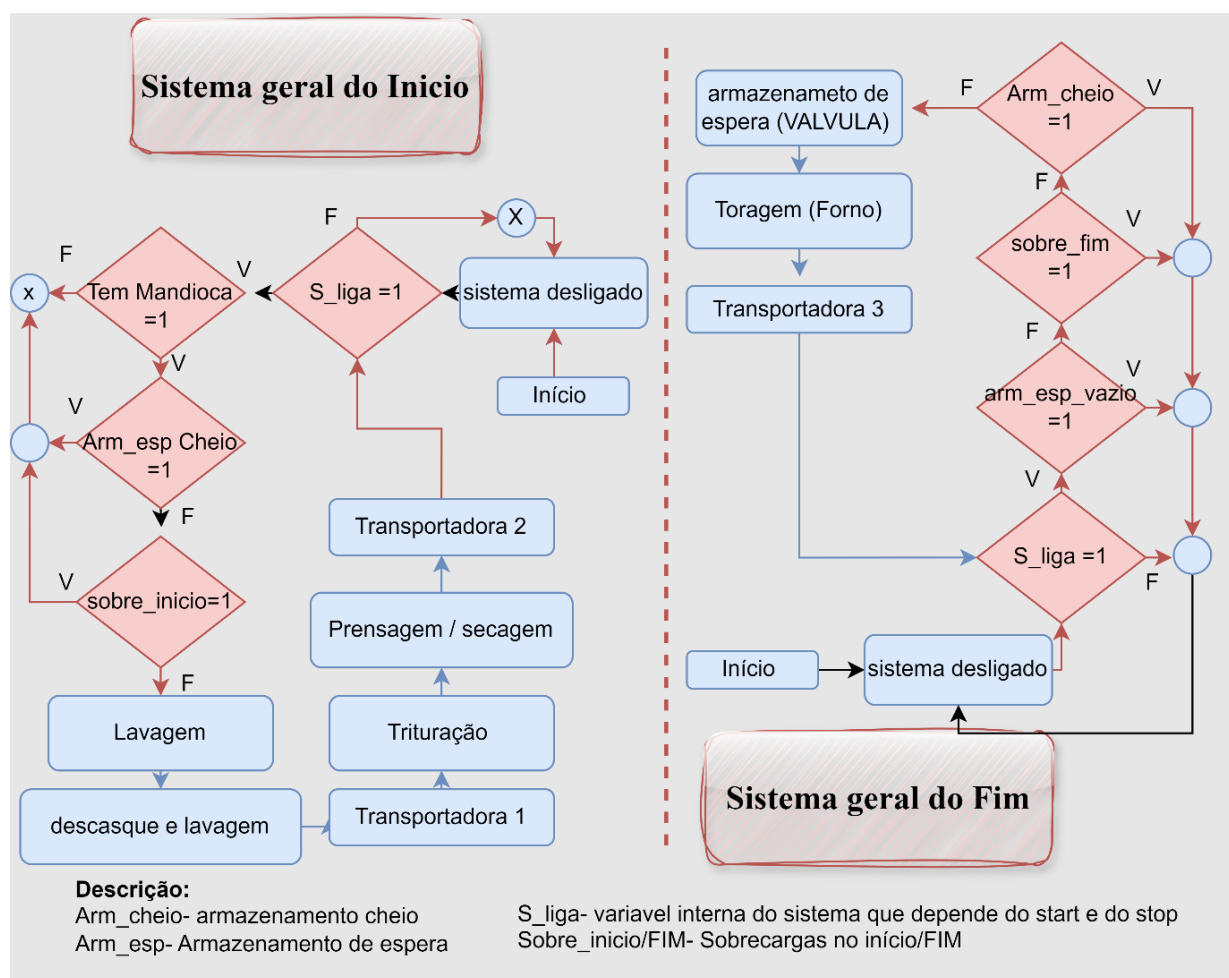


Figura 17: Sistema de controle melhorado

Fonte: O Autor

Subsistemas e suas variáveis

Tabela 3: Subsistemas e suas variáveis

Subsistema	Variáveis de Entrada	Variáveis de Saída	Descrição
Lavagem	Sma_1 (Sensor capacitivo de mandioca), SB1 (Sensor de nível de água)	Motor 1, Válvula elétrica MV_1	Lava a mandioca com água. O sensor capacitivo detecta a presença de mandioca e o sensor de nível garante que haja água.
Descasque	Temporizador (10s após o início da lavagem)	Motor 2, Motor 2a, Válvula elétrica MV_2	Remove a casca da mandioca após a lavagem. O accionamento é temporizado.
Trituração	Temporizador (10s após o início do descasque), Sma_1 (Sensor capacitivo de mandioca no sistema de lavagem)	Motor 4	Tritura a mandioca descascada. O início é temporizado e depende da detecção de mandioca na lavagem.
Secagem	Temporizador (10s após o início da trituração)	Motor 5, Esteira transportadora 2	Reduz a humidade da mandioca triturada. A esteira transporta a mandioca seca para o armazenamento de espera
Torragem (Forno) e Armazenamento	SespB (Sensor capacitivo de nível baixo), SespA (Sensor capacitivo de nível alto), StempF (Sensor de temperatura), Temporizador (15 min)	Válvula do forno, Motor 7 (rotação), Motor 8 (mexedor), Resistência do forno, Esteira transportadora 3	Assa a mandioca no forno, transformando-a em tapioca. O forno inicia quando o armazenamento de espera está cheio e para quando está vazio. A temperatura é controlada e o tempo de assar é cronometrado.
Abastecimento de Água	SB1 (Sensor de nível baixo), SA1 (Sensor de nível alto)	Bomba	Garante o fornecimento de água para lavagem e descasque. A bomba liga com nível baixo e desliga com nível alto.
Esteiras Transportadoras	Sma_1, SespA, S_arm_esp_vazio, S_arm_cheio, Temporizadores	Motor 3, Motor 6, Motor 9	Transportam a mandioca e a tapioca entre os diferentes subsistemas, com accionamento controlado pelo PLC e temporizadores.

Fonte: O Autor

3.3.3. Subsistema de Abastecimento de Água

Variáveis de entrada:

- Sensor de nível baixo da bomba (SB1)
- Sensor de nível alto da bomba (SA1)

Variáveis de saída:

- **Bomba**

Explicação: Este subsistema garante o fornecimento de água para os subsistemas de lavagem e descasque. A bomba é accionada quando o nível de água no reservatório está baixo (detectado pelo sensor SB1) e desliga-se quando o nível está alto (detectado pelo sensor SA1).

3.3.4. Subsistema de Lavagem

Variáveis de entrada:

- Sensor capacitivo de presença de mandioca (Sma_1)
- Sensor de nível de água (SB1)

Variáveis de saída:

- Motor 1 (acciona a máquina de lavar)
- Válvula eléctrica MV_1 (controla o fluxo de água)

Explicação: Este subsistema é responsável por lavar a mandioca utilizando água fornecida por um sistema de bombeamento. O sensor capacitivo detecta a presença da mandioca, e o sensor de nível garante que haja água suficiente no reservatório. Se ambas as condições forem satisfeitas, o motor da máquina de lavar é accionado e a válvula eléctrica abre para liberar o fluxo de água.

3.3.5. Subsistema de Descasque

Variáveis de entrada:

- Temporizador (10 segundos após a detecção de mandioca no sistema de lavagem)

Variáveis de saída:

- Motor 2 e Motor 2a (accionam a máquina de descascar)
- Válvula eléctrica MV_2 (controla o fluxo de água)

Explicação: Este subsistema remove a casca da mandioca após a lavagem. O motor é accionado 10 segundos após a detecção da mandioca no sistema de lavagem, garantindo que a mandioca esteja limpa antes do descasque. A válvula eléctrica controla o fluxo de água para auxiliar no processo.

3.3.6. Subsistema de Trituração

Variáveis de entrada:

- Temporizador (10 segundos após o início da esteira transportadora 1)
- Sensor capacitivo de presença de mandioca no sistema de lavagem (Sma_1)

Variáveis de saída:

- Motor 4 (acciona o sistema de trituração)

Explicação: Este subsistema tritura a mandioca descascada em grãos menores. Ele é accionado 10 segundos após o início da esteira transportadora 1 que, por sua vez, é accionada 10 segundos após o sistema de descasque. O sistema de trituração só para de funcionar 3 minutos após a última detecção de mandioca no sistema de lavagem, garantindo que toda a mandioca seja processada.

3.3.7. Subsistema de Secagem

Variáveis de entrada:

- Temporizador (inicia junto com o sistema de trituração)

Variáveis de saída:

- Motor 5 (acciona o sistema de secagem)

Explicação: Este subsistema reduz a humidade da mandioca triturada utilizando uma máquina compressora helicoidal. O processo de secagem é essencial para preparar a mandioca para a torra no forno.

3.3.8. Subsistema de Torragem (Forno) e Armazenamento:

Variáveis de entrada:

- Sensor capacitivo de nível baixo no armazenamento de espera (SespB)
- Sensor capacitivo de nível alto no armazenamento de espera (SespA)
- Sensor de temperatura do forno (Stempf)
- Temporizadores

Variáveis de saída:

- Válvula do forno
- Motor 7 (rotação do forno)
- Motor 8 (mexedor do forno)
- Resistência do forno
- Esteira transportadora 3
- Sinalizadores de nível (cheio/vazio) dos armazenamentos

Explicação: Este subsistema é responsável por torrar a mandioca seca no forno e armazenar a tapioca pronta. O forno é accionado quando há mandioca triturada no

armazenamento de espera e a temperatura atinge 150°C. O motor 7 gira o forno, o motor 8 mexe a mandioca e a resistência aquece o forno. Após 15 minutos, o motor 7 gira novamente para descarregar a tapioca na esteira transportadora 3, que a leva para o armazenamento final. Os sensores capacitivos monitoram os níveis dos armazenamentos, e os sinalizadores indicam quando estão cheios ou vazios.

3.3.9. Transporte

As esteiras transportadoras (Motor 3, Motor 6, Motor 9) são responsáveis pelo transporte da mandioca entre os subsistemas, garantindo um fluxo contínuo e eficiente do processo produtivo. O accionamento das esteiras é controlado pelo PLC, que recebe sinais dos sensores capacitivos para determinar o momento certo de iniciar e parar o transporte.

3.3.10. Economia de energia

Caso passem 3 minutos, tempo suficiente para que a mandioca que entrou no sistema de lavagem tenha passado por completo para o armazenamento de espera, sem que haja uma detecção de mandioca, o sistema geral de início deve ser interrompido para evitar gastos de energia.

3.3.11. Sobrecargas

Todos os motores são providos de relés de protecção contra sobrecarga. Esses relés de sobrecarga devem informar ao PLC que um dos motores entrou em sobrecarga e que tal motor não se encontra em funcionamento. Assim sendo, a informação será feita a partir do contacto normalmente aberto dos relés de sobrecarga, pois está conectado à entrada do PLC.

O sistema geral é programado para responder às sobrecargas da seguinte forma:

Se a sobrecarga ocorrer num dos motores do sistema geral do início, então apenas o sistema geral de início deve ser desligado, enquanto o sistema geral do fim permanece activo, por outro lado, quando um dos motores do sistema geral sofrer uma sobrecarga, isto é, caso um dos relés actuar, o sistema geral do fim deve parar de funcionar. No entanto, o sistema geral do início permanece em funcionamento com o auxílio do

armazenamento de espera que ainda fornece informações ao sistema através dos sensores de nível que estão presentes nele.

3.3.12. Sinalização

O sistema conta com sinalização em diversos pontos cruciais, como a máquina de lavar, o triturador, reservatórios ou armazenamentos, visando alertar o operador sobre situações como sobrecarga.

3.3.13. Outros Condicionantes do sistema Geral

É previsto o uso de um botão de paragem (*STOP*), que faz a paragem imediata do sistema geral, e um botão de início (*START*), que permite que o sistema entre em funcionamento.

3.4. Especificações técnicas dos subsistemas

Para determinar as máquinas envolvidas na produção de tapioca, foram utilizados dados de entrada como a quantidade de mandioca e tapioca processada por hora, visando a selecção do equipamento adequado para cada etapa. Diversas lojas de venda *online* foram consultadas, sendo a Alibaba e a Doing as escolhidas devido à sua ampla variedade de máquinas industriais e informações técnicas minimamente detalhadas, incluindo potência, capacidade de processamento e especificações eléctricas, facilitando a selecção dos equipamentos que atendam aos requisitos do projecto.

Tabela 4: Parâmetros dos motores do sistema geral

Motor	Descrição	Potência (W)	Tensão (V)	Capacidade (Kg/h)
Motor 1	Sistema de lavagem	3000	380	500
Motor 2	Sistema de descasque	4000	380	500
Motor 2a	Sistema de descasque	1100	380	500
Motor 3	Esteira transportadora 1	1500	380	500
Motor 4	Sistema de trituração	1500	380	500
Motor 5	Sistema de secagem	4000	380	500
Motor 6	Esteira transportadora 2	1500	380	500
Motor 7	Forno	1100	380	150
Motor 8	Forno	1100	380	----
Motor 9	Esteira transportadora 3	1500	380	500

Fonte: O Autor

3.5. Dimensionamento das protecções

As protecções contra sobrecarga e curto-circuito em motores eléctricos são de extrema importância para garantir a segurança das instalações eléctricas, prevenir danos aos motores, evitar riscos de acidentes e promover a eficiência energética.

Uma vez que os motores operam com o arranque directo, a determinação das protecções de sobrecarga e de curto-circuito é calculada da seguinte forma:

Escolha do tipo de motor

Para iniciar o dimensionamento do sistema eléctrico, é fundamental identificar e modelar o motor adequado, considerando a complexidade dos demais componentes. A potência e as especificações da maioria das máquinas podem ser obtidas em catálogos de fabricantes ou em *sites* de vendas, o que permite uma estimativa precisa da protecção contra sobrecarga e curto-circuito, garantindo a segurança e a eficiência do projecto, sem comprometer a produção de tapioca prevista. Com os valores médios de potência e frequência disponíveis nos *sites* de vendas, é possível, usando o catálogo do Siemens na tabela 5, ter o valor da entrada para questões de cálculo e determinação do tipo de contactor para o Motor 3.

Tabela 5: marcação da escolha do motor no catálogo da Siemens

Operating values at rated power															Aluminum series		$m_{IM\ B3}$	J	
P_{rated} , 50 Hz/ P50	P_{rated} , 60 Hz/ P60 1)	Frame size	n_{rated} , 50 Hz	T_{rated} , 50 Hz	Different IE class 60 Hz/P60	η_{rated} , 50 Hz, 4/4	η_{rated} , 50 Hz, 3/4	η_{rated} , 50 Hz, 2/4	$\cos\phi_{rated}$, 50 Hz, 4/4	I_{rated} , 50 Hz, 400 V	T_{LR}/I_{rated} , 50 Hz	I_{LR}/I_{rated} , 50 Hz	T_B/I_{rated} , 50 Hz	$L_{p/A}$, 50 Hz	L_{WA} , 50 Hz				
kW	kW	FS	rpm	Nm		%	%	%		A						dB(A)			dB(A)
• Cooling: Self-ventilated (IC 411) or with order code F90 forced-air cooled without external fan and fan cover (IC 418) • Efficiency according to IEC 60034-30-1: IE2 High Efficiency, service factor (SF) 1.15 • Insulation: Thermal class 155 (temperature class F), IP55 degree of protection, utilization in accordance with thermal class 130 (temperature class B)																			
2-pole: 3000 rpm at 50 Hz, 3600 rpm at 60 Hz ¹⁾																			
0.18	0.21	63 M	2850	0.6		60.4	59.4	53.7	0.78	0.55	2.2	4.5	2.7	57	64	1LE1001-0BA2	4	0.00022	
0.25	0.29	63 M	2835	0.84		64.8	63.5	57.3	0.81	0.69	1.9	4.1	2.5	57	64	1LE1001-0BA3	5	0.00026	
0.37	0.43	71 M	2770	1.3		69.5	70.5	67.9	0.81	0.95	2.5	4.1	2.5	58	69	1LE1001-0CA2	6	0.00035	
0.55	0.63	71 M	2780	1.9		74.1	75.2	72.9	0.80	1.34	2.6	4.6	2.6	58	69	1LE1001-0CA3	7	0.00045	
0.75	0.86	80 M	2805	2.6		77.4	80	80.1	0.84	1.67	1.9	4.9	2.3	60	71	1LE1001-0DA2	9	0.0008	
1.1	1.27	80 M	2835	3.7		79.6	81.3	80.9	0.83	2.4	2.7	6	3.1	60	71	1LE1001-0DA3	11	0.0011	
1.5	1.75	90 S	2885	4.9		81.3	81.7	79.8	0.84	3.15	2.7	6.9	3.6	65	77	1LE1001-0EA0	13	0.0017	
2.2	2.55	90 L	2890	7.3		83.2	83.7	82	0.85	4.5	2.5	7.1	3.7	65	77	1LE1001-0EA4	15	0.0021	
3	3.45	100 L	2905	9.9		84.6	85.5	84.6	0.84	6.1	2.3	7	3.3	67	79	1LE1001-1AA4	21	0.0044	
4	4.55	112 M	2945	13		85.8	86.2	85.1	0.85	7.9	2.1	8	3.6	69	81	1LE1001-1BA2	27	0.0092	
5.5	6.3	132 S	2950	18		87	88	87.6	0.87	10.5	1.8	6.6	2.9	68	80	1LE1001-1CA0	39	0.02	
7.5	8.6	132 S	2950	24		88.1	88.5	87.6	0.87	14.1	2.2	7.5	3.1	68	80	1LE1001-1CA1	43	0.024	

Fonte: Siemens, 2022

Da tabela 6, é possível obter os seguintes dados:

$$I_n = 3.15A$$

$$I_p/I_n = 6.9 \quad (1)$$

Uma vez que a saída do PLC é na tensão de 220 V, para determinar as características do contactor, será usada essa tensão como base de escolha na tabela 6. Desta forma, o tipo de contactor a ser usado para uma corrente nominal de 3.15A é de 9A, isto é, contactor tipo CWM9, uma vez que não existe um contactor de menor valor. A corrente do fusível máximo do contactor é de 25A.

Tabela 6: Tipos de contactores

 		CWM9		CWM12		CWM18		CWM25		CWM32	
		Contatos auxiliares(NANF): 3 pólos: -10/-01/-11/-22 4 pólos: -00						Contatos auxiliares(NANF): 3 pólos: -00/-10/-01/-11/-22			
											
AC-3 Serviço normal de manobras de motores com rotor gaiola com desligamento em regime	I _n máx. (U _e ≤ 440V) (A)		9	12	18	25	32				
		Potência 60Hz	220V (cv)	3	4	6	8,7	12,5			
			380V (cv)	5,4	7,5	10	16,8	20			
			440V (cv)	6	8,7	12,5	16,8	20			
AC-4 Manobras pesadas, Acionar motores com carga plena; comando intermitente, reversão a plena marcha e paradas por contra-corrente	I _n máx. (U _e ≤ 440V) (A)		5	7	8	12	16				
		Potência 60Hz	220V (cv)	1,5	2	2	4	6			
			380V (cv)	3	4	5	7,5	10			
			440V (cv)	3	5	6	7,5	12,5			
AC-1 Manobras de cargas resistivas puras ou pouco indutivas	I _n = I _n (θ ≤ 55°C) (A)		25	25	32	45	60				
		Potência 50/60Hz	220V (kW)	9,5	9,5	12	17	22,5			
			380V (kW)	16,5	16,5	21	29,5	39,5			
			440V (kW)	19	19	24	34	45,5			
Nº de pólos		3 pólos	4 pólos	3 pólos	4 pólos	3 pólos	4 pólos	3 pólos	4 pólos		
Fusível máximo (g/L/gC) ¹⁾		(A)		25	35	35	50	63			
Cons. Bobina CA em 60Hz "Ligar" / "Ligada" (VA)		70 / 5,5...9,3						115 / 9,5...11			
Cons. Bobina CC "Ligar" / "Ligada" (W)		3,8...7,5 / 3,8...7,5						240 / 6			
Peso CA/CC (kg)		0.360/0.520		0.360/0.520		0.360/0.520		0.390/0.520		0.620 / 0.640	

Fonte: WEG, 2023

O relé de sobrecarga (FT1) para esse contactor, ainda verificando no catálogo da WEG, é o RW27-1D3-U004. A corrente de fusível máximo e do relé de sobrecarga é de 10.

Tabela 7: escolha do relê de sobrecarga

Código	Faixas de Ajuste (A)	Fusível, máx. (gL/gG) ¹⁾
RW27-1D3-D028	1,8...2,8	6
RW27-1D3-U004	2,8...4	10
RW27-1D3-D063	4...6,3	16
RW27-1D3-U008	5,6...8	20
RW27-1D3-U010	7...10	25

Fonte: WEG, 2020

Escolha do fusível

Para escolher o fusível, deve-se tomar em conta o tempo de partida (t) e a corrente de pico (I_p), para que a posterior se verifique a condição de bom funcionamento:

$$I_p = I_n \times \frac{I_p}{I_n} = 3.15A \times 6.9 = 21.74A \quad (2)$$

Tempo de partida = 2s

Para o dimensionamento do fusível, serão levados em consideração os fusíveis do tipo NH.

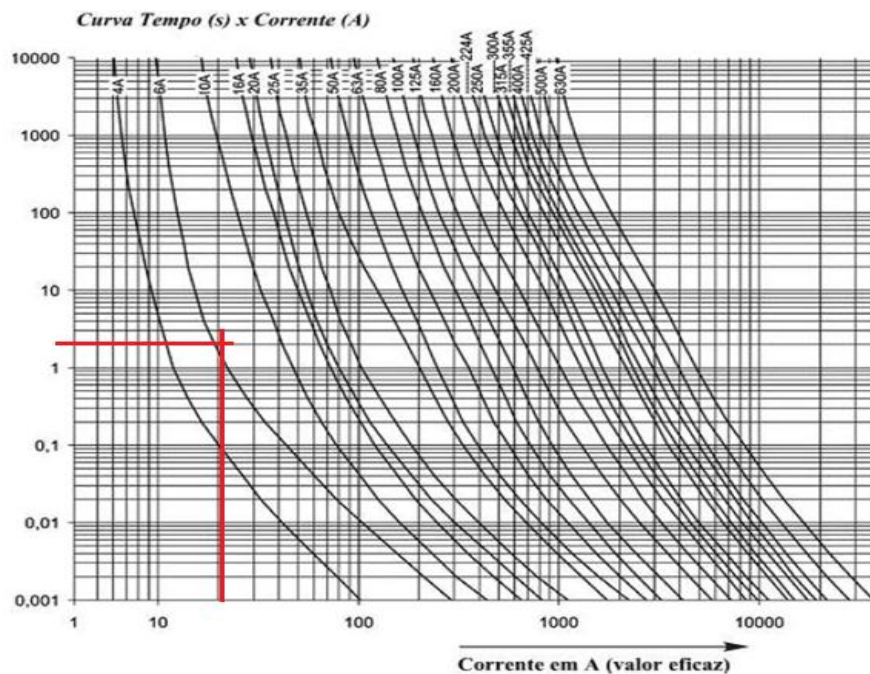


Figura 18: Rscolha do fusível nas curvas de fusíveis do tipo NH

Fonte: WEG, 2023

Usando o gráfico do tempo em função da corrente I_p , é possível verificar que a coordenada se encontra no meio de duas curvas de corrente nominal de fusíveis. Nesse caso, opta-se por se usar a curva imediatamente acima, logo, a corrente nominal do fusível é de 10A.

$$I_f \geq I_n * 1.2 \rightarrow 10A \geq 3.78A \rightarrow \text{verifica} \quad (3)$$

$$I_f \leq I_{fmax}(K) \rightarrow 10A \leq 25A \rightarrow \text{verifica} \quad (4)$$

$$I_f \leq I_{fmax}(FT1) \rightarrow 10A \leq 10A \rightarrow \text{verifica} \quad (5)$$

Como todas as condições de funcionamento adequado dos dispositivos foram satisfeitas usando o fusível do tipo NH de 10^a, foram feitas as mesmas verificações nos restantes motores e, no final, foi possível obter as mesmas protecções contra sobrecargas e contra curto-circuito, excepto para os motores 1, 2 e 5 (Apêndice 25).

3.6. Circuito de potência

Todos os motores envolvidos neste sistema são de indução e apresentam a mesma forma de partida, que nesse caso é a partida directa, seu circuito de potência apresenta a seguinte característica:

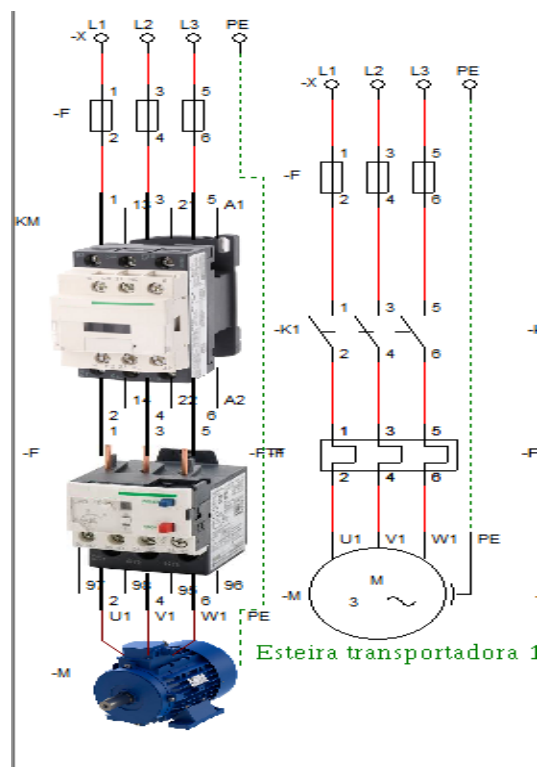


Figura 19 : circuito de potência da esteira transportadora 1
Fonte: O Autor

3.7. Programação do sistema de produção de tapioca

Antes de iniciar a programação, é importante referir que, neste projecto, será usado o PLC da Siemens S7-1200 devido as seguintes razões:

- O S7-1200 possuir um poderoso processador que permite o processamento rápido de sinais e a execução eficiente de tarefas complexas.
- A Siemens ser conhecida por sua reputação de qualidade e confiabilidade. O PLC S7-1200 segue o mesmo padrão, garantindo um funcionamento estável e confiável
- A Siemens fornecer um *software* de programação intuitivo chamado TIA Portal STEP 7, que facilita a criação e manutenção de programas para o S7-1200. Além disso, a Siemens oferece ampla documentação e suporte técnico para ajudar os programadores a resolver problemas rapidamente.

De forma sintética, pode-se dizer que o PLC S7-1200 apresenta as seguintes vantagens: Suporta várias opções de comunicação; Fácil programação; Escalabilidade; Confiabilidade; Bom desempenho.

3.7.1. TIA Portal

O TIA Portal é uma poderosa ferramenta para programação de indústrias, que oferece integração, simplicidade, diagnóstico avançado, flexibilidade, padronização e redução de custos. Seu uso pode trazer benefícios significativos para empresas de diferentes tamanhos e sectores.

Integração: O TIA Portal permite a integração de diversos sistemas e dispositivos, como PLCs, HMI, *drives*, sensores e outros, em uma única plataforma. Isso facilita a comunicação e controle dos equipamentos, resultando em maior eficiência e produtividade.

3.7.2. Recursos da TIA portal

Tendo sido finalizada a indicação do funcionamento do sistema, passa-se à fase do levantamento das variáveis de entrada e de saída do sistema e também da descrição dos dispositivos presentes no programa.

O **programa** é composto por temporizadores, por *latch SR*, saídas, entradas, entradas condicionadas, memórias e por blocos de controle PID.

O **latch RS** é usado para a programação onde se deseja uma memória de uma acção, sendo constituído por duas entradas, entrada *SET* e entrada *RESET*. A entrada *SET* faz com que a saída permaneça activada sempre que receber um pulso enviado. Enquanto a entrada *RESET* faz com que a saída permaneça desactivada sempre que receber um pulso positivo.

A figura 20 apresenta o uso do *latch* no accionamento da bomba de água.

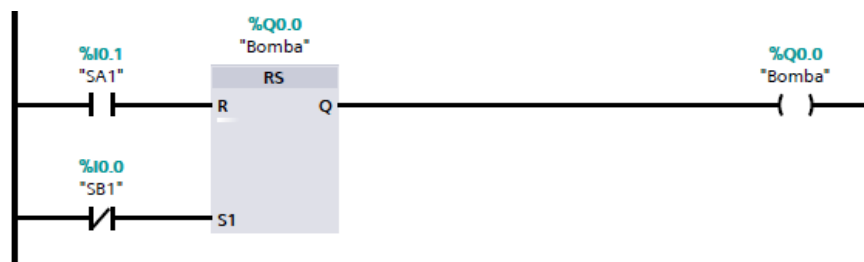


Figura 20: Aplicação do *latch* RS no programa de bombeamento de água

Fonte: O Autor

Onde SA1 e SB1 representam os sensores do nível alto e baixo respectivamente, tomando em conta que este sistema apresenta o funcionamento anteriormente referido.

A **memória** é usada nos programas para que se possa ter um evento memorizado para uso posterior, contudo, a natureza da memória vai depender da aplicação que se deseja, pois ela também pode ser digital ou analógica. A representação do seu endereçamento é feita a partir do símbolo de %M, enquanto as entradas são representadas por %I e as saídas por %Q.

As entradas condicionadas por quantidade são usadas quando se deseja que algum sinal seja disponibilizado mediante o cumprimento de alguma condição de quantidade, que pode ser de igualdade, superioridade ou de inferioridade.

A seguir está representada a aplicação de todos esses recursos no sistema de lavagem.

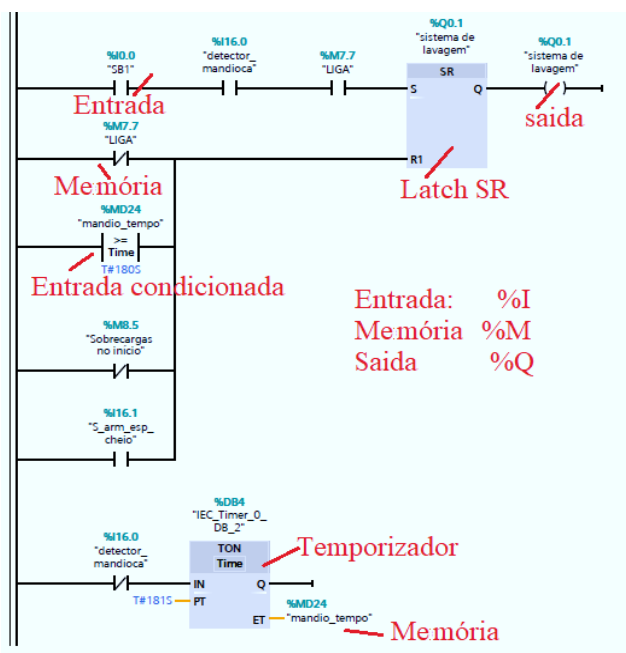


Figura 21: Aplicação de recursos do TIA PORTAL no sistema geral do Início

Fonte: O Autor

Existem vários **temporizadores** presentes na plataforma do TIA PORTAL, entretanto apenas um é efectivamente usado no sistema, que nesse caso é o TON, que representa ao relê temporizado ao trabalho.

3.7.2.1. Controle PID

O controle PID (*Proporcional-Integral-Derivativo*) é um método amplamente utilizado em sistemas de controle industriais e de automação para manter uma variável de processo em um valor desejado (*setpoint*). Ele combina três acções de controle (Ogata, 2010):

Proporcional (P): A acção proporcional gera uma saída do controlador que é proporcional ao erro actual entre o *setpoint* e a variável de processo. Quanto maior o erro, maior a correcção aplicada.

Integral (I): A acção integral acumula o erro ao longo do tempo e adiciona uma correcção proporcional a esse erro acumulado. Isso ajuda a eliminar erros persistentes e garante que o sistema atinja o *setpoint* (SP) com precisão.

Derivativo (D): A acção derivativa antecipa a tendência futura do erro, com base na taxa de variação da variável de processo. Isso ajuda a estabilizar o sistema e a reduzir a oscilação em torno do *setpoint*.

A figura 22 apresenta os parâmetros existentes no controle PID. O controlador PID utiliza esses parâmetros para calcular o sinal de saída MV que actua no processo para minimizar o erro e levar a variável do processo (PV) ao valor desejado (SP). O ajuste adequado das constantes Kp, Ki e Kd é crucial para garantir o desempenho do sistema de controle, como estabilidade, rapidez de resposta e precisão, onde a letra 'E' (Erro) é a diferença entre o SP e o PV ($E = SP - PV$).

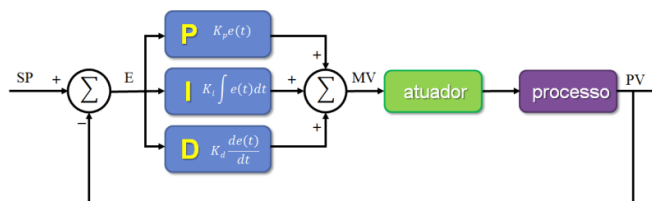


Figura 22: Malha de controle PID
Fonte: Silva, 2017

Na plataforma da TIA portal, é possível usar um bloco contendo esse controlador usando o *PID compact*, que para além de controlar faz a normalização e o escalonamento da entrada, uma vez que ela é analógica. O *PID compact* apresenta o seguinte aspecto:

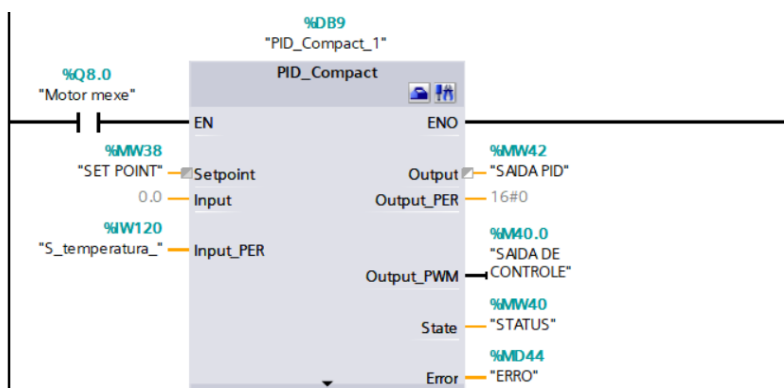


Figura 23: *PID compact* Fonte: O Autor
NB: Toda a programação está no Anexo 12.

CAPÍTULO IV: DISCUSSÕES E ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Este capítulo discute os resultados da simulação do sistema automatizado, analisando seu funcionamento em condições normais, anormais (sobrecargas) e em caso de falta de matéria-prima. Para além disso, apresenta gráficos e tabelas que ilustram o comportamento do sistema em diferentes cenários, incluindo o controle de temperatura do forno.

4. DISCUSSÕES E ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

4.1. Análise da Simulação do sistema

Para se fazer a simulação do projecto, usou-se uma série de técnicas que possibilitam saber quais serão as respostas perante vários cenários, dentre os quais se destacam:

- Sistema em funcionamento Normal;
- Sistema em funcionamento Anormal.

4.1.1. Sistema em funcionamento normal

Quando simulado, o sistema desenhado em *ladder* apresenta o aspecto demonstrado na figura 24. Para o sistema de lavagem os sistemas apresentam várias condicionantes entre elas, a disponibilidade de água no reservatório (SB1), a presença de mandioca e activação do sistema, deste jeito, todas as vezes que foi necessário activar o subsistema de lavagem tinha de se garantir que as condições foram verificadas.

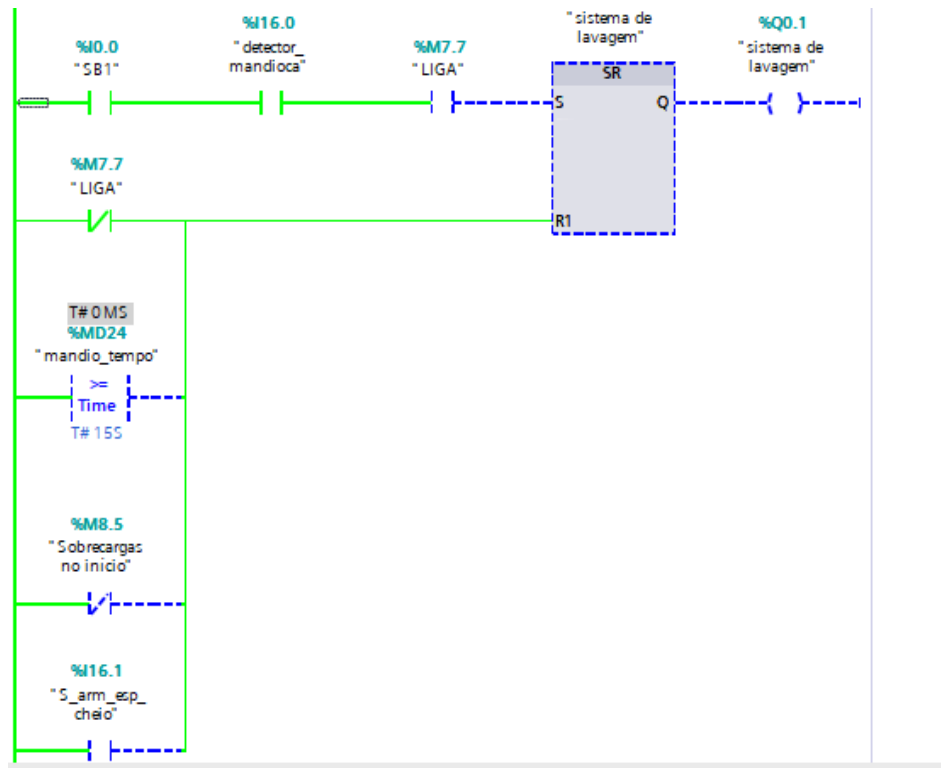


Figura 24: Simulação do subsistema de lavagem

Fonte: O Autor

4.1.1.1. Falta de matéria-prima (mandioca)

Para se simular essa possibilidade, foi importante colocar o sistema a rodar com todas as variáveis de entrada do sistema, permitindo que haja condições para o funcionamento normal, neste caso:

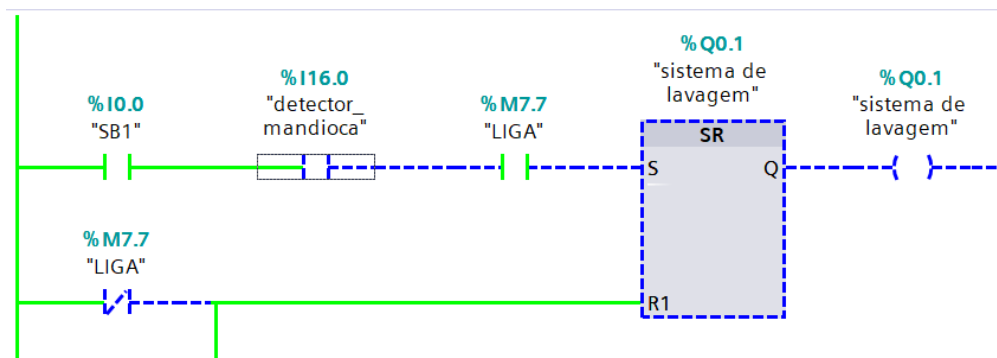


Figura 25: Subsistema de lavagem simulando a ausência de matéria-prima

Fonte: O Autor

Para esse caso, verificou-se que o sistema geral de início não entra em funcionamento, isto é, nem as esteiras transportadoras 1 e 2 nem o descasque nem a secagem entram em funcionamento antes que haja mandioca no sistema, como a imagem abaixo ilustra.

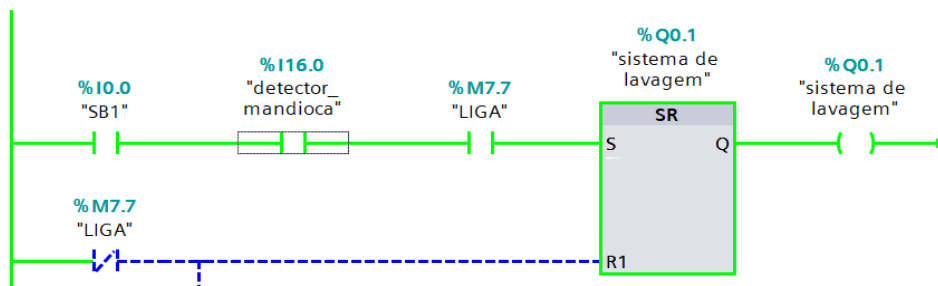


Figura 26: Subsistema de lavagem em funcionamento na presença de mandioca
Fonte: O Autor

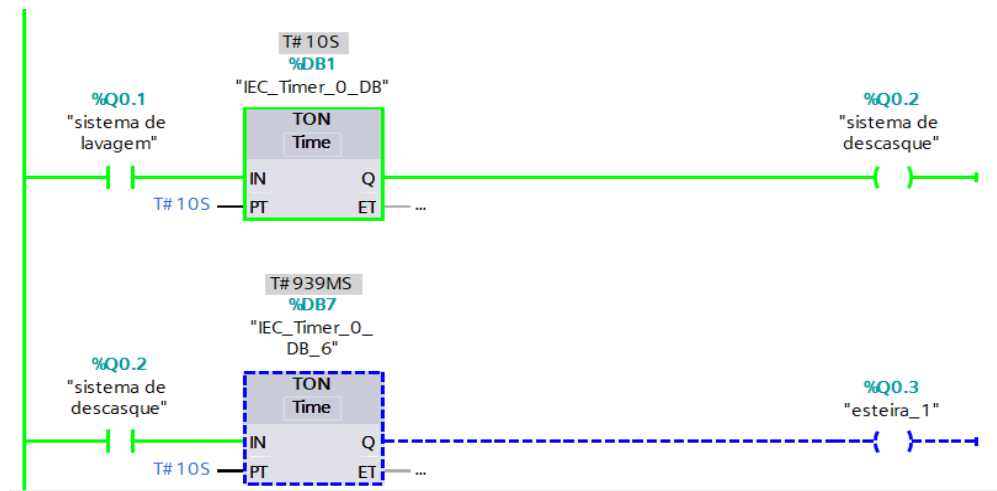


Figura 27: Simulação do subsistema de descasque e a esteira transportadora
Fonte: O Autor

Os resultados obtidos nesta simulação foram os seguintes:

Tabela 8: Resultados obtidos na simulação do sistema na falta e na presença de mandioca

Subsistema	Estado (sem mandioca)	Estado (com mandioca)
Lavagem	Desligado	Ligado
Descasque	Desligado	Ligado (10s depois)
Trituração	Desligado	Ligado (20s depois)
Secagem	Desligado	Ligado (20s depois)
Esteira transportadora 2	Desligado	Ligado (30s depois)

Fonte: O Autor

4.1.1.2. Armazenamentos cheios

Existem dois armazenamentos, o armazenamento final chamado de “armazenamento” e o armazenamento de espera que armazena a mandioca triturada seca temporariamente. Para simular o cenário em que esses armazenamentos estão cheios, foi necessário activar as variáveis que são responsáveis por dar essa informação ao sistema, tal como mostra a figura 28.

Armazenamento de espera Cheio

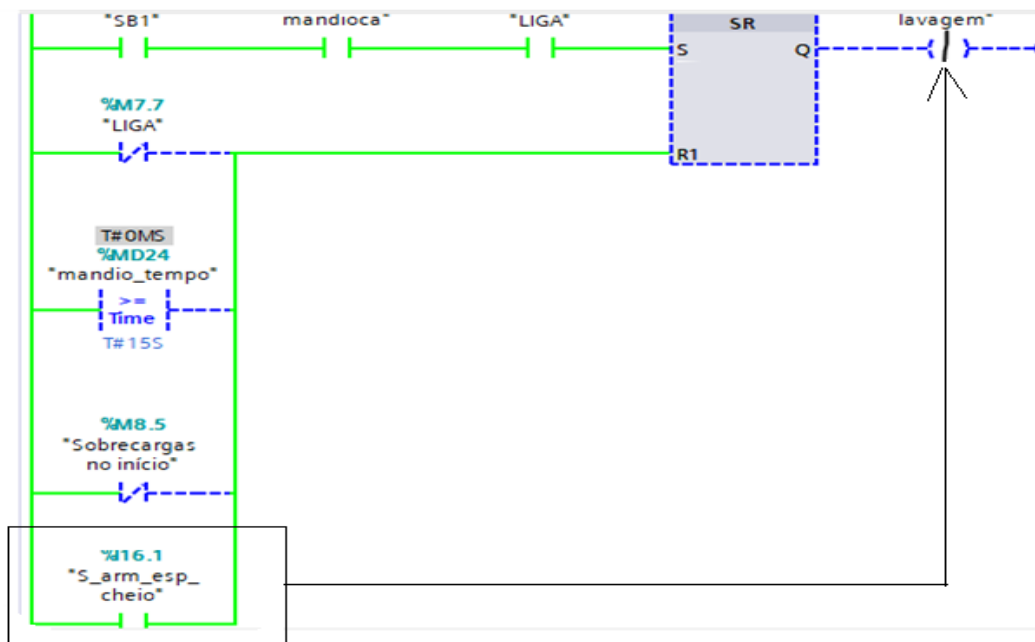


Figura 28: Armazenamento de espera cheio

Fonte: O Autor

Com a simulação do sistema, assumindo que o armazenamento de espera está cheio, obteve-se os seguintes resultados:

Tabela 9: Resultados obtidos no sistema quando o armazenamento de espera está cheio

Resultados obtidos no sistema quando o armazenamento de espera estava cheio	
Subsistema	Estado
Lavagem	Desligado
Descasque	Desligado
Trituração	Desligado
Secagem	Desligado

Fonte: O Autor

Armazenamento final Cheio

Quando o Armazenamento final não estava cheio, o sistema apresentou o seguinte funcionamento:

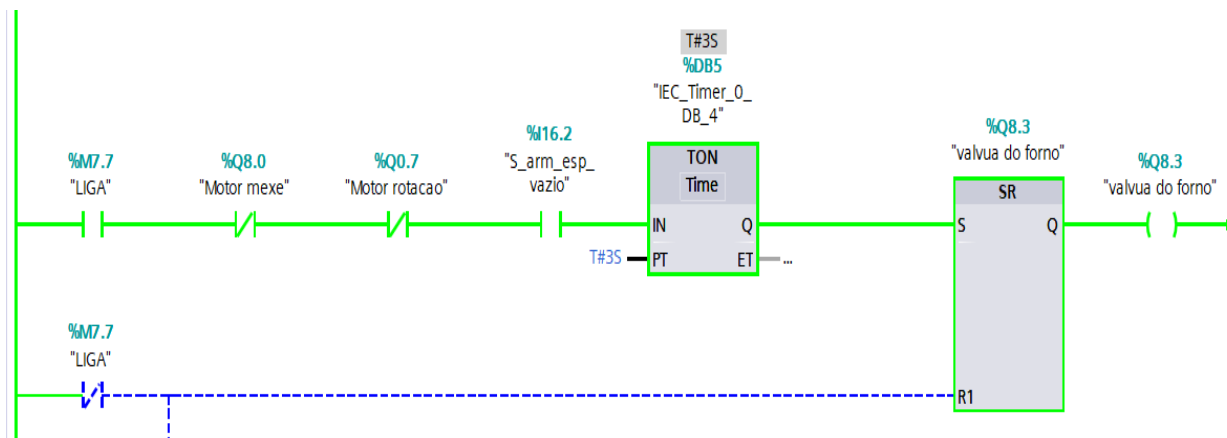


Figura 29: Simulação da válvula do armazenamento de espera para o forno
Fonte: O Autor

Com esta simulação, foi possível observar que a válvula de dosagem da mandioca triturada seca no forno funciona quando o armazenamento final não está cheio, ao passo que quando o armazenamento final estava cheio, o sistema geral do fim ficou desligado e o sistema geral do início fica indiferente, que resultou na produção da seguinte tabela de resultados:

Tabela 10: Resultados obtidos na simulação da válvula do armazenamento de espera para o forno

Subsistema	Estado (Armazenamento cheio)	Estado (Armazenamento não cheio)
Válvula	Desligado	Ligado
Forno	Desligado	Ligado (10s depois)
Esteira transportadora 3	Desligado	Ligado (15 min depois)
Sistema geral do Inicio	Indiferente	Indiferente

Fonte: O Autor

4.1.1.3. Controle de temperatura

A temperatura ideal de funcionamento é de 150 graus Celsius, que corresponde ao *setpoint*. Assim, para a simulação do cenário de controle de temperatura usando o controle PID no sistema, com a aplicação da entrada em forma de rampa e a variação da entrada foram escolhidos dois estados: arrefecido e aquecido. O gráfico da Figura 30 mostra os elementos do sistema de controle de temperatura, onde a saída (*output*) é medida em porcentagem, e a entrada (*Input*) e referência (*setpoint*) em graus celsius. Com a simulação feita, é possível verificar que, quando o forno começa a funcionar, a potência que é entregue na saída é de 100% e, quando o sistema se encontra mais próximo do *setpoint* e o sinal de entrada se encontra na referência, a potência de saída aproxima-se de 0, como é ilustrado na Figura 31.

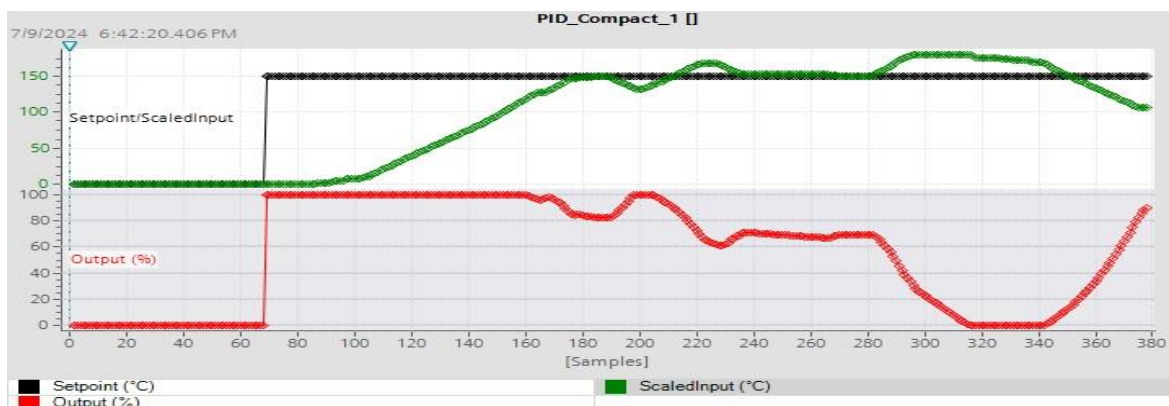


Figura 30: Simulação do controle de temperatura no forno
Fonte: O Autor

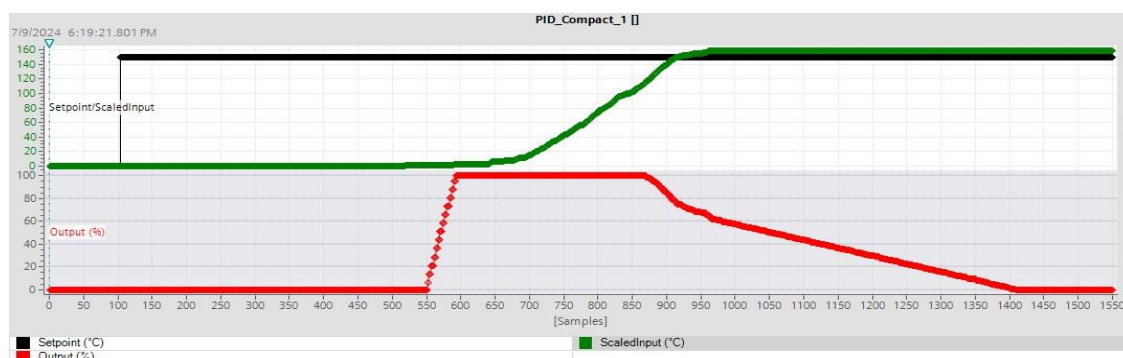


Figura 31: entrada em rampa para o controle de temperatura
Fonte: O Autor

Análise dos resultados

As simulações permitem chegar ao seguinte funcionamento:

No funcionamento normal, o sistema de produção de tapioca opera de forma sequencial e automatizada. A mandioca é inserida no sistema de lavagem, onde é limpa e transportada para o descascador. Em seguida, a mandioca descascada é triturada e seca, sendo armazenada temporariamente. Quando o armazenamento de espera atinge sua capacidade máxima, a mandioca seca é transferida para o forno, onde é torrada por um período de 15 minutos a uma temperatura constante de 150°C. Após a torrefacção, a tapioca pronta é transportada para o armazenamento final.

O sistema é monitorado por sensores que garantem o correcto funcionamento de cada etapa. Sensores de nível controlam o fornecimento de água ao sistema de lavagem e descasque, enquanto sensores capacitivos detectam a presença de mandioca nos diferentes estágios do processo. Além disso, um sensor de temperatura garante que o forno opere na temperatura ideal para a torrefacção da tapioca.

Em caso de falta de matéria-prima, o sistema geral de início (lavagem, descasque, trituração e esteiras transportadoras) é interrompido automaticamente para economizar energia. O sistema só é reiniciado quando a mandioca é detectada no sistema de lavagem.

Quando o armazenamento de espera está cheio, o sistema geral de início também é interrompido para evitar o acúmulo de mandioca triturada e seca. O sistema é reiniciado quando o nível do armazenamento de espera diminui, permitindo que a mandioca seca seja transferida para o forno.

Se o armazenamento final estiver cheio, o sistema geral do fim (forno, esteira transportadora 3 e armazenamento final) é desactivado para evitar que a tapioca pronta transborde. Entretanto, o sistema geral do início continua funcionando, sendo a mandioca seca armazenada temporariamente no armazenamento de espera até que o armazenamento final seja esvaziado.

4.1.2. Sistema em funcionamento anormal.

- **Sobrecarga no sistema geral de início**

A sobrecarga no sistema geral do início, que abrange os subsistemas de lavagem, descasque, trituração e as esteiras transportadoras 1 e 2, pode causar danos à maquinaria. Para analisar o comportamento do sistema em caso de sobrecarga, foi simulado um cenário com a actuação do relé de sobrecarga do motor do sistema de lavagem. O sistema respondeu rapidamente, desactivando todo o sistema geral do início, conforme esperado. Este cenário é verificado na Figura 32.



Figura 32: Sobrecargas nos sistemas gerais do fim e do início

Fonte: O Autor

O sistema foi afectado por uma sobrecarga no sistema de lavagem, assim, os resultados obtidos são os representados na tabela 11:

Tabela 11: Resultados obtidos na simulação de uma sobrecarga no subsistema de lavagem

Resultados obtidos na simulação de uma sobrecarga no subsistema de lavagem	
Subsistema	Estado
Lavagem	Desligado
Descasque	Desligado
Trituração	Desligado
Secagem	Desligado

Fonte: O Autor

- **Sobrecarga no sistema geral do fim**

O sistema geral do fim, composto pelo forno e transportadora 3, desempenha um papel fundamental no processo de produção de tapioca. Para garantir a eficiência e

confiabilidade do sistema, é crucial analisar possíveis cenários de sobrecarga, como no motor de rotação do forno. Uma sobrecarga nesse motor pode ocorrer devido à dosagem incorrecta da tapioca, dificultando a rotação e comprometendo o funcionamento do sistema. A análise do comportamento do sistema perante a ocorrência de uma avaria por sobrecarga é essencial para desenvolver estratégias de prevenção e mitigação, garantindo a continuidade da produção e a qualidade do produto final. Desta forma, abaixo estão os resultados obtidos na simulação:

Tabela 12: Resultados obtidos na simulação de uma sobrecarga no subsistema de lavagem

Resultados obtidos na simulação de uma sobrecarga no forno	
Subsistema	Estado
Sistema geral do Início	Indiferente
Válvula do forno	desligado
Motores do forno	Desligado
Esteira transportadora 3	Desligado

Fonte: O Autor

Análise dos resultados obtidos

Em caso de sobrecarga no sistema geral do início, o controlador responde desactivando todo o sistema geral do início para evitar danos aos equipamentos. Essa medida de segurança garante que a produção seja interrompida em caso de falhas, protegendo a integridade do sistema e dos operadores.

Se a sobrecarga ocorrer no sistema geral do fim, este também é desactivado para evitar danos ao forno e à esteira transportadora 3. No entanto, o sistema geral do início continua funcionando, e a mandioca seca é armazenada temporariamente no armazenamento de espera até que a sobrecarga seja resolvida.

4.1.3. Sistema fora de serviço

Esse cenário trata da possibilidade de o sistema, de alguma forma, ir abaixo durante o seu uso devido a alguma falha numa das fases do projecto. Se os equipamentos do sistema forem bem manuseados, estes cenários podem ser descritos como improváveis,

4.1.4. Considerações e limitações da simulação do sistema.

O sistema apresenta o funcionamento esperado na projecção dos subsistemas, porém há que se ter em consideração que se trata de simulação e que não se tem as máquinas físicas para se apurar certas condições de funcionamento, contudo, as máquinas envolvidas estão disponíveis para a compra em *sites* identificados. Constatou-se em simulação o funcionamento adequado de todo o sistema. As variáveis de saída respondem de forma rápida e o sistema está simplificado, o que facilitará a manutenção em caso de remodelação ou actualização.

CAPÍTULO V: ESTUDO DA IMPLEMENTABILIDADE DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE TAPIOCA NA PROVÍNCIA DE INHAMBANE.

Este capítulo avalia a viabilidade económica do projecto, analisando a demanda, oferta, preços e marketing da tapioca. Aborda os custos de implementação do sistema, incluindo equipamentos e software. Analisa os riscos envolvidos, como flutuações no mercado, questões técnicas e desafios financeiros, e propõe estratégias de mitigação.

5. ESTUDO DA IMPLEMENTABILIDADE DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE TAPIOCA NA PROVÍNCIA DE INHAMBANE.

A implementabilidade de um projecto pode ser definida como o grau em que um plano, programa ou projecto pode ser colocado em prática com sucesso. Para apoiar esta definição, seguem três definições de diferentes autores:

- **Pressman (2006)** define a implementabilidade como a capacidade de um sistema ser implementado em um ambiente específico, levando em consideração os recursos disponíveis, as restrições técnicas e as necessidades dos usuários.
- **Cooper (2001)** define a implementabilidade como a capacidade de um projecto ser executado de forma eficaz e eficiente, atingindo os objectivos estabelecidos dentro do prazo e do orçamento previsto.

No contexto do projecto de automação da produção de tapioca, a implementabilidade refere-se à capacidade de colocar em prática o sistema projectado em Inhambane, considerando os recursos locais, a disponibilidade de tecnologia, a aceitação da comunidade e o estudo de viabilidade.

5.1. Análise de Mercado

5.1.1. Demanda

- **Local:** A tapioca é um alimento tradicional em Moçambique, com demanda crescente devido à sua versatilidade e valor nutricional, segundo dados obtidos nos inquéritos feitos aos produtores de tapioca.
- **Regional:** A região da África Austral apresenta um mercado potencial para exportação de tapioca, impulsionado pelo crescimento populacional e pela mudança nos hábitos alimentares.
- **Tendências:** A tapioca vem ganhando popularidade como ingrediente em diversos produtos alimentícios e industriais, como pães, biscoitos, adesivos e bioplásticos.

5.1.2. Oferta:

- **Concorrência:** A produção de tapioca em Moçambique é predominantemente artesanal e em pequena escala. A introdução de um sistema automatizado pode oferecer vantagens competitivas em termos de qualidade, eficiência e capacidade de produção.
- **Importações:** Moçambique importa tapioca de outros países, o que indica um mercado interno pouco explorado que pode ser explorado pela produção local.

5.1.3. Preço

- **Local:** O preço da tapioca varia de acordo com a região de produção, evidenciando uma tendência de aumento à medida que se aproxima de Maputo. Em Lionzuane, o quilo é vendido a 45 MZN, na cooperativa Samora Machel, em Inharime, a 55 MZN, e em Mandlacaze, Gaza, a 60 MZN. A produção automatizada pode otimizar a produção, permitindo a oferta de produtos de alta qualidade a preços competitivos, o que pode beneficiar tanto produtores como consumidores.

Exportação: Os preços de exportação da tapioca são influenciados pela demanda internacional e pelos custos de transporte. A África do Sul, segundo João Cossa, um dos produtores de tapioca abrangidos no inquérito, é um dos consumidores da tapioca vendida em Inhambane e apresenta uma tendência

crescente na aquisição do produto ao mesmo preço que um comprador nacional, tirando o valor de exportação.

5.1.4. Marketing

- **Local:** A promoção da tapioca e seus subprodutos, como mencionado no Capítulo I, pode ser impulsionada por campanhas de marketing que destaquem seus benefícios nutricionais e a crescente demanda por esses produtos, evidenciada pelo interesse observado nos inquéritos realizados. O marketing local apresenta um cenário optimista para a tapioca e seus derivados, com potencial de crescimento no mercado.
- **Exportação:** A participação em feiras e eventos internacionais, bem como o desenvolvimento de parcerias com distribuidores e importadores, são estratégias importantes para aceder aos mercados externos.

5.2. Análise Financeira

- **Investimento Inicial:** O investimento inicial inclui os custos de construção da fábrica, aquisição de equipamentos, capital de giro e outros custos pré-operacionais.
- **Custos de Produção:** Os custos de produção incluem os custos variáveis (matéria-prima, mão-de-obra directa, energia) e os custos fixos (salários fixos, depreciação, aluguel).
- **Receitas:** As receitas serão geradas pela venda de tapioca e seus derivados no mercado interno e externo. A projecção de receitas deve considerar o preço de venda, a capacidade de produção e a demanda de mercado

Fluxo de Caixa: O fluxo de caixa projectará as entradas e saídas de caixa da fábrica ao longo do tempo, permitindo avaliar a capacidade de gerar caixa para cobrir os custos e gerar lucro.

5.3. Custo de implementação do sistema e suas implicações

O sistema projectado apresenta diversos dispositivos e máquinas essenciais para a produção de tapioca. Cada dispositivo possui um valor de mercado específico e a análise

prévia dos preços permite uma conclusão preliminar dos custos do mesmo e dos valores a despendar para a implementação do sistema:

Fonte: O Autor, 2024, câmbio do dia 07 de Julho de 2024 1 USD=63.2 MZN

Tabela 13: Preços de dispositivos e máquinas

<i>Item</i>	QTD	Preço Unit. (USD)	Preço total (USD)	Preço total (MZN)
Máquina de secar	1	2400	2400	151 680
Máquina de lavar	1	4500	4500	284 400
Máquina de descasque	1	4500	4500	284 400
Máquina de trituração	1	1500	1500	94 800
Armazém de espera	1	600	600	37 920
Armazenamento final	1	1000	1000	63 200
Forno	1	4200	4200	265 440
Esteira transportadora	3	799	2397	151 490.4
Válvula solenóide eléctrica	3	30	90	5 688
Sensor capacitivos	5	1.8	9	568.8
Sensor de nível	1	1.5	1.5	94.8
Plc	1	220	220	13904
Computador industrial	1	1000	1000	63200
Software de supervisão TIA Portal	1	200	200	12640
Bomba de água	1	500	500	31600
Tanque de água	1	285.7142857	285.7142857	18057.14
Base do tanque	1	428.5714286	428.5714286	27085.71
Contactores de 220v	10	9.142857143	91.42857143	5778.286
Botoeiras	4	0.214285714	0.857142857	54.17143
Lâmpadas sinalizadoras	12	9.142857143	109.7142857	6 933.943
Relés	12	9	108	6 825.6
Outros 10%	---	----	2403.378571	151 893.5
Total			26545.16429	1 677 654

5.3.1. Análise dos preços e pré-estudo de viabilidade económica do sistema

5.3.1.1. Receitas

Os inquéritos feitos revelaram que os preços de aquisição da tapioca variam de região para região, com uma tendência crescente no preço à medida que se aproxima da capital, com preços variando de 45 Mts a 60 Mts. Desta forma, pode-se obter o valor total que se pode ganhar ao vender a tapioca produzida. O preço mais predominante entre os

centros de processamento é de 55 Mts sendo que a capacidade de produção da fábrica é de 150 000 quilogramas por 10 horas, dessa forma, o valor que se ganha por dia é:

$$\text{Receita diária (cenário conservador): } 10 \text{ horas/dia} * 150 \text{ kg/hora} * 55 \text{ Mts/kg} = 82.500,00 \text{ Mts/dia} \quad (6)$$

Considerando o pior dos cenários, esse valor já é bastante animador. Analisando agora o caso mais optimista, que seria vender toda a produção diária, ter-se-á o seguinte:

Capacidade de produção: 150 kg de tapioca por hora.

Tempo de produção: 10 horas por dia (cenário conservador) ou 24 horas por dia (cenário optimista).

Preço de venda: 55 Mts por quilograma de tapioca.

$$\text{Receita diária (cenário optimista): } 24 \text{ horas/dia} * 150 \text{ kg/hora} * 55 \text{ Mts/kg} = 198.000,00 \text{ Mts/dia} \quad (7)$$

Também apresenta valores animadores, mostrando que o valor bruto que a indústria pode produzir é realmente alto. No entanto, é necessário ainda considerar uma série de factores de produção, como por exemplo, a aquisição da matéria-prima, o transporte, entre outros.

5.4. Estudo de viabilidade económica

O estudo de viabilidade desta proposta encontra-se no Apêndice 3, no qual, para um investimento inicial de 13,817,497.75 Mts, obtém-se os seguintes resultados:

Tabela 14: Indicadores Financeiros

Indicadores	
Indicador	Valor
VAL	49,415,078.47MZN
TIR	109%
RBC	4.93
PAYBACK	2.38

Autor: O autor

Os indicadores financeiros do projecto de automação da produção de tapioca em Inhambane demonstram um investimento altamente atractivo:

- **VAL (Valor Actual Líquido):** O VAL positivo de 49.415.078,47 MZN no cenário conservador.
- **TIR (Taxa Interna de Retorno):** A TIR de 109% supera em muito a taxa de desconto (custo de oportunidade) de 10%, indicando um retorno excepcional sobre o investimento.
- **RBC (Relação Benefício-Custo):** O RBC de 4,93 significa que, para cada unidade monetária investida, o projecto retorna quase cinco unidades monetárias, demonstrando alta rentabilidade.
- **Payback:** O período de *payback* de 2,38 anos indica que o investimento inicial será recuperado em menos de dois anos e meio, um período relativamente curto, tornando o projecto ainda mais atractivo.

Os indicadores financeiros apontam para um investimento altamente rentável e promissor, com potencial para gerar lucros significativos em um curto período de tempo.

5.4.1. Análise de Riscos:

- **Riscos de Mercado:** Flutuações nos preços da mandioca, concorrência de outros produtores e mudanças nas preferências dos consumidores.
- **Riscos Técnicos:** Falhas nos equipamentos, problemas no processo produtivo e dificuldades na obtenção de peças de reposição.
- **Riscos Financeiros:** Variações nas taxas de câmbio, inflação e dificuldade em obter financiamento.
- **Riscos Legais e Ambientais:** Mudanças na legislação, obtenção de licenças e autorizações, e impactos ambientais da produção.

5.4.2. Mitigação de Riscos

- **Mercado:** Diversificação de produtos, desenvolvimento de novos mercados e contractos de fornecimento de mandioca a preços pré-fixados.

- **Técnico:** Manutenção preventiva dos equipamentos, treinamento da equipe e estoque de peças de reposição.
- **Financeiro:** Contratação de seguros, busca de fontes alternativas de financiamento e planeamento financeiro conservador.
- **Legal e Ambiental:** Cumprimento rigoroso da legislação, obtenção de todas as licenças e autorizações necessárias, e adopção de práticas sustentáveis na produção.

5.5. Nível de aceitação do projecto pela comunidade

Quando questionados se desejavam que esse projecto fosse implementado na província, todos os inquiridos acerca da produção da tapioca de forma automatizada responderam de forma positiva e alguns justificaram a resposta apontando os benefícios que esse sistema traria à comunidade no geral.

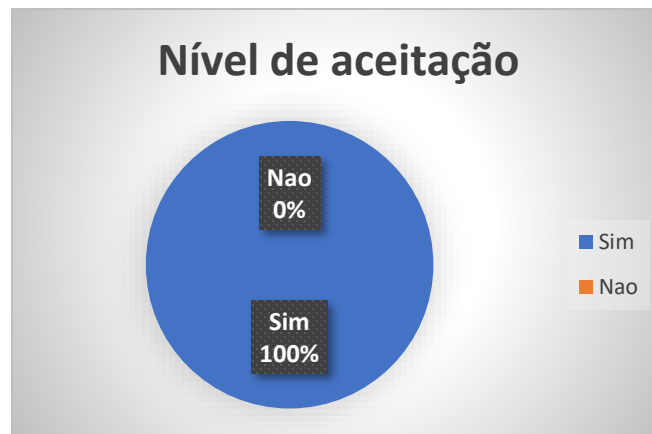


Figura 33: Nível de aceitação

Fonte: O Autor

5.6. Análise comparativa do sistema automatizado com a maior fábrica de Inhambane

A implementação do sistema automatizado pode transformar a produção de tapioca em Inhambane, tornando-a mais eficiente, competitiva e rentável, conforme a tabela 15 mostra:

Tabela 15: Análise comparativa da produção de tapioca

Aspecto	Sistema automatizado (proposta)	Cooperativa Josina Machel
Produção	Sistema automatizado com capacidade de 150 kg/h	Processo parcialmente manual com produção de 250-400 kg/dia
Mão-de-obra	2 Pessoas para supervisionar o processo.	10 Membros envolvidos na produção.
Eficiência	Sistema otimizado com controle preciso de cada etapa.	Processo com etapas manuais, sujeito a variações e menor controle
Esforço Físico	Eliminação de tarefas manuais intensivas.	Tarefas manuais como descasque e trituração, causando dores e fadiga.
Custos de Produção	Potencial para redução de custos com mão-de-obra e otimização do processo.	Custos com energia, água, gás e transporte, além de pagamento de salários.
Oportunidades de Negócio	Criação de novas fontes de renda e emprego, como prestação de serviços de processamento e reaproveitamento de subprodutos.	Produção de subprodutos como amido, fertilizantes e pesticidas, mas em menor escala.
Sustentabilidade e	Potencial para tratamento de águas residuais e reaproveitamento de subprodutos.	Impactos ambientais do processo produtivo e descarte de resíduos.
Qualidade do Produto	Maior controle de qualidade em todas as etapas.	Processo parcialmente manual, com menor controle de qualidade.
Expansão do Mercado	Potencial para atender à demanda crescente em Maputo e exportar para outros países.	Venda local e em pequena escala para Maputo, Beira e África do Sul.

Fonte: O autor

5.7. De que forma deve ser feito o projecto de um sistema automatizado na base de PLC para a produção de tapioca na província de Inhambane?

O projecto de um sistema automatizado na base de PLC para a produção de tapioca em Inhambane deve ser feito considerando as etapas de lavagem, descasque, trituração, secagem, torra e armazenamento da mandioca, conforme detalhado no Capítulo III. A automação deve abranger o controlo de motores, válvulas e sensores, utilizando um PLC Siemens S7-1200 e o *software* TIA Portal para gerenciar o processo de forma eficiente e segura, como descrito no Capítulo III. O sistema deve ser projectado para atender à demanda local, com capacidade de produção de 150 kg/h, e considerar as condições específicas da região, como a disponibilidade de energia e água, conforme discutido no Capítulo V. A implementação do sistema automatizado trará benefícios, tais como o aumento da produtividade, a redução do esforço físico, a melhoria da qualidade do produto e a criação de novas oportunidades de negócio na região, como por exemplo a prestação de serviços de processamento de mandioca para produtores locais (mencionado no presente capítulo).

CAPÍTULO VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresenta as limitações do projecto, como o foco na automação e a falta de testes práticos, e faz recomendações para pesquisas futuras e implementação, como a colaboração com engenheiros mecânicos e o estudo de impacto ambiental. E apresenta as conclusões do trabalho, destacando os resultados alcançados e o potencial do sistema automatizado para otimizar a produção de tapioca em Inhambane.

6. Limitações

Apesar de apresentar um sistema automatizado promissor para a produção de tapioca em Inhambane, o projecto possui algumas limitações que devem ser consideradas:

- **Foco na automação e controle:** O projecto concentra-se principalmente nos aspectos eléctricos e de programação da automação, não abordando em detalhe o projecto mecânico e a construção da fábrica. A implementação prática exigiria a colaboração com engenheiros mecânicos e outros especialistas para projectar e construir as máquinas e estruturas necessárias.
- **Sistema eléctrico não dimensionado a rigor:** Devido à falta de dados eléctricos completos das máquinas estrangeiras, o projecto apresenta a limitação de não ter um sistema eléctrico dimensionado com rigor. Isso pode comprometer a eficiência energética do sistema, uma vez que a escolha de componentes e dispositivos de protecção depende de informações precisas sobre as características eléctricas das máquinas.
- **Ausência de testes com máquinas reais:** A simulação do sistema no TIA Portal foi fundamental para validar o projecto, mas não substitui testes com máquinas reais. A implementação prática pode revelar desafios e ajustes necessários no sistema de controlo e na programação do PLC.

O projecto apresenta um sistema automatizado promissor para a produção de tapioca em Inhambane, mas suas limitações devem ser consideradas na implementação prática. Para garantir o sucesso e a sustentabilidade do projecto, é imprescindível realizar um

estudo mais aprofundado, que incluía o projecto mecânico, uma pesquisa de campo mais ampla, testes com máquinas reais e uma análise detalhada dos custos e riscos.

7. Conclusão

Este trabalho teve como objectivo principal projectar um sistema automatizado baseado em PLC para a produção de tapioca em Inhambane, Moçambique. Para alcançar esse objectivo, foram realizados levantamentos de dados sobre o processo produtivo da tapioca, incluindo pesquisas bibliográficas e inquéritos aos produtores e consumidores locais. Com base nessas informações, foram projectados os subsistemas de produção, o sistema de controle baseado em PLC Siemens S7-1200 e a programação utilizando o *software* TIA Portal.

A simulação do sistema permitiu verificar o funcionamento do sistema em diferentes cenários, tais como a presença e ausência de mandioca, armazenamentos cheios e sobrecargas. Os resultados da simulação foram positivos, demonstrando a eficácia do sistema automatizado no controle das etapas de produção, na detecção de falhas e na optimização do processo.

O estudo de implementabilidade indicou um alto potencial de retorno financeiro para o projecto, impulsionado pela crescente demanda por tapioca e seus derivados. No entanto, desafios como o investimento inicial e a gestão de riscos precisam ser cuidadosamente considerados em estudos futuros.

Deste jeito, o trabalho alcançou os seus objectivos ao projectar um sistema automatizado eficiente e implementável para a produção de tapioca em Inhambane. A implementação desse sistema tem o potencial de aumentar a produtividade, reduzir o esforço físico dos trabalhadores, melhorar a qualidade do produto e gerar novas oportunidades de negócio na região, contribuindo para o desenvolvimento económico e social do país.

8. Recomendações

Dado que este sistema é inédito no país, algumas recomendações são cruciais para a sua implementação:

- **Localização e Tratamento de Resíduos:** A fábrica deve ser instalada em um local fechado, equipado com sistema de drenagem e tratamento de águas residuais provenientes da lavagem e descasque da mandioca.
- **Aproveitamento do Líquido da Secagem:** O líquido resultante da secagem da mandioca pode ser reaproveitado para a produção de pesticidas, diversificando a produção e gerando renda adicional.
- **Produção Local de Equipamentos:** A importação de equipamentos pode gerar custos elevados. Recomenda-se o estudo da viabilidade de produção das máquinas localmente, reduzindo custos e fomentando a indústria nacional.
- **Manutenção Preventiva:** Apesar da simplicidade do sistema, com apenas um botão de *START* e *STOP*, é fundamental realizar manutenções preventivas periódicas para garantir o desempenho e a vida útil dos equipamentos.

A implementação dessas recomendações pode otimizar o sistema, reduzir custos, promover a sustentabilidade e garantir o sucesso do projecto a longo prazo.

9. Bibliografia

- Aström, K. J., & Hägglund, T. (2006). Advanced PID Control (2ª ed.). ISA - The Instrumentation, Systems, and Automation Society.
- Bignell, J. W., & Donovan, R. L. (2006). Controladores Lógicos Programáveis (PLCs).
- Claiton Moro (2008). Acionamentos Electricos (4ª ed) Editora Érica.
- Conceito de tapioca (2016). <https://conceito.de/tapioca> Acessado em: (15 de abril de 2024)
- Cooper, R. G. (2001). Winning at new products: Accelerating the process from idea to launch (3rd ed.). Perseus Publishing.
- Doing Holdings. (2018). Cassava flour drying machine cassava starch dryer cassava drying equipment. <https://doinggroup.en.alibaba.com/product/1600130951795-805982473/Cassava-flour-drying-machine-cassava-starch-dryer-cassava-drying-equipment.html>. Acessado em: (10 de Março de 2024).
- Dornelas, J. C. A. (2012). Empreendedorismo: transformando ideias em negócios.
- DW África. (2020). África. <https://www.dw.com/pt-002/áfrica/s-c3-a1> Acessado em: (13 de Março de 2024).
- Ecid, 2022, Modulo2-Aula-1-CLP-1 <https://pt.scribd.com/document/560581933/Modulo2-Aula-1-CLP-1>. Acessado em: (10 de abril de 2024)
- Gazeta do Povo. (2023). <https://www.gazetadopovo.com.br/> Acessado em: (15 de abril de 2024)
- Google map, <https://www.googlemap.com> acessado em: (15 de abril de 2023)
- Francislei J. Silva (2017) <https://www.facebook.com/photo/?fbid=1501800806541260&set=a.404953599559325>. (20 de junho de 2024)
- Hisrich, R. D., Peters, M. P., & Shepherd, D. A. (2014). Empreendedorismo.

- Leal, K. (2023) <https://www.tuasaude.com/farinha-de-mandioca/>. Acessado em: (10 de abril de 2024)
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2012). Administração de marketing.
- Marcelo Eurípedes da Silva, AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL- <https://pt.scribd.com/document/427268300/automacao-industrial> . Acessado em 10 de Marco de 2023
- Maria Dulce Soares Lopes (2018). Analise de Projectos de Investimentos (4ª ed). U porto Editorial
- Mendes, R. M. (2021). Programação de CLPs: Métodos e Técnicas (Vol. 1). Editora Scienza.
- Metr pole. (2020). Aula 7 - Controlador Lógico Programável. <https://www.metrooledigital.ufrn.br/aulas/disciplinas/automacao-eleto-hidraulica-e-pneumatica/aula-7-controlador-logico-programavel> Acessado em: (06 de junho de 2024).
- Mocomoque. (2022). Apontamentos de máquinas de elevação e transporte.
- Mundo da Elétrica. (2022). Controladores Lógicos Programáveis (CLP). <https://www.mundodaeletrica.com.br/controladores-logicos-programaveis-clp/> Acessado em: (10 de abril de 2024).
- Nike. (2020). <https://www.nike.com.br/> Acessado em: (27 de abril de 2024).
- Ogata, K. (2010). Engenharia de Controle Moderno (5ª ed.). Pearson Prentice Hall.
- País. (2023). Inhambane terá fábrica de produção de pão com base na mandioca. <https://opais.co.mz/inhambane-tera-fabrica-de-producao-de-pao-com-base-na-mandioca/> Acessado em: (15 de maio de 2024).
- Pinterest. (2020). <https://www.pinterest.com/> Acessado em: (14 de Março de 2024).
- Plctechician. (2022). <https://plctechician.com/> Acessado em: (10 de Março de 2024).

- Portal do Governo da Província de Inhambane. (2023). Produção de mandioca em Inhambane. <https://www.inhambane.gov.mz/index.php/por/Informacao/Noticias-da-Provincia/Producao-de-mandioca-em-Inhambane> Acessado em: (06 de maio de 2024).
- Pressman, R. S. (2006). Engenharia de Software (6ª ed.). McGraw Hill.
- ProSul apoia cadeia de valor da mandioca em Gaza e Inhambane: <https://www.agricultura.gov.mz/prosul-apoia-cadeia-de-valor-da-mandioca-em-gaza-e-inhambane/> Acessado em: (11 de Abril de 2024).
- Rádio Moçambique. (2023). Inhambane quer incrementar produção de mandioca. <https://www.rm.co.mz/inhambane-quer-incrementar-producao-de-mandioca/>. (11 de Abril de 2024).
- Sahlman, W. A. (1997). How to write a great business plan. Harvard Business Review
- Siemens. (2022). TIAPortal. <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industrial-automation/automation-software/tia-portal.html> Acessado em: (13 de maio de 2024).
- Tecnomaquinas. (2020). Máquina de secar polvilho. <https://www.tecnomaquinas.com.br/produtos/maquina-de-secar-polvilho> Acessado em: (15 de maio de 2024).
- TSE4ALLM, (2020). <https://www.tse4allm.org.mz/index.php/en/midia/com-o-apoio-da-unido-a-cooperativa-josina-machel-em-inhambane-vai-adotar-o-biogas-para-o-processamento-da-mandioca> Acessado em: (10 de Abril de 2024).
- Vanila Amadeu. (2021). 5 formas diferentes de comer tapioca. Amando Cozinhar. <https://amandocozinhar.com/5-formas-diferentes-de-comer-tapioca/> Acessado em: (18 de maio de 2024).
- Visioii, A. (2006). Practical PID Control. Springer Science & Business Media.
- 123RF. <https://pt.123rf.com/>. Acessado em: (15 de maio de 2024).

Apêndices e Anexos

Apêndice 1: Inquéritos

Tabela A. 1.1-2 Questões

Questões feitas aos consumidores da Farinha de Mandioca	
1	Por que consome tapioca?
2	Com que frequência consome?
3	De que forma consome?
4	Como adquire?
Questões feitas aos produtores locais de Farinha de Mandioca	
1	Como é feita a produção de tapioca?
2	Existe alguma limitação no processo?
3	Quanto tempo leva para produzir tapioca?
4	Por que produz tapioca? Se vende, a quanto faz?
5	Quem se beneficia da mandioca que você produz?
6	Gostaria de ter um sistema automático de produção de mandioca?

Fonte: o Autor

Apêndice 1: Inquéritos

a) Respostas dos consumidores ao inquérito

Tabela A. 1.2-3 inquérito aos consumidores

Dados do inquirido	Resposta do consumidor
Cecília Francisco Nhacombe Residência: Maputo, Matola	Eu consumo a tapioca como uma alimentação do dia-a-dia, e eu e minha família gostamos.
	Em casa todos consumimos a tapioca, todos.
	Acompanhado com a maioria dos pratos, como por exemplo caril de peixe, caril de couve, até com alface, portanto a tapioca é bem versátil.
	Geralmente sou oferecida pela família residente em Inhambane, assim como também compro, no entanto, comemos 2 a 3 vezes na semana.
Filomena Paula André Província de Residência: Maputo, cidade de Maputo.	Consumo a tapioca para saciar, assim como toda família, usando-a como refeição alternativa.
	Geralmente nos finais de ano, pois tenho oportunidade de viajar para Inhambane.
	Como acompanhado de alface, mas na maioria das vezes como com água quente e açúcar
	Adquiro em Inhambane sempre quando faço a viagem
Pedro Amândio Nhacombe Residência: Inhambane, Massinga	Sempre que tiver, faço questão de preparar com outro prato
	Geralmente nos finais de ano pois tenho oportunidade de viajar para Inhambane.
	Geralmente tenho usado a tapioca como acompanhante em vários pratos, como caril de peixe, couve e outros.
	Compro em Massinga na minha cunhada que tem grandes machambas.

Fonte: o Autor

Apêndice 1: Inquéritos

b) Resposta dos produtores Locais

Tabela A. 1.4-1inquérito aos produtores de farinha de mandioca

Dados	Resposta dos produtores locais
Ricadardo Nhacumbe Província de Inhambane	Na nossa produção, nós geralmente trabalhamos num grupo de 3 a 4 pessoas, onde primeiramente lavamos a mandioca, em seguida fazemos o descasque, depois raspamos a mandioca, em seguida retiramos a humidade, colocando em sacos e depois apertamos até que a água seja totalmente retirada. Então, depois disso assamos. Quando colocamos no fogão temos de tomar cuidado para não deixar queimar, pois ela deve geralmente estar a uma temperatura estável de 100°C a 120°C, só depois temos tapioca feita.
	O tempo que nós levamos para produzir.
	Depende do número de pessoas que estão a trabalhar na produção. Geralmente trabalhamos em grupos de 3 a 4, que normalmente resulta numa produção de 50Kg por dia, isso se estivermos bem-dispostos.
	Produzimos para o consumo próprio, assim como para a comercialização, onde vendemos um saco de 50 Kg a 1600Mts.
	Na sua maioria, produzimos a tapioca e vendemos para clientes em Maputo.
	Sim, isso provavelmente fará com que as pessoas de zonas circunvizinhas procurem por esses serviços, pois não é fácil produzir tapioca.
Léria Reginaldo Nombora Província de Inhambane	A produção da tapioca começa primeiro pela lavagem da mandioca e depois raspo a mandioca com uma chapa com várias perfurações, faço esse processo por uma semana até que tenha uma medida suficientemente boa para iniciar a confeccionar. Para confeccionar, faço uma cova enorme para nela depositar as lenhas que recolho durante a semana, para depois preparar o fogo, o que me leva bastante tempo para terminar, pois não é uma tarefa fácil
	A raspagem ou trituração leva bastante tempo e também me causa dores musculares, este facto não me permite fazer a confecção no mesmo dia.
	Não sei dizer ao certo, pois não asso no mesmo dia que trituro, então pode levar-me entre 1 e 2 semanas para terminar o processo.
	Eu produzo para a venda e para o consumo. Quando vendo, faço 50Kg por 1400Mts.
	Produzo para consumidores locais
	Sim, pois isso pode reduzir-nos o esforço físico.
Elisa Palmira Província de Inhambane	Para o preparo da tapioca, faço a colheita, descasco a mandioca e depois lavo. De seguida raspo para fazer a trituração, depois deixo secar dentro dum saco, longe e numa sombra. Enquanto espero secar, vou à procura de lenha para depois confeccionar, o que dura alguns minutos, e depois tiro.
	Assar deixa-me com dores de coluna, assim como com muita fadiga
	Eu levo 1 dia para produzir a tapioca
	Eu produzo a tapioca para comercializar. Vendo 12.5 Kg de tapioca a 400Mts.
	Geralmente produzo para pessoas que vivem em Maputo.
	Sim, até porque o processo é demorado.

Apêndice 1: Inquéritos

Abaixo estão algumas respostas de alguns responsáveis de produção de tapioca nas cooperativas e associações.

Participaram do inquérito os seguintes presidentes:

Tabela A. 1.4-5. Presidentes das cooperativas

Presidente	Entidades
João Cossa	Associação Wapsuala
Lourenço Geraldo	Filipe Nyusi
Paulino Pascoal	Associação Zamane
Helena Paulo	Associação Tuanano
Paulino Sacla	Cooperativa Zama Zama
Jaime Isaías	Associação Mulheres de Maíta
Samuel Gove	Cooperativa Josina Machel

Fonte: o Autor

1. Como é feita a produção de tapioca?

R: João Cossa explicou o processo da tapioca: "Começa com a mandioca que a gente recebe e já coloca nos tanques pra lavar bem lavada. Depois, a gente descasca cada raiz com cuidado, tira toda a "pele". Aí, a mandioca vai à trituração, onde ela vira uma massa. A gente põe essa massa em sacos de pano forte e leva para a prensa, para tirar todo o caldo. É aí que começa a mágica: a gente pega essa massa prensada e leva para a torradeira. Fica lá assando por uns 15 a 20 minutos, até ficar pronta.

R: Helena Paulo, com a experiência de quem conhece bem o processo, relata: "Após a colheita da mandioca na machamba, a jornada continua na fabriqueta. Iniciamos a transformação lavando as raízes e removendo suas cascas. Uma segunda lavagem, agora com a adição de certeza, garante a pureza do ingrediente. Em seguida, a mandioca é ralada no crivo, um processo essencial para obtermos uma massa fina e homogênea. Para remover o excesso de líquido, a massa é prensada, resultando numa

goma húmida. Finalmente, a tapioca é assada por alguns minutos, até adquirir a textura e sabor característicos."

2. Qual é a capacidade de produção diária?

R: João cossa: 1 tonelada, sendo que para tal são necessárias 12 pessoas no descasque, duas pessoas a operarem o ralador e a prensa, e 4 pessoas nos quatro fornos.

R: Helena Paulo: 14 latas, de 14 quilos cada.

R: Lourenço Geraldo: 15 latas por dia.

3- A quem e a quanto vendem a tapioca?

R: João cossa: os clientes são da região e alguns de Maputo

R: Helena Paulo: Por falta de transporte, a tapioca é vendida na região e a retalho.

R Lourenço Geraldo: a tapioca é vendida na região assim como para viajantes.

4. Deseja que todo processo produtivo seja feito de forma automática?

R: A iniciativa foi recebida com entusiasmo e aprovação unânime por todos os inquiridos.

R: Por questões de praticidade, optou-se por não incluir todas as perguntas e respostas no inquérito anexo, contudo, ressalta-se que todas as respostas seguem a mesma natureza e algumas delas são mencionadas ao longo do projecto.

O **Inquérito** foi feito a maior fábrica de processamento de mandioca, Josina Machel. A cooperativa Josina Machel no distrito de Inharrime, província de Inhambane, fundada em 1991, é a maior fábrica de processamento de mandioca em Moçambique. Actualmente, a cooperativa usa métodos tradicionais não mecanizados de processamento para produzir "Rale". (TSE4ALLM, 2020)

Para confrontar essa afirmação, o autor fez uma visita à cooperativa, onde obteve os seguintes dados:

Apêndice 1: Inquéritos

Tabela A. 1.5-7: Inquérito feito ao presidente da cooperativa Josina Machel

Presidente	Samuel Gove
Forma de produção	O processo de produção é parcialmente manual
Custos	Custo de energia: 3000,00 Mts mensal Custo com água: 3000,00 Mts mensal Custo em gás: 11180, 00 Mts Transporte: 400,00 Mts por entrega até à estrada nacional Nr. 1 Pagamento salarial: divisão equitativa dos ganhos, sendo que estavam há 2 meses sem receber
Receitas	60 Meticais por quilo
Número de membros	10
Capacidade produtiva	250kg a 400Kg de tapioca por dia
Distribuição do produto final	É feita localmente, o cliente encarrega-se do transporte
Matéria-prima	A matéria-prima é obtida através de produtores locais que vendem a sua mandioca por 3 Mts/quilo.
Clientes	África do sul 10% Maputo 60% Beira 10% Inhambane 20%
Volume de compra Médio	África do sul: 1000kg a 2000kg Maputo: 1000kg a 2000kg Beira: 200Kg a 500Kg Inhambane: 200kg a 300Kg
Tendências de Vendas nos últimos anos	Decrescentes
Causas da venda decrescente	Falta de transporte Fraca publicidade
Etapas do processo produtivo	Lavagem e descasque manual Trituração por máquina eléctrica Secagem por prensa manual Torragem por forno a gás e eléctrico Peneiração da tapioca para separação em tamanho fino e médio Armazenamento e arrefecimento Embarcar em pacotes de 1 quilo e em sacos de 50 quilos
Subprodutos	Amido para a produção de farinha de pão Fertilizantes Pesticidas

Fonte: O Autor

Apêndice 1: Inquéritos

O Responsável

Tomei conhecimento da realização dos inquéritos por parte do estudante Mildon Nombora às fábricas de processamento de mandioca em Inhambane e confirmo que os dados são verdadeiros.

Assinatura do Responsável

Cargo Oficial de Cadastro de valor de
Mandoca - FAR / PROCAVA
Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural

Apêndice 2: Fotos tiradas aquando da visita a cooperativa Josina Machel



Figura A. 2.1-9 Foto de família



Figura A. 2.2-9: Foto de Família (cooperativa Josina Machel)

Fonte: O Autor

Apêndice 2: Fotos tiradas aquando da visita a cooperativa Josina Machel



Figura A. 2.3-10: Visita a Cooperativa Josina Machel, presidente da cooperativa e o autor
Fonte: O Autor



Figura A. 2.4-10: Sistema de Biodigestores em fase de teste na cooperativa Josina Machel
Fonte: O Autor

Apêndice 2: Fotos tiradas aquando da visita a cooperativa Josina Machel

Fotos tiradas em outras fábricas



Figura A. 2.5-11: Processo de lavagem das mandiocas
Fonte: O autor

Apêndice 2: Fotos tiradas aquando da visita a cooperativa Josina Machel

b) Máquina de triturar tapioca à gasolina



Figura A. 2.6-12: Máquina de triturar tapioca a gasolina

Fonte: O autor

Apêndice 2: Fotos tiradas aquando da visita a cooperativa Josina Machel

c) Prensa manual para a secagem de mandioca



Figura A. 2.7-13: Secagem

Fonte: O autor

Apêndice 2: Fotos tiradas aquando da visita a cooperativa Josina Machel

Torragem da tapioca



Figura A. 2.8-14: Torragem da tapioca
Fonte: O autor

Apêndice 2: Fotos tiradas aquando da visita a cooperativa Josina Machel

Armazenamento da tapioca



Figura A. 2.9-15: armazenamento da tapioca

Fonte: O autor

Apêndice 3: Estudo de viabilidade Económica do projecto

Para fazer a análise do projecto, é necessário o uso de ferramentas de estudo, que são:

Payback, TIR, VAL e RBC (Maria Lopes, 2018)

Pressupostos

Neste ponto, indicam-se os custos fixos e variáveis de investimentos

Custo de investimento

Tabela A. 3.1-16: Custo de investimento

Duração do projecto	5 anos
Investimento	
Activo Fixo	11,677,654.00
Prédio	10,000,000.00
Equipamento	1,677,654.00
Valor residual	
Prédio	80%
Equipamento	503,296.20

Fonte: O Autor

Taxa de Crescimento do empreendimento

Sabendo que o valor da receita diário é de 98000, a receita anual é de:

Receita Anual = $98000 \times 360 = 29\,700\,000$ MZN

Onde 360 corresponde ao ano comercial

Tabela A. 3.2-16: Taxa de Crescimento anual das Receitas

Exploração					
Descrição	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Receitas	29,700,000.00	5%	5%	10%	10%

Fonte: O Autor

Custos em salário

Tabela A. 3.3-16 Salários

QTD	FUNÇÃO	SALÁRIO(MZN)	SALÁRIO TOTAL(MZN)
1	Marketing	25000.00	25000.00
1	Finanças	25000.00	25000.00
1	Recursos humanos	20000.00	20000.00
2	Operários	22000.00	44000.00
2	Técnicos de manutenção	22000.00	44000.00
2	Vendedores	15000.00	30000.00
2	Guardas	50000.00	100000.00
1	Engenheiro	60000.00	60000.00
TOTAL			348000.00

Fonte: O Autor

Apêndice 3: Estudo de viabilidade Económica do projecto

Custos Totais

Tabela A. 3.4-17: Custos fixos

Salários (MZN)	348000.00
Água (MZN)	3600.00
Energia (MZN)	6060.00
Total (MZN)	357660.00

Fonte: O Autor

Tabela A. 3.5-17: Custos Totais

Custos		
Custo do produto	25%	Das Receitas
Ouros custos variáveis	3%	Das Receitas
Custos Fixos (MZN)	357,000.00	

Fonte: O Autor

Amortizações

Tabela A. 3.6-17: Amortizações

Amortização	Taxa	Nr. de anos
Edifício	5%	20
Equipamento	20%	5

Fonte: O Autor

Impostos e custo de oportunidade

Tabela A. 3.7-17: Impostos e custo de oportunidade

Imposto	32%
Custo de Oportunidade	10%

Pagamentos e recebimentos a prazo:

Tabela A. 3.8-17: Pagamentos e recebimentos a prazo

	Dias
Prazo médio de recebimento	30
Prazo médio de pagamento	30
Prazo médio de armazenamento	15

Fonte: O Autor

Apêndice 3: Estudo de viabilidade Económica do projecto

Fluxo de Caixa

Tabela A. 3.9-18: Fluxo de Caixa

MAPA DE FLUXO DE CAIXA DA FABRICA DE TAPIOCA						
Descrição	ANO 0	ANO 1 (MZN)	ANO 2 (MZN)	ANO 3(MZN)	ANO 4 (MZN)	ANO 5 (MZN)
Fluxo de caixa de Investimento						
Investimento em activo Fixo	(11,677,654.00)					
Investimento em Fundo de Maneio	(2,139,843.75)	(132,773.44)	(113,630.86)	(237,271.29)	(262,351.93)	
Desinvestimento em Activo Fixo						7,874,000.00
Desinvestimento em Fundo de Maneio						2,885,871.27
Total de CF de Investimento	(13,817,497.75)	(132,773.44)	(113,630.86)	(237,271.29)	(262,351.93)	10,759,871.27
Fluxo de caixa de Exploração						
Receitas		29,700,000.00	31,185,000.00	32,744,250.00	36,018,675.00	39,620,542.50
Custos						
Custos variáveis						
Custos do produto		(7,425,000.00)	(7,796,250.00)	(8,186,062.50)	(9,004,668.75)	(9,905,135.63)
Outros custos variáveis		(891,000.00)	(935,550.00)	(982,327.50)	(1,080,560.25)	(1,188,616.28)
Custos Fixos		(357,000.00)	(357,000.00)	(357,000.00)	(357,000.00)	(357,000.00)
Amortizações		(835,530.80)	(835,530.80)	(835,530.80)	(835,530.80)	(835,530.80)
Total dos Custos		(9,508,530.80)	(9,924,330.80)	(10,360,920.80)	(11,277,759.80)	(12,286,282.70)
Resultado operacional		20,191,469.20	21,260,669.20	22,383,329.20	24,740,915.20	27,334,259.80
Imposto		(6,461,270.14)	(6,803,414.14)	(7,162,665.34)	(7,917,092.86)	(8,746,963.14)
Resultado liquido		13,730,199.06	14,457,255.06	15,220,663.86	16,823,822.34	18,587,296.66
Amortizações		835,530.80	835,530.80	835,530.80	835,530.80	835,530.80
Total do CF de Exploração		14,565,729.86	15,292,785.86	16,056,194.66	17,659,353.14	19,422,827.46
Total do CF	(13,817,497.75)	14,432,956.42	15,179,155.00	15,818,923.37	17,397,001.20	30,182,698.73

Fonte: O Autor

Apêndice 3: Estudo de viabilidade Económica do projecto

Mapas Auxiliares ao fluxo de Caixa

Os mapas auxiliares indicam as amortizações ao longo dos anos.

Tabela A. 3.10-19: Amortizações (fluxo de Caixa)

Descrição	% de Amortizações	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
Edifício	5%	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00
Equipamentos	20%	335,530.80	335,530.80	335,530.80	335,530.80	335,530.80
Total de amortizações		835,530.80	835,530.80	835,530.80	835,530.80	835,530.80

Fonte: O Autor

Tabela A. 3.11-19: Valor Residual do Activo fixo

Valor Residual do Activo fixo	
Descrição	Valor
Valor de aquisição	11,677,654.00
Amortização acumulada	4,177,654.00
Valor contabilístico	7,500,000.00
Valor de venda	8,050,000.00
Mais/menos valia	550,000.00
Imposto	(176,000.00)
Valor Residual do Activo fixo	7,874,000.00

Fonte: O Autor

Tabela A. 3.2-19: vendas. (fluxo de Caixa)

Descrição	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
Vendas	29,700,000.00	31,185,000.00	32,744,250.00	36,018,675.00	39,620,542.50
Consumo de Matéria-prima	7,425,000.00	7,796,250.00	8,186,062.50	9,004,668.75	9,905,135.63
Compras	7,734,375.00	7,811,718.75	8,202,304.69	9,038,777.34	9,942,655.08

Fonte: O Autor

Apêndice 3: Estudo de viabilidade Económica do projecto

Tabela A. 3.13-20: Mapa de investimento em Fundo de Maneio

Mapa de Investimento em Fundo de maneio						
Descricao	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
Necessidades						
(+) Clientes		2,475,000.00	2,598,750.00	2,728,687.50	3,001,556.25	3,301,711.88
(+) Existencias		309,375.00	324,843.75	341,085.94	375,194.53	412,713.98
(=) Total de Necessidades de Fundo de Maneio		2,784,375.00	2,923,593.75	3,069,773.44	3,376,750.78	3,714,425.86
Recursos						
(+) Fornecedores		644,531.25	650,976.56	683,525.39	753,231.45	828,554.59
(=) Total Recursos de Fundo de Maneio		644,531.25	650,976.56	683,525.39	753,231.45	828,554.59
(=) Fundo de Maneio		2,139,843.75	2,272,617.19	2,386,248.05	2,623,519.34	2,885,871.27
Variacao de Fundo de Maneio	(2,139,843.75)	(132,773.44)	(113,630.86)	(237,271.29)	(262,351.93)	2,885,871.27

Fonte: O Autor

Tabela A. 3.14-20: Mapas de compras

MAPAS DE COMPRAS						
Descricao	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
Existencia Inicial		-	309,375.00	324,843.75	341,085.94	375,194.53
Custos da Venda		7,425,000.00	7,796,250.00	8,186,062.50	9,004,668.75	9,905,135.63
Existencia final		309,375.00	324,843.75	341,085.94	375,194.53	412,713.98
Compras		7,734,375.00	7,811,718.75	8,202,304.69	9,038,777.34	9,942,655.08

Fonte: O Autor

Resultados finais

Tabela A. 3.15-20: Indicadores financeiros

VAL	49,415,078.47
TIR	109%
RBC	4.93
PAYBACK	2.38

Fonte: O Autor

Tabela A. 3.16-20: Fluxo de caixa Acumulado (Mts)

ANO	CF	CF Acumulado
0	(13,817,497.75)	(13,817,497.75)
1	14,432,956.42	615,458.67
2	15,179,155.00	15,794,613.67
3	15,818,923.37	31,613,537.03
4	17,397,001.20	49,010,538.23
5	30,490,940.15	79,501,478.38

Fonte: O Autor

Apêndice 3: Estudo de viabilidade Económica do projecto

Fórmulas Usadas no cálculo de Fluxo de Caixa

Total do CF de Investimento = Investimento em activo fixo + Investimento em fundo de maneoio + Desinvestimento em activo fixo + Desinvestimento em fundo de maneoio
(6)

Total das Receitas = Quantidade vendida x Preço (7)

Total dos Custos = Custos fixos + Custos variáveis + Custos do produto + Amortizações
(8)

Resultado Operacional = Receitas - Total dos custos (9)

Resultado Líquido = Resultado operacional – Impostos (10)

Total do CF de Exploração = Resultado líquido + Amortizações (11)

Total do CF = CF de exploração - CF de investimento (12)

Tabela A. 3.17-21-Critérios para determinar a viabilidade econômica do projecto

Critério	Descrição	Viável se...	Não Viável se...
TIR (Taxa de Interna de Retorno)	Mede a rentabilidade do projecto	$TIR > \text{Taxa de Desconto (Custo oportunidade)}$	$TIR < \text{Taxa de Desconto}$
Payback (Período de Retorno)	Tempo necessário para recuperar o investimento inicial	$\text{Payback} < \text{Período de Retorno Aceitável}$	$\text{Payback} > \text{Período de Retorno Aceitável}$
VPL (Valor Presente Líquido)	Valor presente de todos os fluxos de caixa futuros do projecto	$VPL > 0$	$VPL < 0$
RBC (Relação Benefício-Custo)	Compara os benefícios do projecto com seus custos	$RBC > 1$	$RBC < 1$

Apêndice 4: Proteções do circuito de potência

Tabela A. 4.1-22: Contactores, fusíveis e relés de sobrecarga dos motores

Motor	Descrição	Potência (W)	Contactador	Relé	Fusível (A)
Motor 1	Sistema de lavagem	3000	CWM9	RW27-1D3-U0063	16A
Motor 2	Sistema de descasque	4000	CWM9	RW27-1D3-U010	20
Motor 2a	Sistema de descasque	1100	CWM9	RW27-1D3-U004	10A
Motor 3	Esteira transportadora 1	1500	CWM9	RW27-1D3-U004	10A
Motor 4	Sistema de trituração	1500	CWM9	RW27-1D3-U004	10A
Motor 5	Sistema de secagem	4000	CWM9	RW27-1D3-U010	20A
Motor 6	Esteira transportadora 2	1500	CWM9	RW27-1D3-U004	10A
Motor 7	Forno	1100	CWM9	RW27-1D3-U004	10A
Motor 8	Forno	1100	CWM9	RW27-1D3-U004	10A
Motor 9	Esteira transportadora 3	1500	CWM9	RW27-1D3-U004	10A

Fonte: O Autor

ANEXO 5: FÁBRICAS DE PRODUÇÃO DE TAPIOCA

Tabela A 5.1-23: Fábricas de produção de tapioca

Nome da OP	Distrito	Localidade	Povoado	Responsável (Presidente)
Estrelas Chilacua	Massinga	Rovene	Chilácua	David Jossias
Eduardo Mondlane	Massinga	Lionzuane	Muchache	Dianora Alfiado
Associação Kurula	Morrumbene	Morrumbene	Chissikuane	Adelino Johane
Filipe Nyusi	Morrumbene	Mocodoene	Chigomua	Lourenco Geraldo
Agro-Tsembeca	Morrumbene	Morrumbene	Magoane	Afonso Nhassengo
Associação de Marrumuane B3	Jangamo	Bambela	Marrumuana	Ramiro Venâncio
Cooperativa Josina Machel	Inharrime	Dongane	Sisal	Samuel Gove
Associação Zamane	Inharrime	Nhanombe	Chinhembwe	Paulino Pascoal
Associação Tuanano	Inharrime	Dongane	Mafassane	Helena Paulo
Associação 3 de Fevereiro	Inharrime	Nhanombe	Ocuane	Diogo Raúl
Cooperativa Zama Zama	Zavala	Macuane	Helene	Paulino Saela
Associação Mulheres de Maíta	Zavala	Quissico	Maita	Jaime Isaias
Associação Wapsuala	Mandlakazi	Chidenguele	Matimbine	Joao Cossa
Associação VISECO	Mandlakazi	Chizavane	Chizavane	José Camilo Nhambongo
Associação DUNUCA Matimula	Mandlakazi	Chicuangue	Matibine	Isac Chemane

Fonte: O Autor

ANEXO 6: MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DE CENTRAIS DE PROCESSAMENTO EM INHAMBANE E GAZA

Fábricas de produção de tapioca

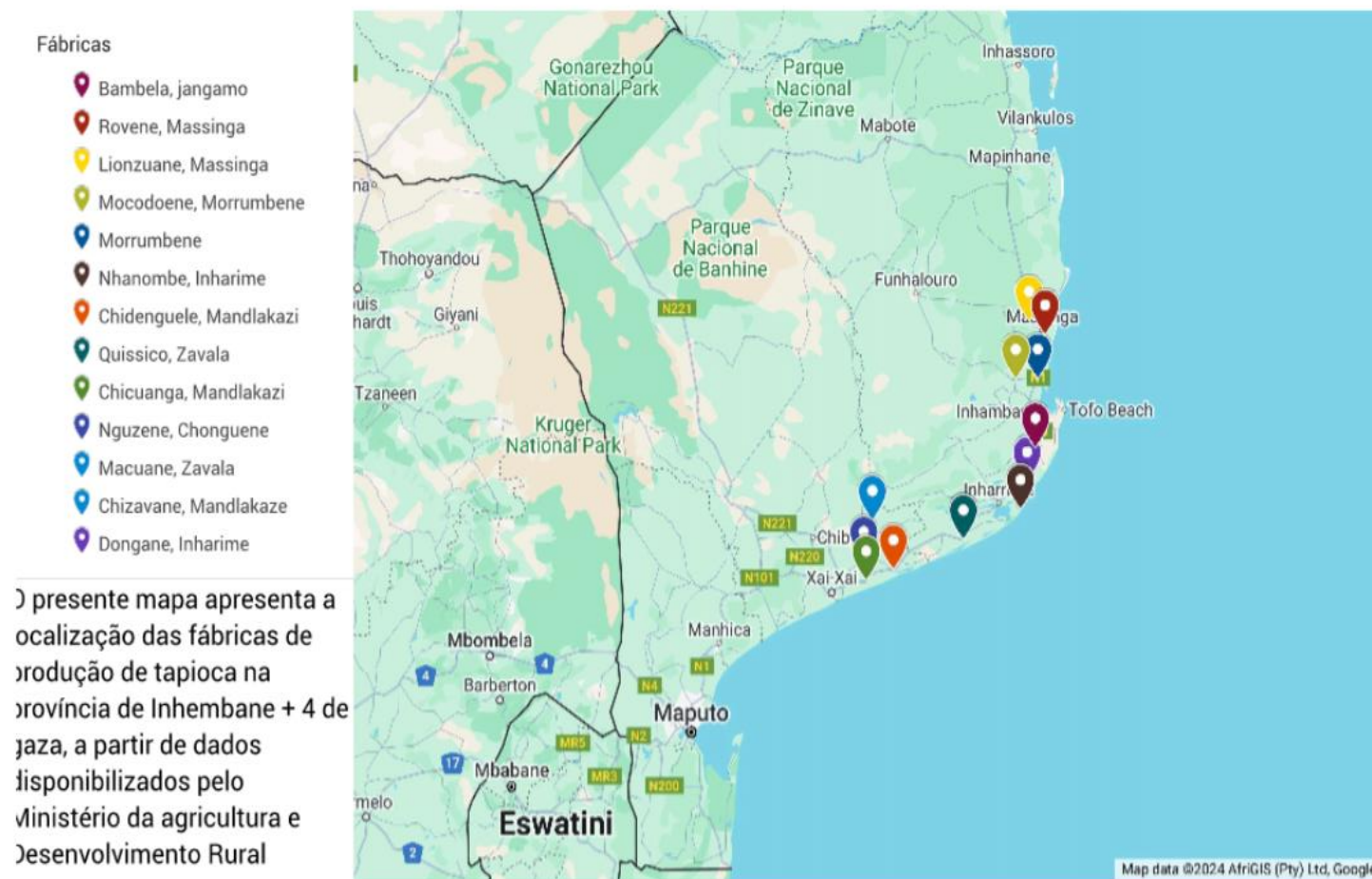


Figura A 6.1-24: Mapa de distribuição das cooperativas de processamento de tapioca
Fonte: Google Maps, 2023

ANEXO 7: DISPOSITIVOS E MÁQUINAS DO SISTEMA

a) Máquina de lavar

Aspecto físico



Especificações técnicas

Model	Capacity(t/h)	Power(kw)	Dimension(mm)	Weight(kg)
DYTP-40	0.5-1	3	3250*1050*1100	1200
DYTP-60	1-2	5.5	4250*1050*1100	2000
DYTP-80	3-4	7.5	5250*1050*1100	3000

Figura A 7.1-25: Máquina de lavar
Fonte: Alibaba, 2023

b) Máquina de descascar

Aspecto físico



Especificações técnicas

Cassava Peeling Machine - Specification			
Model no.	GD-CP-1000	GD-CP-1500	GD-CP-2000
	[without pushing screw]	[without pushing screw]	[with pushing screw]
Machine material	Stainless steel	Stainless steel	Stainless steel
Capacity	500kg/hour	800kg/hour	1500kg/hour
Power	1.1Kw	1.1Kw	2.25KW
Voltage&frequency	380V&50/60Hz	380V&50/60Hz	380V&50/60Hz
Rotate speed	385r/min	385r/min	Can be adjusted
Weight	300kg	360kg	550kg
Dimension(L×W×H)	1600×960×940mm	2060×960×940mm	2560×1200×1200mm

Figura A 7.2-25: Máquina de secagem e suas especificações
Fonte: Alibaba, 2023

ANEXO 7: DISPOSITIVOS E MÁQUINAS DO SISTEMA

C) Máquina de triturar

Aspecto físico



Especificações técnicas

3. Mandioca Máquina De Moer - Parâmetro Técnico:

Ralar Mandioca Máquina - Especificação			
Modelo não.	GD-B-460	GD-B-660	GD-B-900
Máquina de material	Aço inoxidável	Aço inoxidável	Aço inoxidável
Capacidade	1-2tons/hora	2-3tons/hora	5-6tons/hora
Alimentação	4Kw+0,75 Kw	5.5 Kw+0,75 Kw	7.5 Kw+1,1 Kw
De tensão e frequência	380V&50/60Hz	380V&50/60Hz	380V&50/60Hz
Peso	250kg	350kg	400kg
Dimensão (L×W×H)	700×700×1200mm	900×700×1200mm	1300×700×1200mm

Figura A 7.3-26: Máquina de triturar e suas especificações

Fonte: Alibaba, 2023

ANEXO 7: DISPOSITIVOS E MÁQUINAS DO SISTEMA

d) Máquina de secar

Aspecto físico



Model	Capacity(t/h)	Screw diameter(mm)	Speed(r/min)	Power(Kw)	Size(mm)	Weight(t)
ZTZY-180	0.3-1/0.5	180	20	4	2500*550*800	0.8
ZTZY-250	0.8-3/0.93	250	16	5.5	3050*640*930	1.2
ZTZY-315	2-5/1.6	315	16	11	4000*790*1310	2.4
ZTZY-400	5-13/2	400	10	22	5000*1120*1520	4.5
ZTZY-500	8-18/3.3	500	9	37	6100*1200*1500	6
ZTZY-630	15-35/4.2	630	9	45	6700*1560*1720	7.5
ZTZY-800	25-50/7	800	7	75	7500*2300*2200	9
ZTZY-1000	30-70/8.5	1000	6	90	8100*2700*2600	12

Figura A 7.4-27: Máquina de secar e suas especificações

Fonte: Doing holdings, 2018

ANEXO 7: DISPOSITIVOS E MÁQUINAS DO SISTEMA

e) Esteira transportadora

Aspecto físico



Especificações

Dimension(L*W*H)	variable
Frame Material	Stainless Steel/ Carbon Steel/Aluminum
Deminsion	Customized
Width of Belt	Customized
Speed	Adjsutable Speed
Conveyor Shape	Straight, Lift, Inclind, Turning All Available
Motor	Internation Brand/ China Brand
Belt material	PVC/PU/Rubber/plastic/304Stainless steel-ss
Voltage	110/120/220/230/380/400/410V
Transport Package	Wood Box
Color	White, Gray, Blue, Nature, Dark-Brown

Figura A 7.5-28: Esteira transportadora
Fonte: Alibaba, 2023

f) Forno

Aspecto físico



Especificações técnicas

Garri Frying Machine - Specification				
Model no.	GD-GF-1000-G	GD-GF-1200-G	GD-GF-1200-F	GD-GF-1200-E
Heating Source	Gas	Gas	Firewood	Electricity
Machine material	Food contact stainless steel	Food contact stainless steel	Food contact stainless steel	Food contact stainless steel
Capacity	60-80kg/hour	100-125kg/hour	120-150kg/hour	80-100kg/hour
Power	1.1Kw	1.1Kw	1.1Kw	1.1Kw
Voltage&frequency	380V&50/60Hz	380V&50/60Hz	380V&50/60Hz	380V&50/60Hz 3Phase
Rotate speed	Can be adjusted	Can be adjusted	Can be adjusted	Can be adjusted
Heat transfer area	0.78m2	1.1m2	1.1m2	1.1m2
Operating temperature	150-180°C	150-180°C	150-180°C	150-180°C
Dimension(L×W×H)	1600×1350×1800mm	1800×1350×1800mm	1800×1350×1800mm	1800×1350×1800mm

Figura A 7.6-28: Forno e especificações
Fonte: Alibaba, 2023



Figure similar

SIMATIC S 7 - 1 2 0 0 , CPU 1 2 1 4 C, compacto CPU, AC/DC/relé, a bordo de e/S: 1 4 DI COM 2 4 V DC; 1 0 de relé 2 -A; 2 AI 0 - 1 0 V DC, Alimentação: AC 8 5 - 2 6 4 V CA a 4 7 - 6 3 Hz, o Programa/memória de d

Informações gerais	
Tipo de produto designação	CPU 1 2 1 4 C AC/DC/relé
versão do Firmware	V 4 . 5
de Engenharia com	
Pacote de programação	PASSO 7 V 1 7 ou superior
Tensão de alimentação	
Valor nominal (AC)	
1 2 0 V CA 2 3 0 V CA	Sim Sim
intervalo permitido, o limite	8 5 V A
inferior (AC) intervalo permitido, o limite	2 6 4 V
superior (CA) frequência de Linha	
- intervalo permitido, o limite inferior - intervalo permitido, o limite superior	4 7 Hz A 6 3 Hz
Corrente de entrada	
Consumo de corrente	1 0 0 mA a 1 2 0 V AC, 5 0
(valor nominal) consumo	mA a 2 4 0 V AC 3 0 0 mA a
de Corrente máx. Corrente	1 2 0 V CA; 1 5 0 mA a 2 4 0 V
de entrada máx. I 2 t	CA 2 0 ; 2 6 4 V A 0 , 8 A 2 ·s
Corrente de saída	
para backplane bus (5 V DC, máx.	1 6 0 0 mA; Max. 5 V DC para SM e CM
Codificador de fonte de	
2 4 V codificador de fonte de	
2 4 V	2 0 . 4 para a 2 8 , 8 V
A perda de energia	
A perda de	1 4 W
energia, typ. Memória	
Memória de trabalho	
integrado	1 0 0 kilobytes
expansível	Não
Carga de memória	
integrada	4 Mbyte
Plug-in (SIMATIC Cartão de	com SIMATIC cartão de memória
Memória), máx. Cópia de segurança	
presente	Sim
livre de manutenção	Sim
sem bateria	Sim

O tempo de processamento da CPU	
para operações bit, typ.	0 . 0 8 μs; / instrução
para o word operações, typ.	1 . 7 μs; / instrução
para aritmética de ponto flutuante, typ. CPU-blocos	2 . 3 μs; / instrução
Número de blocos (total)	DBs, FCs, FBs, contadores e temporizadores. O número máximo de endereçável blocos varia de 1 a 6 5 5 3 5 . Não há nenhuma restrição, a toda a memória de trabalho pode ser usado
OB	
Número, max.	Limitado apenas pela memória RAM para o código
Dados de áreas e suas retentivity	
Retentiva de dados área (incl. temporizadores, contadores, flags), máx. Bandeira	1 4 kbyte
Tamanho, max.	8 kilobytes; Tamanho de bits de endereço de memória da área de
Local de dados	
por classe de prioridade, max.	1 6 kilobytes; classe de Prioridade 1 (ciclo de programa): 1 6 KB, classe de prioridade 2 para 2 6 : 6 KB
Área de endereço	
Processo de imagem	
- Entradas, ajustável - Saídas, ajustável	1 kbyte 1 kbyte
Configuração de Hardware	
Número de módulos por sistema, max. Hora do dia	3 comm. módulos 1 sinal do conselho, de 8 módulos de sinal
Relógio	
- Relógio de Hardware (em tempo real) - o tempo de Backup - Desvio por dia, máx.	Sim 4 8 0 h; Típico ± 6 0 s/mês a 2 5 °C
Entradas digitais	
Número de entradas digitais	1 4 ; Integrado
de que insumos utilizáveis tecnológica	6 ; HSC (High
funções de Origem/coletor de entrada de Número de, ao mesmo tempo controlável entradas	Speed Contagem) Sim
todas as posições de montagem	
- até 4 0 °C, máx.	1 4
Tensão de entrada	
- Valor nominal (DC) - por sinal " 0 " - para o sinal " 1 "	2 4 V 5 V CC 1 mA 1 5 V CC a 2 . 5 mA
Atraso de entrada (para o valor nominal da tensão de entrada)	
para as entradas padrão	
- parametrizáveis	0 , 2 ms, de 0 , 4 ms, de 0 , 8 ms, de 1 , 6 ms, 3 . 2 ms, 6 . 4 ms e
- em " 0 " para " 1 ", min. - em " 0 " para " 1 ", max. para	1 2 , 8 ms, selecionável em grupos de quatro 0 , 2 ms de 1 2 , 8 ms
entradas de interrupção	
- parametrizáveis	Sim
para funções tecnológicas	
- parametrizáveis	Fase única: 3 @ 1 0 0 kHz e 3 a 3 0 kHz, diferencial: 3 @ 8 0 kHz e 3 a 3 0 kHz
Comprimento do cabo	
- blindado, máx. - sem blindagem, max.	A 5 0 0 m; 5 0 m tecnológica funções de 3 0 0 m; tecnológico funções: Nenhum
Saídas digitais	
Número de saídas digitais	1 0 ; Relés de
Capacidade de comutação das saídas	
- com carga resistiva, máx. - o indicador luminoso de carga, max.	2 3 0 W com a DC, 2 0 0 W com CA
De atraso da saída com carga resistiva	
" 0 " para " 1 ", max.	1 0 ms; max.

ANEXO 8 : Folha de dados do PLC

	" 1 " para " 0 ", max.	1 0 ms; max.
Saídas de relé		
Número de saídas de relé		1 0
Número de ciclos de funcionamento max. Comprimento do cabo		mecanicamente 1 0 milhões, em carga nominal tensão de 1 0 0 0 0 0
blindado, máx. • sem blindagem, max.		5 0 0 m 1 5 0 m
Entradas analógicas		
Número de entradas analógicas de Entrada intervalos de		2
Tensão		Sim
Faixas de entrada (valores nominais), as tensões de		
0 a +1 0 V - Resistência de entrada (0 a 1 0 V) comprimento do Cabo		Sim ≥ 1 0 0 k ohms
blindado, max.		1 0 0 m; trançado e blindado
Saídas analógicas		
Número de saídas analógicas		0
Analogico geração de valor para as entradas		
Integração e conversão de tempo/resolução por canal		
Resolução de sobrefaixa (bit incluindo sinal), máx. • Tempo de integração, parametrizáveis • tempo de Conversão (por canal)		1 0 bits Sim 6 2 5 μs
Encoder		
Conectável codificadores		
2 -fio sensor		Sim
1 . Interface		
Tipo de Interface		PROFINET
Isolado		Sim
a detecção automática da velocidade de transmissão		Sim
de Autonegociação Autocrossing		Sim
tipos de Interface		
RJ- 4 5 (Ethernet) • Número de portas • interruptor integrado		Sim 1 Não
Protocolos		
Controlador IO PROFINET • PROFINET IO Dispositivo • SIMATIC comunicação • Abra o IE comunicação • servidor Web • redundância de Mídia		Sim Sim Sim Sim; Opcionalmente, também encriptado Sim Não
Controlador IO PROFINET		
A taxa de transmissão máx. Serviços		1 0 0 Mbit/s
- PG/OP comunicação - Isócrona modo - TRI - PROFInergy Priorizada de inicialização		Sim; criptografia com TLS V 1 . 3 -pré-selecionado Não Não
- Número de dispositivos de e / s com priorizados de inicialização, max. - Número de conectável Dispositivos de e / s, max. - Número de conectável Dispositivos de e / s para o RT, max. - de que em linha, max. - Activação/desactivação dos Dispositivos de e / s - Número de Dispositivos de e / s que podem estar simultaneamente ativados/desativados, max.		Não Sim 1 6 1 6 1 6 1 6 Sim 8

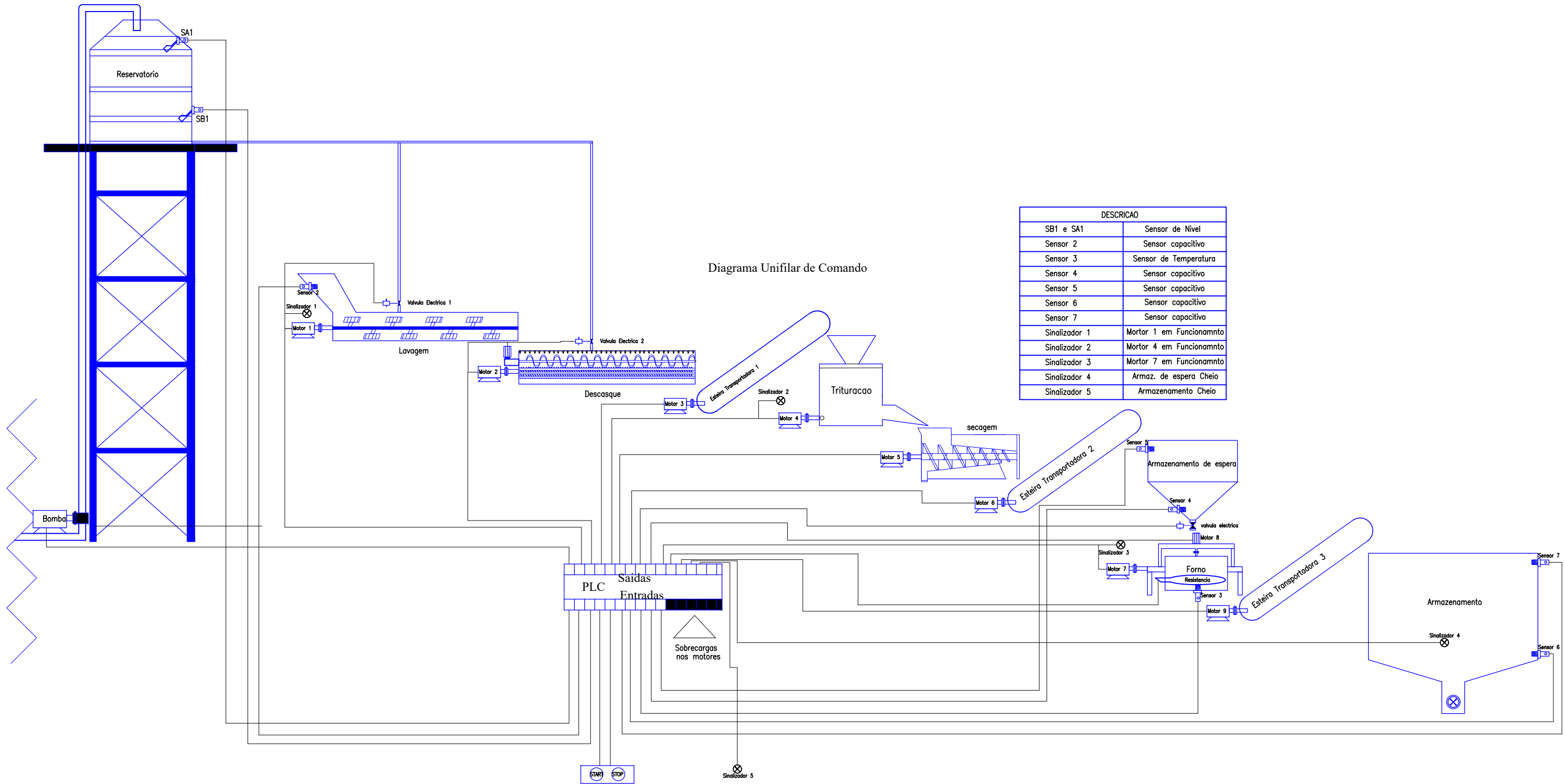
- Atualização de hora		O valor mínimo do tempo de atualização depende também da componente de comunicação definido para PROFINET IO, sobre o número de e / s dispositivos e a quantidade de configurado de dados do usuário.	
PROFINET IO Dispositivo			
Serviços			
- PG/OP comunicação		Sim; criptografia com	
- Isócrona modo - TRI		TLS V 1 . 3 -pré-selecionado	
- PROFIenergy - dispositivo de partilha		Não Não Sim	
- Número de e / s Controladores com dispositivo compartilhado, max.		Sim 2	
Protocolos			
Suporta o protocolo		Sim	
para PROFINET IO		Não	
com PROFIsafe		Sim; CM 1 2 4 3 - 5 (mestre) ou CM	
PROFIBUS OPC		1 2 4 2 - 5 (escravo) obrigatório Sim; OPC UA	
UA Interface		Servidor Sim; CM 1 2 4 3 - 2 necessário	
Protocolos (Ethernet)			
• TCP/IP		Sim	
• DHCP		Não Sim	
• SNMP		Sim	
• DCP		Sim	
• LLDP		Sim	
O modo de redundância			
Redundância de mídia			
- MRP		Não	
- MRPD		Não	
SIMATIC comunicação			
• S 7 roteamento		Sim	
Abra o IE comunicação			
• TCP/IP		Sim 8	
- Comprimento de dados, máx.		kbyte	
• ISO-a-TCP (RFC 1 0 0 6)		Sim 8	
- Comprimento de dados, máx.		kbyte	
• UDP		Sim	
- Comprimento de dados, máx.		1 4 7 2 byte	
Servidor Web			
• suporte		Sim	
• Definido pelo usuário		Sim	
websites OPC UA			
• Licença de tempo de execução necessários		Sim; "Basic" licença necessária	
• OPC UA Servidor		Sim; os dados de acesso (ler, escrever, inscrever-se), chamada de método, licença de tempo de execução necessários	
- Autenticação do aplicativo		Disponível políticas de segurança: Nenhum,	
- Autenticação do usuário		Basic 1 2 8 Rsa 1 5 ,	
- Número de sessões, max.		Basic 2 5 6 Rsa 1 5 ,	
- Número de inscrições por sessão, max.		Basic 2 5 6 Sha 2 5 6 "anônimo" ou pelo nome	
- Intervalo de amostragem, min.		de usuário e senha 1 0 5 0 1 0 0 ms 2 0 0	
- O intervalo de publicação, min.		ms 2 0 1 0 0 0	
Número do servidor de métodos, max.		2	
- Número de itens monitorados, max.		a 2 0 0 0	
- Número de interfaces de servidor, max.			
- Número de nós definidos pelo usuário			
servidor de interfaces, max.			
Mais protocolos			
• MODBUS		Sim	
funções de comunicação / cabeçalho			
S 7 comunicação			
• suporte		Sim	

- como servidor - como cliente		Sim
Dados do usuário por trabalho, max. Número de conexões		Sim
geral		Consulte a ajuda online (S 7 comunicação, dados do usuário tamanho)
		PG Conexões: 4 reservados / 4 max; IHM Conexões: 1 2 reservados / 1 8 max; S 7 Conexões: 8 reservados / 1 4 max; Abrir Conexões de Usuário: 8 reservados / 1 4 max; Conexões da Web: 2 reservados / 3 0 max; OPC UA Conexões: 0 reservados / máximo de 1 0; Total de Conexões: 3 4 reservados / 6 4 max.
Teste de comissionamento funções		
Estado/controle		
- Status/variável de controle - Variáveis		Sim
Forçando		Entradas/saídas, memória de bits, DBs, distribuído e/s, temporizadores, contadores de
Forçar o		Sim
Diagnóstico de buffer		
apresentar		Sim
Traços		
- Número de configuráveis Traços - tamanho da Memória por traço, max.		2 5 1 2 kbyte
Interrupções/diagnóstico/informações de status		
Diagnóstico de indicação de LED		
- RUN/STOP LED - LED DE ERRO - MAINT LED		Sim Sim Sim
Funções Integradas		
Medição de frequência controlada de posicionamento		Sim
Número da posição controlada de posicionamento de eixos, max. Número de posicionamento de eixos de via de pulso-direção de interface de controlador PID Número de entradas de alarme		8 Até 4 com SB 1 2 2 2 Sim 4
Separação de potencial		
Separação de potencial entradas digitais		
- Separação de potencial entradas digitais - entre os canais, em grupos de		5 0 0 V AC por 1 minuto 1
Separação de potencial saídas digitais		
- Separação de potencial saídas digitais - entre os canais - entre os canais, em grupos de		Relés N.º 2
EMC		
Interferências imunidade contra descarga de eletricidade estática		
- Interferência imunidade contra descarga da eletricidade estática a eletricidade acc. a IEC 6 1 0 0 0 - 4 - 2 - Tensão de teste em descarga de ar - tensão de Teste em contato com descarga		Sim 8 kV 6 kV
Interferências imunidade a cabo transmitidas interferência		
- A imunidade contra interferências nas linhas de alimentação ac. IEC 6 1 0 0 0 - 4 - 4 - imunidade à Interferência em cabos de sinal acc. IEC 6 1 0 0 0 - 4 - 4		Sim Sim
Interferência de imunidade contra surtos de tensão		
A imunidade contra interferências nas linhas de alimentação ac. a norma IEC 6 1 0 0 0 - 4 - 5		Sim
Interferências imunidade contra realizado variável de perturbação induzida pela alta frequência de campos		
- De imunidade contra interferência de alta frequência da radiação acc. IEC 6 1 0 0 0 - 4 - 6 - Emissão de interferências de rádio acc. a PT 5 5 0 1 1		Sim
- Limite da classe A, para uso em áreas industriais - da classe B, para utilização em áreas residenciais		Sim; Limite 1 Sim, Quando apropriado, medidas para garantir a conformidade com os limites para a Classe B, de acordo com EN 5 5 0 1 1
Grau e classe de proteção		

Grau de proteção IP	IP 2 0
Normas, aprovações, certificados de	
Marca CE,	Sim
aprovação UL	Sim
cULus	Sim
aprovação FM	Sim
BCM (anteriormente	Sim
C-TICK) KC aprovação aprovação	Sim
pela Marinha	Sim
Condições ambientais	
Queda livre	
Queda de altura, max.	0 , 3 m; cinco vezes, no pacote do produto
A temperatura ambiente durante a operação	
- min. - max.	- 2 0 °C
- instalação horizontal, min. - instalação horizontal, máx. - instalação vertical, min. - instalação vertical, max.	6 0 °C; Número de simultaneamente activado entradas ou saídas de 7 ou 5 (sem pontos adjacentes) a 6 0 °C horizontal de 5 0 °C ou vertical, de 1 4 de 1 0 a 5 5 °C horizontal 4 5 °C ou vertical - 2 0 °C A 6 0 °C - 2 0 °C A 5 0 °C
A temperatura ambiente durante o armazenamento/transporte	
- min. - max.	- 4 0 °C A 7 0 °C
Pressão de ar acc. IEC 6 0 0 6 8 - 2 - 1 3	
- Operação, min. - A operação, max. - Armazenamento/transporte, min. - Armazenamento/transporte, max.	7 9 5 hPa 1 0 8 0 hPa 6 6 0 hPa 1 0 8 0 hPa
Altitude durante a operação relativa ao nível do mar	
- Instalação de altitude, min. - Instalação de altitude, max.	- 1 0 0 0 m 5 0 0 0 m; Restrições de altitudes de instalação > 2 0 0 0 m, consulte o manu
Umidade relativa	
	9 5 %; sem condensação
Operação, max. Vibrações	
- Resistência à vibração durante a operação de acc. IEC 6 0 0 6 8 - 2 - 6 - Operação, testada de acordo com a IEC 6 0 0 6 8 - 2 - 6	2 g (m/s 2) para montagem em parede, 1 g (m/s 2) trilho DIN Sim
Choque de testes	
testado de acordo com IEC 6 0 0 6 8 - 2 - 2 7	Sim; IEC 6 8 , Parte 2 - 2 7 de meia-onda: a força do choque de 1 5 g (pico de valor), a duração de 1 1 ms
As concentrações de poluentes	
SO 2 no RH < 6 0 % sem condensação	S O 2 : < 0 , 5 ppm; H 2 S : < 0 , 1 ppm; RH < 6 0 % sem condensação
configuração / cabeçalho	
configuração / programação / cabeçalho	
Linguagem de programação	
- MOÇO - FUP - SCL	Sim Sim Sim
Know-how de proteção	
- Usuário do programa de proteção/proteção de senha - protecção de Cópia - Bloquear a proteção de	Sim Sim Sim
Proteção de acesso	
- proteção da confidencialidade de dados de configuração - nível de Proteção: proteção contra Gravação - nível de Proteção: proteção contra Leitura/gravação - nível de Proteção: proteção Completa	Sim Sim Sim Sim
programação / tempo de ciclo de monitoramento / cabeçalho	
ajustável	Sim

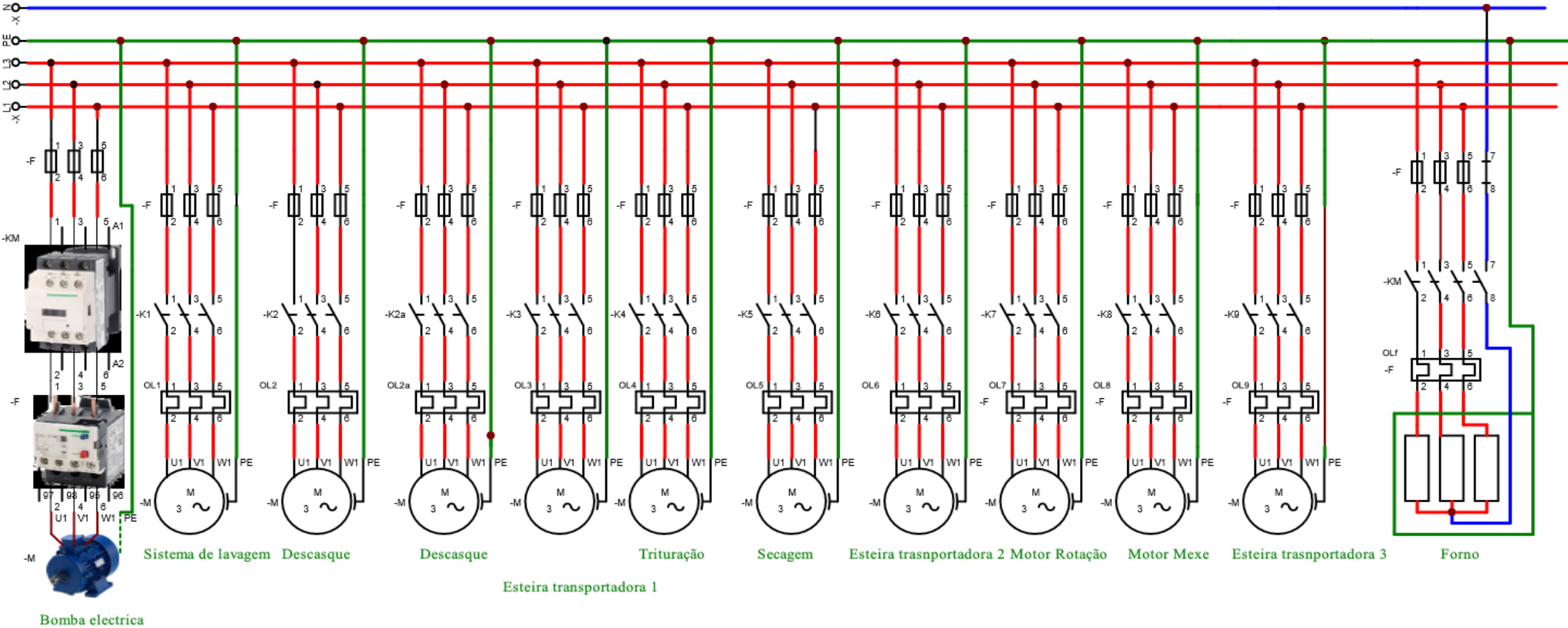
Dimensões	
Largura	1 1 0 mm
	1 0 0 mm
Altura	7 5 mm
Profundidade Pesos	
Peso aprox.	4 5 5 g
última modificação:	4 / 1 2 / 2 0 2 

ANEXO 9 : Diagrama de funcionamento



projecto : Trabalho de Licenciatura	elaborou	12/07/24	Mildon Carlos Nombora	Universidade Eduardo Mondlane
	verificou	__/__/__		
	validou	__/__/__		
	escala plot 1:100	fase: especialidade: título:		Faculdade De engenharia
		Diagrama geral do sistema Electricidade Sistema automatizado de produção da farinha de mandioca (Tapioca)		Trabalho de Licenciatura
				ELEC
				substitui:
				substituido por:

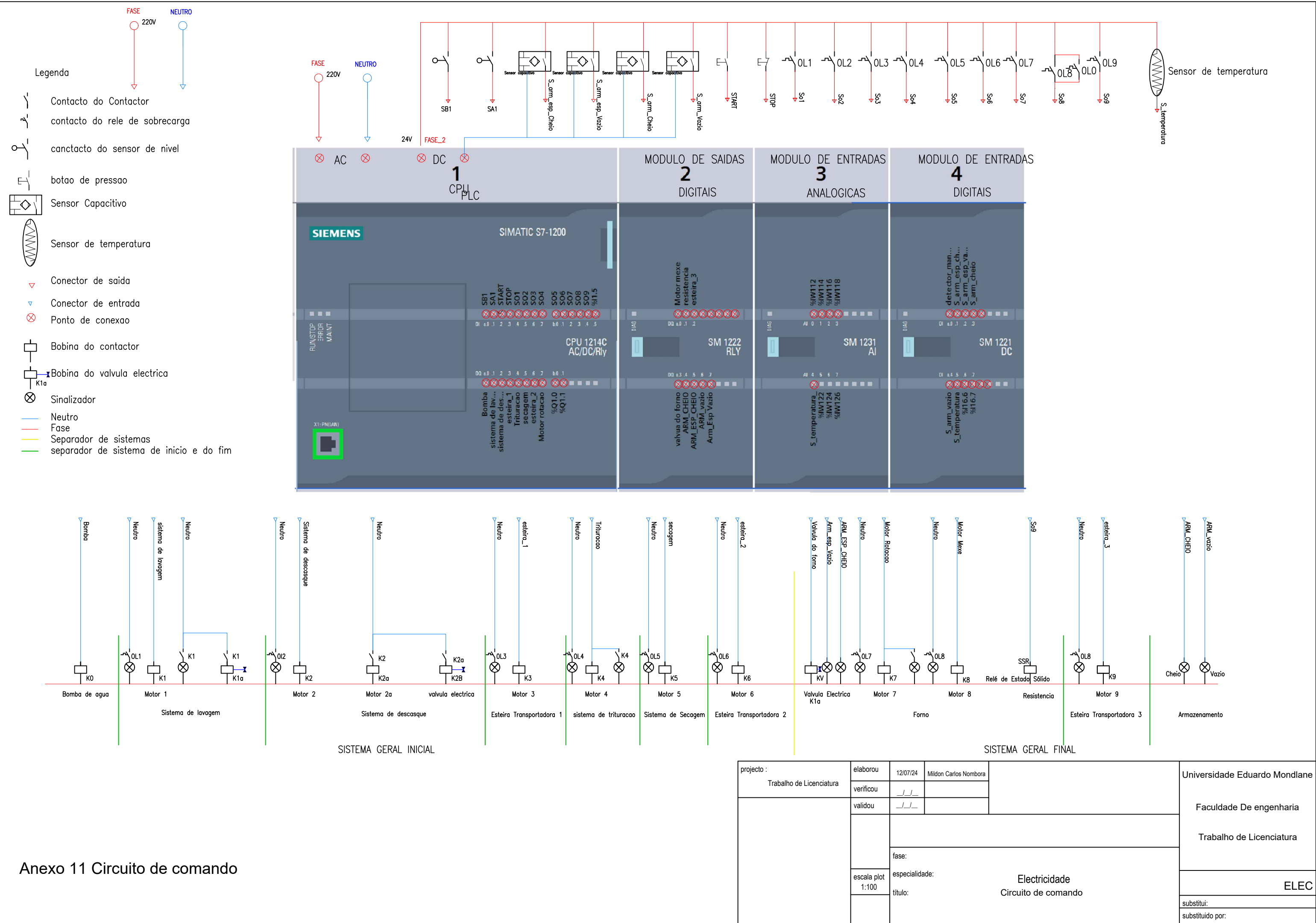
Anexo 10: Circuito de Força



	Data	Nome	Assinaturas	Entidade	Título	Data	13-Nov-2023	Num:
Desenhado						Arquivo:	A.10-37	
Verificado								

Mildon Nombora

Circuito de potência



Projecto final 2.0 simulação_V15.1 / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Program blocks

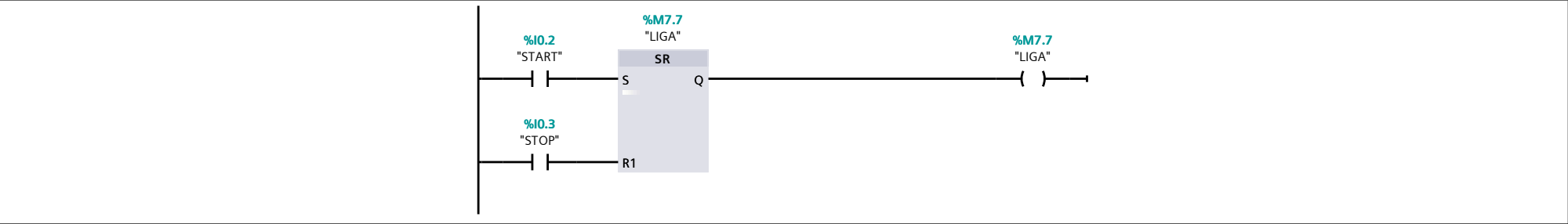
Main [OB1]

Main Properties							
General							
Name	Main	Number	1	Type	OB	Language	LAD
Numbering	Automatic						
Information							
Title	Bomba eléctrica	Author		Comment		Family	
Version	0.1	User-defined ID					

Main			
Name	Data type	Default value	Comment
▼ Input			
Initial_Call	Bool		Initial call of this OB
Remanence	Bool		=True, if remanent data are available
▼ Temp			
converte	LReal		
Constant			

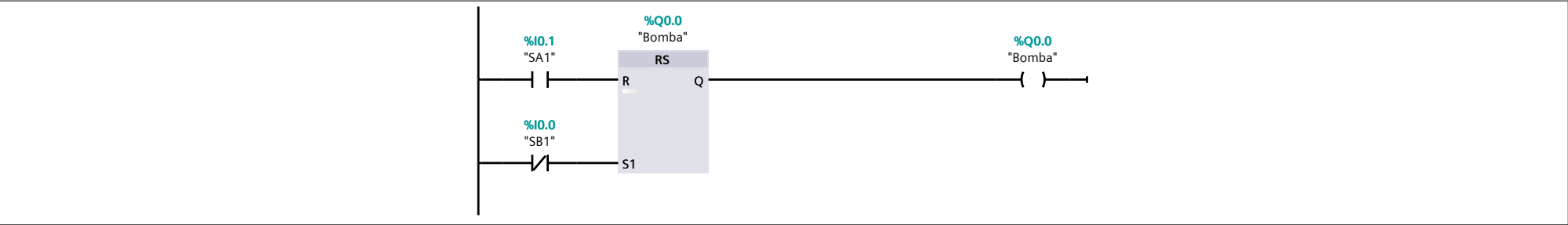
Network 1: START ou STOP

Este é o diagrama que representa a partida ou paragem do sistema geral, com o START se inicia o sistema geral e com o STOP pára-se o mesmo.



Network 2: BOMBA DE ÁGUA

A bomba de água é o sistema que é constituído por dois sensores de nível (SB1 e SA1), que indicam se o tanque se encontra vazio (SB1) ou cheio (SA1), no qual se accionará a bomba quando o sensor do nível baixo não detectar a presença de agua no tanque.



Network 3: Sobrecargas

Todos os motores do sistema geral de início e do Sistema geral do fim devem ser testados para aferir se nenhuma máquina irá comprometer o fluxo normal de mandioca ou tapioca , para esse fim são colocados todas as chaves no estado normalmente Fechado, assim quando a houver uma sobrecarga o sistema sera parcialmente desliga-do, conforme a programação mostra.

SO1- Sobrecarga no motor 1; SO2- Sobrecarga no motor 2; SO3- Sobrecarga no motor 3; SO4- Sobrecarga no motor 4; SO5- Sobrecarga no motor 5; SO6- Sobrecarga no motor 6; SO2- Sobrecarga no motor 2;



Network 4: Sistema geral de inicio

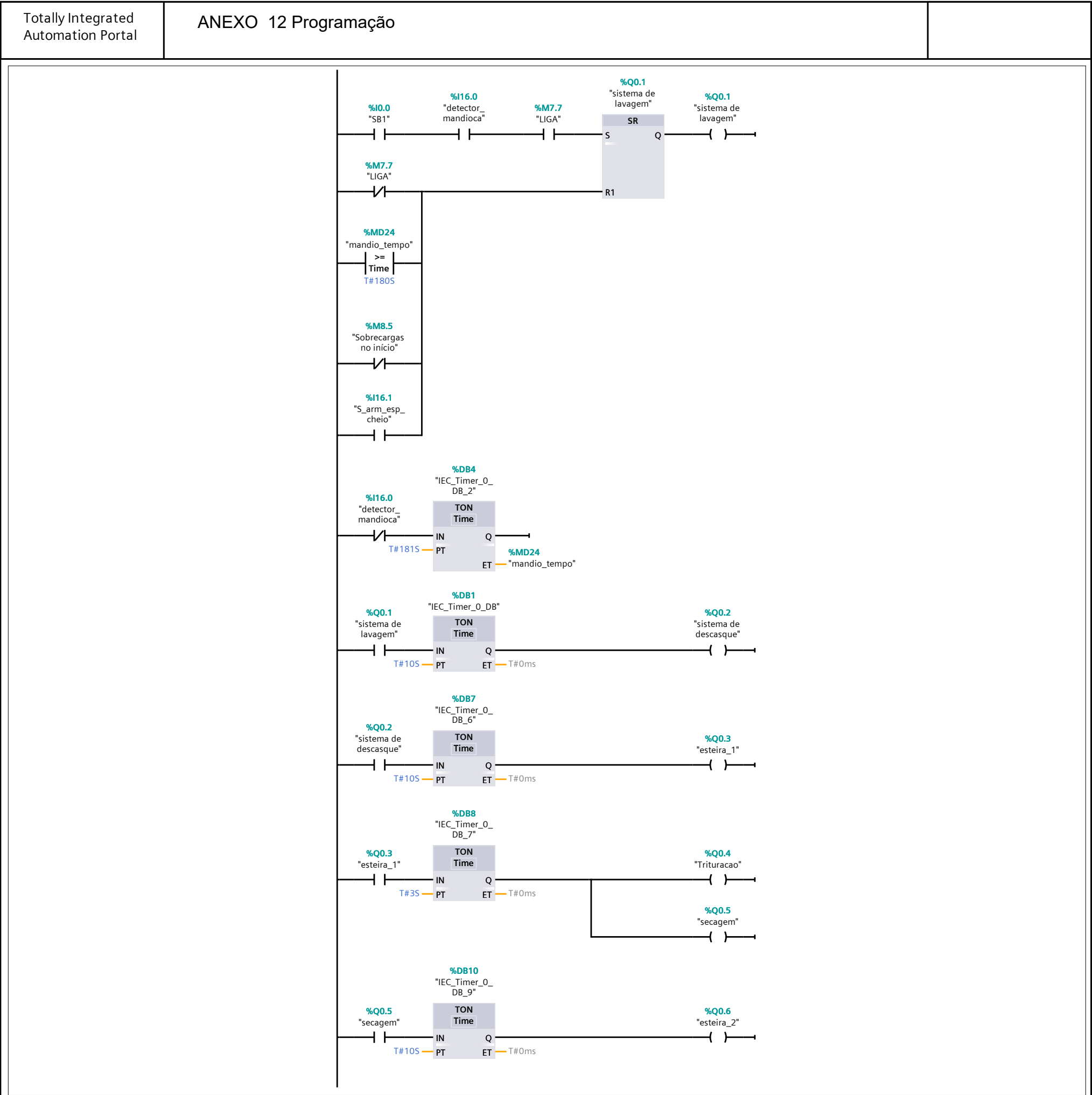
o sistema geral de inicio é composto pelos sistemas:

- Sistema de lavagem
- Sistema de descasque
- Esteira transpotadora_1
- Sistema trituração
- Sistema de secagem
- Esteira transportadora_2

Caso haja sobrecarga num dos motores deste sistema geral de início, todo ele será desativado

Caso passem 3min sem que não seja detectado a presença de mandioca, o sistema para

Caso não haja água no reservatório o sistema não arranca. Outras restrições encontram-se nos diagramas abaixo.



Network 5: Sistema geral Final (Forno)

Quando no reservatorio de espera tiver mandioca triturada (SB1=1) entao pode-se colocar a mandioca truurada no forno, assim que tenham passado 20min a uma temperatura de 110 graus Celcius o motor de rotação   accionado num tempo corespondente a 30s, tempo suficiente para colocar a tapioca na esteira que de imediato   accionado para permitir que a tapioca chegue ao reservatório.

há que tomar em consideração que para qualquer sobrecarga a um motor dessa parte condicioca todo sistema geral final.

The diagram illustrates a control sequence for a furnace system, organized into three main functional blocks.

Block 1: Initial Setup and Start Sequence

- Valve Opening:** An output coil **%Q8.3** ("valvua do forno") is energized by a normally open contact.
- Timer T11S:** A TON timer (DB6, "IEC_Timer_0_DB_12") is set with PT **T#11S**. Its ET output is labeled **%MD28** ("tempo").
- Start Sequence:** A series of normally open contacts for **%M7.7** ("LIGA"), **%Q8.0** ("Motor mexe"), **%Q0.7** ("Motor rotacao"), and **%I16.2** ("S_arm_esp_vazio") leads to the IN of timer **%DB5** ("IEC_Timer_0_DB_4").
- Timer T10S:** The timer is set with PT **T#10S**. Its ET output is labeled **T#0ms**.
- Set Coil:** The output of timer T10S is connected to the S (Set) coil of a Set-Reset coil **%Q8.3** ("valvua do forno").
- Reset Coil:** The output of timer T10S is also connected to the R1 (Reset) coil of the same Set-Reset coil.
- Output:** The Q output of the Set-Reset coil is connected to a normally open contact labeled **%Q8.3** ("valvua do forno").

Block 2: Motor Interlocking and Timing Logic

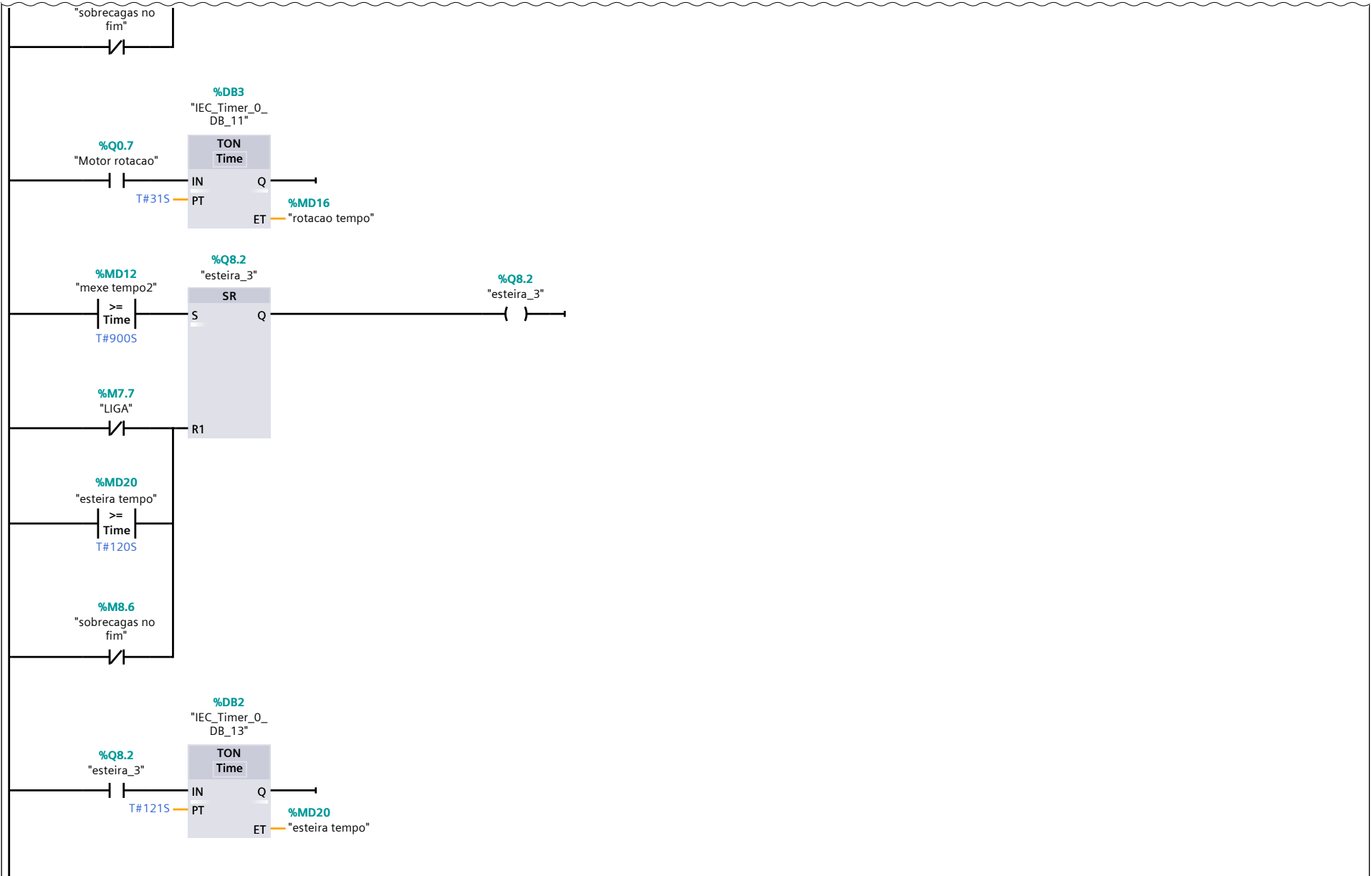
- Interlocking:** A series of normally open contacts for **%M7.7** ("LIGA"), **%I16.2** ("S_arm_esp_vazio"), **%MD28** ("tempo" with **>=** and **T#10S**), **%M8.6** ("sobrecargas no fim"), and **%I16.3** ("S_arm_cheio") leads to the S coil of a Set-Reset coil **%Q8.0** ("Motor mexe").
- Reset Coil:** The R1 coil of the **%Q8.0** Set-Reset coil is energized by a series of normally open contacts for **%MD12** ("mexe tempo2" with **>=** and **T#15M**), **%M7.7** ("LIGA"), **%M8.6** ("sobrecargas no fim"), and **%I16.3** ("S_arm_cheio").
- Output:** The Q output of the **%Q8.0** Set-Reset coil is connected to a normally open contact labeled **%Q8.0** ("Motor mexe").

Block 3: Motor Stop and Reset Logic

- Timer T901S:** A TON timer (DB11, "IEC_Timer_0_DB_10") is set with PT **T#901S**. Its ET output is labeled **%MD12** ("mexe tempo2").
- Set Coil:** A normally open contact for **%Q8.0** ("Motor mexe") is connected to the S coil of a Set-Reset coil **%Q0.7** ("Motor rotacao").
- Reset Coil:** The R1 coil of the **%Q0.7** Set-Reset coil is energized by a series of normally open contacts for **%MD12** ("mexe tempo2" with **>=** and **T#15M**), **%M7.7** ("LIGA"), and **%MD16** ("rotacao tempo" with **>=** and **T#30S**).
- Output:** The Q output of the **%Q0.7** Set-Reset coil is connected to a normally open contact labeled **%Q0.7** ("Motor rotacao").

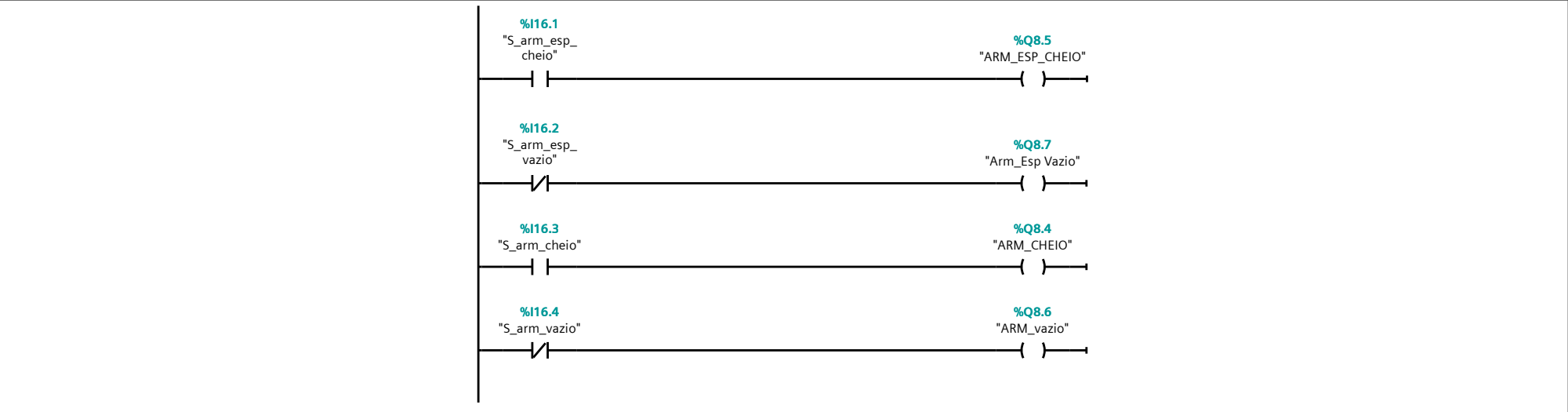
Network 5: Sistema geral Final (Forno) (2.1 / 2.1)

1.1 (Page1 - 3)



Network 6: SINALIZAÇÃO

Esta sinalização serve para indicar se os armazenamentos se encontram cheios ou vazios e com isso pode-se tomar certas acções no qua vão de acordo com os objectivos do proprietário e ou do programa.



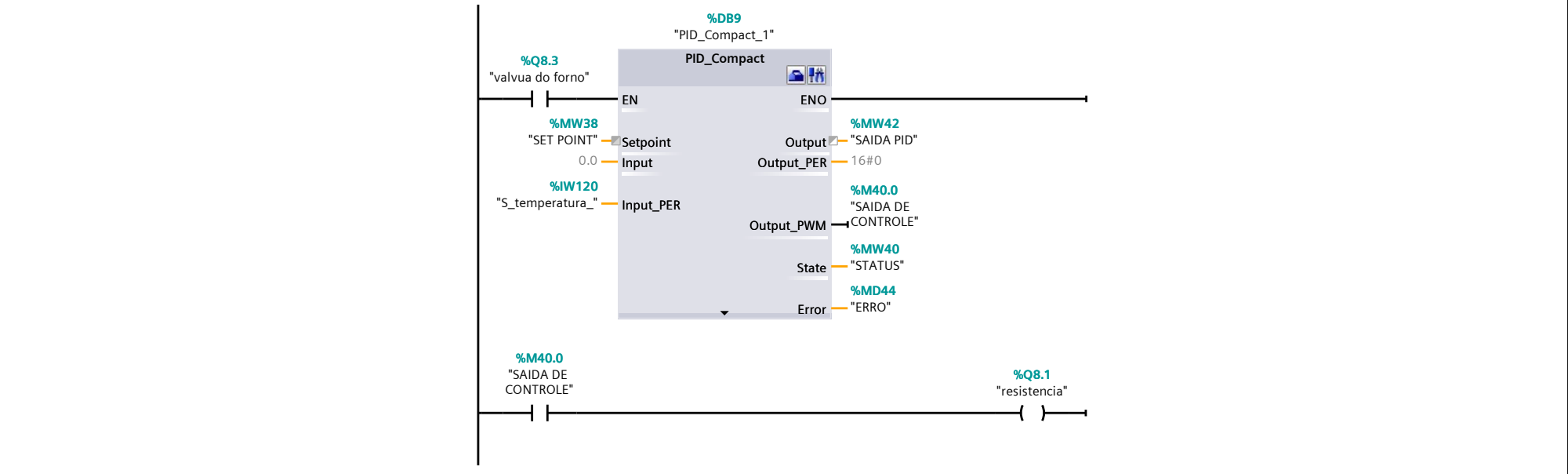
Projecto final 2.0 simulação_V15.1 / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Program blocks

Cyclic interrupt [OB30]

Cyclic interrupt Properties							
General							
Name	Cyclic interrupt	Number	30	Type	OB	Language	LAD
Numbering	Automatic						
Information							
Title		Author		Comment		Family	
Version	0.1	User-defined ID					

Cyclic interrupt			
Name	Data type	Default value	Comment
▼ Input			
Initial_Call	Bool		Initial call of this OB
Event_Count	Int		Events discarded
Temp			
Constant			

Network 1:



PLC tags

	Name	Data type	Address	Retain	Accessi- ble from HMI/OPC UA	Writable from HMI/OPC UA	Visible in HMI engi- neering	Supervision	Comment
	SB1	Bool	%I0.0	False	True	True	True		Sensor de nivel baixo no tanque de agua
	SA1	Bool	%I0.1	False	True	True	True		sensor de nivel alto no tamque de agua
	START	Bool	%I0.2	False	True	True	True		Start do sistema
	STOP	Bool	%I0.3	False	True	True	True		Stop do sistema
	SO1	Bool	%I0.4	False	True	True	True		sobrecarga no Motor 1
	SO2	Bool	%I0.5	False	True	True	True		sobrecarga no Motor 2
	SO3	Bool	%I0.6	False	True	True	True		sobrecarga no Motor 3
	SO4	Bool	%I0.7	False	True	True	True		sobrecarga no Motor 4
	SO5	Bool	%I1.0	False	True	True	True		sobrecarga no Motor 5
	SO6	Bool	%I1.1	False	True	True	True		sobrecarga no Motor 6
	SO7	Bool	%I1.2	False	True	True	True		sobrecarga no Motor 7
	SO8	Bool	%I1.3	False	True	True	True		sobrecarga no Motor 8
	S_temperatura_	Int	%IW120	False	True	True	True		Sensor de temperatura do forno
	Bomba	Bool	%Q0.0	False	True	True	True		Saída para a bomba
	sistema de lavagem	Bool	%Q0.1	False	True	True	True		Saída para o motor 1
	sistema de descasque	Bool	%Q0.2	False	True	True	True		Saída para o motor 2 e 2a
	esteira_1	Bool	%Q0.3	False	True	True	True		Saída para o motor 3
	Trituracao	Bool	%Q0.4	False	True	True	True		Saída para o motor 4
	secagem	Bool	%Q0.5	False	True	True	True		Saída para o motor 5
	esteira_2	Bool	%Q0.6	False	True	True	True		Saída para o motor 6
	detector_mandioca	Bool	%I16.0	False	True	True	True		Variável interna
	S_arm_esp_cheio	Bool	%I16.1	False	True	True	True		Variável interna
	S_arm_esp_vazio	Bool	%I16.2	False	True	True	True		Variável interna
	S_arm_cheio	Bool	%I16.3	False	True	True	True		Variável interna
	S_arm_vazio	Bool	%I16.4	False	True	True	True		Variável interna
	Motor rotacao	Bool	%Q0.7	False	True	True	True		Saída para o motor 8
	Motor mexe	Bool	%Q8.0	False	True	True	True		Saída para o motor 7
	resistencia	Bool	%Q8.1	False	True	True	True		Saída para as resistencias do forno
	esteira_3	Bool	%Q8.2	False	True	True	True		Saída para o motor 9
	permit forno	Bool	%M7.5	False	True	True	True		Variável interna
	valvua do forno	Bool	%Q8.3	False	True	True	True		Saída para a valvula
	permit forno_2	Bool	%M7.6	False	True	True	True		Variável interna
	LIGA	Bool	%M7.7	False	True	True	True		Variável interna
	DESLIGA TUDO	Bool	%M8.0	False	True	True	True		Variável interna
	DESLIGA válvula	Bool	%M8.1	False	True	True	True		Variável interna
	desliga resistência	Bool	%M8.2	False	True	True	True		Variável interna
	desliga Mrot	Bool	%M8.3	False	True	True	True		Variável interna
	deliga esteira 3	Bool	%M8.4	False	True	True	True		Variável interna
	tempo valv	Time	%MD8	False	True	True	True		Variável interna
	mexe tempo2	Time	%MD12	False	True	True	True		Variável interna
	rotacao tempo	Time	%MD16	False	True	True	True		Variável interna
	esteira tempo	Time	%MD20	False	True	True	True		Variável interna
	mandio_tempo	Time	%MD24	False	True	True	True		Variável interna
	Sobrecargas no início	Bool	%M8.5	False	True	True	True		Variável interna
	sobrecagas no fim	Bool	%M8.6	False	True	True	True		Variável interna
	sem tapioca	Bool	%M28.1	False	True	True	True		Variável interna
	SO9	Bool	%I1.4	False	True	True	True		sobrecarga no Motor 8
	ARM_CHEIO	Bool	%Q8.4	False	True	True	True		Sinalização do armazenamento final
	ARM_ESP_CHEIO	Bool	%Q8.5	False	True	True	True		Sinalização do armazenamento de es- pera
	S_temperatura	Bool	%I16.5	False	True	True	True		Variável interna
	Tempo	Time	%MD28	False	True	True	True		Variável interna
	ARM_vazio	Bool	%Q8.6	False	True	True	True		Sinalização do armazenamento final
	Arm_Esp Vazio	Bool	%Q8.7	False	True	True	True		Sinalização do armazenamento de es- pera
	Ecala Temperature	Int	%MW32	False	True	True	True		Variável interna
	esclax	Int	%MW34	False	True	True	True		Variável interna

	Name	Data type	Address	Retain	Accessi-ble from HMI/OPC UA	Writable from HMI/OPC UA	Visible in HMI engi-neering	Supervision	Comment
	Temperatura	Int	%MW36	False	True	True	True		Variável interna
	SET POINT	Int	%MW38	False	True	True	True		Variável interna
	SAIDA DE CONTROLE	Bool	%M40.0	False	True	True	True		Variável interna
	STATUS	Int	%MW40	False	True	True	True		Variável interna
	SAIDA PID	Int	%MW42	False	True	True	True		Variável interna
	ERRO	Real	%MD44	False	True	True	True		Variável interna
	SAIDA	Real	%MD48	False	True	True	True		Variável interna