



FACULDADE DE ENGENHARIA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELÉCTRICA
ESTÁGIO PROFISSIONAL

**PROPOSTA DE PROJECTO DE UMA AGULHA
AUTOMÁTICA PARA A MUDANÇA DE VIA DOS COMBOIOS
NA ESTAÇÃO CENTRAL DOS CAMINHOS DE FERRO DE
MOÇAMBIQUE (CFM-SUL)**

Autor:

Chicuava, Ginêncio Henrique

Supervisores:

Supervisor da UEM: Prof. Dr. Zacarias Chilengue, eng°

Supervisor da empresa: Eng° Ernesto Cumbana

Maputo, Junho de 2025



FACULDADE DE ENGENHARIA

LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELÉCTRICA

ESTÁGIO PROFISSIONAL

**PROPOSTA DE PROJECTO DE UMA AGULHA
AUTOMÁTICA PARA A MUDANÇA DE VIA DOS COMBOIOS
NA ESTAÇÃO CENTRAL DOS CAMINHOS DE FERRO DE
MOÇAMBIQUE (CFM-SUL)**

Autor:

Chicuava, Ginêncio Henrique

Supervisores:

Supervisor da UEM: Prof. Dr. Zacarias Chilengue, eng°

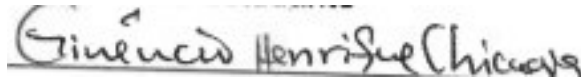
Supervisor da empresa: Eng° Ernesto Cumbana

Maputo, Junho de 2025

Declaração de originalidade do relatório de estágio profissional

Eu, Ginêncio Henrique Chicuava, estudante do 5º ano do curso de engenharia eléctrica na faculdade de engenharia da universidade Eduardo Mondlane, declaro por minha honra que este trabalho é da minha autoria, sendo fruto dos conhecimentos adquiridos ao longo da minha formação, investigação pessoal e da orientação do supervisor. O conteúdo deste trabalho é original e todos os documentos consultados estão devidamente identificados na bibliografia.

Maputo, 06 de Junho de 2025

A handwritten signature in dark ink, reading "Ginêncio Henrique Chicuava". The signature is written in a cursive style with some capital letters.

(Ginêncio Henrique Chicuava)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Henrique Américo Chicuava e Artezinha Reginaldo Machoue pelo seu amor incondicional, apoio e pelo exemplo de vida que ambos representam para mim.

AGRADECIMENTOS

Quero em primeiro lugar, agradecer a Deus por todas as bênçãos que tem derramado em minha vida e por ter me dado a chance de ser aquilo que escolhi, pelas maravilhas que tem concedido em minha vida e por ter me sustentado e capacitado para chegar a este nível. OBRIGADO SENHOR!

Quero em segundo lugar, endereçar os meus sinceros e profundos agradecimentos aos meus pais, Henrique Américo Chicuava e Artezinha Reginaldo Machoue pelo amor incondicional e pela paciência. Por terem feito o possível e o impossível para me oferecerem a oportunidade, acreditando e respeitando as minhas decisões e nunca deixando que as dificuldades acabassem com os meus sonhos, serei sempre imensamente grato.

Quero agradecer também aos meus amados irmãos, Cardício Henrique Chicuava, Edson Henrique Chicuava, Doifa Henrique Chicuava e Euclídio Henrique Chicuava pelo seu suporte e contributo na minha educação como pessoa e na minha formação académica.

Quero de igual modo agradecer ao meu supervisor académico, o prof. Dr. Zacarías Chilengue, engº, pela paciência, incentivo, por acreditar na ideia e contribuir para que este trabalho pudesse ser realizado.

O meu profundo agradecimento ao meu supervisor da empresa CFM, o engº Ernesto Cumbana, também pela paciência, incentivo, por acreditar na ideia e contribuir para que este trabalho pudesse ser realizado.

Aos meus amigos e colegas, em especial a Gabriela, Rosa, Vanildo, Bila, Abranches, Daniel, Marvin, Cossa, Chimene e a todos que fizeram parte da minha caminhada directa ou indirectamente endereço os meus agradecimentos.

Resumo

A mudança de via é uma das operações mais importantes de uma ferrovia, pois constantemente, os comboios precisam mudar sua trajectória inicial para chegar ao destino desejado. Os CFM, actualmente utilizam AMVs de controlo manual, este sistema é constituído essencialmente por: (agulhas, contra-agulha, aparelho de manobra, trilhos de ligação, coração, trela, barra de ligação e contratrilhos). Este controlo é simplesmente um dos mais utilizados pelos caminhos de ferro em todo território nacional, pois é bastante simples tanto no seu dimensionamento como na sua operação propriamente dita. Neste tipo de aparelho, a mudança de via dos trilhos ocorre através de uma alavanca que acciona as agulhas que movem os trilhos, tal acção é realizada manualmente por operadores responsáveis pela tarefa. Apesar de ser o aparelho mais simples, exigir esforço físico (humano) para o seu accionamento e não exigir muitos cálculos técnicos para o seu projecto, o AMV de controlo manual consegue entregar resultados práticos no que diz respeito ao accionamento das agulhas que movem os trilhos. O presente trabalho destina-se na apresentação de um projecto de AMV com controlador de circuito eléctrico, isto é, automático. Neste caso, existe uma automatização do processo de movimento dos trilhos, controlado por um circuito eléctrico através de um CLP. O projecto vai prever também, a operação manual para caso de indisponibilidade do sistema automático. Este AMV é composto por comandos e aparelhos electrónicos que controlam o movimento dos trilhos. O motor eléctrico é o elemento mais essencial neste processo, pois, este aparelho é que vai ser responsável pelo fornecimento da energia mecânica ao sistema, permitindo através dos comandos eléctricos que seja possível a alteração ou desvio dos trilhos. Os elementos principais que constituem o AMV automático são: Motor eléctrico; Caixa redutora; Agulha; Contra-trilhos; Coração ou jacaré; Sensor de posição, CLPs, contactores e o sistema de controlo e sinalização. A implementação deste projecto vai garantir que haja mudança de via dos comboios sem que haja uma intervenção física do operador, o que vai reduzir de forma significativa o esforço físico do operador e os riscos de ocorrência de acidente envolvidos nas operações manuais dos AMVs.

Palavras-Chave: Agulha automática, aparelho de mudança de via e cabine de controlo.

Abstract

Switching tracks is one of the most important operations of a railway, as trains constantly need to change their initial trajectory to reach the desired destination. Currently, the CFM uses manually controlled switch machines; this system is essentially made up of: (needles, anti-needle, switching apparatus, connecting tracks, heart, leash, connecting bar, and counter rails). This control is simply one of the most commonly used by railways throughout the national territory, as it is quite simple both in its sizing and in its actual operation. In this type of device, the switch of the tracks occurs through a lever that operates the blades that move the tracks; this action is performed manually by operators responsible for the task. Although it is the simplest device, requiring physical (human) effort for its operation and not requiring many technical calculations for its design, the manually controlled AMV can deliver practical results regarding the operation of the blades that move the tracks. This work aims to present a project of an Automated Motion Vehicle (AMV) with an electrical circuit controller, that is, automatic. In this case, there is an automation of the track movement process, controlled by an electric circuit through a PLC (Programmable Logic Controller). The project will also foresee manual operation in case the automatic system is unavailable. This AMV consists of commands and electronic devices that control the movement of the tracks. The electric motor is the most essential element in this process, as this device will be responsible for supplying mechanical energy to the system, allowing through electrical commands for the alteration or diversion of the tracks. The main elements that constitute the automatic AMV are: Electric motor; Gearbox; Needle; Counter-rails; Heart or alligator; Position sensor, PLCs, contactors, and the control and signaling system. The implementation of this project will ensure that there is a change of track for trains without any physical intervention from the operator, which will significantly reduce the physical effort of the operator and the risks of accidents involved in the manual operations of AMVs.

Keywords: Automatic needle, turnout switch, and control cabin.

Índice

1.1 Objectivos:.....	1
1.1.2 Objectivos Específicos:.....	1
2 CFM – historial.....	5
2.1 SMREA (Serviço de Manutenção da Rede Eléctrica e Água)	5
2.2 Localização geográfica da estação central dos CFM-SUL	6
2.3 Breve apresentação das actividades desenvolvidas ao longo do estágio	6
3 Definição da via férrea	8
3.1 Elementos da via férrea.....	8
3.2 Aparelhos de mudança de via (AMV)	14
3.3 Classificação de mudanças de via simples.....	15
3.4 Constituição dos aparelhos de mudança de via manual	16
3.5 Tipos de AMVs	20
4.1 AMV automático com modo manual	22
4.2 Operação automática do AMV	22
1. 4.3 Vantagem da operação automática	23
4.4 Operação manual (alternativo) do AMV	23
4.5 Procedimento de comando manual em AMV automático.....	23
4.6 Componentes principais de um AMV automático com modo manual.....	24
4.7 Accionamento manual do AMV	37
4.8 Dimensionamento do motoredutor do AMV	38
4.9 Dimensionamento do cabo de alimentação e protecções do motor	42
4.10 Accionamento eléctrico do AMV usando CLP	44
4.11 Esquema ilustrativo de ligações do CLP	47
4.12 Diagrama de potência para o arranque directo do motor	47
4.13 Esquemas de controlo ou lógica de programação	47
4.14 Quadros de comando local dos AMVs	48
4.15 Comunicação entre a cabine e os AMVs	48
4.16 Representação do diagrama de blocos dos quadros de comando local e do painel de controlo da cabine central.....	48
4.17 Diagrama esperado do projecto proposto	49
5 CONCLUSÃO	50
6 RECOMENDAÇÕES.....	50
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
Anexos.....	A

Lista de Símbolos

CFM – Caminhos de ferro de Moçambique

SMREA - Serviço de Manutenção da Rede Eléctrica e Água

AMV - aparelho de mudança de via

BT – baixa tensão

CA – corrente alternada

CC – corrente contínua

In – corrente nominal

RPM – rotações por minuto

CLP – controlador lógico programável

NA – normalmente aberto

NF – normalmente fechado

QC – quadro de comando

I/O – entrada e saída

RSIUEE – regulamento de segurança de instalações de utilização de energia eléctrica

$\cos\phi$ – factor de potência

U - voltagem

P – potência activa

T - torque

V – velocidade

l – comprimento

Índice de figuras

Figura 1: Localização geográfica da estação central dos CFM-SUL (Fonte: Google map)....	6
Figura 2: Desmantelamento de PTs (Fonte: Autor, 2025)	7
Figura 3: Manutenção preventiva (Fonte: Autor, 2025)	7
Figura 4: Ensaio e testes de relés de falta de fase e de sequência de fase (Fonte: Autor, 2025)	7
Figura 5: Via férrea (Fonte: Autor, 2025).....	8
Figura 6: Super-estrutura ferroviária	10
Figura 7: Sub- estrutura ferroviária utilizando mistura betuminosa (Fonte: Ferreira, 2007)..	11
Figura 8: Balastro (Fonte: Sokisui, 2020)	12
Figura 9: Dormentes (Fonte: Sokisui, 2020).....	13
Figura 10: Tipo de materiais utilizados em travessas (Fonte: Ferreira, 2007)	13
Figura 11: Aparelhos de mudança de via (Fonte: Autor, 2025)	14
Figura 12: Esquema de AMV à esquerda (Fonte: Nabais, 2015)	15
Figura 13: Esquema de AMV simétrico (Fonte: Nabais, 2015).....	16
Figura 14: Esquema de AMV à direita (Fonte: Nabais, 2015).....	16
Figura 15: Constituição de um AMV (Fonte: Manual didáctico de ferrovias, 2012).....	17
Figura 16: Pormenor de Aparelho de mudança de via (Fonte: Mota, 2012)	19
Figura 17: Grade agulha (Fonte: Nabais, 2015).....	19
Figura 18: Grade agulha (Fonte: Nabais, 2015).....	20
Figura 19: Motor eléctrico (Fonte: Siemens, 2023).....	25
Figura 20: Constituição interna de um motor eléctrico (Fonte: Wikipedia, 2023)	26
Figura 21: Caixa redutora de um AMV acoplado ao motor eléctrico (Fonte: Adajusamotors, 2021)	27
Figura 22: Engrenagem helicoidal ou cilíndrica (Fonte: Alibaba, 2021).....	28
Figura 23: Engrenagem sem-fim (Fonte: Pakwheels, 2018).....	28
Figura 24: Sensor fim de curso (Fonte: Siemens, 2022)	30
Figura 25: Sensor indutivo (Fonte: telemecaniquesensors, 2021).....	32
Figura 26: Sensor indutivo (Fonte: telemecaniquesensors, 2021).....	32
Figura 27: Contactador tripolar (Fonte: Weg, 2013)	34
Figura 28: Esquema básico funcional (Fonte: roquete, 2011)	36
Figure 29: Representação esquemática dos quadros de comando local e do painel de controlo da cabine central (Fonte: Autor, 2025).....	49
Figure 30: Diagrama de ligações do CLP (Fonte: Autor, 2025)	50
Figure 31: Diagrama de força do arranque do motor (Fonte: Autor, 2025)	50
Figure 32: Lógica de programação em linguagem Ladder (Fonte: Autor, 2025)	50
Figure 33: Diagrama esperado do projecto proposto (Fonte: Autor, 2025).....	50

CAPITULO I: INTRODUÇÃO

O sistema ferroviário revolucionou o mundo, pois, desde o século XVIII, esse sistema é capaz de transportar pessoas e diversas mercadorias de peso elevado à longas distâncias com segurança por meio de trens (comboios) e plataformas de embarque e desembarque.

A segurança na operação de equipamentos nas ferrovias é um dos elementos mais importantes para garantir a integridade física dos operadores e minimizar os riscos de acidentes durante a operação desses equipamentos de forma manual, por essa razão, torna-se crucial o uso de tecnologias que permitem a operação desses equipamentos de forma automática, isto é, controlar remotamente.

Trata-se de um meio de transporte que utiliza vagões interligados em uma locomotiva, percorrendo em vias férreas (trilhos de ferro). O sistema conta com desvios integrados aos trilhos, realizados pelo aparelho de mudança de via (AMV), o qual possibilita com que o trem transite de uma linha para outra.

O presente projecto tem por finalidade apresentar uma proposta de projecto de uma agulha automática para a mudança de via dos comboios na estação central dos caminhos de ferro de Moçambique, assim como a definição do método de controle do sistema e, por fim, serão feitas as simulações a fim de observar o funcionamento do sistema antes da sua implementação.

1.1 Objectivos:

1.1.1 Objectivo Geral:

Apresentar a proposta para o projecto de uma agulha automática para a mudança de via dos comboios na estação central dos caminhos de ferro de Moçambique (CFM-SUL).

1.1.2 Objectivos Específicos:

- ❖ Descrever os aparelhos de mudança de via actuais utilizados nos caminhos de ferro de Moçambique;
- ❖ Verificar o princípio de funcionamento dos aparelhos de mudança de via (manuais e automáticos);
- ❖ Efectuar uma análise comparativa entre os aparelhos de mudança de via

manuais e automáticos e;

- ❖ Implementar um sistema automático de mudança de via dos comboios dos Caminhos de Ferro de Moçambique.

Formulação do problema

Devido ao maior fluxo de trens nos locais como a estação central dos caminhos de ferro de Moçambique, a operação manual dos aparelhos de mudança de via torna-se inviável quando comparada com a operação automática dos aparelhos de mudança de via.

Sendo que o local do estudo (estação central dos caminhos de ferro de Moçambique) é um local com maior fluxo de trens, sendo que a operação manual dos aparelhos de mudança de via requer um esforço considerável do operador (ser humano), há que se fazer a seguinte questão para se saber por onde começar para a solução do problema:

Como melhorar de forma eficiente as operações de mudança de via dos comboios nos caminhos de ferro de Moçambique?

O presente projecto tenta de maneira precisa responder a essa questão conforme veremos ao longo do desenvolvimento do mesmo.

Hipóteses

Para melhorar as operações de manobra de aparelhos de vias dos CFM, far-se-á uma análise que descreve a situação actual. Após a análise dos aparelhos e, após essa análise irá se propor soluções possíveis para o problema em causa, que dentre estas podem ser:

- Instalação de dispositivos de comando locais instalados na cabine dos operadores dos aparelhos de mudança de vias.
- Instalação de um sistema de comando via wireless dentro dos próprios trens.

Justificativa

Ao longo do estagio profissional que está sendo desenvolvido nos caminhos de ferro de Moçambique, notou-se que as operações manuais de mudança de via dos trens

feitas pelos operadores, representam um risco para estes e cansaço considerando o peso dos aparelhos de mudança de via.

A implementação deste projecto será de grande relevância para a empresa, pois irá permitir com que haja diminuição de riscos de acidentes nas ferrovias assim como os esforços físicos aplicados pelos operadores nessas operações

A mudança de via é uma das operações mais importantes de uma ferrovia, pois, constantemente os trens precisam mudar sua trajectória inicial para chegar ao destino desejado. Por isso, o chamado aparelho de mudança de via (AMV) é um dos componentes essenciais de uma ferrovia, pois é através dele que essa manobra de mudança de via é realizada, como já sugere o seu próprio nome.

Metodologia

A metodologia que será usada para a realização da presente pesquisa será dividida em duas partes a destacar: pesquisa bibliográfica e a pesquisa de campo.

✓ Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica consistirá na selecção, leitura e análise de trabalhos que abordam assuntos de interesse para o tema em causa. Consistirá também na consulta de diversas literaturas, artigos científicos actualizados, relatórios de trabalhos anteriores, sites disponíveis na internet, manuais e outros documentos de disciplinas leccionadas ao longo do curso, entre outros, de modo a se ter uma ideia mínima e/ ou geral das tecnologias envolvidas em todos os sistemas que possibilitarão o alcance do objectivo geral.

✓ Pesquisa de campo

Segundo Gonsalves (2001, p.67), a pesquisa de campo é o tipo de pesquisa que pretende colocar o pesquisador em contacto directo com toda a situação relacionada ao tema em causa. A pesquisa de campo será baseada em dois métodos:

- **Observação directa**

Este método baseia-se na actuação dos observadores para a obtenção de

determinadas informações. Esta observação directa será baseada em efectuar por meio de observações a colheita de dados e outras informações relevantes sobre o tema em questão.

- **Entrevista**

A entrevista é feita por meio de perguntas aos especializados na área, permitindo a obtenção de dados de forma profunda. Este método consistirá em consultar aos técnicos e engenheiros especializados na área, com o objectivo de obter informações sobre o caso em estudo.

Organização do trabalho

O presente relatório foi dividido seguindo a seguinte estrutura:

- **Capítulo I – Introdução**

Neste capítulo foi feita a introdução do trabalho, sua contextualização, a justificativa, os objectivos do trabalho e a metodologia usada para a concepção do mesmo.

- **Capítulo II – Breve apresentação da empresa e actividades desenvolvidas no estágio**

Neste capítulo foi feita de forma resumida, a apresentação da empresa na qual o estágio foi desenvolvido, assim como uma breve apresentação de algumas actividades desenvolvidas ao longo do estágio profissional.

- **Capítulo III – Revisão Bibliográfica**

Neste capítulo foi feito o desenvolvimento do trabalho, abordando todos aspectos relevantes para o tema em causa de modo a colocar a fundamentação teórica do mesmo.

- **Capítulo IV – descrição e apresentação do projecto proposto.**

Neste capítulo foi efectuada a descrição e foi apresentado o projecto proposto.

- **Capítulo IV – conclusões, recomendações e referências bibliográficas.**

CAPITULO II: APRESENTAÇÃO DA EMPRESA E ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO

2 CFM – historial

Por diploma legítimo nº 315, de 22 de Agosto de 1931, foi aprovada a criação e organização da direcção dos serviços dos portos e caminhos-de-ferro da colónia de Moçambique, o que, de certo modo, veio a estabelecer a unificação directiva e administrativa dos caminhos-de-ferro. Esta direcção orientava-se segundo os princípios de economia comercial.

Os serviços dos portos e caminhos-de-ferro da colónia de Moçambique constituíam uma empresa industrial do estado colonial.

Em 1930 por iniciativa dos caminhos-de-ferro de Moçambique, foi criado o serviço de camionagem automóvel. A existência deste serviço de transporte rápido, seguro e económico, foi determinada para o desenvolvimento agrícola e fomento do comércio, trazendo, do interior para as estações ferroviárias, os produtos destinados ao abastecimento dos mercados locais e exportação por via marítima, substituindo com sucesso, o transporte ferroviário quando o tráfego não era suficiente para o justificar a direcção de transportes aéreos (DETA), criada em 1936, era também uma divisão dos caminhos-de-ferro de Moçambique, tendo sido a primeira companhia aérea constituída neste território a realizar careiras regulares, no espaço nacional e nos países vizinhos.

Enfrentando inúmeras dificuldades, já que não existiam aeronaves, nem pilotos, nem qualquer experiencia na gestão dos transportes aéreos, os caminhos-de-ferro Moçambique montaram uma empresa sólida, com larga tradição de bem servir. A DETA foi extinta em 1983, tendo sido criada em seu lugar as Linhas Aéreas de Moçambique (LAM).

2.1 SMREA (Serviço de Manutenção da Rede Eléctrica e Água)

O estágio profissional foi desenvolvido no SMREA (Serviço de Manutenção da Rede

Eléctrica e Água).

SMREA é o serviço responsável por realizar todo tipo de manutenção na rede eléctrica (principalmente da média tensão), de água e sistema de frio numa área geográfica compreendida por toda zona sul do país em que esteja estendida a rede dos CFM no que compreende os sistema de água, electricidade, rede ferroviário e rede de edifícios oficiais.

2.2 Localização geográfica da estação central dos CFM-SUL

O SMREA está localizado na cidade de Maputo, na praça dos trabalhadores, endereço cujas coordenadas geográficas são: 25° 58' 16" S, 32° 33' 52" L.

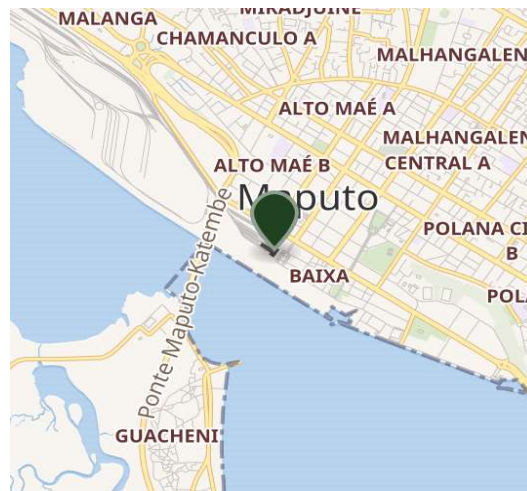


Figura 1: Localização geográfica da estação central dos CFM-SUL (Fonte: Google map)

2.3 Breve apresentação das actividades desenvolvidas ao longo do estágio

1. Desmantelamento dos postos de transformação

Essa actividade consistiu em desmontar postos de transformação de 11/0.4KV, onde efectuou-se a remoção dos cabos de alimentação em alta tensão (AT) nos transformadores de 11/0.4KV, juntamente com a cablagem do lado de baixa tensão (BT) com os dispositivos de protecção, seccionamento e comando.



Figura 2: Desmantelamento de PTs (Fonte: Autor, 2025)

2. Manutenção preventiva de subestações e postos de transformação dos CFM



Figura 3: Manutenção preventiva (Fonte: Autor, 2025)

3. Ensaio e testes de relés falta de fase e de sequência de fase



Figura 4: Ensaio e testes de relés de falta de fase e de sequência de fase (Fonte: Autor, 2025)

CAPITULO III: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3 Definição da via férrea

Um dos conceitos mais completos de estrada de ferro diz que ferrovia é um sistema de transporte terrestre, autoguiado, em que os veículos (motores e rebocados) se deslocam com rodas metálicas sobre duas vigas contínuas longitudinais, também metálicas, denominados trilhos. Os apoios transversais dos trilhos, os dormentes, são regularmente espaçados e repousam geralmente sobre um colchão amortecedor de material granular denominado lastro, que, por sua vez, absorve e transmite ao solo as pressões correspondentes às cargas suportadas pelos trilhos, distribuindo-as, com taxa compatível à sua capacidade de suporte para o terrapleno (infra-estrutura ferroviária). A ferrovia é composta de dois subsistemas básicos: o de material rodante, do qual fazem parte os veículos tractores e rebocados, e o de via permanente, apresentado na Fig.5, do qual fazem parte a infra-estrutura e a superestrutura ferroviária.

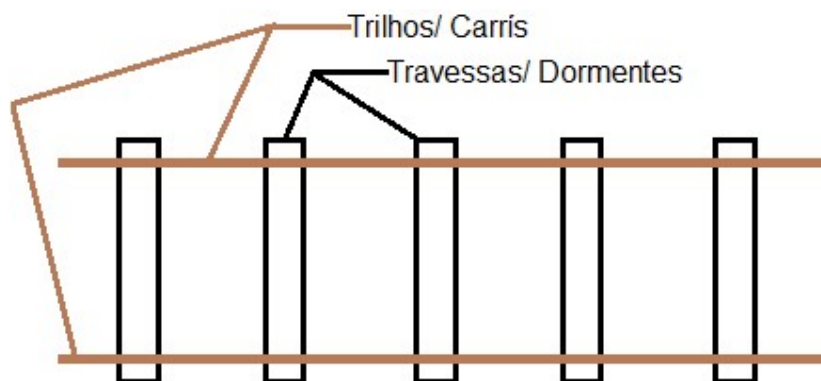


Figura 5: Via férrea (Fonte: Autor, 2025)

3.1 Elementos da via férrea

Segundo Bianca De Almeida (2020, p.05), uma via férrea tem como função principal dar suporte e guiamento aos veículos que nela circulam, de forma segura e confortável. Podemos separá-la em duas estruturas principais, a superestrutura e a infra-estrutura.

- **Infra-estrutura ferroviária**

A infra-estrutura ferroviária é o conjunto de obras que formam a plataforma da estrada e suporta a superestrutura, sendo composta por terraplenagem (aterros e cortes), sistemas de drenagem, obras de arte correntes e especiais (pontilhões, pontes e viadutos) e túneis.

- **Plataforma**

Muitas vezes designada por solo de fundação, é a primeira camada de toda a estrutura. É sobre ela que são assentes todas as outras camadas de apoio, sendo geralmente formada por solos ocais seleccionados.

Esta camada suporta toda a via e transmite as cargas provenientes do tráfego para o terreno ou aterro, devendo nunca atingir rotura ou sofrer deformações excessivas, servindo de apoio à superestrutura e às camadas de apoio da via.

O sistema internacional de classificação ferroviária UIC (*Union internationale des chemins de fer*) classifica as plataformas em três classes distintas, P1, P2 e P3, onde correspondem a uma plataforma medíocre, média e boa, respectivamente. Esta classificação é definida pela ficha UIC 719 R (*obras de materiales sueltos y capas de asiento ferroviárias*), que também apresenta uma proposta para o seu dimensionamento com base nas características e nas propriedades mecânicas dos solos utilizados.

- **Super-estrutura ferroviária**

Neste ponto, vai descrever-se de forma sucinta os diferentes elementos constituintes da super-estrutura, normalmente as camadas de sub-balastro e balastro, os diferentes tipos de travessas e de caris e respectivos elementos de fixação.

A super-estrutura é o segmento da via permanente que recebe os impactos directos da carga. Seus principais componentes são os trilhos, os acessórios de fixação, os aparelhos de mudança de via, os dormentes, o lastro e o sub-blastro, que estão sujeitos às acções de degradação provocadas pela circulação dos veículos e de deterioração por ataque do meio ambiente.

Na super-estrutura incluem-se os elementos existentes acima da camada de

coroamento, que podem ser facilmente visualizadas em terreno, sendo composta pelo carril, elementos de fixação, travessa, balastro e sub-balastro. Na infraestrutura temos os elementos localizados abaixo do sub-balastro, sendo eles a camada de coroamento (ou leito) e a camada de fundação. Na Figura 6, podem ser visualizados alguns elementos acima referidos.

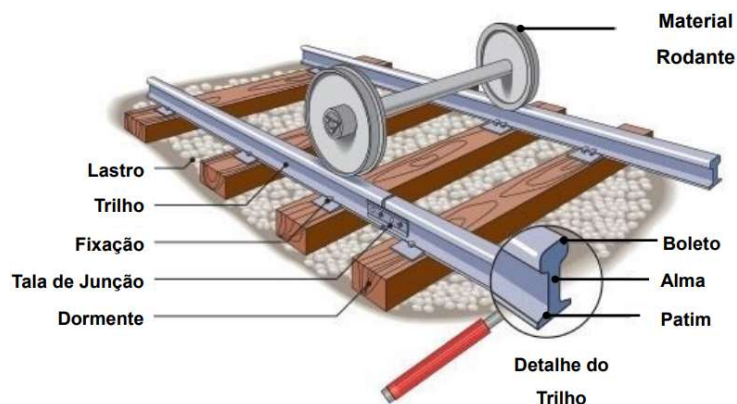


Figura 6: Super-estrutura ferroviária

Todos os elementos que constituem a via asseguram uma determinada função, no sentido de proporcionar um funcionamento global e equilibrado, que serão descritos no decorrer deste capítulo.

A superestrutura é classificada como rígida, quando os dormentes são assentados sobre lajes de concreto ou quando os trilhos são fixados directamente sobre uma viga, e como elástica, quando se utiliza lastro para distribuir convenientemente sobre a plataforma os esforços resultantes das cargas do material rodante, garantindo a elasticidade e fazendo com que a carga transmitida pelos trilhos seja suportada pelos dormentes e pelo lastro.

- **Camada de Sub-balastro**

A camada de sub-balastro é a que, inserida na da superestrutura, apresenta maior importância em termos estruturais. De facto, esta camada existe devido à necessidade de protecção da plataforma e redução do nível de tensões nos solos, protege a fundação contra as acções do gelo (importante para locais onde existam temperaturas consideravelmente baixas) e cria uma barreira entre a plataforma e o balastro, impedindo que os elementos finos migrem. Esta camada também tem a

função de impermeabilização, evitando a passagem de águas para o solo de fundação. Assim, o sub-balastro deve ser pouco deformável e de baixa permeabilidade, sendo constituído, normalmente, por materiais de origem granular podendo, em alguns casos, ser utilizado material betuminoso em caso de escassez, no local, de materiais granulares de boa qualidade.

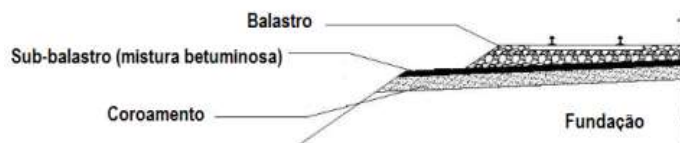


Figura 7: Sub- estrutura ferroviária utilizando mistura betuminosa (Fonte: Ferreira, 2007)

A utilização de materiais betuminosos permite a obtenção de módulos de deformabilidade mais elevados com espessuras inferiores, comparativamente a camadas em que se utilize material granular tradicional. Apresenta assim vantagens relativamente a uma melhor protecção da fundação e melhor distribuição das cargas, sendo, no entanto, uma solução menos económica.

- **Balastro**

A camada de balastro tem um papel fundamental no comportamento da via no que se refere à estabilidade, quer vertical quer horizontal, desempenhando diversas funções, nomeadamente:

- Apoio para as travessas;
- Resistência às acções verticais, laterais e longitudinais aplicadas a esta, de modo a manter o seu alinhamento;
- Absorção de vibrações;
- Escoamento de materiais poluentes provenientes do material circulante e águas da chuva;
- Redução da tensão transmitida pelas travessas às camadas subjacentes, fazendo a transferência da carga mais uniforme possível.

Na Figura 8, apresenta-se uma imagem onde pode ser visualizado este elemento, realçando-se que o mesmo só consegue assegurar estas funções quando formado por rocha dura, de peso elevado, apresentando forma angular e superfícies rugosas,

devendo estar sempre limpo de detritos.



Figura 8: Balastro (Fonte: Sokisui, 2020)

Relativamente a dimensões, esta camada usualmente apresenta entre 20 a 40 centímetros de espessura de material granular grosseiro e a interacção entre partículas (atrito) confere uma elevada resistência à compressão da camada, não apresentando, por outro lado, resistência ao corte. A categoria do balastro é determinada através das características granulométricas do material constituinte e da sua resistência mecânica, sendo observada por meio de ensaios normalizados. Estes ensaios definem critérios de aceitação ou rejeição do balastro, estando definidas as restrições no documento normativo nº IT.GEO.001.02-1 (de acordo com a EN 13450 – Agregados para Balastro de Vias Férreas).

- **Camada de Coroamento**

Esta camada, também designada por leito, existe apenas quando a qualidade dos materiais da plataforma não apresenta requisitos mínimos

É constituída por materiais de melhor qualidade, o que permite uma transição suave entre a fundação e o sub-balastro. Observe-se que a respectiva implementação evita a colocação de grandes espessuras da camada de sub-balastro que é constituído por materiais de qualidade superior e, consequentemente, de maior custo. Por último, será de referir que esta camada, quando presente, é um elemento que protege o solo subjacente.

- **Travessas ou dormentes**

A travessa permite fixar as duas fileiras de carris, tendo como objectivos assegurar a bitola da via (distância entre faces interiores dos carris) durante toda a vida útil da

infra-estrutura ferroviária e, transmitir os esforços, função do material circulante, dos carris para o balastro. Assim, as travessas devem apresentar resistência adequada aos esforços transmitidos e boa durabilidade e a sua secção deve ser suficiente para lhe conceder a rigidez necessária, devendo apresentar alguma elasticidade. Deve ainda garantir uma adequada fixação do carril e o amortecimento parcial das vibrações.

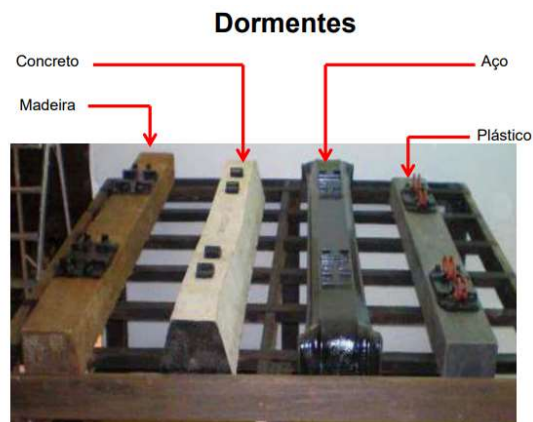


Figura 9: Dormentes (Fonte: Sokisui, 2020)

Relativamente ao tipo de material, existem diversos tipos de travessas, nomeadamente de madeira, de betão ou metálicas, que se apresentam nos subpontos seguintes. Para a escolha da travessa a utilizar são tidos em conta os aspectos técnicos e a questão económica que têm em atenção não só o custo das travessas e respectivas fixações, mas também o valor associado à conservação e a sua vida útil.



Figura 10: Tipo de materiais utilizados em travessas (Fonte: Ferreira, 2007)

Com o passar do tempo, as características das travessas em uso nas ferrovias sofreu grandes alterações. Em termos históricos, as travessas de madeira foram as primeiras a ser aplicadas. As mesmas foram sendo gradualmente substituídas por

travessas metálicas e travessas de betão armado. Nos dias de hoje, e perante toda uma preocupação ambiental, vários estudos evoluem no sentido da aplicação de travessas constituídas por material compósito. (Oliveira, 2012).

As travessas são caracterizadas por terem uma boa resistência mecânica, quer na direcção horizontal, quer na vertical, assegurando desta forma a estabilidade dos carris. (Alves, 2010).

As dimensões das travessas têm aumentado com o tempo, particularmente no que se refere às travessas de betão, traduzindo-se esse aumento, essencialmente, na diminuição da tensão aplicada ao balastro e num aumento da estabilidade lateral da via. Outra variável igualmente importante é o espaçamento entre travessas consecutivas, usualmente de 60 cm entre os seus eixos. (Moreira, 2014).

3.2 Aparelhos de mudança de via (AMV)

A sujeição do veículo ferroviário aos trilhos e a existência do friso nas rodas são problema, quando se deseja passar os veículos de uma linha para outra ou para um desvio.

Para que o friso da roda tenha passagem livre, torna-se necessário introduzir uma aparelhagem que permita a interrupção do trilho, formando canais por onde passam os frisos.



Figura 11: Aparelhos de mudança de via (Fonte: Autor, 2025)

3.2.1 Definição

Segundo o regulamento ferroviário dos caminhos de ferro de Moçambique, o aparelho de mudança de via (AMV) é definido como um dispositivo de manobra que permite a passagem do material circulante de uma linha para outra, a mudança de via é realizada tangencialmente de uma via para a outra, sem que o percurso do material circulante seja interrompido, pois assegura a continuidade da via. A sua manobra pode ser manual, mecânica ou feita electricamente de uma cabine ou posto central.

Os aparelhos de mudança de via classificam-se em:

- ✚ Aparelhos de mudança de via simples;
- ✚ Diagonais de ligação;
- ✚ Atravessamentos ordinários;
- ✚ Aparelhos de mudança de via especiais.

3.3 Classificação de mudanças de via simples

As mudanças de via simples podem classificar-se como:

- ✚ **Esquerdas** - se a via desviada deriva para a esquerda da via directa.

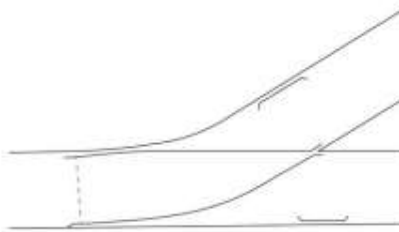


Figura 12: Esquema de AMV à esquerda (Fonte: Nabais, 2015)

- ✚ **Simétricas** - se as vias desviadas têm raios iguais.

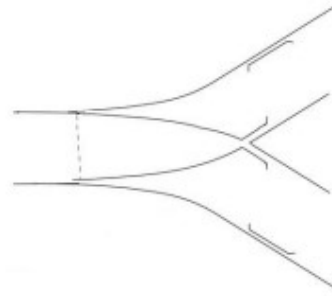


Figura 13: Esquema de AMV simétrico (Fonte: Nabais, 2015)

 **Direitas** - se a via desviada deriva para a direita da via directa.

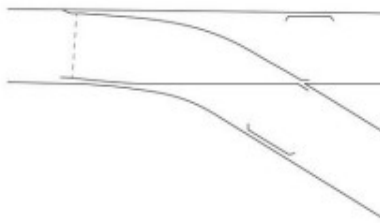


Figura 14: Esquema de AMV à direita (Fonte: Nabais, 2015)

Em qualquer um dos casos, os AMV podem encontrar-se inseridos em recta ou em curva (curva circular, não de concordância). O aparelho inscrito numa curva é chamado de CIN, quando o ramo desviado está situado do lado interior da via directa e de CEX, quando o ramo desviado se encontra do lado exterior da via directa. (Couto, 2006).

3.4 Constituição dos aparelhos de mudança de via manual

Segundo Camilo Neto, (2012, p.126), as partes principais que constituem um aparelho de mudança de via são:

- 1 - Agulhas;
- 2 – Contra-agulha ou encosto da agulha;
- 3 – Aparelho de manobra;
- 4 – Trilhos de enlace ou de ligação;

- 5 – Coração ou jacaré;
- 6 - Barra de ligação;
- 7 – Tirante ou biela de ligação e;
- 8 - Contratrilhos.

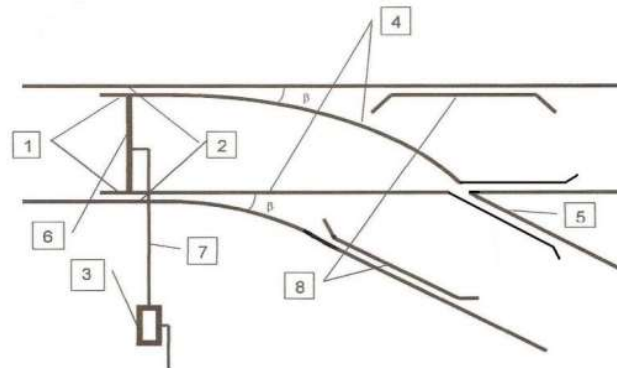


Figura 15: Constituição de um AMV (Fonte: Manual didático de ferrovias, 2012)

O ângulo (β), formado pela agulha com a contra-agulha é chamado de “ângulo de desvio”.

- ❖ **Agulhas** – as agulhas são os componentes do AMV que fazem com que os trilhos possam se mover, direccionando dessa forma, o veículo circulante para uma das vias.

Tipos de agulha

As agulhas são geralmente classificadas consoante o sentido em que um comboio ou veículo circulante se movimenta sobre as mesmas.

Segundo o regulamento de circulação dos comboios dos CFM, as agulhas consideram-se:

- ✚ Agulha de ponta e;
- ✚ Agulha de talão.

Agulha de ponta

Assim, diz-se que uma agulha é tomada de “ponta” quando as respectivas lanças

apontam na direcção de um comboio ou veículo que dela se aproxima.

Agulha de talão

Considera-se agulha de talão quando as respectivas lanças apontam na direcção em que se movimenta o comboio ou veículo.

- ❖ **Contra-agulha ou encosto da agulha** – contra-agulha é o trilho fixo na via, onde a agulha se encosta, como o próprio nome sugere (encosto da agulha). São eles que ajudam a guiar correctamente as rodas do comboio.
- ❖ **Aparelho de manobra** - É toda a aparelhagem que permite posicionar correctamente as lanças ou agulha móveis. Os aparelhos de manobra podem ser manuais, eléctricos ou pneumáticos.
- ❖ **Trilhos de enlace ou de ligação** – Designa-se trilhos de enlace ou de ligação àqueles que conectam os trilhos da via principal aos do desvio., ou seja, são eles que conectam a via principal à via desviada, completando a mudança de direcção.
- ❖ **Coração ou jacaré** – é o ponto de cruzamento dos trilhos onde as rodas mudam de direcção.
- ❖ **Barra de ligação** – barra metálica que mantém as agulhas sincronizadas, garantindo que se movimentem juntas correctamente.
- ❖ **Tirante ou biela de ligação** - é chamada de tirante o elemento que faz a ligação entre as agulhas e o aparelho de manobra para garantir o movimento simultâneo das agulhas (movimento para a esquerda ou direita).
- ❖ **Contratrilhos** – são trilhos auxiliares que evitam o descarrilamento nas regiões de coração, guiando as rodas com segurança.

Três elementos caracterizam o AMV comum:

- ✚ Abertura do coração;
- ✚ Comprimento das agulhas e;
- ✚ Folga no talão de agulhas.

Os AMVs, compostos pelos conjuntos metálicos e os conjuntos dos dormentes formam o “Conjunto Geral do AMV”, o qual é subdividido em quatro grades:

- ✚ Grade agulha;
- ✚ Grade intermédio;
- ✚ Grade do jacaré ou cruzamento.

Observação: Grade é a união do conjunto metálico com o conjunto dos dormentes.

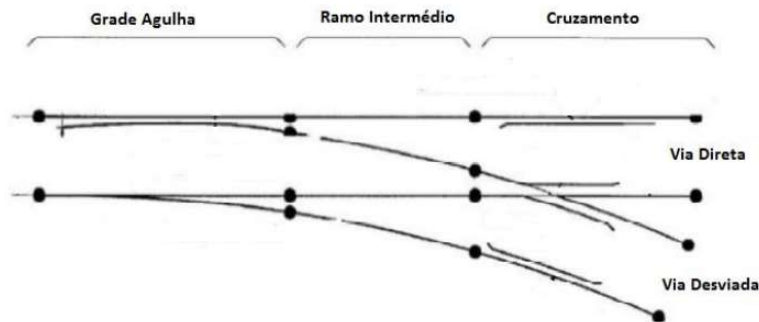


Figura 16: Pormenor de Aparelho de mudança de via (Fonte: Mota, 2012)

Grade agulha

A grade agulha é constituída pelas lanças e contra-lanças (ou carris de encosto), montados adequadamente de modo a permitir o encaminhamento dos veículos ferroviários de uma linha para outra ou para a mesma via. As duas lanças existentes encontram-se articuladas nas extremidades por uma varinha de transmissão, sendo que está ligada a um aparelho de manobra que permite o movimento do sistema.

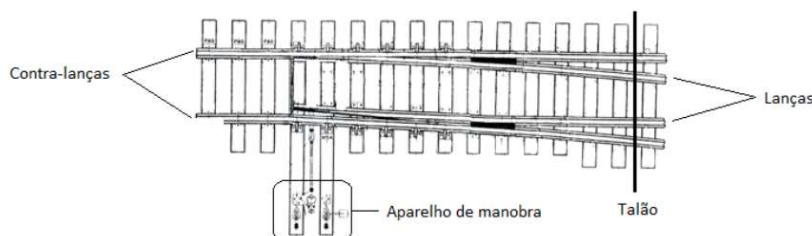


Figura 17: Grade agulha (Fonte: Nabais, 2015)

Grade intermédio

O ramo intermédio, que estabelece a ligação entre a grade agulha e o cruzamento, é o conjunto formado pelos carris intermédios idênticos aos de um troço de via corrente. As travessas que constituem este ramo apresentam medidas variáveis, e podem ser do tipo monobloco de betão ou travessas de madeira, consoante o tipo

de via em que estes vão ser inseridos. (Couto, 2006).

Grade do jacaré ou cruzamento

O cruzamento é constituído pela cróssima, contra-carris e pelas patas de lebre. Na cróssima, há que distinguir o coração, e a ponta real ou ponta metálica do coração da cróssima (a) e a ponta matemática do coração da cróssima (a' – ponto de cruzamento das duas faces exteriores do coração).

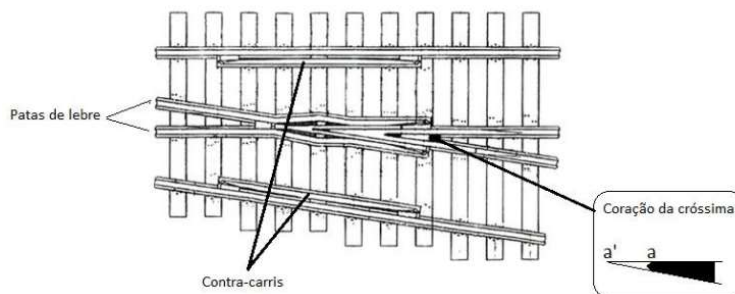


Figura 18: Grade agulha (Fonte: Nabais, 2015)

Uma característica importante sobre a cróssima é o tipo de desvio que o aparelho de mudança de via simples, quer esquerda ou direita, apresenta. O AMV pode apresentar um desvio com coração curvo ou com coração recto, sendo que para cada um dos casos é possível realizar o cálculo da sua geometria de via.

3.5 Tipos de AMVs

Segundo Camilo Neto (2012), Os aparelhos de mudança de via são classificados em diferentes tipos com base em sua função, geometria e tecnologia de accionamento.

1. Quanto à função e geometria

- AMV simples – permite a transposição de uma via para outra em um só sentido, esse AMV é o mais comum em desvios laterais.
- AMV duplo ou em curva reversa (AMV tipo Y) – permite a ligação entre três vias com duas saídas simétricas. Este tipo de AMV é utilizado em áreas com pouco espaço.

2. Quanto ao sistema de manobra

O AMV quanto ao sistema de manobra se refere à forma como as lanças ou agulhas móveis são movimentadas para permitir a troca de trilho. Essa manobra pode ser feita de forma manual ou automática, dependendo do tipo de sistema adoptado na ferrovia.

- a) **Manual** – o operador acciona uma alavanca instalada próximo ao desvio para movimentar as agulhas e mudar de via.
- b) **Automático ou motorizado** – este tipo de AMV é accionado remotamente, geralmente por sistemas electromecânicos, hidráulicos ou pneumáticos.
- c) **Automático com controlo electrónico ou computadorizado** – este controlo integra-se a sistemas modernos de gerenciamento ferroviário, como o SCADA ou outros sistemas. Este sistema permite controlo remoto ou mesmo automatizado por inteligência central.

CAPITULO IV – DESCRIÇÃO E APRESENTAÇÃO DO PROJECTO PROPOSTO

4 Funcionamento dos aparelhos de mudança de via

4.1 AMV automático com modo manual

Um aparelho de mudança de via eléctrico com modo manual é um dispositivo utilizado em sistemas ferroviários para alterar a posição dos trilhos e direccionar o material circulante de uma via para outra.

Este tipo de aparelho de mudança de via combina accionamento eléctrico com a possibilidade de operação manual, garantindo flexibilidade e segurança em situações de emergência ou manutenção.

O aparelho de mudança de via automático com o modo manual é um sistema híbrido que normalmente opera de forma automatizada por controlo remoto ou controlo de tráfego, mas permite operação manual em situações de emergência, manutenção ou falha do sistema eléctrico

4.2 Operação automática do AMV

Neste caso, existe uma automatização do processo de movimentação dos trilhos controlado por um circuito eléctrico. É um dos AMVs mais tecnológicos e, consequentemente, exige mais cálculos técnicos e mais atenção durante o seu dimensionamento para evitar falhas técnicas.

Nesta operação, o motor eléctrico do AMV recebe o sinal e inicia o movimento, aplicando força de arremesso para deslocar os trilhos móveis (agulhas). A operação em modo automático é realizada através de botoeiras (local ou dentro de uma cabine central), painel de controlo com interface-homem-máquina (IHM) ou sistema digital.

O principal elemento nesta operação é o motor eléctrico, através do qual é possível realizar o movimento das agulhas para a devida mudança de via e, o sistema é equipado com sensores fim de curso ou limit switches que informam a posição da via e confirmam o travamento correcto. Além desses componentes, esse sistema é

também equipado com intertravamentos que impedem a movimentação das agulhas com veículos circulantes sobre a via.

1. 4.3 Vantagem da operação automática

- ❖ Rapidez e precisão na mudança de via;
- ❖ Redução de falhas ou erros humanos que podem ocasionar danos;
- ❖ Integração com sistemas de sinalização e controlo de tráfego; etc.

4.4 Operação manual (alternativo) do AMV

Esta operação permite que em caso de falha do sistema automático, o operador tenha a possibilidade de assumir o controlo localmente. Isso garante que haja circulação contínua dos veículos ferroviários na via. A operação permite que a mudança de via seja feita manualmente geralmente com uma alavanca acoplada. Esta operação é feita através de uma manivela ou alavanca especial usada para operar manualmente o AMV, geralmente embutida na caixa ou em compartimento embutido.

Vantagens do sistema automático com modo manual

- ❖ Maior segurança e flexibilidade;
- ❖ Redução de atrasos de circulação dos veículos ferroviários, mesmo em casos de falha no sistema eléctrico;
- ❖ Facilidade de manutenção com possibilidade de testes manuais, etc.

4.5 Procedimento de comando manual em AMV automático

Para operação deste sistema em modo manual, deve-se obedecer alguns procedimentos para que o processo ocorra de forma correcta e segura:

- ❖ **Desactivação do controlo automático** – é necessário desengatar ou isolar o sistema automático (normalmente via chave selectora ou alavanca de desengate);
- ❖ **Acesso ao mecanismo manual** – para o acesso ao mecanismo manual, é usada uma manivela de emergência (alavanca manual), isto é, o operador insere a manivela no ponto de acoplamento e gira para movimentar a agulha;

- ❖ **Movimentação das agulhas** – a movimentação manual deve ser contínua e uniforme até que a agulha alcance a nova posição e;
- ❖ **Trava manual** – uma vez na posição, deve-se travar mecanicamente o AMV para garantir estabilidade durante a passagem de veículo ferroviário.

4.6 Componentes principais de um AMV automático com modo manual

O AMV automático com modo manual é composto por diversos elementos mecânicos, eléctricos e de controlo. Além desses elementos, é também composto por componentes que permitem a operação manual segura e eficaz.

Os componentes que constituem um AMV automático são:

- ✓ Motoredutor;
- ✓ Sensor de posição (sensor ou chave fim de curso);
- ✓ Sensor de presença (indutivo);
- ✓ Temporizador de supervisão;
- ✓ Agulha;
- ✓ Contra-trilhos;
- ✓ Coração ou jacaré;
- ✓ Sistema de controlo e sinalização;
- ✓ Botões ou interface HMI para comando manual ou supervísório;
- ✓ Cabos e conectores eléctricos;
- ✓ Contactores;
- ✓ Controladores lógicos programáveis (CLP);
- ✓ Estrutura de base;
- ✓ Mecanismo de liberação manual;
- ✓ Sistema de intertravamento (ou interlocking) e;
- ✓ Sistema de acoplamento e desacoplamento.

Motoredutor

Definição

O motoredutor é o conjunto mecânico composto por um motor eléctrico acoplado a um redutor de velocidade, projectado para transmitir torque com precisão e

segurança ao mecanismo de accionamento das agulhas.

A função de um motoredutor é accionar o mecanismo de mudança de via, movimentando as agulhas entre as posições normal e reversa, de forma segura, confiável e controlada, garantindo o correcto trajecto dos comboios sobre os trilhos.

Componentes principais de um motoredutor

- ✓ Motor eléctrico;
- ✓ Redutor de velocidade e;
- ✓ Eixo de saída.

O dimensionamento e as especificações do motoredutor escolhido ou que será utilizado neste projecto, assim como a folha de dados serão apresentados mais adiante na figura 1 do anexo 1.

Motor eléctrico

Segundo (Stephan Chapman, 2013), motor eléctrico é uma máquina electromecânica que opera com base na interacção entre campos magnéticos e correntes eléctricas para produzir força e movimento rotativo.



Figura 19: Motor eléctrico (Fonte: Siemens, 2023)

Constituição do motor eléctrico

O motor eléctrico é constituído essencialmente por: estator e rotor.

O estator é a parte estacionária do motor eléctrico, ele contém os enrolamentos responsáveis por gerar o campo magnético necessário para a operação da

máquina.

O rotor é a parte girante da máquina, ele está localizado dentro do estator e gira sob a acção do campo magnético criado pelo estator.



Figura 20: Constituição interna de um motor eléctrico (Fonte: Wikipedia, 2023)

A acção do motor é essencial para o funcionamento correcto de um AMV, por isso, nesta questão, vale destacar que será considerado o funcionamento de um motor para então definir qual o tipo de AMV será instalado nos trilhos.

O motor eléctrico usado em um aparelho de mudança de via ferroviária é geralmente um motor eléctrico monofásico.

Um AMV eléctrico tem como elemento principal o motor eléctrico que move os trilhos para alternar a via, accionado por um comando automático (interruptor, painel de controlo ou sistema digital).

A potência do motor eléctrico usado em aparelhos de mudança de vias depende do tipo e tecnologia do sistema ferroviário, mas em aplicações típicas, os motores utilizados têm potências relativamente baixas, pois o esforço mecânico necessário é limitado e o movimento é curto e controlado.

Faixa comum de potências de motores em AMVs convencionais: potência típica entre 0.025KW a 1.5KW.

Características importantes do motor em AMV

- **Alta robustez** – para suportar intempéries e vibrações.
- **Baixa velocidade e alto torque** – por meio de redutores mecânicos.
- **Controle de posição** – com sensores de fim de curso ou sistemas de feedback.

- **Capacidade de reversão rápida** – para mover as agulhas em ambos os sentidos.

Neste projecto será utilizado um motor trifásico com classe de isolamento térmico adequada para ambientes externos.

Caixa de engrenagens do AMV

A caixa de engrenagem transmite o movimento do motor às agulhas (trilhos ou carris móveis), garantindo o curso necessário, reduzindo a velocidade e aumentando a força de accionamento.



Figura 21: Caixa redutora de um AMV acoplado ao motor eléctrico (Fonte: Adajusamotors, 2021)

As engrenagens transmitem o movimento do motor (ou da alavanca manual) até os trilhos móveis permitindo que eles mudem de posição com precisão.

Tipos comuns de caixas de engrenagens usadas em AMVs

Existem dois (2) tipos de engrenagens comumente usadas em AMVs a saber:

- **Engrenagens helicoidais ou cilíndricas** – transmissão suave e contínua. São engrenagens com dentes inclinados em relação ao eixo da engrenagem, formando uma hélice. Isso permite que os dentes entrem em contacto gradualmente, proporcionando uma transmissão de potência mais suave e silenciosa que as engrenagens de dentes rectos.



Figura 22: Engrenagem helicoidal ou cilíndrica (Fonte: Alibaba, 2021)

Essas engrenagens têm as seguintes vantagens:

- ❖ Menor ruído e vibração;
- ❖ Maior capacidade de carga
- ❖ Ideal para aplicações que exigem funcionamento contínuo e silencioso.
- **Engrenagem sem-fim (rosca sem-fim)** – é composta por um parafuso (sem-fim), que engrena com uma roda dentada (geralmente de perfil helicoidal). Este tipo de engrenagem é muito usada em AMVs porque permite grande redução de velocidade com autotravamento, evitando retorno da agulha sem comando.



Figura 23: Engrenagem sem-fim (Fonte: Pakwheels, 2018)

Este tipo de engrenagem apresenta as seguintes vantagens:

- ❖ Alta redução de velocidade em pouco espaço;
- ❖ Autotravamento (a roda não gira o parafuso);

- ❖ Ideal para segurança em mecanismos como agulhas de AMVs.

Funções da caixa de engrenagens no AMV

Redução de velocidade – o motor gira em alta rotação (RPM), mas a movimentação da agulha precisa ser lenta e controlada.

Aumento do torque – para mover os trilhos (agulhas), é necessário alto torque.

Transmissão de movimento reversível – permite accionar a agulha para ambas as posições (recta ou desvio).

Escolha do tipo de caixa de engrenagens a ser usada no projecto

A escolha do tipo de engrenagem para este projecto, depende das necessidades e exigências do sistema de AMV em causa. Neste caso, no presente projecto vai considerar-se o uso da caixa de engrenagens sem-fim por apresentar-se vantajoso para o sistema em causa em relação à caixa de engrenagens helicoidais ou cilíndricas.

Procedimento de instalação do motoredutor do AMV

a) Preparação do local

Deve-se garantir que a base do motoredutor esteja nivelada e isenta de detritos

b) Posicionamento do motoredutor

Com auxílio de guindaste ou macaco hidráulico, deve-se posicionar o motoredutor sobre a sua base e, deve-se alinhar mecanicamente os furos de fixação com os da base de concreto ou estrutura metálica.

c) Alinhamento mecânico

Deve-se alinhar o eixo da saída do motoredutor com a barra de accionamento da agulha. Também deve-se verificar o motoredutor se não causa travamento mecânico no deslocamento das agulhas.

- d) Fixação** - Deve-se fixar as conexões mecânicas entre o motoredutor e a barra de ligação.

e) Conexões eléctricas

Deve-se realizar as conexões eléctricas conforme os diagramas e os esquemas apresentados neste projecto.

A folha de dados do motoredutor escolhida para o projecto será apresentada mais adiante na figura A1 do anexo 1.

Sensor de posição e trava (sensor fim de curso)

Os sensores de posição também conhecidos como sensor fim de curso ou chave fim de curso é um dispositivo electromecânico ou electrónico que detecta a posição final do movimento de uma parte móvel. Em aparelhos de mudança de via ferroviária, o sensor de fim de curso serve para confirmar se os trilhos móveis (agulhas) foram posicionados correctamente em uma das duas posições possíveis: via directa (recta) ou via desviada (curva).

Os sensores fim de curso são amplamente utilizados em aparelhos de mudança de via ferroviária para garantir a posição correcta e segura dos trilhos móveis, esses sensores têm a função de informar se a via foi completamente mudada e travada na posição correcta, garantindo que o veículo circulante possa passar sem risco de descarrilamento.



Figura 24: Sensor fim de curso (Fonte: Siemens, 2022)

Procedimento de instalação e accionamento do sensor fim de curso

O aparelho é instalado próximo às partes móveis do aparelho de mudança de via. Quando o motor ou o mecanismo de accionamento movimenta a agulha, esta

pressiona ou se aproxima do sensor e este identifica que a agulha atingiu uma posição final (fim de curso). Essa detecção gera um sinal eléctrico (ligado/desligado).

Procedimento de instalação do sensor fim de curso

A instalação do sensor fim de curso segue os seguintes passos:

a) Escolha do local

O sensor deve ser posicionado próximo ao mecanismo de mudança da posição da agulha (trilho móvel) e fixo sobre um dormente (travessa) de concreto ou madeira, onde há espaço e acesso.

b) Fixação do sensor

O sensor deve ser parafusado em uma base firme, com o dormente, usando suportes metálicos e buchas de ancoragem, de modo a garantir estabilidade contra vibrações e intempéries.

c) Conexões eléctricas

O sensor deve ser ligado na entrada do CLP via cabo, que pode estar em uma caixa de comando.

O sensor fim de curso escolhido foi o sensor da Siemens com um contacto normalmente aberto (NA) e um normalmente fechado (NF). A folha de dados do sensor fim de curso escolhido será apresentada mais adiante na figura A2 do anexo 2.

Sensor de presença (sensor indutivo)

O sensor indutivo é um dispositivo electrónico utilizado para detectar a presença de objectos metálicos sem contacto físico.



Figura 25: Sensor indutivo (Fonte: telemecaniquesensors, 2021)

Funcionamento

O sensor gera um campo electromagnético usando uma bobina interna. Quando um objecto metálico (geralmente ferroso) entra nesse campo, o sensor indutivo altera a impedância da bobina e, essa alteração é detectada pelo circuito interno do sensor, que então envia um sinal indicando a presença do sinal.

Este sensor indutivo é constituído por um contacto normalmente aberto, o qual fecha o circuito internamente quando o comboio se aproxima do sensor e activa a saída (envia o sinal de 24V se for PNP ou GND se for NPN ao CLP).

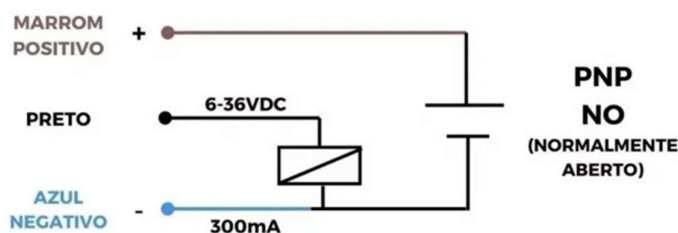


Figura 26: Sensor indutivo (Fonte: telemecaniquesensors, 2021)

Procedimento de instalação do sensor indutivo

a) Escolha do local de instalação:

O sensor deve ser instalado próximo ao trilho, entre as travessas. Deve haver alinhamento com a roda ou eixo do comboio, pois ele detecta metais ferrosos. Porém, o sensor indutivo detecta qualquer objecto metálico dentro do seu campo electromagnético, portanto, se o sensor estiver apontado directamente para o trilho, ou muito perto dele, ele pode ficar sempre activado como se o comboio estivesse lá o tempo todo. Isso anula a função de detecção da presença do comboio. Para evitar

esse pormenor, o sensor deve apontar para a roda, eixo ou o conjunto metálico móvel do comboio e não para o trilho fixo.

O sensor pode ser instalado na lateral do trilho, entre as travessas alinhado com a passagem da roda, eixo ou o conjunto metálico móvel, posicionando o sensor de forma que o campo de detecção só alcance a roda, eixo ou o conjunto metálico móvel

b) Fixação do sensor:

Deve-se proceder à montagem do suporte de fixação no qual se prende o sensor (preferencialmente metálico e rígido). Por fim deve-se regular a distância do sensor até a roda, o sensor escolhido para esse projecto tem uma distância ajustável.

A escolha e as especificações técnicas do sensor indutivo a ser utilizado neste projecto encontram-se na figura A3 anexo 3.

Temporizador de supervisão

Temporizador é um dispositivo comumente utilizado em sistemas embarcados, automação industrial e robótica para garantir que um movimento esperado está correndo dentro de um determinado tempo. Se o movimento não acontecer (ou não for concluído) dentro do prazo, o temporizador expira e acciona uma resposta de falha.

Este temporizador é configurado para contar um determinado período de tempo. Se a operação do CLP for normal, o temporizador é desligado, evitando que o tempo expire e accione o alarme.

Se o movimento ou processo controlado não desligar o temporizador antes do tempo expirar, presume-se que houve uma falha, como travamento ou erro de comunicação e, o temporizador acciona um alarme.

O tempo de movimentação das agulhas é de 4s, portanto, o temporizador deverá ser configurado com uma tolerância de 1s, isto é, para um período de 5s e, caso o sistema não seja desligado por sensor fim de curso, o temporizador entenderá que houve uma falha na movimentação das agulhas e vai accionar uma resposta de

falha através da sirene.

✚ Sinalização

O sistema de sinalização indica a posição actual da agulha (recta/ desvio) e o modo de operação (automático/ manual), aumentando deste modo a segurança na via férrea.

✚ Cabos e conectores eléctricos

Tendo em conta o local de montagem deste sistema, importa referir que, os cabos sejam isolados e protegidos contra chuva, sol e humidade para evitar acidentes como curto-circuito causados pela degradação dos cabos.

✚ Contactor

Segundo Claiton Franchi (2009, p.134), os contactores são os elementos principais de comandos electromecânicos, que permitem o controlo de elevadas correntes por meio de um circuito de baixa corrente. O contactor é caracterizado como uma chave de operação não-manual, electromagnética, com uma única posição de repouso, capaz de estabelecer, conduzir e interromper correntes em condições normais do circuito.



Figura 27: Contactor tripolar (Fonte: Weg, 2013)

O contactor é constituído por quatro (4) principais partes de um contactor:

- ✓ **Bobina;**
- ✓ **Núcleo de ferro;**
- ✓ **Contactos e;**

✓ **Mola.**

Para o correcto funcionamento do contactor, é necessário que seja efectuado o devido dimensionamento conforme veremos mais adiante.

O dimensionamento e a folha de dados dos contactores escolhidos serão apresentados mais adiante na figura A4 do anexo 4.

🚦 **Controlador Lógico Programável**

Conceito de CLP

Um Controlador Lógico Programável é definido pelo IEC (*International Electrotechnical Commission*) como: *"Sistema electrónico operando digitalmente, projectado para uso em um ambiente industrial, que usa uma memória programável para a armazenagem interna de instruções orientadas para o usuário para implementar funções específicas, tais como lógica, sequencial, temporização, contagem e aritmética, para controlar, através de entradas e saídas digitais ou analógicas, vários tipos de máquinas ou processos"*.

Arquitectura dos CLPs e Princípio de Funcionamento

Os CLPs são projectados e construídos para operarem em ambientes severos, portanto devem resistir a altas temperaturas, ruídos eléctricos, poluição atmosférica, ambientes húmidos etc. A Sua capacidade quanto ao número de entradas e saídas, memória, conjunto de instruções, velocidade de processamento, conectividade, flexibilidade, etc. varia conforme o fabricante e modelo.

Um controlador lógico programável pode ser dividido em duas partes, conforme a Figura 27.

- ❖ Uma unidade central de processamento;
- ❖ Sistemas de interface de entrada/saída.



Figura 28: Esquema básico funcional (Fonte: roquete, 2011)

Processamento de entrada

O controlador programável lê inicialmente a condição ON/OFF de todas entradas usadas no programa. Essas condições são então armazenadas na memória de imagem de entrada.

Unidade central de processamento

Ao iniciar o PLC este faz a leitura do estado lógico real para cada elemento que é armazenado na memória de imagem de entrada ou de saída. Se o estado lógico necessário estiver correcto, este muda o seu estado de ligado para desligado ou vice-versa.

A Unidade Central de Processamento (UCP), mais conhecida pela sua sigla originária da língua inglesa CPU (*Central Processing Unit*), comanda todas as actividades do CLP, sendo formada pelos três elementos mostrados na Figura 2:

- ❖ Processador;
- ❖ Sistema de memórias;
- ❖ Fonte de alimentação.

A quantidade de terminais de entrada e saída de um CLP da Siemens depende do modelo específico do CLP. No entanto, o CLP Siemens S7-1200 é o modelo básico dos CLPs da Siemens, portanto, este satisfaz os requisitos do projecto.

Por tanto, foi escolhido um CLP da Siemens (SIMATIC S7-1200), cuja folha de dados do controlador lógico programável escolhido será apresentada mais adiante na figura A5 do anexo 5.

Estrutura de base

A estrutura de base é o suporte físico (geralmente feito de metal ou concreto) onde todos os componentes do sistema são montados. Tem como função principal proporcionar estabilidade ao sistema, garantir o alinhamento correcto de peças móveis.

Importa referir que uma estrutura de base mal projectada pode causar vibrações, desalinhamento e falhas mecânicas ou eléctricas.

Mecanismo de liberação manual

O mecanismo de liberação manual permite desengatar o sistema automático para a operação manual, pode ser uma alavanca, manivela ou chave de destravamento.

Sistema de intertravamento (ou interlocking)

O sistema de intertravamento impede a movimentação do aparelho de mudança de via quando há um veículo circulante na via, ou seja, ele assegura que as agulhas permaneçam firmemente na posição desejada, prevenindo movimentos indesejados durante a passagem dos trens. Este sistema tem como função principal evitar acidentes e garantir a segurança nas manobras de trilhos (vias). O sistema actua integrando sensores e actuadores de forma lógica.

Sistema de acoplamento e desacoplamento

O sistema de acoplamento e desacoplamento é essencial para garantir segurança na comutação do sistema automático para manual e vice-versa através da chave de destravamento na caixa redutora. Este sistema permite que o mecanismo seja alternado entre accionamento por motor (automático) e o accionamento por alavanca (manual), sem interferência entre os dois.

4.7 Accionamento manual do AMV

Para o accionamento manual do sistema de AMV, é geralmente utilizada a chave de destravamento tipo (tipo ferro de engate). Esta chave é utilizada para desacoplar o motor eléctrico da caixa redutora e liberar a agulha para a operação manual. Pode ser uma chave tipo allen, hexagonal ou especial fornecida pelo fabricante.

Para o accionamento manual do AMV, primeiro deve-se verificar o desacoplamento do modo automático, em seguida deve-se localizar o encaixe da chave de manobra, geralmente situado no mecanismo de accionamento do AMV ou caixa de engrenagens, de seguida alinha-se a chave correctamente no orifício ou eixo de acoplamento. Ela só deve ser inserida em uma posição específica, geralmente na vertical ou horizontal conforme o modelo.

Inserção da chave

A chave deve ser inserida firmemente até o final do encaixe e gira-se levemente para engatar no mecanismo interno. Após o desacoplamento, o operador pode usar uma manivela ou alavanca acoplada ao mecanismo para mover as agulhas.

Após a intervenção, o operador retorna a chave à posição original para o reacoplamento do motor eléctrico à caixa redutora.

4.8 Dimensionamento do motoredutor do AMV

O dimensionamento correcto do sistema de AMV deve levar em conta diversos factores mecânicos, eléctricos e operacionais.

O dimensionamento do sistema motor + caixa redutora de um AMV segue-se os seguintes passos ou cálculos:

- ✓ Velocidade linear requerida da agulha;
- ✓ Velocidade angular do motor;
- ✓ Torque necessário para mover a agulha;
- ✓ Relação de redução entre motor e mecanismo final e;
- ✓ Potência do motor.

Os dados fornecidos pelo órgão responsável pela manobra das agulhas dos CFM são:

- ✓ Comprimento ou curso completo da agulha ($l = 13cm$)
- ✓ Massa da agulha ($m = 740Kg$)
- ✓ Tempo (t) de movimentação da agulha de 4s.

Velocidade linear requerida da agulha

$$v = \frac{l}{t} \quad (\text{Equacao 4.1})$$

$$v = \frac{0.13m}{4s} = 0.0325m/s$$

Velocidade angular na saída da caixa redutora

A velocidade angular (ω) necessária na saída da caixa redutora é calculada da seguinte maneira:

$$\omega = \frac{v}{r} \quad (\text{Equacao 4.2})$$

Onde: r é o raio do pinhão

O raio pode ser calculado através do curso ou distância linear que a agulha percorre por volta do disco/ pinhão. Isto é, se a agulha se move 13cm por rotação do pinhão, então:

$$\text{distância por volta} = 2\pi r \quad (\text{Equacao 4.3})$$

$$r = \frac{0.13m}{2\pi} = 2.07cm$$

Portanto:

$$\omega = \frac{0.325}{0.0207} = 1.57rad/s$$

O motoredutor escolhido, tem na sua saída, a velocidade de 70rpm e velocidade nominal de 1400rpm.

Seleção do motor e cálculo da redução

Se o motor gira a 1400rpm e, é necessário 70rpm na saída da caixa redutora, a relação de redução vai ser:

$$i = \frac{n_{motor}}{n_{saída}} = \frac{1400}{70} = 20 \quad (\text{Equacao 4.4})$$

Portanto, foi escolhido uma caixa redutora com relação de cerca de 20:1 cuja folha de dados encontra-se na figura A1 anexo 1.

Cálculo da força de accionamento

O torque na saída da caixa, é calculado da seguinte forma:

$$T = F * r \quad (\text{Equacao 4.5})$$

Onde: F é a força de accionamento (N).

De acordo com a IUR (International Union of Railways), a força mínima de tracção para garantir movimentação segura das agulhas deve ser de 1000 a 2000N.

Se a medição directa não for possível, é possível estimar a força com base em dados geométricos e de atrito.

$$F = \mu * N \quad (\text{Equacao 4.6})$$

Onde:

μ – é o coeficiente de atrito entre a agulha e o contratrilho (pode variar de 0.2 a 0.6) e. Para este projecto, foi adoptado o coeficiente de 0.2.

N – é a força normal (N), que depende do peso da agulha e das condições de fixação.

A força normal N, pode ser calculada com base na expressão a seguir:

$$N = m * g \quad (\text{Equacao 4.7})$$

Onde:

m – é a massa de agulha (kg) e;

g – aceleração de gravidade (9.81m/s^2).

$$N = m * g = 740 * 9,81 = 7259.4N$$

Portanto, a força de accionamento fica:

$$F = 0.2 * 7259.4 = 1451.88N$$

Torque necessário

O torque na saída da caixa é obtido através da equação:

$$T = F * r \rightarrow T = 1451.88 * 0.02 = 29.0Nm$$

Potência mecânica útil

$$P_u = F * v = 1451.88 * 0.0325 = 47.2W \quad (\text{Equacao 4.8})$$

Cálculo da potência total

$$P = \frac{P_u}{\eta} * F_s = \frac{47.2}{0.75} * 3.3 = 207.56W = 0.207KW \quad (\text{Equacao 4.9})$$

Portanto, foi escolhido um motor de 0.25KW com IP 65 cuja folha de dados encontra-se no na figura A1 anexo 1.

Dimensionamento e escolha do contactor

A corrente absorvida pelo motor é:

$$I_s = \frac{P}{V * \sqrt{3} * \cos\varphi * \eta} = \frac{250}{380 * \sqrt{3} * 0.8} = 0.63A \quad (\text{Equacao 4.10})$$

A partir da corrente de serviço I_s , pode-se achar através da tabela A7 apresentada no anexo 7, a corrente nominal I_n , que deve ser uma corrente padronizada e imediatamente superior a corrente de serviço.

Assim:

$$I_s = 0.63A \quad I_n = 2A$$

Portanto, através da corrente nominal, pode-se calcular a corrente de emprego do contactor:

$$I_e \geq I_n * F_s \quad (\text{Equação 4.12})$$

Onde:

I_e – é a corrente de emprego

F_s – é o factor de segurança

$$I_e = 2 * 3.3 = 6.6A$$

Do catálogo WEG-contactores, foi escolhido o contactor CWM9 da classe AC-3 com corrente máxima de 9A, cuja folha de dados encontra-se na figura A4 do anexo 4.

4.9 Dimensionamento do cabo de alimentação e protecções do motor

Escolha da secção atendendo à intensidade máxima admissível I_z da canalização:

O artº 426 do RSIUEE impõe a secção de 2.5mm² como a secção mínima para circuitos de força motriz.

Tendo a corrente absorvida pelo motor $I_s = 0.63A$, portanto, pela tabela A6 do anexo 6 obtém-se para a secção mínima permitida:

$$S = 2.5mm^2 \quad \rightarrow \quad I_{m\acute{a}x} = 28A$$

O factor de correcção para a temperatura é: $\gamma = 0.82$

O factor de correcção relativo ao local é: $\beta = 0.75$

Portanto, a corrente máxima admissível na canalização é:

$$I_z = I_{m\acute{a}x} * \gamma * \beta \quad (\text{Equacao 4.13})$$

$$I_z = 28 * 0.82 * 0.75 = 17.22A$$

A secção $S=2.5mm^2$ serve perfeitamente, já que a corrente de serviço é de 0.63A.

Verificação dos limites de queda de tensão permitidos

A tabela A8 do anexo 8 dá-nos a resistividade do cabo: $r = 7.28\Omega/Km$

Então, para um circuito trifásico, a percentagem de queda de tensão é:

$$\Delta U(\%) = \frac{1.06}{10U} * r * l * I * \cos\varphi \quad (\text{Equacao 4.14})$$

$\Delta U\%$ - é a queda de tensão percentual;

r – é a resistência do cabo por quilómetro do cabo de cobre não estanhado;

l – comprimento do cabo em metros (do local onde vai se instalar o AMV até a cabine de controlo);

$$\Delta U(\%) = \frac{1.06}{10 * 220} * 7.28 * 50 * 0.63 * 0.8 = 0.08\%$$

O valor imposto pelo RSIUEE é de 5%, portanto, não satisfaz a condição.

Cálculo alternativo

Em alternativa, pode-se calcular a secção mínima:

$$S = \frac{100 * \rho * l * P_U}{\Delta U * U^2} \quad (\text{Equacao 4.15})$$

$$S = \frac{100 * 0.017 * 50 * 0.63 * 250}{5 * 380^2} = 0.01 \text{mm}^2$$

Cálculo da resistência do cabo

Da tabela A8 do anexo 8, para $S=2.5\text{mm}^2$ obtemos: $r_{20^{\circ}\text{C}} = 7.28\Omega/\text{Km}$

Portanto, a resistência do cabo é:

$$R_{C20^{\circ}\text{C}} = \frac{2r * l}{1000} \quad (\text{Equacao 4.16})$$

$$R_{C20^{\circ}\text{C}} = \frac{2 * 7.28 * 50}{1000} = 0.728\Omega$$

Que corrigida para 35°C fica:

$$R_{C35^{\circ}\text{C}} = R_{C20^{\circ}\text{C}} [1 + \alpha(T_f - T_i)] \quad (\text{Equacao 4.17})$$

$$R_{C35^{\circ}\text{C}} = 0.728[1 + 0.004(35 - 20)] = 0.77\Omega$$

Cálculo da corrente de curto-circuito

$$I_{CC} = \frac{U_C}{R_T} \quad (\text{Equacao 4.18})$$

$$I_{CC} = \frac{380}{0.77} = 292.6\text{A}$$

Atendendo ao artigo 580 do RSIUEE, que nos fornece $K=115$ para cabos com alma de aço e isolados a PVC, a canalização suporta I_{CC} , sem danificação durante:

$$t = \left(K \frac{S}{I_{CC}}\right)^2 \quad (\text{Equacao 4.19})$$

$$t = \left(115 \frac{2.5}{292.6}\right)^2 = 0.9s$$

O aparelho de protecção terá de ser escolhido de forma a garantir este tempo de actuação.

Protecção do motor

Escolha do fusível aM

O fusível foi escolhido por consulta das respectivas curvas características dos fusíveis.

De acordo com o artigo 577 do RSIUEE, o calibre do fusível deve ser tal que:

$$I_S \leq I_N \leq 4I_S \quad (\text{Equacao 4.20})$$

$$0.63 \leq 2 \leq 4 * 0.63$$

Portanto, servirá qualquer fusível entre 0.63 e 2.52A.

4.10 Accionamento eléctrico do AMV usando CLP

O número total dos AMVs da estação central dos CFM é de 40 AMVs e, em cada AMV precisamos de dois botões de accionamento, um sinalizador led que indica o funcionamento do sistema e uma sirene de alarme.

Para o accionamento eléctrico do AMV, será utilizado o CLP para o controlo lógico do accionamento.

Componentes principais do sistema

Tabela 01: Componentes do sistema proposto (Fonte: Autor, 2025)

Item	Descrição dos componentes
1	Fonte de alimentação 24VDC
2	CLP com software de programação Ladder (Siemens S7-1200, Allen-Bradley Micro820)
3	Motor de accionamento do AMV (reversível ou com dois sentidos)
4	Caixa de engrenagens
5	Sensores de fim de curso (2): Posição “Normal” e “Desviada”
6	Botoeiras para o comando do AMV
7	Sensores de presença de comboio na via (indutivo)
8	Contactores para o comando do motor
9	Luzes de sinalização
10	Sirene (alarme)

Variáveis de entrada e saída do CLP

As variáveis de entrada e saída no CLP são símbolos usados dentro do programa do CLP para representar os sinais físicos que ele recebe ou envia. Esses sinais podem ser de sensores, botões, chaves, etc.

Variáveis de entrada

Tabela 02: Variáveis de entrada do CLP (Fonte: Autor, 2025)

Endereço ou nome do dispositivo	Descrição ou comentário
I0.1	Botão de Start para a posição “Normal”
I0.2	Botão de Start para a posição “Desviada”
I0.3	Sensor de presença do comboio na linha (indutivo)
I0.4	Sensor de fim de curso (posição normal)
I0.5	Sensor de fim de curso (posição desviada)

Variáveis de saída

Tabela 03: Variáveis de saída do CLP (Fonte: Autor, 2025)

Endereço ou nome do dispositivo	Descrição ou comentário
Q0.1	Motor (sentido horário ou posição normal/directa)
Q0.2	Motor (sentido anti-horário ou posição desviada)
Q0.3	Alarme de falha (quando ocorre uma situação inesperada)
Q0.4	Sinalização luminosa normal

Terminais de entradas no CLP

Tabela 04: Terminais de entrada do CLP (Fonte: Autor, 2025)

Número de entrada ou terminal de entrada	Dispositivo
Terminal 1	I0.0 (BSN)
Terminal 2	I0.1 (BSD)
Terminal 3	I0.2 (SP)
Terminal 4	I0.3 (SFCN)
Terminal 5	I0.4 (SFCD)

Onde:

BSN – Botão de Start para a posição “Normal”;

BSD – Botão de Start para a posição “Desviada”;

SP – Sensor de presença do comboio na linha;

SFCN – Sensor de fim de curso (posição normal);

SFCD – Sensor de fim de curso (posição desviada) e;

Terminais de saídas no CLP

Tabela 05: Terminais de saída do CLP (Fonte: Autor, 2025)

Número de saída ou terminal de saída	Dispositivo
Terminal 1	Q0.1 (MN)
Terminal 2	Q0.2 (MD)
Terminal 3	Q0.3 (SR)
Terminal 4	Q0.4 (SLN/D)

Onde:

MN – motor para a posição normal da via;

MD – motor para a posição desviada;

SR – sirene (alarme de defeito);

SLN – sinalização luminosa para a posição normal da via e;

SLD - sinalização luminosa para a posição desviada.

A quantidade de terminais de entrada e saída de um CLP da Siemens depende do modelo específico do CLP. No entanto, o CLP Siemens S7-1200 é o modelo básico dos CLPs da Siemens, portanto, este satisfaz os requisitos do projecto.

4.11 Esquema ilustrativo de ligações do CLP

O esquema apresentado nas peças desenhadas mostra as ligações do CLP às variáveis de entrada e às variáveis de saída que serão controladas pelo dispositivo.

4.12 Diagrama de potência para o arranque directo do motor

Abaixo é apresentado o diagrama de arranque directo do motor. O diagrama é composto por dispositivos de protecção e comando, os quais incluem dois (2) contactores, sendo um para o accionamento do motor para a posição normal e outro para o sentido reverso.

4.13 Esquemas de controlo ou lógica de programação

A lógica de programação do CLP foi desenhada no software Step7 da Siemens, visto que o CLP escolhido é o da Siemens.

4.14 Quadros de comando local dos AMVs

A montagem do quadro de comando dos AMVs deve satisfazer alguns critérios técnicos, operacionais e ambientais para garantir eficiência, segurança e durabilidade.

Os quadros de comando local dos AMVs deverão ser instalados próximo ao AMV correspondente e, deverão ser fixados em base de concreto com protecção especificada no anexo 10.

Os painéis de controlo dos AMVs deverão ser montados na cabine central de modo a permitir que o operador comande os AMVs através dos botões e receba o feedback dos mesmos através dos sinalizadores led e sirene em caso de defeito.

A comunicação entre os quadros de comunicação e a cabine deverá se feita através de cabos blindados enterrados.

4.15 Comunicação entre a cabine e os AMVs

Tabela 06: comunicação do AMV com a cabine (Fonte: Autor, 2025)

Fio	Função	Descrição	Sinal (Tensão)
1	Comando “via Normal/directa”	Cabine → AMV	24VCC
2	Comando “via reversa/ desviada”	Cabine → AMV	24VCC
3	3 fases para a alimentação do motor	Cabine → AMV	380AC
4	Sinalização luminosa “via directa”	AMV → Cabine	24VCC
5	Sinalização luminosa “via desviada”	AMV → Cabine	24VCC
6	Indicação de falha ou alarme	AMV → Cabine	24VCC
7	Retorno comum (GND)	Comum	

4.16 Representação do diagrama de blocos dos quadros de comando local e do painel de controlo da cabine central

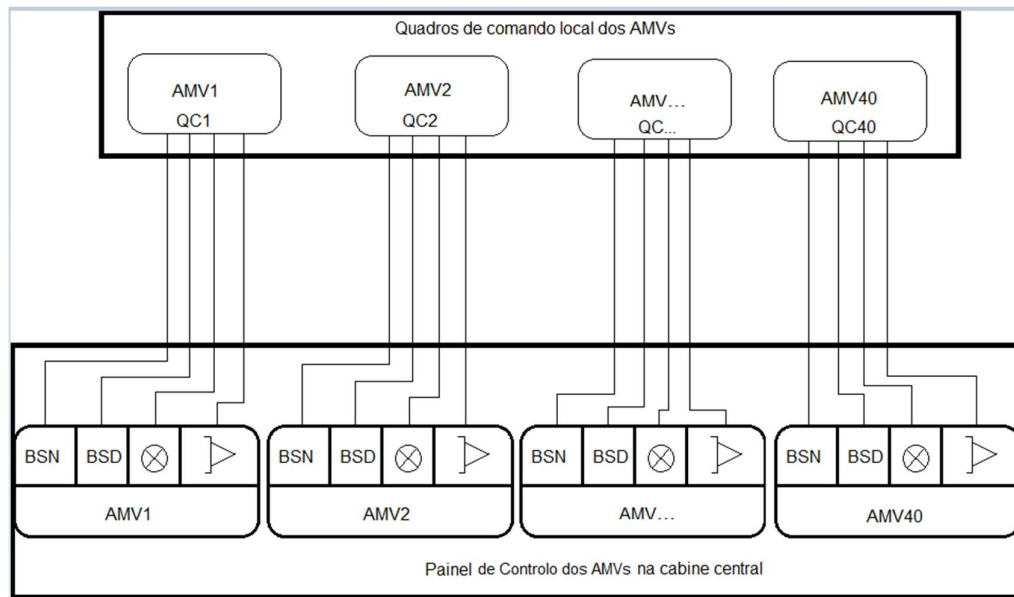


Figure 29: Representação esquemática dos quadros de comando local e do painel de controle da cabine central (Fonte: Autor, 2025)

Os componentes do quadro de comando, assim como os seus circuitos de força e controle, estão apresentados nas figuras 29 e 30, respectivamente.

Estrutura do quadro de comando

Para um quadro de comando de um AMV instalado ao ar (exposto na via férrea), é fundamental que seja robusto, seguro e resistente às condições ambientais severas. As especificações técnicas do quadro estão apresentadas no Anexo 9.

4.17 Diagrama esperado do projecto proposto

O diagrama a seguir representa o sistema do projecto proposto, no qual encontram-se todos os elementos principais que constituem um aparelho de mudança de via automático.

CAPITULO V – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5 CONCLUSÃO

Diante dos aspectos apresentados e discutidos ao longo do desenvolvimento do presente trabalho, conclui-se que:

- O aparelho de mudança de via é um elemento essencial da infra-estrutura ferroviária, pois, o seu desenvolvimento demonstrou-se operacionalmente viável e altamente benéfico para a modernização e otimização das operações nas ferrovias.
- A automatização dos AMVs por meio dos controladores lógicos programáveis representa um avanço significativo na modernização do sistema de controlo ferroviário, além disso, este sistema permite aumentar significativamente a segurança e a agilidade nas operações de mudança de via.
- A comunicação entre os dispositivos, feita através de cabos enterrados, garantiu confiabilidade na transmissão de sinais, mesmo em condições adversas. Além disso, o painel de controlo constituído por sinalizadores LED e botões identificados e outros dispositivos na cabine, possibilitou uma interacção intuitiva para os operadores, reduzindo a margem de erro humano e aumentando a margem de segurança operacional.
- O AMV automático apresenta vantagens significativas sobre o AMV manual no que diz respeito a segurança, eficiência operacional e integração com sistemas modernos de controlo ferroviários, no entanto, o AMV manual ainda é viável em contextos com baixo tráfego, menor orçamento ou onde a automação não é necessária.
- Em suma, a automatização dos AMVs representa um avanço significativo para a operação ferroviária, proporcionando maior segurança, eficiência operacional e confiabilidade. Apesar do custo da substituição dos AMVs manuais pelos automáticos, os benefícios operacionais e a melhoria na segurança justificam amplamente sua adopção em sistemas ferroviários modernos.

6 RECOMENDAÇÕES

Deve-se atentar nas especificações técnicas e o local onde o aparelho de mudança de via será instalado deve ser restrito de modo a evitar a ocorrência de acidentes,

isto é, apenas pessoas qualificadas e autorizadas é que devem ter acesso ao local.

A manutenção preventiva reduz significativamente o risco de falhas inesperadas e prolonga a vida útil de equipamentos, por isso, recomenda-se a implementação de um plano de manutenção preventiva dos aparelhos de mudança de via, com vista a garantir continuidade de funcionamento dos mesmos. Esse plano deve incluir inspeções regulares dos componentes electromecânicos

Recomenda-se também, a verificação periódica da ausência de ruído anormal ou vibrações do motor, assim como o uso e desgaste dos componentes electromecânicos dos aparelhos de mudança de via.

Recomenda-se também, o treinamento contínuo dos operadores e a equipa de manutenção envolvidos na operação dos aparelhos de mudança de via para a operação correcta do sistema e resposta a falhas técnicas.

Recomenda-se também, a aplicação regular de lubrificação nos pontos móveis dos aparelhos de mudança de via, como as hastes de accionamento, articulações e trilhos de deslizamento.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] - Almeida, Valter Alexandre – Atravessamentos de linhas ferroviárias por vias rodoviárias. Porto. Faculdade de Engenharia Universidade do Porto,

FEUP, 2014. Tese de mestrado.

[2] - FRANCHI, Claiton Moro. De CAMARGO, Valter Luis. *CLP – Sistemas Síscretos*. 1ª Edição. Editora Erica Ltda. São Paulo. 2008.

[3] – <https://www.cfm.co.mz/index.php/pt/>

[4] - <https://www.researchgate.net/publication/331887922-Railway-Turnout-Failure-Mode-Analysis>.

[5] - <https://www.mobility.siemens.com>

[6] – Regulamento de agentes de manobras dos Caminhos de Ferro de Moçambique.

[7] – Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica, Decreto-lei no 740/74 de 26 de Dezembro, alterado pelo Dec. Lei no 303/76 de 26 de Abril e pelo Dec. Reg. No 77/90 de 12 de Março..

[8] – Regulamento ferroviário dos Caminhos de Ferro de Moçambique.

[9] – Siemens Mobility. (n.d). Turnout systems – product overview and technical data. Siemens AG.

[10] – SOLIDAL, Condutores Eléctricos, 2007 – Guia Técnico; 11a Edição.

[11] – UIC – Union Internationale des Chemins de fer. (n.d). UIC 865 – Technical specification for turnouts.

ANEXOS

Anexo 1: Esquema ilustrativo de ligações do CLP

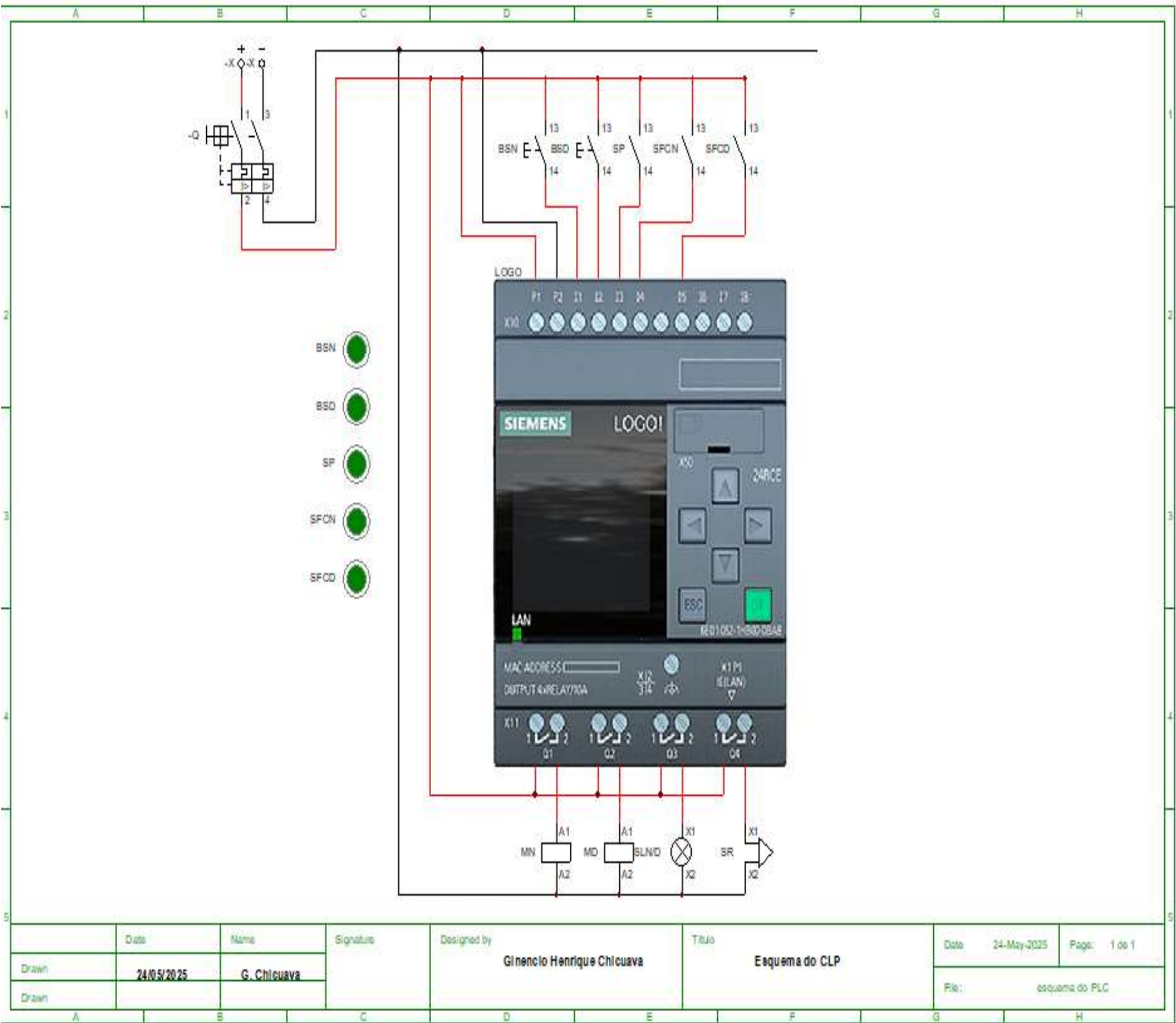


Figura A1-1: Diagrama de ligações do CLP (Fonte: Autor, 2025)

Anexo 2: Diagrama de potência para o arranque directo do motor

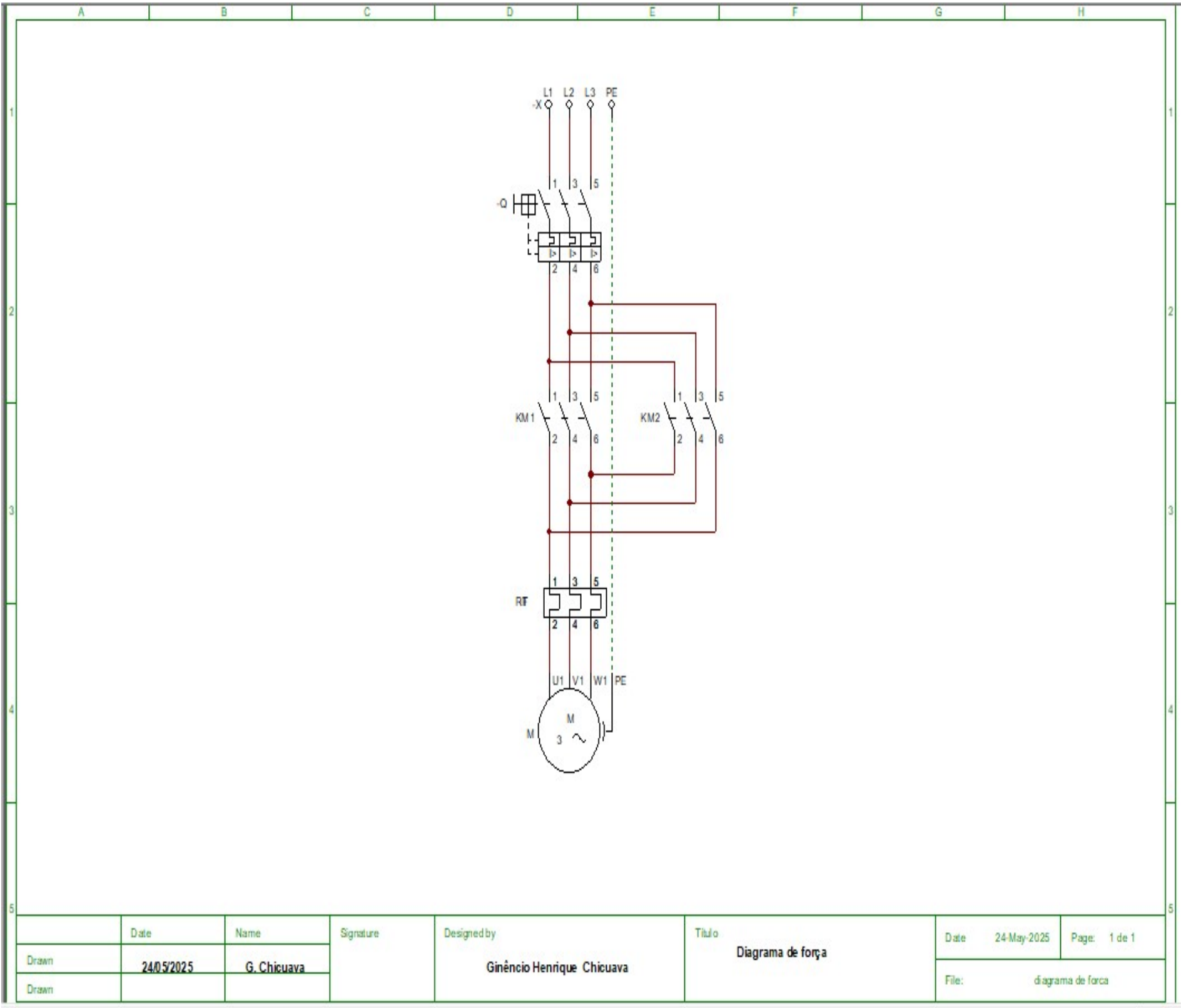


Figura A2-2: Diagrama de força do arranque do motor (Fonte: Autor, 2025)

Anexo 3: Esquema de controlo ou lógica de programação no Step7 da Siemens

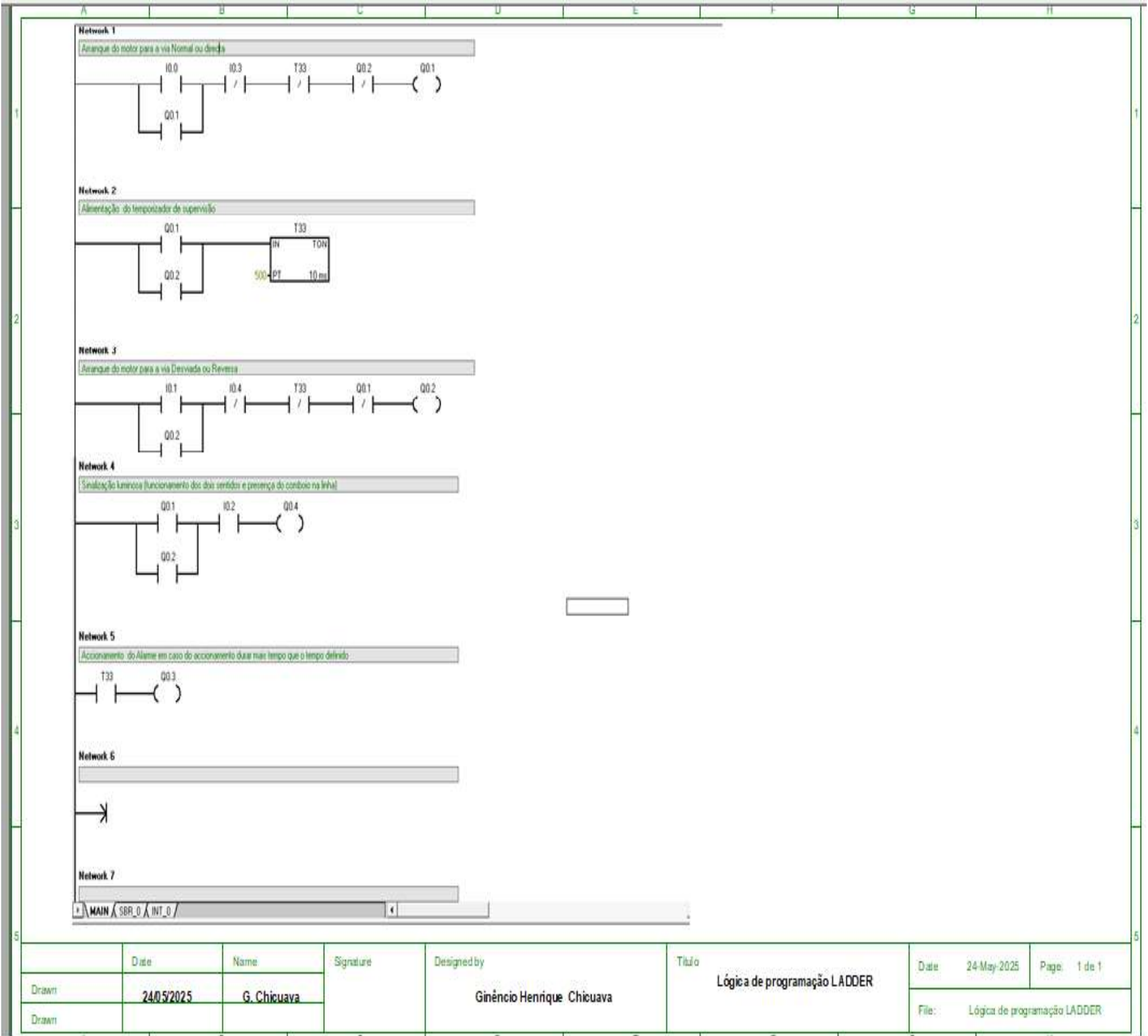


Figura A3-3: Lógica de programação em linguagem Ladder (Fonte: Autor, 2025)

Anexo 4: Diagrama esperado do projecto proposto

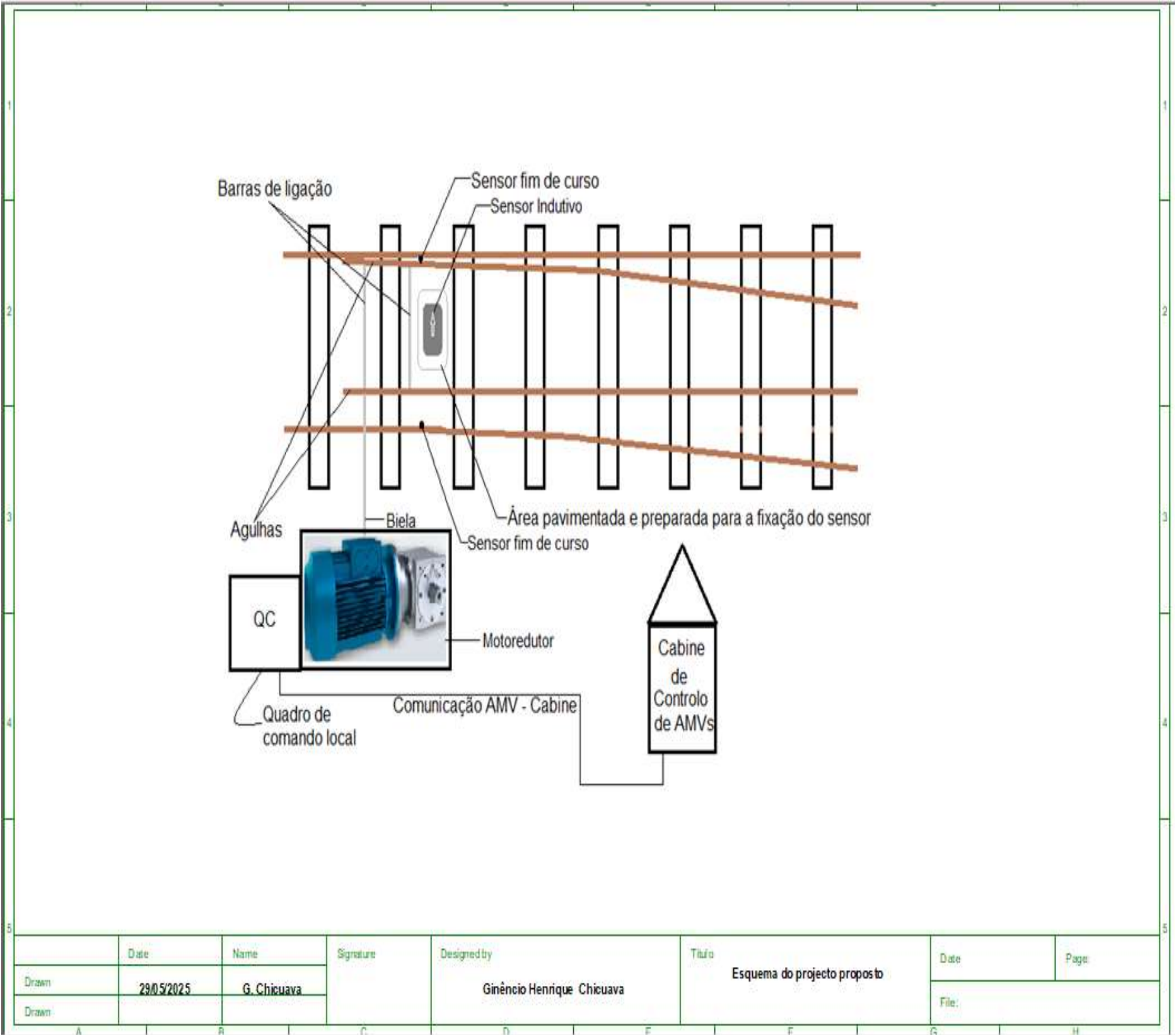


Figura A4-4: Diagrama esperado do projecto proposto (Fonte: Autor, 2025)

Anexo 5: Folha de dados do motoredutor

Descrição
Motorredutor trifásico 0,25kW 0,33CV 230/400Vac, redutor tamanho 40 com relação de redução 1:20 que permite uma potência de aproximadamente 70 rpm em sua saída. Características técnicas do motor: • Motor: Trifásico. • Tensão nominal: 230/400Vac 50/60Hz. • Potência nominal: 0,25kW 0,33CV. • Rotações: 1400 rpm . • Flanges: B14 Características técnicas do redutor: • Tipo de redutor: coroa. • Tamanho do redutor: 40. • Taxa de redução: 20 • Voltas finais: 70 rpm . • Torque de saída: 8,4 Nm. • Fator de serviço: 3,3 • Para eixo de saída: Ø18mm O eixo de saída não está incluído no fornecimento, deve ser encomendado separadamente. Como acontece com qualquer motor elétrico assíncrono, a instalação de um protetor de motor é obrigatória para evitar danos por sobrecarga. Motor destinado a ser utilizado exclusivamente como peça sobressalente de máquinas e/ou sistemas automáticos .

Figura A5-5: Folha de dados do motoredutor (Fonte: Adajusamotors, 2021)

Anexo 6: Folha de dados sensor fim de curso

	Price groups PG 41K, 41L, 42A, 42D, 250, 572	<u>Shock and vibration test according to railway standard</u>
	12/2 Introduction	SIRIUS 3SE5 mechanical position switches
	SIRIUS 3SE5 mechanical position switches	12/83 - 3SE5, plastic enclosures
	12/5 General data	12/86 - 3SE5, metal enclosures
	3SE5, plastic enclosures	SIRIUS 3SE5 mechanical safety switches with separate actuator
	12/15 - Enclosure width 31 mm according to EN 50047	12/91 - 3SE5, plastic enclosures/metal enclosures
	12/22 - Enclosure width 40 mm according to EN 50041	SIRIUS 3SE5 mechanical safety switches with tumbler
	12/27 - Enclosure width 50 mm	12/92 - 3SE5, plastic enclosures
	3SE5, metal enclosures	SIRIUS 3SE safety switches and 3SU1 EMERGENCY-STOP enclosures for PROFIsafe connection
	12/31 - Enclosure width 31 mm according to EN 50047	12/93 Safety cabling in the field with IP67
	12/36 - Enclosure width 40 mm according to EN 50041	SIRIUS 3SF1 mechanical safety switches for AS-Interface
	12/42 - Enclosure width 56 mm	12/101 General data
	12/46 - Enclosure width 56 mm, XL	12/104 3SF1, plastic enclosures
	12/49 - Compact design	12/106 3SF1, metal enclosures
	3SE5, open-type design	<u>With separate actuator</u>
	12/51 - Enclosure width 30 mm	12/110 General data
	Accessories and spare parts	
	12/52 - Accessories	
	12/54 - Optional accessories and spare parts	

Figura A6-6: Folha de dados sensor fim de curso (Fonte: Siemens, 2022)

Anexo 7: Folha de dados sensor indutivo



Main

Range of product	Telemecanique Inductive proximity sensors XS
Series name	General purpose
Sensor type	Inductive proximity sensor
Device application	Mobile equipment
Sensor name	XS6
Sensor design	Cylindrical M12
Size	62 mm
Body type	Fixed
Detector flush mounting acceptance	Flush mountable
Material	Metal
Type of output signal	Discrete
Wiring technique	3-wire
[Sn] nominal sensing distance	4 mm
Discrete output function	1 NO
Output circuit type	DC
Discrete output type	PNP
Electrical connection	Male connector M12, 4 pins
[Us] rated supply voltage	12...48 V DC with reverse polarity protection
Switching capacity in mA	≤ 200 mA DC with overload and short-circuit protection
IP degree of protection	IP67 conforming to IEC 60529 IP69K conforming to DIN 40050

Complementary

Thread type	M12 x 1
Detection face	Frontal
Front material	PPS
Enclosure material	Nickel plated brass
Sensing range	> 2.5...4 mm
Operating zone	0...3.2 mm
Differential travel	1...15% of Sr
Status LED	Output state: 1 LED (yellow)
Supply voltage limits	10...58 V DC
Switching frequency	≤ 2500 Hz
Maximum voltage drop	<2 V (closed)
Current consumption	≤ 10 mA no-load
Maximum delay first up	10 ms
Maximum delay response	0.2 ms
Maximum delay recovery	0.2 ms
Marking	CE
Threaded length	42 mm
Length	62 mm
Net weight	0.02 kg

The information provided in this document contains general descriptions and/or technical characteristics of the products contained herein. This document is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Telemecanique reserves the right to modify the information contained herein.

Figura A7-7: Folha de dados do sensor indutivo (Fonte: telemecaniquesensors, 2021)

Anexo 8: Folha de dados do contactor

Bobinas em corrente alternada (CA): 50/60Hz ou 60Hz ²⁾
Bobinas em corrente contínua (CC) ²⁾



CWM9



AC-3 Serviço normal de manobras de motores com rotor gaiola com desligamento em regime	I _b máx. (U _b ≤ 440V) (A)		9
	Potência 60Hz	220V (cv)	3
		380V (cv)	5,4
		440V (cv)	6

Figura A8-8: Folha de dados do contactor (Fonte: Weg-contactores e reles de sobrecarga, Novembro 2019)

Anexo 9: Folha de dados do CLP

Folha de dados do produto

Características

TM200CE24R
controller M200 24 IO relay+Ethernet





Principal

Linha de produto	Modicon Easy M200
Tipo de produto ou componente	Controlador lógico
Tensão nominal de fornecimento [Us]	100 ... 240 V CA
Número de E/S digital	24
Número de entrada digital	4 fast input (I2...I5) 4 high speed input (I0, I1, I6, I7) 6 regular input (I8...I13)
Número de saída digital	10 relé
Tensão de entrada digital	24 V
Tipo de tensão de entrada digital	CC
Corrente de entrada digital	7 mA of entrada
Lógica de entrada digital	Sink or source (positive/negative) type 1 conforming to EN/IEC 61131-2
Tensão de saída digital	220 V AC 24 V CC
Corrente de saída digital	2 A
Tipo de saída digital	Relé normalmente aberto
Consumo de potência em VA	52...64 VA at 100...240 V AC with max I/O

Complementar

Número de módulo de expansão I / O	<= 4 com <= 128 saída discreta (s) of saída do transistor <= 4 com <= 74 saída discreta (s) of saída de relé
Limites de tensão de alimentação	85...264 V
Frequência da rede	50/60 Hz
Corrente de irrupção	<= 50 A
Estado 1 de tensão garantido	>= 15 V of entrada
Estado de tensão 0 garantido	<= 5 V of entrada
Impedância de entrada	3.3 kOhm[Espaço]para[Espaço]entrada discreta
Tempo de resposta	5 µs during turn-off operation for high speed input with I0, I1, I6, I7 terminal(s) 5 µs during turn-on operation for high speed input with I0, I1, I6, I7 terminal(s) 100 µs during turn-off operation for fast input with I2...I5 terminal(s) 10 ms during turn-off operation for relay output with Q0...Q9 terminal(s)

31/08/2019

Like to On Schneider

1

Figura A9-9: Folha de dados do CLP (Fonte: Siemens AG, 31 de Agosto)

Anexo 10: Características eléctricas dos cabos VV e VAV

Tabela A10-10: Características eléctricas dos cabos VV e VAV (Fonte: Solidal – Condutores Eléctricos S.A, 2007)

Secção Nominal mm ²	1 Condutor (1)			2 Condutores (5)			3 e 4 Condutores (6)		
	Instalação Subterrânea	Instalação Ao Ar	Queda de Tensão	Instalação Subterrânea	Instalação Ao Ar	Queda de Tensão	Instalação Subterrânea	Instalação Ao Ar	Queda de Tensão
	(2)	(3)	$\Delta U = V/A \text{ Km}$	(2)	(3)	$\Delta U = V/A \text{ Km}$	(2)	(3)	$\Delta U = V/A \text{ Km}$
	Intensidade A	Intensidade A	$\cos\phi=0,8$ (4)	Intensidade A	Intensidade A	$\cos\phi=0,8$	Intensidade A	Intensidade A	$\cos\phi=0,8$
1					14,5	34,800		13	30,100
1,5	34	23	20,200	30	19	23,300	25	17	20,200
2,5	45	31	12,400	40	26	14,300	35	24	12,400
4	60	42	7,770	50	35	8,940	45	31	7,740
6	75	52	5,220	65	44	6,000	60	42	5,190
10	105	74	3,140	90	61	3,600	80	57	3,120
16	135	96	2,020	120	83	2,300	110	79	1,990
25	180	127	1,310	155	110	1,480	135	96	1,280
35	225	158	0,963	185	132	1,080	165	114	0,946
50	260	184	0,734	220	158	0,822	190	132	0,718
70	345	242	0,533	280	198	0,589	245	171	0,520
95	410	290	0,406	335	237	0,443	295	206	0,393
120	485	343	0,340	380	268	0,368	340	237	0,326
150	550	387	0,299	435	308	0,313	390	272	0,279
185	630	444	0,250	490	343	0,265	445	312	0,238
240	740	523	0,210	570	400	0,218	515	360	0,198
300	855	602	0,183	640	448	0,188	590	413	0,172
400	1015	721	0,160	760	536	0,164	700	492	0,150
500	1170	822	0,140						

Anexo 11: Características dos corta-circuitos fusíveis

Tabela A11-11: Características dos corta-circuitos fusíveis (Fonte: RSIUEE, Decreto-lei no 740/74 de 26 de Dezembro)

Intensidade nominal (A)	Intensidade convencional de não fusão (A)	Intensidade convencional de fusão (A)
2	3	4
4	6	8
6	9	13
8	12	16
10	15	19
12	17	21
15	21	26
16	22	28
20	28	35
25	35	44
30	39	48
32	41	51
40	52	64
50	65	80
60	78	96
63	82	101
80	104	128
100	130	160
125	162	200
160	208	256
200	260	320
250	325	400
315	410	504
400	520	640
500	650	800
630	820	1 008

Anexo 12: Resistência máxima em corrente contínua a 20°C

Tabela A12-12: Resistência máxima em corrente contínua a 20°C (Fonte: RSIUEE, Decreto-lei no 740/74 de 26 de Dezembro)

TABELA

8

Características das almas condutoras de cobre

RÍGIDAS

Resistência máxima em corrente contínua a 20° C
 $\pi \Omega/\text{km}$

SECÇÃO NOMINAL mm ²	NÚMERO DE FIOS	Cabos monocondutores e cabos com condutores paralelos		Cabos multicondutores cableados	
		Cobre não estanhado	Cobre estanhado	Cobre não estanhado	Cobre estanhado
0,2	1	88,5	89,5	—	—
0,3	1	53,1	53,7	—	—
0,5	1	35,4	35,8	—	—
0,75	1	23,8	24,0	—	—
1	1	17,7	17,9	18,1	18,2
1,5	1	11,9	12,0	12,1	12,2
2,5	1	7,14	7,21	7,28	7,35
4	1	4,47	4,51	4,56	4,60
6	1	2,97	3,00	3,03	3,06
10	7	1,79	1,81	1,83	1,84
16	7	1,13	1,14	1,15	1,16
25	7	0,712	0,719	0,727	0,734
35	19	0,514	0,519	0,524	0,529
50	19	0,379	0,383	0,387	0,391
70	19	0,262	0,265	0,268	0,270
95	19	0,189	0,191	0,193	0,195
120	37	0,150	0,151	0,153	0,154
150	37	0,122	0,123	0,124	0,126
185	37	0,0972	0,0982	0,0991	0,100
240	61	0,0740	0,0747	0,0754	0,0762
300	61	0,0590	0,0595	0,0601	0,0607
400	61	0,0461	0,0465	0,0470	0,0475
500	61	0,0366	0,0369	0,0373	0,0377
630	127	0,0283	0,0286	0,0289	0,0292
800	127	0,0221	0,0224	0,0226	0,0228
1000	127	0,0176	0,0177	0,0179	0,0181

Anexo 13: Folha de Dados Técnica – Quadro de Comando Local para AMV

Tabela A13-13: Folha de Dados Técnica – Quadro de Comando Local para AMV (Fonte: Wikipedia, 2023)

Componente	Quantidade	Observações
Contactora tripolar	2	9 a 12 A / bobina 24Vdc ou 110Vdc
Porta-fusíveis DIN + fusíveis	3	Para protecção geral e de motores
Bornes de ligação	5	Tipo mola ou parafuso, para 2,5 mm ² a 6 mm ²
Trilho DIN 35 mm	Conforme	Para fixação dos dispositivos
Barramento de terra	1	Com 5 ou mais pontos
Chapa de montagem interna	1	Chapa galvanizada ou alumínio

Especificações do Invólucro

Grau de protecção: IP66 / IK10

Porta: 1 porta frontal com vedação e trinco de compressão

Vedação: Borracha nitrifica ou EPDM

Entrada de cabos: 1 a 3 prensa-cabos M25/M32 IP66

Aterramento: Ponto de aterramento na porta e carcaça

Temperatura de operação: -10°C a +60°C

Dimensões Recomendadas

Altura: 400 mm

Largura: 300 mm

Profundidade: 200 mm

Instalação Recomendável

- Fixação sobre base metálica galvanizada ou poste de concreto.
- Altura mínima do solo: 500 mm.
- Canaletas internas para separação de controlo e potência.

Anexo 14: Acta de encontros

Tabela A14.1-14: Acta de encontros (Fonte: Regulamento de culminação de estudos nos cursos de engenharia, agosto de 2009)



FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:	2025ELEPPL02	Data:	17/02/2025
----------------------------	--------------	--------------	------------

1. AGENDA:

Apresentação do termo de atribuição de tema

2. PRESENCAS

Supervisor	Prof. Dr. Zacarias Chilengue, eng°
Co- Supervisor	
Estudante	Chicuava, Ginêncio Henrique
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO

5. RECOMENDAÇÕES

--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	20-03-2025
-----------------------------	------------

Anexo 14: Acta de encontros

Tabela A14.2-15: Acta de encontros (Fonte: Regulamento de culminação de estudos nos cursos de engenharia, agosto de 2009)



FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:	2025ELEPPL02	Data:	17/02/2025
----------------------------	--------------	--------------	------------

1. AGENDA:

Apresentação do termo de atribuição de tema

2. PRESENÇAS

Supervisor	Prof. Dr. Zacarias Chilengue, eng°
Co- Supervisor	
Estudante	Chicuava, Ginêncio Henrique
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO

5. RECOMENDAÇÕES

--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	25-03-2025
-----------------------------	------------

Anexo 14: Acta de encontros

Tabela A14.3-16: Acta de encontros (Fonte: Regulamento de culminação de estudos nos cursos de engenharia, agosto de 2009)



FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:	2025ELEPPL02	Data:	17/02/2025
----------------------------	--------------	--------------	------------

1. AGENDA:

Apresentação do termo de atribuição de tema

2. PRESENÇAS

Supervisor	Prof. Dr. Zacarias Chilengue, eng°
Co- Supervisor	
Estudante	Chicuava, Ginêncio Henrique
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO

5. RECOMENDAÇÕES

--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	10-05-2025
-----------------------------	------------

Anexo 15: Relatório de progresso

Tabela A15: Relatório de progresso (Fonte: Regulamento de culminação de estudos nos cursos de engenharia, agosto de 2009)



FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

RELATORIO DE PROGRESSO

REFERÊNCIA DO TEMA	2025ELEPPL02	Data	17/02/2025
--------------------	--------------	------	------------

ACTIVIDADE	DATA	ESTÁGIO (%)	OBSERVAÇÕES	RÚBRICA
1	19-03-2025	20	Melhorar a formulação do tema	
	21-03-2025	60	Melhorar os objectivos específicos	
	10-05-2025	100	Melhorar a formulação do problema e clarificar a justificativa	
2	31-05-2025	30	Aumentar os conceitos, colocar as imagens que ilustram a realidade	
3	31-05-2025	20	Melhorar a estrutura e organização do trabalho	
	03-06-2025	100	Organizar os anexos, organizar a paginação do trabalho e dos anexos	
4		50		
		100		
5				

Anexo 16: Guia de avaliação da apresentação oral e defesa (pelo júri)

Tabela A16: Guia de avaliação da apresentação oral e defesa (pelo júri) (Fonte: Regulamento de culminação de estudos nos cursos de engenharia, agosto de 2009)



FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

F2 – GUIA DE AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO ORAL E DEFESA

Nome da estudante: Ginêncio Henrique Chicuava

Referência do tema: 2025ELEPPL02

Data: 17/02/2025

Título do tema: **PROPOSTA DE PROJECTO DE UMA AGULHA AUTOMÁTICA PARA A MUDANÇA DE VIA DOS COMBOIOS NA ESTAÇÃO CENTRAL DOS CAMINHOS DE FERRO DE MOÇAMBIQUE (CFM-SUL)**

1. Introdução										
1.1. Apresentação dos pontos chaves na introdução (Contexto e importância do trabalho)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 1 subtotal (max: 10)										
2. Organização e explanação										
2.1. Objectivos	1	2	3							
2.3. Metodologia	1	2	3	4						
2.4. Resultados, sua análise e discussão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.5. Conclusões e aplicação dos resultados (recomendações)	1	2	3	4	5	6	7	8		
Secção 2 subtotal (max: 25)										
3. Estilo da apresentação										
3. 1. Uso efectivo do tempo	1	2	3	4	5					
3.2. Clareza, tom, vivacidade e entusiasmo	1	2	3	4	5					
3.3. Uso e qualidade dos audiovisuais	1	2	3	4	5					
Secção 3 subtotal (max: 15)										
4. Defesa										
4.1. Exactidão nas respostas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.2. Domínio dos conceitos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.3. Confiança e domínio do trabalho realizado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.4. Domínio do significado e aplicação dos resultados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.5. Segurança nas intervenções	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 3 subtotal (max: 50)										
Total de pontos (max: 100)										
					Nota (=Total*0,2)					

Anexo 17: Ficha de avaliação global

Tabela A17: Ficha de avaliação global (Fonte: Regulamento de culminação de estudos nos cursos de engenharia, agosto de 2009)



FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

F3 - FICHA DE AVALIAÇÃO GLOBAL

Nome do estudante: Ginêncio Henrique Chicuava

Referência do tema: 2025ELEPPL02

Data: 17/02/2025

Título do tema: PROPOSTA DE PROJECTO DE UMA AGULHA AUTOMÁTICA PARA A MUDANÇA DE VIA DOS COMBOIOS NA ESTAÇÃO CENTRAL DOS CAMINHOS DE FERRO DE MOÇAMBIQUE (CFM-SUL)

Membros do júri	Assinatura
Membro 1 (O presidente)	
Membro 2	
Membro 3	

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

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

Maputo, ____ de Junho de 2025

CFM

PORTOS E CAMINHOS DE FERRO DE MOÇAMBIQUE, E.P.

GUIA N.º 235/SRH.DA/2025

Vai apresentar-se ao **SMREA**

O Senhor (a):

- ✓ **Ginêncio Henrique Chicuava** do curso de Licenciatura em Engenharia Eléctrica

A fim de aí estagiar por um período de Noventa (90) dias, sem remuneração, por ter sido autorizado, a luz do despacho do Exmo Senhor Chefe de Serviço de Recursos Humanos, datada de 19/03/2025.....

Seguros válidos de 24/03/2025 até 22/06/2025

N.B: Em caso de acidente, o estagiário será assistido pela Emose, onde se encontra assegurado, sendo que a sua apólice de Seguro fica arquivada no SRH, porém, em caso de emergência, O CFM pode socorrer, sem descorar o facto de que o estudante deverá apresentar EPI's para realização do estágio.

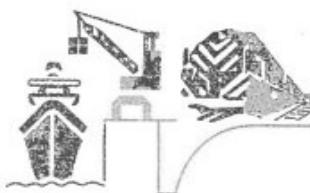
.....Maputo, 21 de Março de 2025.....

.....O CHEFE DO SERVIÇO DE RECURSOS HUMANOS.....

.....**Fernando André Nhomaio**.....



REC
24.03.25
ENHARIA
RAI



MOZAMBIQUE PORTS AND RAILWAYS
PORTOS E CAMINHOS DE FERRO DE MOÇAMBIQUE E. P.

Direcção Executiva CFM - Sul

SERVIÇO DE RECURSOS HUMANOS

À

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

MAPUTO =

N/Ref.º n.º 1092/312.2/SRH.DA/2025

DATA:10/07/2025

ASSUNTO: ENVIO DO RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Pelo presente junto se envia o relatório de estágio, do estudante **Ginêncio Henrique Chicuava**, estudante do curso de **Engenharia Eléctrica**, decorrido durante Noventa (90) dias, no período de 24/03/2025 à 21/06/2025 no **Serviço de Manutenção da Rede Eléctrica e Água** da Direcção Executiva-Sul.

O CHEFE DO SERVIÇO DE RECURSOS HUMANOS

(Fernando André Nhumaio)



UNIVERSIDADE
EDUARDO
MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

Curso de Engenharia Eléctrica

TERMO DE ATRIBUIÇÃO DE TEMA DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

REFERÊNCIA DO TEMA: 2025ELEPPL02

Data: 17/02/2025

1. TÍTULO DO TEMA

Proposta de projecto de uma agulha automática para a mudança de via dos comboios na estação central dos caminhos de ferro de Moçambique (CFM-SUL)

2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO TRABALHO A DESENVOLVER

2.1 INTRODUÇÃO

O sistema ferroviário revolucionou o mundo, pois, desde o século XVIII, esse sistema é capaz de transportar pessoas e diversas mercadorias de peso elevado à longas distâncias com segurança por meio de trens (comboios) e plataformas de embarque e desembarque.

A segurança na operação de equipamentos nas ferrovias é um dos elementos mais importantes para garantir a integridade física dos operadores e minimizar os riscos de acidentes durante a operação desses equipamentos de forma manual, por essa razão, torna-se crucial o uso de tecnologias que permitem a operação desses equipamentos de forma automática, isto é, controlar remotamente.

Trata-se de um meio de transporte que utiliza vagões interligados em uma locomotiva, percorrendo em vias férreas (trilhos de ferro). O sistema conta com desvios integrados aos trilhos, realizados pelo aparelho de mudança de via (AMV), o qual possibilita com que o trem transite de uma linha para outra.

O presente projecto tem por finalidade apresentar uma proposta de projecto de

 
11/05/25

uma agulha automática para a mudança de via dos comboios na estação central dos caminhos de ferro de Moçambique, assim como a definição do método de controle do sistema e, por fim, serão feitas as simulações a fim de observar o funcionamento do sistema antes da sua implementação.

2.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Devido ao maior fluxo de trens nos locais como a estação central dos caminhos de ferro de Moçambique, a operação manual dos aparelhos de mudança de via torna-se inviável quando comparada com a operação automática dos aparelhos de mudança de via.

Sendo que o local do estudo (estação central dos caminhos de ferro de Moçambique) é um local com maior fluxo de trens, sendo que a operação manual dos aparelhos de mudança de via requer um esforço considerável do operador (ser humano), há que se fazer a seguinte questão para se saber por onde começar para a solução do problema:

Como melhorar de forma eficiente as operações de mudança de via dos trens nos caminhos de ferro de Moçambique?

O presente projecto tenta de maneira precisa responder a essa questão conforme veremos ao longo do desenvolvimento do mesmo.

2.3 HIPÓTESES

Para melhorar as operações de manobra de aparelhos de vias dos CFM, far-se-á uma análise que descreve a situação actual. Após a análise dos aparelhos e, após essa análise irá se propor soluções possíveis para o problema em causa, que dentre estas podem ser:

- Instalação de dispositivos de comando locais instalados nas cabines dos operadores dos aparelhos de mudança de vias.
- Instalação de um sistema de comando via wireless dentro dos próprios trens.

2.4 JUSTIFICATIVA

Ao longo do estagio profissional que está sendo desenvolvido nos caminhos de ferro de Moçambique, notou-se que as operações manuais de mudança de via


11/05/25

dos trens feitas pelos operadores, representam um risco para estes e cansaço considerando o peso dos aparelhos de mudança de via.

A implementação deste projecto será de grande relevância para a empresa, pois irá permitir com que haja diminuição de riscos de acidentes nas ferrovias assim como os esforços físicos aplicados pelos operadores nessas operações

A mudança de via é uma das operações mais importantes de uma ferrovia, pois, constantemente os trens precisam mudar sua trajectória inicial para chegar ao destino desejado. Por isso, o chamado aparelho de mudança de via (AMV) é um dos componentes essenciais de uma ferrovia, pois é através dele que essa manobra de mudança de via é realizada, como já sugere o seu próprio nome.

2.5 OBJECTIVOS

2.5.1 Objectivo Geral

Apresentar a proposta para o projecto de uma agulha automática para a mudança de via dos comboios na estação central dos caminhos de ferro de Moçambique (CFM-SUL).

2.5.2 Objectivos Específicos

- ❖ Descrever os aparelhos de mudança de via actuais utilizados nos caminhos de ferro de Moçambique;
- ❖ Verificar o princípio de funcionamento dos aparelhos de mudança de via (manuais e automáticas);
- ❖ Efectuar uma análise comparativa entre os aparelhos de mudança de via manuais e automáticas;
- ❖ Implementar um sistema automático de mudança de via dos comboios dos caminhos de ferro de Moçambique.

2.6 METODOLOGIA

A metodologia que será usada para a realização da presente pesquisa foi dividida em duas partes a destacar: pesquisa bibliográfica e a pesquisa de campo.

✓ Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica consistirá na selecção, leitura e análise de trabalhos que abordam assuntos de interesse para o tema em causa. Consistirá também na


12/05/25

consulta de diversas literaturas, artigos científicos actualizados, relatórios de trabalhos anteriores, sites disponíveis na internet, manuais e outros documentos de disciplinas leccionadas ao longo do curso, entre outros, de modo a se ter uma ideia mínima e/ ou geral das tecnologias envolvidas em todos os sistemas que possibilitarão o alcance do objectivo geral.

✓ **Pesquisa de campo**

Segundo Gonsalves (2001, p.67), a pesquisa de campo é o tipo de pesquisa que pretende colocar o pesquisador em contacto directo com toda a situação relacionada ao tema em causa. A pesquisa de campo será baseada em dois métodos:

• **Observação directa**

Este método baseia-se na actuação dos observadores para a obtenção de determinadas informações. Esta observação directa será baseada em efectuar por meio de observações a colheita de dados e outras informações relevantes sobre o tema em questão.

• **Entrevista**

A entrevista é feita por meio de perguntas aos especializados na área, permitindo a obtenção de dados de forma profunda. Este método consistirá em consultar aos técnicos e engenheiros especializados na área, com o objectivo de obter informações sobre o caso em estudo.

3. LOCAL DE REALIZAÇÃO

Estação central dos CFM

4. SUPERVISORES

	Nome	Assinatura
Da UEM	Prof. Dr. Zacarias Chilengue, eng°	<i>Zacarias Chilengue</i>
Co-supervisor		
Da Instituição	Eng°. Ernesto Cumbana	<i>Ernesto Cumbana</i>

12/05/25

Maputo, 31 de Março de 2025

[Handwritten mark]

O estudante
Ginêncio Henrique Chicava
(Ginêncio Henrique Chicava)

O Director do Curso
Zefanias Mabote
(Engº. Zefanias José Mabote)

O Chefe da Comissão Científica
José Nelson Guambe
(Mestre José Nelson Guambe, engº.)



FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

Curso de Licenciatura em Engenharia Eléctrica

PLANO DE ACTIVIDADES DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

REFERÊNCIA DO TEMA: 2025ELEPPL02

Data: 17/02/2025

TÍTULO DO TEMA

Proposta de projecto de uma agulha automática para a mudança de via dos comboios na estação central dos caminhos de ferro de Moçambique (CFM-SUL)

#	Actividade	Mar.	Abr.	Maio.	Jun.	OBS
1	Escolha e pesquisa do tema					
2	Levantamento bibliográfico					
3	Escolha de instrumentos de recolha de dados					
4	Pesquisa de campo					
5	Redação da revisão bibliográfica					
6	Análise e dados					
7	Discussão de resultados					
8	Redação da análise de dados e discussão dos resultados					
9	Redação das conclusões e referencias bibliográficas					
10	Revisão e redação final					
11	Submissão do relatório final					

[Handwritten signature]
12/07/25

Observações:

SUPERVISORES

	Nome	Assinatura
Da UEM	Prof. Dr. Zacarias Chilengue, eng°	<i>Zacarias Chilengue</i>
Co-supervisor		
Da Instituição	Eng°. Ernesto Cumbana	<i>Ernesto Cumbana</i>

Maputo, 31 de Março de 2025

O estudante

Ginêncio Henrique Chicava

(Ginêncio Henrique Chicuava)



UNIVERSIDADE
EDUARDO
MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

CURSO: ENGENHARIA ELÉCTRICA

**TERMO DE ENTREGA DE RELATÓRIO DO RELATORIO DE ESTÁGIO
PROFISSIONAL**

Declaro que o estudante: Ginêncio Henrique Chicuava entregou no dia
06/06/2024 as 3 cópias do relatório do seu relatório de estágio com referência:
2025ELEPPL02.

Intitulado:

**PROPOSTA DE PROJECTO DE UMA AGULHA AUTOMÁTICA PARA A
MUDANÇA DE VIA DOS COMBOIOS NA ESTAÇÃO CENTRAL DOS CAMINHOS
DE FERRO DE MOÇAMBIQUE (CFM-SUL)**

Maputo, 06 de Junho de 2024

A chefe da Secretaria



(Arlete Chiconela)