



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**

**FACULDADE DE ENGENHARIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**

**CURSO DE ENGENHARIA ELECTRÓNICA**

**MELHORIA NA SEGURANÇA OPERACIONAL NA TRANSLAÇÃO DO CARRO  
POSICIONADOR DO VIRADOR DE VAGÕES DO PORTO MULTIUSUÁRIO DE  
NACALA-À-VELHA – NACALA LOGISTICS/CLN**

**Autor:**

Honesto Raúl Marroda

**Supervisores:**

Engº. Edson Camilo Fortes (UEM-FE)

Engº. Teodoro Jaime Mabote (Nacala Logistics/CLN)

Maputo, Setembro de 2024



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**  
**CURSO DE ENGENHARIA ELECTRÓNICA**

**MELHORIA NA SEGURANÇA OPERACIONAL NA TRANSLAÇÃO DO CARRO  
POSICIONADOR DO VIRADOR DE VAGÕES DO PORTO MULTIUSUÁRIO DE  
NACALA-À-VELHA – NACALA LOGISTICS/CLN**

**Autor:**

Honesto Raúl Marroda

**Supervisores:**

Eng<sup>o</sup>. Edson Camilo Fortes (UEM-FE)

Eng<sup>o</sup>. Teodoro Jaime Mabote (Nacala Logistics/CLN)

Maputo, Setembro de 2024

## **DEDICATÓRIA**

Este trabalho é dedicado a Deus, que diante de todos os obstáculos me manteve firme através do seu poder. Deus é bom, sempre!

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar ao eterno Deus pelo dom de vida, por todos os feitos e por ter sido sempre bom para comigo, pois, ele é bom, sempre!

Aos meus pais, os senhores Raúl Marroda e Acácia Alberto Lissamo por terem aceito a ordem de Deus de serem os representantes dele aqui na terra, por me darem uma educação fundamentada em princípios coesos para a vida e apoiarem em todos os momentos que culminaram neste grande feito; igualmente agradecer à todos os meus irmãos e de forma muito especial aos Manos Kodak, Etti, Alcides, Mércia e Arcanjo Marcos que mesmo em situações críticas não deixaram de apoiar de forma incondicional e indescritível.

Agradeço de forma muito especial à minha princesa, minha companheira, minha querida namorada e futura esposa, Laura Orlando Mudiualo pelo apoio incondicional em todos os sentidos, pois fez parte deste feito de forma muito especial. Aos meus amigos e companheiros de jornada: Vulai, Ricardo, Monteiro, Egídio, Helton, Cristóvão, Inocente, Inok, Neklim, Osvaldo, Zacarias, Dionísio, Ernesto, Ponciano, Atumane, Valter, Óssula, Geogrete, Rosana, Vivina, Olga e a lista continua, isto é, a todos os que de alguma forma contribuíram, o meu muito obrigado!

Agradeço a todos os professores e colegas que cruzaram o meu percurso acadêmico contribuindo significativamente, a toda a equipa de Inspeção da Gerência de Manutenção do Porto da CLN e de forma especial aos meus supervisores, o Engenheiro Teodoro Mabote – Supervisor da Inspeção e Integridade Estrutural (CLN) e o Engenheiro Edson Fortes – Docente Universitário (UEM).

## RESUMO

Durante um período de cerca de 4 meses num estágio profissional na Nacala Logistics/CLN na Gerência de Manutenção Portuária, concretamente na supervisão de Inspeção e Integridade Estrutural como Inspector Eléctrico; foi possível identificar pontos de melhoria e desenvolvê-los com vista a melhorar a segurança nas operações do Porto. Neste trabalho, para além do relatório das actividades durante o estágio, pode-se acompanhar também o projecto de melhoria feito na segurança operacional na translação no Carro Posicionador do Virador de Vagões do Porto Multiusuário de Nacala-à-Velha. Antes de se explorar especificamente o Carro Posicionador, viu-se a necessidade de abordar de forma genérica os processos de descarga e embarque de carvão mineral proveniente da exploração feita no distrito de Moatize em Tete. No levantamento feito dos equipamentos e/ou máquinas do Porto Multiusuário de Nacala-à-Velha, verificou-se que quase todas as máquinas estão munidas de instrumentos que auxiliam na automação dos movimentos operacionais e, sobretudo na segurança das operações. A segurança do movimento de translação é monitorada pelos sensores e chaves limites, exceptuando no Carro Posicionador onde tinha apenas sensores limites, posteriormente removidos, pois, não se mostravam eficazes nas operações, o que levou à proposta de montagem de chaves limites para monitorar e garantir a segurança operacional no movimento de translação do mesmo. Mediante o que se tem notado nas outras máquinas, as chaves limites mostram-se eficazes, pois diferentemente dos sensores, por serem físicas elas garantem o fechamento ou abertura do circuito de acordo com a necessidade.

**Palavras-chave:** Chaves limites, sensores limites, Carro Posicionador, translação, segurança operacional.

## **ABSTRACT**

During the peak of about 4 months in a professional internship at Nacala Logistics/CLN in the Port Maintenance Management, specifically supervising Inspection and Structural Integrity as an Electrical Inspector; it was possible to identify points of improvement and develop them with a view to improving safety in port operations. In this work, in addition to the report on the activities during the internship, one can also follow the improvement project carried out in operational safety in translation in the Wagon Positioning Car of the Multi-User Port of Nacala-à-Velha. Before exploring specifically Wagon Positioning Cars, there was a need to generically address the processes of unloading and loading mineral coal from exploration in the district of Moatize in Tete. In the survey carried out on the equipment and/or machines of the Multi-User Port of Nacala-à-Velha, it was found that almost all machines are equipped with instruments that help in the automation of operational movements and, above all, in the safety of operations. The safety of the translational movement is monitored by sensors and limit switches, except in the Positioning Car where it only had limit sensors, subsequently removed therefore, they were not effective during operations, which leads to the proposal of assembling limit switches to monitor and guarantee operational safety in its translational movement. Based on what has been noticed in other machines, limit switches prove to be effective, because unlike sensors, as they are physical, they guarantee the closing or opening of the circuit according to the need.

**Keywords:** Limit switches, limit sensors, Positioner Car, translation, operational safety.

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES.....	1
1.2. APRESENTAÇÃO DA NACALA LOGSTICS/CLN .....	2
1.2.1. Responsabilidades do Inspector Eléctrico na Manutenção Portuária .....	3
1.3. INTRODUÇÃO AO PROJECTO DE ESTÁGIO .....	4
1.4. OBJECTIVOS.....	4
1.4.1. Objectivo Geral .....	4
1.4.2. Objectivos específicos .....	4
1.5. JUSTIFICATIVA .....	5
1.6. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	5
1.7. METODOLOGIA.....	6
1.8. ESTRUTURA DO RELATÓRIO.....	6
2. ESTÁGIO PROFISSIONAL .....	7
2.1. NOTA INTRODUTÓRIA .....	7
2.2. CONSTITUIÇÃO DO PORTO MULTIUSUÁRIO DE NACALA-À-VELHA.....	7
2.2.1. Virador de Vagões .....	12
2.2.1.1. Carro Posicionador .....	12
2.2.2. Empilhadeira .....	12
2.2.3. Recuperadora de Caçambas .....	13
2.2.4. Planta de Amostragem .....	13
2.2.5. Carregador de Navios.....	14
2.3. ACTIVIDADES REALIZADAS .....	15
2.3.1. Descrição geral da metodologia actual de manutenção .....	15
2.3.2. Inspeção e Manutenção Eléctrica no VV 3120NA.....	16
2.3.3. Inspeção e Manutenção Eléctrica nas máquinas do pátio .....	16

2.3.4.	Inspecção e Manutenção Eléctrica na Planta de Amostragem .....	20
2.3.5.	Inspecção e Manutenção Eléctrica nos Carregadores de Navios.....	21
3.	REVISÃO TEÓRICA.....	24
3.1.	SEGURANÇA OPERACIONAL.....	24
3.1.1.	Enquadramento da Segurança Operacional na HST.....	24
3.1.2.	Instrumentos envolvidos na Segurança Operacional.....	24
3.1.2.1.	Interruptores de Cames .....	25
3.1.2.2.	Sensores .....	26
3.1.2.3.	<i>Encoders</i> .....	27
3.1.2.4.	Chaves de emergência.....	28
3.1.2.5.	Actuadores .....	29
3.1.2.6.	PLC.....	29
3.1.2.7.	VSD .....	30
3.1.2.8.	Relé.....	30
3.1.2.9.	Meios físicos para conexões entre os instrumentos .....	30
4.	RESOLUÇÃO DO PROBLEMA E APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS.....	31
4.1.	INTRODUÇÃO AO PROJECTO DE MELHORIA .....	31
4.2.	PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO CARRO POSICIONADOR DO VIRADOR DE VAGÕES.....	31
4.2.1.	Riscos iminentes com o Carro Posicionador no actual estado .....	32
4.2.2.	Descrição da solução.....	32
4.2.3.	Critérios para escolha de componentes para a solução do problema .....	32
4.2.3.1.	Critérios para escolha da chave electromecânica .....	33
4.3.	PASSOS PARA SOLUÇÃO DO PROBLEMA .....	34
4.4.	ARQUITETURA DO SISTEMA.....	34
4.5.	ESPECIFICAÇÕES DO SISTEMA.....	36
4.5.1.	Processador.....	36
4.6.	MATERIAL NECESSÁRIO .....	37

4.7.	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS .....	39
4.7.1.	Relatório de instalação .....	39
4.7.2.	Estado inicial das chaves limites.....	41
4.7.3.	Estado das chaves limites actuadas .....	42
4.7.4.	Resultados dos testes feitos .....	42
4.7.5.	Análise dos resultados.....	42
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	43
5.1.	CONCLUSÕES .....	43
5.2.	RECOMENDAÇÕES .....	43
5.2.1.	Recomendações viradas às actividades de estágio .....	43
5.2.2.	Recomendações viradas ao projecto de melhoria .....	44
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45
7.	ANEXOS .....	46

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AC – *Alternating Current* (Corrente Alternada)
- AM – Amostragem
- AS-I – *Actuator-Sensor Interface* (Interface Sensor-Actuador)
- AVR – *Automatic Voltage Regulator* (Regulador Automático de Tensão)
- CDN – Corredor de Desenvolvimento do Norte
- CFM – Portos e Caminhos de Ferro de Moçambique
- CLN – Corredor Logístico Integrado de Nacala
- CN – Carregador de Navios
- DC – *Direct Current* (Corrente Contínua)
- EP – Empilhadeira
- HST – Higiene e Segurança no Trabalho
- IHM – Interface Homem-Máquina
- Insp. – Inspeção
- LTD – *Long Travel Drive* (Accionamento do Movimento de Translação)
- MP – Manutenção Preventiva
- OM – Ordem de Manutenção
- PCM – Planejamento e Controle da Manutenção
- PLC – *Programmable Logical Controller* (Controlador Lógico Programável)
- RC – Recuperadora de Caçambas
- SAP – *Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung* (Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados).
- SLD – *Slewing Drive* (Accionamento do Movimento de Giro)
- TR – Transportadora
- UPS – *Uninterruptible Power Supply* (Fonte de Alimentação Ininterrupta)
- VSD – *Variable Speed Drive* (Accionamento de Velocidade Variável)
- VV – Virador de Vagões

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Principais logotipos. Fonte: (Nacala Logistics, 2015). .....	2
Figura 2. Mapa da Planta do Porto. Fonte: (Nacala Logistics, 2015) .....	8
Figura 3. Fluxograma de funcionamento do processo de descarga de carvão no pátio do porto. ....	9
Figura 4. Fluxograma de funcionamento do processo de embarque de carvão no navio. ....	11
Figura 5. Carro Posicionador.....	12
Figura 6. Máquinas do Pátio: EP 3120NA-02 e RC 3120NA-01 respectivamente.....	13
Figura 7. Plantas de Amostragem .....	14
Figura 8. Carregadores de Navios.....	14
Figura 9. Imagens ilustrativas do mecanismo came. Fonte: (Silveira, 2018).....	25
Figura 10. Interruptores de cames (cam switch). Fonte: (Silveira, 2015) .....	26
Figura 11. Sensor indutivo. Fonte: (Silveira, 2015).....	27
Figura 12. Encoders. Fonte: (Automação, 2024).....	27
Figura 13. Chaves Limites. Fonte: (ABB, 1995-2024) .....	28
Figura 14. Ciclo de Varredura de um PLC.....	29
Figura 15. Diagrama de blocos do protótipo.....	34
Figura 16. Fluxograma de funcionamento da solução.....	36
Figura 17. Código em FBD da lógica das chaves. Fonte: (Nacala Logistics, 2015) .....	37
Figura 18. 1ª Etapa de instalação.....	39
Figura 19. 2ª etapa de instalação. ....	40
Figura 20. 4ª Etapa de instalação.....	40
Figura 21. (A) Remota antes da actuação da chave. (B) Remota depois da actuação da chave.....	41
Figura 22. (A) Relé ante da actuação da chave. (B) Estado do Relé depois da chave. 41	

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Actividades no Virador de Vagões (01.02.2024 – 04.02.2024).....	16
Tabela 2. Actividades nas máquinas do Pátio (04.02.2024 – 11.03.2024).....	16
Tabela 3. Actividades na Planta de Amostragem (25.03.2024 – 05.04.2024).....	20
Tabela 4. Actividades nos Carregadores de Navios (09.04.2024 – 24.05.2024).....	21
Tabela 5. Manutenção Preventiva no CN 3220NA-01 e TR 3220NA-03.....	23
Tabela 6. Manutenção Preventiva no CN 3220NA-01 e TR 3220NA-03.....	23
Tabela 7. Quadro comparativo dos critérios de escolha para solução do problema (adaptado pelo autor). .....	33
Tabela 8. Lista de material necessário para o projecto. ....	38
Tabela 9. Materiais necessários (tabela ajustada). ....	38

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Com o avanço tecnológico acentuado nos dias de hoje, em grandes indústrias, as principais máquinas e/ou equipamentos estão repletos de Instrumentação e Automação de modo a tornar os processos mais inteligentes e seguros. (Natale, 2006). Na Nacala Logistics/CLN não é diferente; todo o processo operativo assim como a manutenção são feitos sob o lema “valor à vida”. Contudo, durante todas as actividades acompanhadas como Inspector de Manutenção Eléctrica, Automação e Instrumentação estagiário do porto da CLN, verificou-se insuficiência na instrumentação, mais concretamente em instrumentos de monitoria de segurança operacional de um dos equipamentos e/ou máquinas do porto, o Carro Posicionador.

No pátio do porto, as Empilhadeiras assim como as Recuperadoras fazem os movimentos de translação, elevação e giro; e para a monitorização desses movimentos, tem nas suas extremidades sensores e chaves limites; semelhantemente as máquinas do *pier*, os Carregadores de Navios para garantir a segurança no momento da operação das mesmas. Já no Virador de Vagões, o Carro Posicionador faz apenas o movimento de translação, e este movimento não está devidamente instrumentalizado ou automatizado, no que concerne à segurança operacional, pois não tem sensores e nem chaves limites para garantir o *emergency stop*, isto é, está a operar em condições inseguras facto que leva a inclusão de um projecto de melhoria neste relatório de estágio.

Neste relatório, para além de se reportar o aprendizado prático do estudante através da abordagem das actividades desenvolvidas durante o período de estágio, traz-se o projecto de “Melhoria na segurança operacional na translação do carro posicionador do virador de vagões do Porto Multiusuário de Nacala-à-Velha – Nacala Logistics/CLN”.

Através de tecnologias modernas industriais comprovadas antes da implementação de um circuito ou sistema, há uma extrema necessidade de se fazer o devido dimensionamento sobretudo a interligação entre os sistemas (PLC, chaves limites, relés e os VSD's).

Este relatório é requisito parcial para a culminação do curso de Licenciatura em Engenharia Electrónica através da cadeira de Estágio profissional.

## 1.2. APRESENTAÇÃO DA NACALA LOGISTICS/CLN

Há cerca de duas décadas, em 2005, a companhia multinacional Vale começou a investigar a viabilidade de utilizar a linha ferroviária entre Moatize e Nacala como corredor principal para transportar o carvão produzido, e surgiu então uma parceria entre a Vale e os CFM. Em 2012, o Governo Moçambicano aprovou a concessão das linhas férreas entre Moatize e Nacala-à-Velha e também o terminal multiusuário de Nacala-à-Velha; surgindo as concessionárias CLN e CDN. (Nacala Logistics, 2015)

Com 912 km de extensão, a linha férrea que liga a mina de Moatize na província de Tete ao terminal multiusuário de carvão de Nacala-à-Velha, na província de Nampula necessitou de reabilitação de 684 km e construção de 228 km de novos trechos atravessando a zona fronteiriça que liga Moçambique e Malawi. O corredor contempla também um Porto Multiusuário com capacidade de armazenamento de cerca de 1.5 milhão de toneladas de carvão contendo 1 Virador de Vagões rotativo duplo que descarrega cerca de 120 vagões (4800 toneladas) por hora, 2 Empilhadeiras no pátio para o armazenamento do carvão descarregado pelo Virador de Vagões. Ainda no pátio, para o manuseio do produto, são utilizadas Recuperadoras, estas que recuperam o carvão a uma taxa de 5100 toneladas por hora. (Nacala Logistics, 2015)

A CLN é a concessionária responsável pelo Porto Multiusuário de Nacala-à-Velha, isto é, transporte de carvão e toda a logística até o embarque, exportando-o para diversos destinos do mundo; a CDN é a responsável pelo transporte de carga geral, ou seja, carga diversificada e inclusive passageiros. Neste conjunto de concessionárias oriundas do projecto de linha férrea, surge também a CEAR, uma companhia do país vizinho Malawi, pois a linha se estende até lá. E, por questões administrativas a Nacala Logistics surge como a marca que representa as 2 concessionárias logísticas em Moçambique deste corredor, a CLN e a CDN. (Nacala Logistics, 2015)



Figura 1. Principais logotipos. Fonte: (Nacala Logistics, 2015).

### 1.2.1. Responsabilidades do Inspector Eléctrico na Manutenção Portuária

No Porto Multiusuário de Nacala-à-Velha, das principais gerências, está a Gerência de Manutenção Portuária composta por várias supervisões. O autor deste relatório esteve durante o tempo de estágio na supervisão de Inspeção e Integridade Estrutural como Inspector de Manutenção Eléctrica, Automação e Instrumentação. Das principais responsabilidades do mesmo, destacam-se as seguintes:

- Inspeccionar a parte eléctrica, automação e instrumentação de todas as máquinas e/ou equipamentos envolvidos nas operações portuárias de acordo com as OM ou ordens de inspeção recebidas;
- Confirmar OM ou ordens de inspeção geradas no SAP e enviadas pelo PCM diária, semanal ou mensalmente de acordo com a sua rota de inspeção;
- Com o auxílio do *software* de gestão, SAP, abrir notas correspondentes a ordens de manutenção a serem executadas de acordo com as necessidades vigentes;
- Acompanhar todas as actividades de manutenção eléctrica preventiva assim como correctiva na sua rota de inspeção e garantir à operação a integridade eléctrica do equipamento e/ou máquina;
- Propor melhorias contínuas, dinamizar e garantir a segurança operacional.

Das responsabilidades atribuídas, abaixo encontra-se o diagrama temporal ilustrativo das actividades de inspeção durante o estágio.

Diagrama temporal de actividades.

Nº	Actividade	Inicio	Fim	Inspector responsável	1	2	3	4	5
1	Inspeção e Manutenção Eléctrica no Virador de Vagões	01/02	04/02	Braimo Paraja	■				
2	Inspeção e Manutenção Eléctrica nas Maquinas do Pátio	04/02	11/03	Tomas Chomela, Abdul Francisco e António Mussa		■			
3	Inspeção e Manutenção Eléctrica nas Plantas de Amostragem	25/03	05/04	Elias Muate			■		
4	Inspeção e Manutenção Eléctrica nos Carregadores de Navios	09/04	24/05	Luis Vilanculos				■	
5	Implementação do projecto de melhoria	29/05	14/06	Honesto Marroda					■

### **1.3. INTRODUÇÃO AO PROJECTO DE ESTÁGIO**

O movimento de translação do Carro Posicionador é fundamentalmente monitorado apenas por sensores, isto é, não há um instrumento para abrir ou fechar um suposto circuito de emergência fisicamente. A ideia de se colocar um instrumento semelhante, surge aquando da abordagem na reunião matinal da inspecção do dia 12 de Março de 2024, o Diálogo sobre Saúde e Segurança (DSS), sobre um problema inerente nas chaves limites numa das máquinas do *pier*, concretamente no CN 3220NA-02, facto que levou a reflectir sobre a necessidade de incorporar chaves limites no Carro Posicionador, visto que o movimento de translação das máquinas do pátio, assim como as do *pier*, para além dos sensores, também é monitorado através de chaves limites para garantir uma segurança infalível. Pretende-se instalar 2 chaves limites, uma em cada extremidade do Carro Posicionador para reforçar a segurança no movimento de translação do mesmo se casualmente o *came switch*, os sensores e os *interlocks* tiverem alguma falha.

### **1.4. OBJECTIVOS**

#### **1.4.1. Objectivo Geral**

- Melhorar a segurança operacional na translação do Carro Posicionador através da montagem de chaves limites.

#### **1.4.2. Objectivos específicos**

- Descrever sucintamente as actividades realizadas como engenheiro estagiário na inspecção eléctrica da Manutenção Portuária do porto principal da CLN;
- Descrever o processo de descarga e embarque de carvão mineral proveniente de Moatize – Tete;
- Listar os principais instrumentos de segurança operacional envolvidos no movimento de translação das máquinas e/ou equipamentos do porto;
- Apresentar os possíveis riscos iminentes com o Carro Posicionador no actual estado;
- Incorporar as chaves electromecânicas no circuito de *emergency stop* da translação do Carro Posicionador através da montagem das chaves.

## 1.5. JUSTIFICATIVA

Diferentemente dos sensores indutivos que são completamente vulneráveis à acções climáticas, variação de temperatura e outras implicações mecânicas para o funcionamento de acordo com as necessidades, as chaves limites são electromecânicas e podem por si abrir ou fechar um circuito alterando imediatamente de um estado para o outro, o que as torna mais seguras. Ademais, por serem robustas, estas suportam temperaturas diversificadas, humidade e entre outros factores externos garantindo um tempo de vida aceitável num ambiente industrial. A interligação do circuito das chaves com o PLC é para a certificação do estado das chaves e a sincronia das mesmas com o relé de comando, para tal usaremos do código existente usado para o comando dos instrumentos que monitoram o *emergency stop*, isto é, não será necessário um novo código ou uma nova programação a ser lida pelo PLC.

## 1.6. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Nos dias actuais, em companhias ou empresas reconhecidas internacionalmente, como é o caso da CLN, a preocupação com a segurança em suas operações de produção é levada com elevado ímpeto, pois, garante o bom nome da mesma, e, como se não bastasse, um dos lemas da CLN é “valor à vida”. É nesta senda que todos os equipamentos, máquinas e infraestruturas do porto estão munidos de instrumentos de campo que garantem a segurança nas operações preservando a integridade dos activos da empresa e acima de tudo o bem maior, a vida. Maior parte destes equipamentos fazem os movimentos de translação; e este movimento deve estar devidamente instrumentalizado e automatizado, principalmente no que diz respeito aos limites, para garantir a segurança. Num passado não muito distante, havia apenas sensores limites instalados nas extremidades do Carro Posicionador e os seus respectivos actuadores mas estes não se mostravam eficientes, pois, as falhas eram recorrentes e numa das operações o Carro Posicionador ultrapassou o sensor e não parou, foi parar pelo batente físico colocado mais além da extremidade. Actualmente, o Carro Posicionador opera sem sensores limites e dependendo apenas dos *interlocks* para parar o movimento de translação nos seus limites comprometendo assim a segurança operacional; este é o grande problema que leva a elaboração deste projecto de melhoria com vista a incorporar chaves limites, pois, estas são mais eficientes e até infalíveis no momento de sua actuação, respondendo a seguinte questão: como melhorar a segurança operacional na translação do Carro Posicionador?

## **1.7. METODOLOGIA**

Para a efectivação deste projecto, além das actividades realizadas durante o estágio, foi necessário fazer-se um estudo completo do funcionamento das operações do porto principal da CLN – Porto Multiusuário de Nacala-à-Velha, fundamentalmente no que diz respeito a segurança operacional, visto que se verificou uma vulnerabilidade da mesma numa das máquinas do porto, o Carro Posicionador. E este estudo é fruto de informações colhidas na área, assim como dos inspectores eléctricos especialistas do porto, sem contar com pesquisa bibliográfica e acesso à *Internet*.

## **1.8. ESTRUTURA DO RELATÓRIO**

O relatório é estruturado em cinco capítulos de desenvolvimento do texto:

O primeiro capítulo é a Introdução, onde se introduz as actividades do estágio e do projecto, e onde é estabelecido o problema focal do estágio, o projecto de melhoria.

No segundo capítulo, denominado Estágio Profissional, são descritas cronologicamente as actividades realizadas durante o estágio.

O terceiro capítulo, intitulado Revisão Teórica, é dedicada à revisão dos aspectos teóricos e especificações do projecto para compreensão do sistema e do desenvolvimento do mesmo.

O penúltimo capítulo, Resolução do problema e apresentação de resultados, é onde são mostrados os passos utilizados para resolver o problema, é realizada a análise e discussão de resultados e culmina nas considerações técnicas e económicas do projecto realizado.

O último capítulo do relatório é constituído pelas considerações finais onde são apresentadas as conclusões e recomendações do projecto e do estágio realizado.

Também estão incluídos anexos que contêm desenhos técnicos, tabela de especificações e diagramas eléctricos.

## **2. ESTÁGIO PROFISSIONAL**

### **2.1. NOTA INTRODUTÓRIA**

A planta do Porto Multiusuário de Nacala-à-Velha é vasta e por conta disso todos os que têm contacto com a planta do porto estão constantemente aprendendo, pois, problemas e desafios vêm, cada um mais novo e mais complexo que o outro.

Um inspector, assim como qualquer um outro colaborador que tem contacto directo com a planta ou uma parte da mesma está constantemente aprendendo e com mente aberta para desafios inesperados. O que dizer então de um mero estagiário menos familiarizado com a planta? Certamente que a sede de aprender o move a fazer algo mais além da sua zona de conforto. Por isso que neste capítulo abordam-se maioritariamente aspectos mais concretos e directos do quotidiano do inspector, o que justifica abordagens mais profundas relativamente ao capítulo anterior.

### **2.2. CONSTITUIÇÃO DO PORTO MULTIUSUÁRIO DE NACALA-À-VELHA**

O Porto Multiusuário de Nacala-à-Velha é um porto especializado na descarga e embarque de carvão mineral proveniente da exploração feita no distrito de Moatize, na província de Tete. Nas tais operações de descarga e embarque há processos industriais de grande envergadura envolvidos. Nestes processos existem 7 principais máquinas e/ou equipamentos industriais de grande porte e robustos, nomeadamente: 1xVirador de Vagões, 2xEmpilhadeiras, 2xRecuperadoras de Caçambas e 2xCarregadores de Navio; interligados por cerca de 13 km de transportadoras, as chamadas correias que perfazem o número de 17. Abaixo, as figuras 2 e 3 ajudam a compreender de forma elucidativa a contribuição do porto através do mapa e do fluxograma do processo de descarga.

Quando o material (o carvão) chega de comboio é estacionado na zona do Virador de Vagões, a máquina considerada “O coração do porto”. O Virador de Vagões vira o material e é transportado pela transportadora TR 3120NA-01 também chamada transportadora de descarga D1 ou mesmo correia D1. A D1 por sua vez leva o material para a transportadora TR 3140NA-01 também chamada de correia P1 da descarga. E a correia P1 da descarga leva o material para a transportadora TR 3140NA-08 que também leva o nome de correia 08. A 08 tem cabeça móvel, o que a permite mover-se para 3 transportadoras diferentes, isto é, a 08 pode transportar o material para as transportadoras TR 3140NA-02; TR 3140NA-03; TR 3140NA-06.

**Informação confidencial:** esta imagem é propriedade da Nacala Logistics/CLN e não deve ser divulgada se não para os propósitos deste relatório

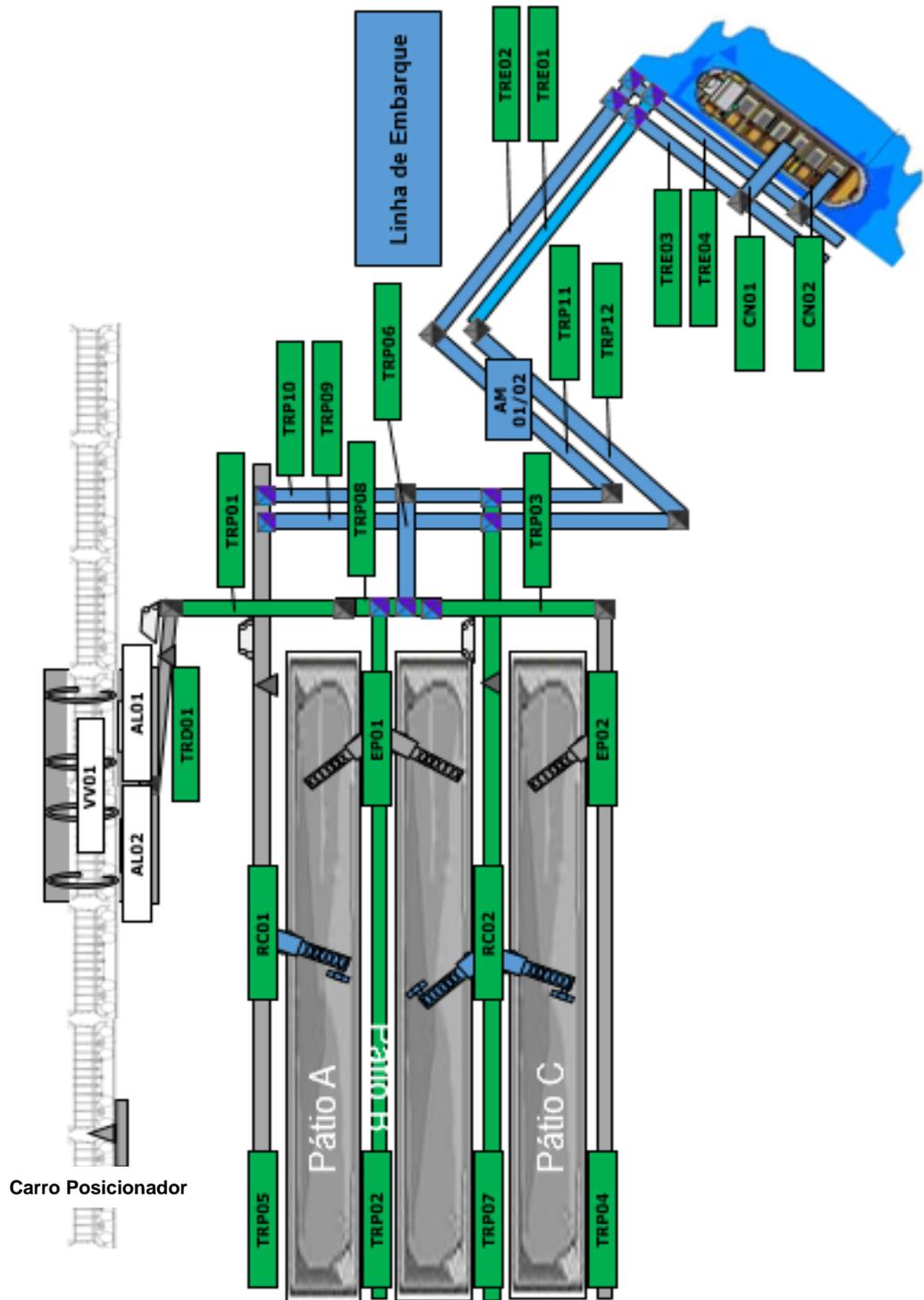


Figura 2. Mapa da Planta do Porto. Fonte: (Nacala Logistics, 2015)

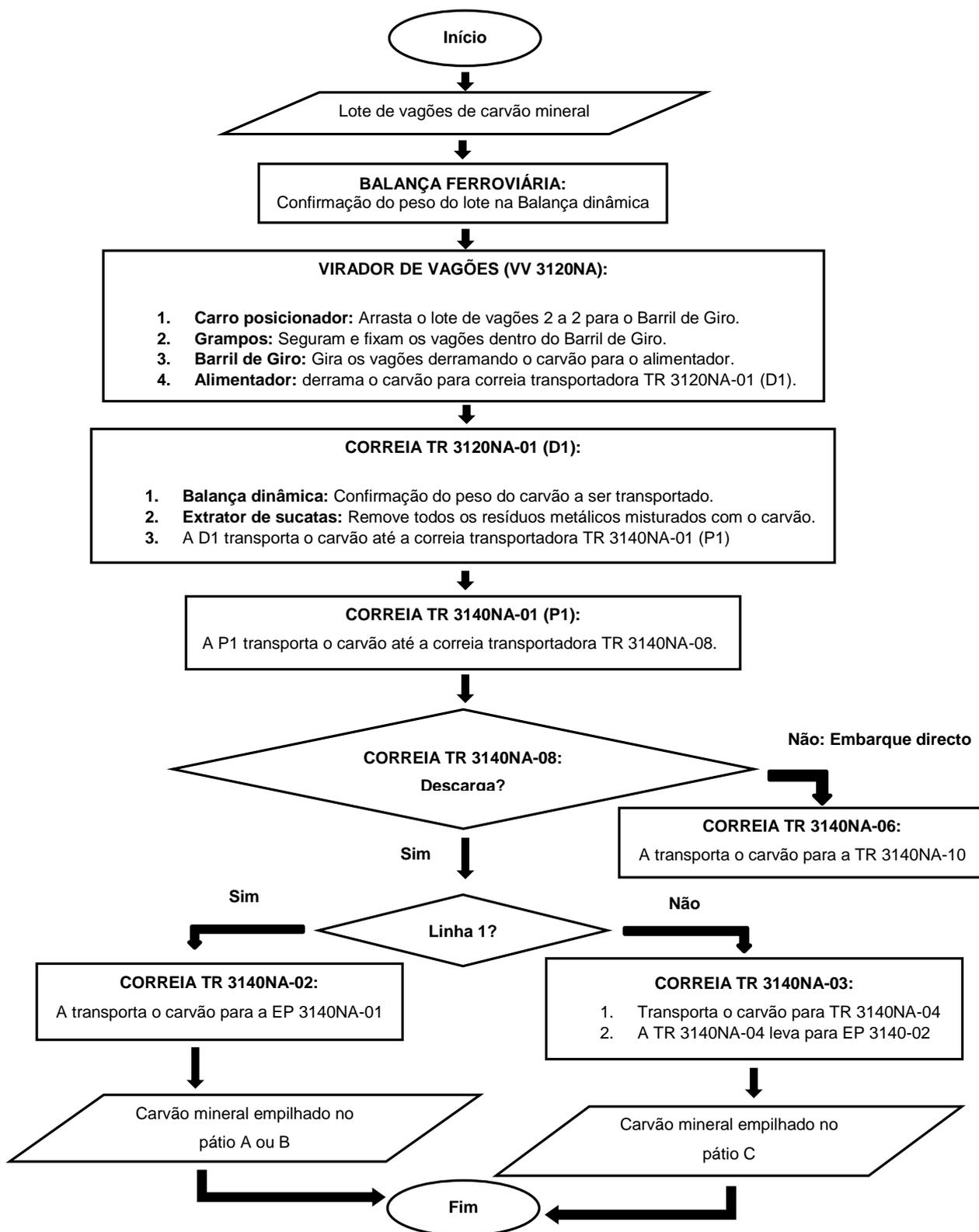


Figura 3. Fluxograma de funcionamento do processo de descarga de carvão no pátio do porto.

- **Da TR 3140NA-08 para TR 3140NA-02**

Da TR 3140NA-08 para a TR 3140NA-02, também chamada de correia 02 da descarga, o material vai para a outra máquina chamada Empilhadora ou Empilhadeira. A primeira empilhadeira do pátio EP 3140NA-01, a chamada EP-01, esta que empilha ou amontoa o material nos pátios A e B.

- **Da TR 3140NA-08 para TR 3140NA-03**

Da TR 3140NA-08 para a TR 3140NA-03, também chamada de correia 03 da descarga, o material vai para a transportadora TR 3140NA-04 (correia 04 da descarga), esta que leva o material para a segunda empilhadeira EP 3140NA-02, a chamada EP-02 que empilha o material no pátio C.

- **Da TR 3140NA-08 para TR 3140NA-06**

Da TR 3140NA-08 para a TR 3140NA-06 que também leva o nome de correia 06, que leva o material directo para a linha de embarque, concretamente na TR 3140NA-10, a chamada correia 10.

Empilhado o material nos pátios A, B e C; começa o processo de embarque, processo este que inicia com as máquinas chamadas Recuperadoras. No pátio há 2 recuperadoras, a RC 3140NA-01 que recupera o material do pátio A e a RC 3140NA-02 que recupera o material dos pátios B e C.

As recuperadoras RC-01 e RC-02 recuperam o material para as transportadoras TR 3140NA-05 e TR 3140NA-07 respectivamente. Também chamadas de correias 05 e 07.

As correias 05 e 07 também têm ambas cabeça móvel o que permite ambas transportarem o material para as TR 3140NA-09 e TR 3140NA-10, também chamadas de correia 09 e 10. A 09 leva o material para a TR 3140NA-12 (correia12) e a 10 leva o material para a TR 3140NA-11 (correia 11).

Nas correias 11 e 12 encontram-se balanças e Amostragens 1 e 2 respectivamente para efeitos de teste de qualidade do material.

As correias 11 e 12 levam o material para as transportadoras TR 3220NA-02 e TR 3220NA-01 respectivamente (correias 02 e 01 do embarque).

As correias 01 e 02 do embarque possuem ambas cabeças móveis o que as possibilitam levar material para as TR 3220NA-03 e/ou TR 3220NA-04 (correias 03 e 04 do embarque). As correias 03 e 04 do embarque levam o material para as máquinas que se encontram no Cais, onde os navios fazem a atracagem (*Pier*), essas máquinas são chamadas de Carregador de Navios, são duas, denominadas CN 3220NA-01 e CN 3220NA-02. Correia 03 do embarque vai para a CN-01 e a 04 do embarque para CN-02, como se ilustra na figura 4 abaixo.

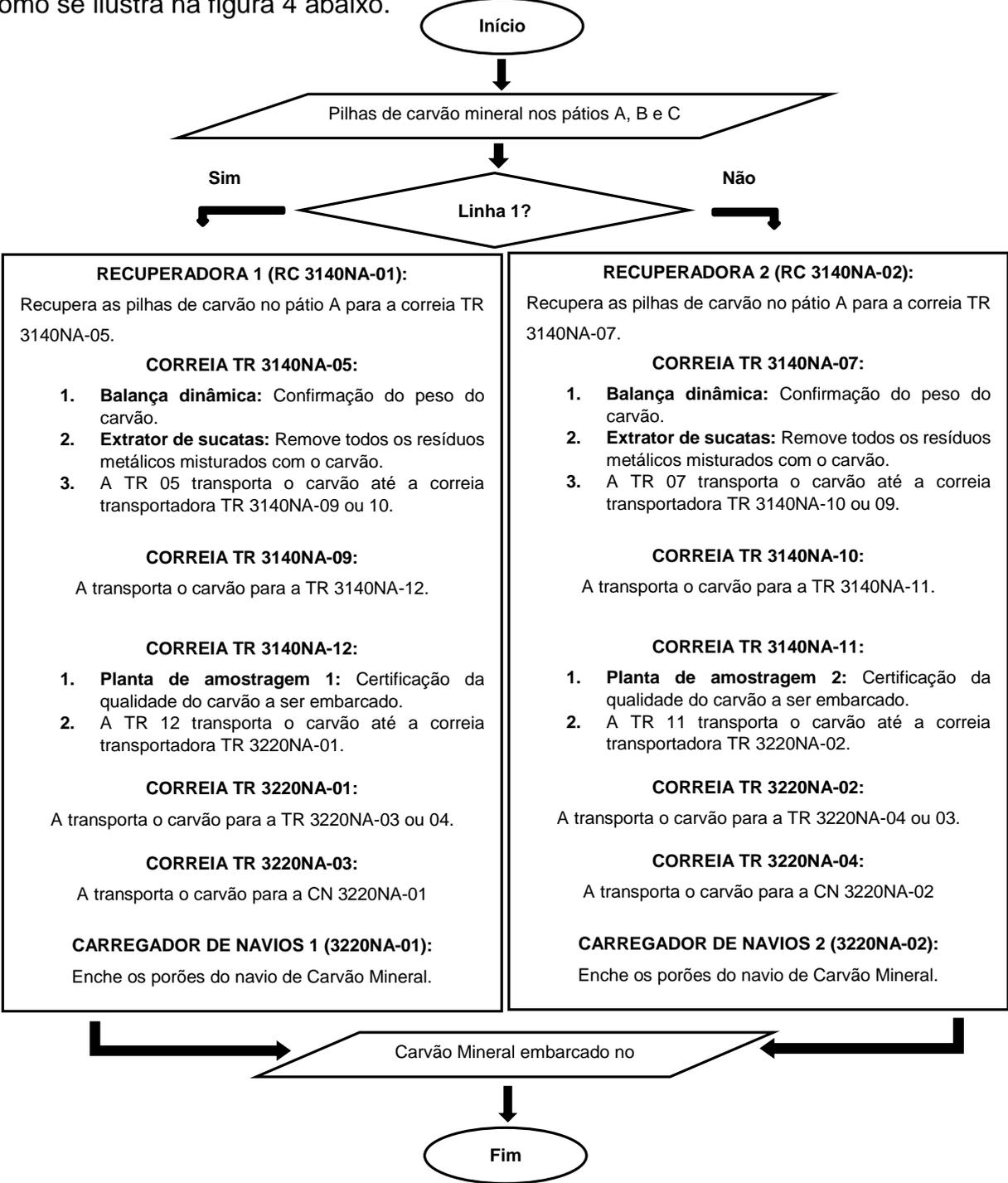


Figura 4. Fluxograma de funcionamento do processo de embarque de carvão no navio.

### **2.2.1. Virador de Vagões**

É a primeira máquina, já na beira da planta, a máquina que recebe os vagões com material para posteriormente ser empilhado no pátio; como se disse anteriormente, o VV 3120NA-01 é tida como o “coração do porto”. Entre vários elementos que constituem o Virador de Vagões, há um que importa destacar, pois, o projecto de melhoria do estágio incide sobre este, é o Carro Posicionador de Vagões.

#### **2.2.1.1. Carro Posicionador**

É o elemento que empurra e posiciona os 120 vagões para o barril de giro. O carro posicionador é accionado por 8 motores de translação e possui 2 braços (braço principal e braço auxiliar). Os braços do carro posicionador são accionados por um sistema hidráulico local com 2 bombas (1 de circulação e 1 de movimento, cada uma accionada por um motor) e 2 bombas de lubrificação também accionadas por 2 motores. O braço principal posiciona 118 vagões no Barril de Giro e o braço auxiliar os 2 últimos vagões. Na figura a seguir, pode-se ver a vista frontal do Carro Posicionador.



Figura 5. Carro Posicionador

### **2.2.2. Empilhadeira**

É uma das máquinas do pátio que é contemplada na linha de descarga, cuja principal função é de empilhar ou amontoar o material no pátio, material este que vem do VV 3120NA-01, passando pelas correias transportadoras TR 3120NA-01, TR 3140NA-01, TR 3140NA-08, TR 3140NA-02, TR 3140NA-03 e TR 3140NA-04 dependendo de qual EP se trata. É a última máquina da linha de descarga e são 2 no pátio, a EP 3140NA-01 e a EP 3140NA-02, ligadas pelas TR 3140-02 e 3140-04 respectivamente.

A empilhadeira faz 3 principais movimentos, a saber: translação (para frente e para atrás), giro e elevação/abaixamento da correia da lança.

### 2.2.3. Recuperadora de Caçambas

É uma das chamadas máquinas do pátio que é contemplada na linha de embarque, isto é, a primeira máquina da linha de embarque cuja principal função é de recuperar o material das pilhas feitas pelas empilhadeiras no pátio, material este que é recuperado nos pátios pelas recuperadoras RC 3140NA-01 (pátio A) e RC 3140NA-02 (pátios B e C) passando pelas correias transportadoras TR 3140NA-05 e TR 3140-07NA respectivamente.

Semelhantemente às empilhadeiras, as recuperadoras fazem os movimentos de translação, giro e elevação/abaixamento da correia da lança tendo a particularidade e possuir ao fim da correia da lança um elemento chamado Roda de Caçambas.

A figura abaixo ilustra máquinas pátio, nomeadamente: Empilhadeira e Recuperadora de Caçambas respectivamente.

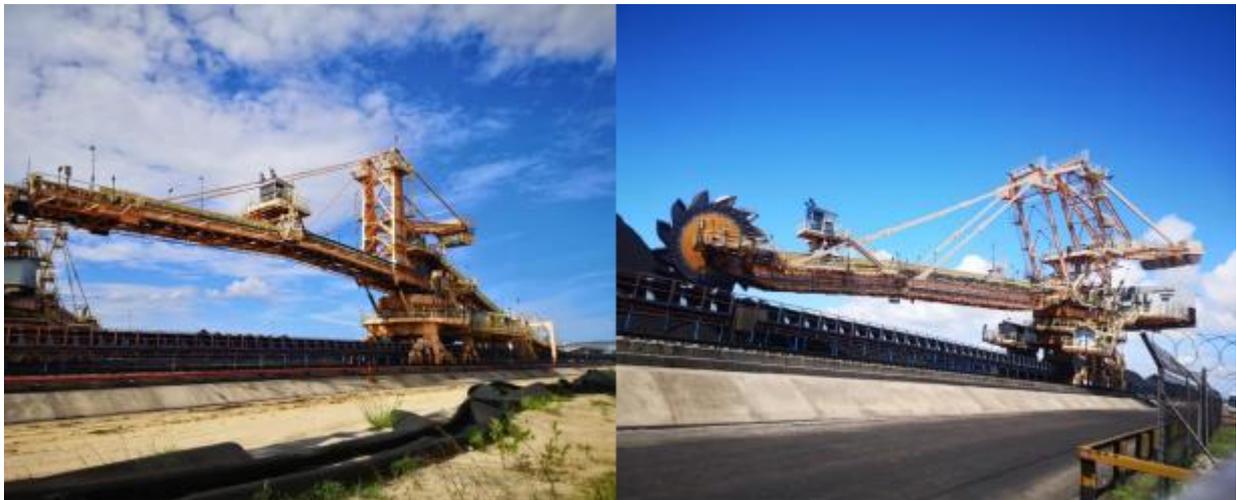


Figura 6. Máquinas do Pátio: EP 3120NA-02 e RC 3120NA-01 respectivamente.

### 2.2.4. Planta de Amostragem

Localizadas ao longo das transportadoras TR 3140NA-11 (Amostragem 1) e TR 3140NA-12 (Amostragem 2), tal como se pode ver ilustradas na figura 7, é onde se colhe o material a ser embarcado para a certificação da qualidade do mesmo, isto é, se o carvão corresponde às exigências do cliente.



Figura 7. Plantas de Amostragem

### 2.2.5. Carregador de Navios

As chamadas máquinas do *pier* (cais), ilustradas na figura 8, localizadas na zona terminal do porto, são as máquinas responsáveis por embarcar o carvão nos navios, estas máquinas denominadas de CN 3220NA-01 e CN 3220NA-02 estão ligadas às correias transportadoras TR 3220NA-03 e TR 3220NA-03 respectivamente.

O CN é uma das mais complexas máquinas do porto, pois, faz 6 principais movimentos: translação, giro, elevação/abaixamento da correia da lança, extensão da telescópica, giro da tromba e abertura/fechamento da colher/caçambinha.

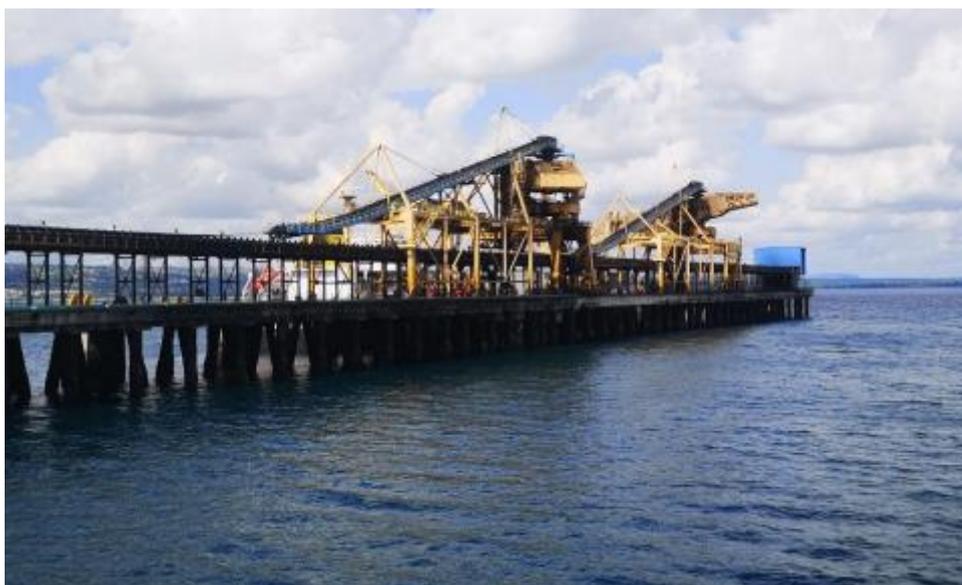


Figura 8. Carregadores de Navios.

## **2.3. ACTIVIDADES REALIZADAS**

### **2.3.1. Descrição geral da metodologia actual de manutenção**

A metodologia usada na manutenção dos equipamentos do Porto Multiusuário de Nacala-à-Velha cinge-se em inspecções constantes feitas pelos inspectores através das ordens de inspecção recebidas do PCM. O inspector é responsável por fazer rondas frequentes pelas máquinas e transportadoras, tanto em funcionamento assim como no estado de repouso, para que caso detecte de forma sensitiva alguma anomalia faça devido registo no seu bloco de notas para a posterior abertura de notas com recurso a um sistema informatizado de manutenção, chamado SAP. Em alguns momentos um dispositivo com uma câmara de filmar pode ajudar no registo da evidência. Salientar que este é o caso da Inspeção Sensitiva que antecipa alguma anomalia no equipamento através de observação sensitiva. Feita a abertura de nota, esta chega ao PCM, o planeador cria uma OM e o programador programa a actividade definindo o momento em que a manutenção será feita de acordo com as necessidades para que não exista colisão de actividades. Criada a OM e devidamente programada, é impressa e entregue a equipa de execução para executar as eventuais correções sub supervisão do inspector.

Geralmente, a inspeção origina a manutenção preventiva, a qual acontece numa data ou época predefinida com muita antecedência, esta manutenção também é feita sub supervisão do inspector numa data marcada pelo PCM, a tal chamada de Parada de Manutenção. Em alguns momentos os problemas detectados são trasladados para o dia da Parada de Manutenção dependendo da gravidade do mesmo.

Tem-se por fim a manutenção correctiva, nesta ignora-se todas as burocracias de programação, pois, esta não pode em nenhum momento ser adiada ou postergada, pois é devida a um problema grave a ser reparado urgentemente. Nesta, o inspector deve ser capaz de comunicar, persuadir e fazer perceber de forma lúcida o pessoal da operação e os demais de direito a respeito do risco iminente que se corre se o equipamento operar em tais condições, por vezes o equipamento não dá condição de poder ser usado. A manutenção correctiva é o último recurso e deve se evitar o máximo chegar-se a esse extremo. Geralmente a OM correctiva é criada depois de se ter executada a actividade. O processo de manutenção inicia e termina na inspecção.

### 2.3.2. Inspeção e Manutenção Eléctrica no VV 3120NA

Tabela 1. Actividades no Virador de Vagões (01.02.2024 – 04.02.2024)

Data	Actividade	Loc. de intervenção
01.02	Insp. Eléctrica nos Grampos do Barril de Giro	VV 3120NA
02.02	Parada de Manutenção da Descarga	VV 3120NA
04.02	Insp. semanal da Sala Eléctrica	VV 3120NA

#### Actividades a destacar:

- **Intervenção nos grampos do Baril de Giro - 02.02.2024**

Das actividades de inspecção feitas, destaca-se a inspecção feita nos grampos do barril de giro do VV 3120NA que culminou com o registo de falhas nos sensores indutivos dos grampos 1 e 3, estes não faziam a leitura devida quando o actuador passava por eles, o que dificultava a troca de estados dos grampos. Esta anomalia requeria uma intervenção urgente, isto é, uma manutenção correctiva. E oportunamente, para o dia seguinte estava programada uma parada de manutenção e houve a oportunidade de se intervir e fez-se os devidos ajustes.

### 2.3.3. Inspeção e Manutenção Eléctrica nas máquinas do pátio

Tabela 2. Actividades nas máquinas do Pátio (04.02.2024 – 11.03.2024)

Data	Actividade	Loc. de intervenção
04-14.02	Grande Parada da descarga	Rota de descarga
05.02	Troca do sensor de torque – Correia da Lança	EP 3140NA-01
07-12.02	MP motofreios de LTD nas máquinas do pátio	EP 3140NA-01 e 02
14-15/2	Parametrização dos <i>encoders</i> dos motores de LTD e Insp. Eléctrica Eléctrica na Correia da Lança	EP 3140NA-01
16.02	Insp. Eléctrica no painel 40-LTD e 40-LTDBR	EP 3140NA-02

19.02	Insp. Eléctrica da Correia da Lança	RC 3140NA-01
20.02	Insp. Eléctrica no Giro	
22.02	Parada de manutenção da linha 1 de embarque	Linha 1 – Embarque
23.02	Insp. Eléctrica na Roda de Caçambas	RC 3140NA-02
26.02	Parada de manutenção da linha 2 de embarque	Linha 2 – Embarque
27-29.02	Insp. Eléctrica na correia transportadora	TR 3140NA-07
29.02	Manutenção correctiva na correia transportadora	
04-08.03	Insp. Semanal da Recuperadora de Caçambas	RC 3140NA-02
06.03	Parada de Manutenção da linha 2 de embarque	Linha 2 – Embarque
07.03	Parada de Manutenção da linha 1 de embarque	Linha 1 – Embarque
11.03	Parada de Manutenção da linha 2 de embarque	Linha 2 – Embarque

### Actividades a destacar:

- **Grande Parada da descarga – 04.02.2024 a 14.02.2024**

A grande parada é uma janela aberta para grandes intervenções de manutenção, esta que leva um tempo consideravelmente maior. A destacada levou cerca de 10 dias, pois, o Virador de Vagões precisava de uma revitalização (a primeira feita 10 anos depois da implantação). Esta para permitiu se intervir também em outras máquinas do pátio, é o caso das Empilhadeiras e as correias da linha de descarga.

- **Troca do sensor de torque – Correia da Lança – 05.02.2024**

Problema/falha: o sensor de torque do redutor da correia da lança da EP-01 não sinalizava quando o actuador do mesmo passava por ele, isto é, já não emitia pulsos, pois, quando emite pulsos sinaliza através de um LED incorporado nele e isso já não se verificava.

Diagnóstico: junto à equipa do GPA (Grupo de Pronto Atendimento), removeu-se o sensor para se fazer a medição de tensão entre os pontos do cabo que alimentava o sensor e verificou-se que a tensão que chegava era a suficiente, o que dava a entender que a integridade do próprio sensor deixava a desejar.

Acção: diagnosticado o problema, fez-se a posterior a troca do sensor, este que era ligeiramente curto e para alcançar o actuador teve de se fazer ajuste do suporte do sensor. Feito isso, a situação ficou normalizada.

- **MP nos LTD nas máquinas do pátio – 07.02.2024 a 12.02.2024**

Problema/falha: alguns freios falhando na hora de frenagem. Diagnóstico: verifica-se que parte de detritos de material no momento da operação ou mesmo no momento da limpeza da máquina acaba contaminando a parte dos freios e causando degradação dos mesmos.

Acção: limpeza e/ou service nos motofreios de translação e colocação de uma protecção para minimizar a contaminação.

- **Parametrização dos *encoders* dos LTD da EP-01 – 14.02.2024**

Problema: a leitura do *encoder* não coincidia com a localização física da máquina.

Diagnóstico: por vezes, através de fenómenos naturais ou outros fenómenos, os dispositivos podem sair ligeiramente do seu padrão e necessitarem que se faça um reset do sistema.

Acção: fez-se o *reset* levando a máquina para a posição inicial, isto é, no pouso.

- **Normalização de sensores e chaves limites do SLD da RC – 01 – 22.02.2024**

Problema/falha: Alguns sensores limites do giro com dificuldade na leitura da devida posição.

Diagnóstico: Verificou-se que nem todos os dos pontos dos sensores chegava a tensão predefinida, a de 24 V DC, o que remeteu ao teste do próprio sensor num outro ponto e concluiu-se que a integridade dos sensores não estava comprometida, mas sim a própria fiação.

Acção: Revisou-se o problema no cabo de modo a normalizar a chegada de 24V DC.

- **Substituição do *encoder* hidráulico da Roda de Caçambas – 26.02.2024**

Problema/falha: Mau funcionamento do *encoder* hidráulico da Roda de Caçambas.

Diagnóstico: Já há meses que o *encoder* não faz a devida leitura e até teve de se forçar no sistema para que a operação continuasse.

Acção: Fez-se a troca do *encoder*.

- **Substituição de 2 sirenes de translação na RC 3140NA-02 – 26.02.2024**

Problema/falha: Uma sirene com o som consideravelmente baixo e a outra sem som no momento da translação.

Diagnóstico: A tensão medida nos pontos das sirenes era a tal predefinida normal de 24 V DC, o que levou a se concluir que a integridade das sirenes não eram das melhores.

Acção: Substituição das sirenes.

- **Manutenção correctiva – rasgo da correia na TR 3140NA-07 – 29.02.2024**

Como se sabe, a manutenção correctiva geralmente é com vista a reparar uma avaria que provavelmente não se esperava. O rasgo da correia é uma anomalia que necessita apenas de intervenção mecânica, mas neste caso em particular, o rasgo da correia originou os seguintes problemas elétricos:

- Rompimento dos cabos de canhão de água;
- Rompimento de duas chaves detectoras de rasgo;
- Rompimento do cabo rede AS-I que alimenta a chave de emergência 11B.

Acção: Feze-se a devida reposição dos cabos de canhão de água, recolocação de uma das chaves detectoras de rasgo (visto que no armazém não tinha o material suficiente para a reposição das duas e reconectou-se o cabo de rede AS-I que alimenta a chave de emergência 11B.

### 2.3.4. Inspeção e Manutenção Eléctrica na Planta de Amostragem

Tabela 3. Actividades na Planta de Amostragem (25.03.2024 – 05.04.2024)

<b>Data</b>	<b>Actividade</b>	<b>Loc. de intervenção</b>
25-28.03	Manutenção eléctrica corretiva de AVR	<i>Pier</i> de Rebocadores
25.03	Insp. Eléctrica no Painel de Rede AS-I	TR 3220NA-01
26.03	Insp. Eléctrica nos sensores indutivos	AM 3145NA-01 e 02
28.03	Insp. no sinaleiro comando de reconhecimento	AM 3145NA-01
01.04	Insp. Eléctrica quinzenal na transportadora	TR 3145NA-04
02.04	Insp. Eléctrica quinzenal no britador de amostra	BR 3145NA-01
02.04	Insp. Eléctrica na correia transportadora	TR 3220NA-01 e 02
03.04	Insp. Eléctrica quinzenal na transportadora	TR 3145NA-02 e 03
03.04	Insp. Eléctrica quinzenal nos amostradores	AM 3145NA-02 e 04
04.04	Insp. Eléctrica quinzenal na transportadora	TR 3145NA-01
04.04	Insp. Eléctrica quinzenal no amostrador secundário	AM 3145NA-03
04.04	Insp. Eléctrica quinzenal no britador de amostra	BR 3145NA-01
05.04	Insp. Eléctrica quinzenal no amostrador terciário	AM 3145NA-05
05.04	Insp. Eléctrica quinzenal no amostrador terciário	AM 3145NA-06
05.04	Insp. Eléctrica quinzenal no amostrador terciário	AM 3145NA-01
01-05.04	Manutenção eléctrica corretiva de AVR (Cont.)	<i>Pier</i> de Rebocadores

### Actividades a destacar:

- **Manutenção eléctrica correctiva de AVR do Pier de Rebocadores – 25.03-04.04.2024**

Problema/Falha: Sendo um estabilizador de tensão trifásico, uma das fases (Fase A) não tirava na sua saída a tensão pré-estabelecida (380/220 V).

Diagnóstico: Uma resistência de 1 MΩ queimada devido a uma possível sobrecarga, contacto com a água e um contacto interrompido na placa.

Acção: Substituição da resistência queimada e reconexão do contacto interrompido na placa.

### 2.3.5. Inspeção e Manutenção Eléctrica nos Carregadores de Navios

Tabela 4. Actividades nos Carregadores de Navios (09.04.2024 – 24.05.2024)

Data	Actividade	Loc. de intervenção
09-10.04	Insp. Eléctrica semanal no Carregador de Navios	CN 3220NA-01 e 02
	Insp. Eléctrica no Painel de Rede AS-I	TR 3220NA-03 e 04
12.04	Insp. Eléctrica nas correias transportadoras	TR 3220NA-03 e 04
15-17.04	Insp. Eléctrica semanal no Carregador de Navios	CN 3220NA-01
16.04	Troca da mangueira transmissora de movimento	
17.04	Insp. Eléctrica nas correias transportadoras	TR 3220NA-03 e 04
18.04	Parada de Manutenção	Linha 1 – Embarque
22.04	Insp. Eléctrica semanal do Carregador de Navios	CN 3220NA-01 e 02
23.04	Insp. Eléctrica no Painel de Rede AS-I	TR 3220NA-03 e 04
24.04	Insp. Eléctrica nas correias transportadoras	
25-26.04	Insp. Eléctrica nos UPS do Carregador de Navios	CN 3220NA-01 e 02
02.05	Insp. Eléctrica nas correias transportadoras	TR 3220NA-03 e 04

07.05	Inspeção nos PLC's	CN 3220NA-01 e 02
08.05	Inspeção em IHM	
09.05	Inspeção nos servidores	
10.05	Insp. eléctrica quinzenal do Carregador de Navios	
13-14.05	Inspeção em <i>encoder</i>	
20.05	Inspeção eléctrica na correia transportadora	TR 3220NA-03
21.05	Inspeção no Painel de Rede AS-I	CN 3220NA-01 e 02
22.05	Insp. Eléctrica semanal no Carregador de Navios	
23.05	Inspeção no Painel de Rede AS-I	TR 3220NA-04
	Insp. Eléctrica nos UPS do Carregador de Navios	CN 3220NA-01 e 02
24.05	Insp. Eléctrica quinzenal do Carregador de Navios	

**Actividades a destacar:**

- **Troca de mangueira de transmissão de movimento e parametrização do *encoder* do giro – 16.04.2024**

Problema/falha: Perda de parâmetros do *encoder* do giro.

Diagnóstico: Terminal da mangueira de transmissão de movimento danificado.

Acção: Troca da mangueira de transmissão de movimento e posterior parametrização do *encoder* do giro.

Salientar que actividade acima foi resultado da inspeção feita no *encoder* do giro no dia anterior.

- **Parada de Manutenção na linha 1 de embarque – 18.04.2024**

Para esta parada esteve contemplada apenas o CN 3220NA-01 e TR 3220NA-03, pois, estes fazem parte da linha 1 de embarque. E só se teve MPs que consistiu em limpezas e ajustes nos itens e pontos ilustrados na tabela 5.

Tabela 5. Manutenção Preventiva no CN 3220NA-01 e TR 3220NA-03.

<b>Actividade</b>	<b>Loc. de intervenção</b>
MP nos sensores de translação	CN 3220NA-01
MP no botão de emergência da escada principal	CN 3220NA-01
MP na chave detectora de rasgo da correia da lança	CN 3220NA-01
MP na sonda pendular do chute do <i>Tripper</i>	CN 3220NA-01
MP nos botões de emergência das salas eléctricas	CN 3220NA-01
MP nos painéis de rede AS-I	TR 3220NA-03

- **Parada de Manutenção na linha 1 de embarque – 14.05.2024**

Tabela 6. Manutenção Preventiva no CN 3220NA-01 e TR 3220NA-03.

<b>Actividade</b>	<b>Loc. de intervenção</b>
MP nos sensores de translação	CN 3220NA-01
MP no botão de emergência da escada principal	CN 3220NA-01
MP na chave detectora de rasgo da correia da lança	CN 3220NA-01
MP na sonda pendular do chute do <i>Tripper</i>	CN 3220NA-01
MP nos botões de emergência das salas eléctricas	CN 3220NA-01
MP nos painéis de rede AS-I	TR 3220NA-03
<i>Service</i> no accionamento 4 da telescópica	CN 3220NA-01

### **3. REVISÃO TEÓRICA**

#### **3.1. SEGURANÇA OPERACIONAL**

Segurança Operacional é o estado no qual o risco de lesões a pessoas ou danos a bens (equipamentos ou estruturas) se reduzem e se mantêm em um nível aceitável ou abaixo deste, por meio de um processo contínuo de identificação de perigos e gestão de riscos. (Santos, 2013)

##### **3.1.1. Enquadramento da Segurança Operacional na HST**

A Higiene e Segurança do Trabalho são o conjunto de metodologias adequadas à prevenção de acidentes. Tem como objectivo a identificação e o controlo dos riscos associados ao local de trabalho e ao processo produtivo. Para a prevenção de acidentes de trabalho é necessária a eliminação das condições inseguras do ambiente e educar os trabalhadores a utilizarem medidas preventivas. Qualquer local de trabalho é constituído pelas pessoas que nele trabalham, por equipamentos e materiais, espaço de trabalho e o ambiente envolvente. As pessoas relacionam-se com todos os outros elementos do posto de trabalho e têm muita influência sobre eles. São as pessoas que exercem as funções de controlo. (Santos, 2013)

O equipamento inclui todas as máquinas e veículos no local de trabalho bem como todo o tipo de equipamento necessário ao desempenho das funções do trabalhador. Se estes equipamentos não estiverem em boas condições de segurança, ou não forem adequados, são uma fonte de potenciais acidentes e perdas. O objectivo principal da segurança do trabalho é adaptar o homem à máquina, de modo a tornar as funções das pessoas mais naturais, e evitar fadiga, frustração e sobrecarga.

##### **3.1.2. Instrumentos envolvidos na Segurança Operacional**

A instrumentação para além de tornar o processo operacional mais dinâmico através da automação, também acaba agregando em muito na segurança operacional. O que faz com que todas as máquinas e/ou equipamentos do porto estejam altamente equipados de instrumentos que auxiliam e garantem a paragem emergente do equipamento ou máquina em caso de um incidente iminente. Entre os vários instrumentos pode-se encontrar:

### 3.1.2.1. Interruptores de Cames

Came é um mecanismo cuja função, por contato direto, conduz ou impõe um determinado movimento a um outro elemento, designado de seguidor. Ele transforma um movimento circular em movimento de sobe e desce (movimento recíproco), e/ou um movimento circular em movimento linear. As cames acionam eixos e, por conseguinte, necessitam estar fora do centro do eixo para criar movimentos especiais (dizemos então que o mecanismo é excêntrico, ou seja, fora do centro). (Silveira, 2018)

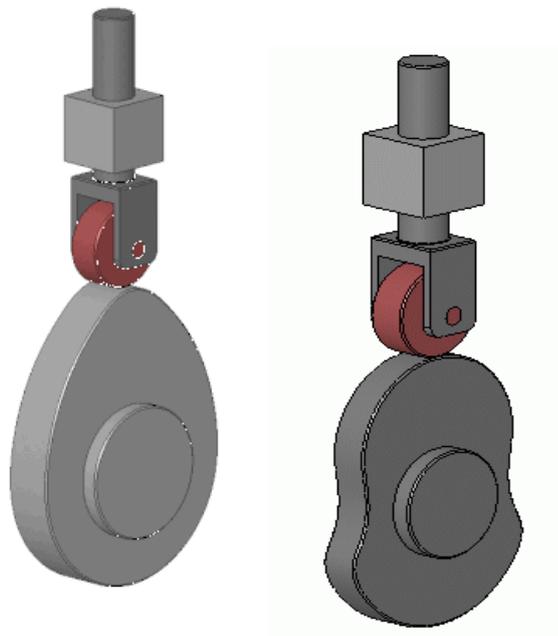


Figura 9. Imagens ilustrativas do mecanismo came. Fonte: (Silveira, 2018)

O interruptor de came, vulgarmente conhecido como *cam switch* é um dispositivo eletromecânico que pode ser essencialmente do tipo contato de ruptura brusca (mecânico) ou indutivo. São utilizados para controlar ou indicar um posicionamento angular especificado, realizar a contagem o número de ciclos de acordo com o deslocamento eixo rotativo de uma máquina ou auxiliar na automatização de um processo. Além disso, também costumam ser utilizados em aplicações em que uma falha mecânica poderia envolver maiores riscos, tais como limitar o curso de uma rotação (fim de curso angular) e realizar paradas de emergência. No entanto, para estas duas últimas funções é necessária a utilização de uma chave came de segurança, projetada exclusivamente para essas aplicações. (Silveira, 2015)

Atualmente, o uso da *came switch* é regulamentado pelas normas de segurança no trabalho pois são geralmente utilizados em máquinas que em geral transmitem forças elevadas, podendo oferecer riscos ao operador e à produtividade em caso de falhas.

Dentre os equipamentos que podem ser instalados este tipo de chave, podemos citar:

- Prensa com funcionamento excêntrico;
- Máquinas Elevadoras;
- Máquinas Dobradeiras;
- Máquinas específicas para Indústria automotiva;
- Equipamentos que demandam chave fim de curso aplicadas em mecanismos rotativos.



Figura 10. Interruptores de cames (*cam switch*). Fonte: (Silveira, 2015)

### 3.1.2.2. Sensores

Sensor é um dispositivo que responde a um estímulo físico ou químico de maneira específica, produzindo um sinal que pode ser transformado em outra grandeza física para fins de medição e/ou monitoramento. Desta forma, o sensor associado a um módulo de transformação do estímulo em uma grandeza pode ser definido como transdutor ou medidor, que converte um tipo de energia em outro, para fins de medição. (A. Balbinot & V. J. Brusamarello, 2011).

Entre os vários sensores, os mais comuns na segurança operacional são:

- **Sensor indutivo** – presente em todas as máquinas do porto, são sensores que respondem a um estímulo magnético, isto é, actuado pela aproximação de um objecto metálico e é muito utilizado como um instrumento de segurança, fundamentalmente para delimitar os limites devidamente parametrizados.
- **Sensor a laser** – este emite um sinal luminoso *laser* de modo a alcançar certo objecto e fazer confirmação de inexistência de obstáculos.



Figura 11. Sensor indutivo. Fonte: (Silveira, 2015)

### 3.1.2.3. Encoders

É um dispositivo que serve para medir a posição de um eixo rotativo para garantir a posição precisa. Entre os tipos de *encoders* rotativos os mais comuns e que podemos é contrato embutidos nos vários motores do virador são: *encoder* incremental e *encoder* absoluto de acordo com as aplicações.



Figura 12. Encoders. Fonte: (Automação, 2024)

Os *encoders* incrementais geram pulsos eléctricos de acordo com o movimento do eixo, porém não fornecem informações sobre a posição absoluta do eixo, mas sim a velocidade do motor. O *encoder* absoluto fornece informações precisas e detalhadas sobre a posição absoluta do eixo em que é instalado. Essa característica torna o *encoder* absoluto ideal para aplicações que exigem alta precisão e onde a perda de posição não pode ser tolerada.

### 3.1.2.4. Chaves de emergência

Instrumentos geralmente usados para uma paragem de emergência de qualquer movimento ou mecanismo, isto é, *emergency stop*. Normalmente, quando accionadas interrompem um circuito. Entre estes podemos citar:

- **Botões ou cordas de emergência** – geralmente localizadas na zona lateral das correias transportadoras e podem ser accionadas a qualquer momento em caso de uma eventual emergência. Estas quando accionadas fazem parar o mecanismo de accionamento das correias através de *interlocks*;
- **Chave de desalinhamento** – localizada bem junto da correia transportadora, esta é accionada através do afastamento exagerado ou desalinhamento da correia e igualmente faz parar todo o processo;
- **Chaves limites (chaves de fim de curso)** – geralmente localizadas nas extremidades do equipamento ou máquina com actuadores localizados nos limites do trilho por onde o equipamento ou a máquina deve parar; seja no movimento de translação, giro ou elevação. Estas chaves garantem a paragem de emergência da máquina através da abertura ou fechamento do circuito quando o actuador encosta nelas.



Figura 13. Chaves Limites. Fonte: (ABB, 1995-2024)

### 3.1.2.5. Actuadores

São elementos capazes de emitir estímulos aos sensores ou chaves de modo transformar um tipo de energia em outro.

Para sensores indutivos, os actuadores são metálicos pois devem ser capazes de emitir estímulos magnéticos. Enquanto os actuadores para as chaves limites podem ser de matéria diversificado basta que apresente robustez suficiente para actuar a chave.

### 3.1.2.6. PLC

Do inglês, *Programmable Logic Controller*, (Controlador Lógico Programável) ou CLP é um computador que executa funções específicas através de um programa criado por um ser humano. Pode-se dizer que é um computador com competências diferentes daquelas de um computador comum que se utiliza no dia a dia. Ao gerenciar processos de forma automatizada, precisa-se de um equipamento para controlar o sistema o qual conterà as informações necessárias para que o sistema “saiba” o que está fazendo.

Conforme a figura abaixo, o PLC funciona de forma sequencial, fazendo um ciclo de varredura em algumas etapas. É importante observar que quando cada etapa do ciclo é executada, as outras etapas ficam inativas. O tempo total para realizar o ciclo é denominado *clock*. Isso justifica a exigência de processadores com velocidades cada vez mais altas. Início: Verifica o funcionamento das unidades, memórias, circuitos auxiliares, estado das chaves, existência de um programa de usuário, emite aviso de erro em caso de falha. Desativa todas as saídas. (Automação, 2024)

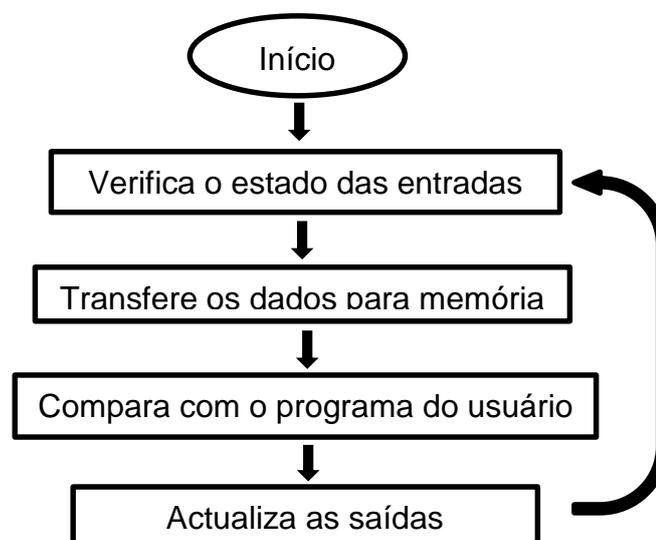


Figura 14. Ciclo de Varredura de um PLC. Fonte: (adaptado pelo Autor)

### **3.1.2.7. VSD**

A tecnologia VSD (*Variable Speed Drive*) é um termo em inglês que se refere ao acionamento de velocidade variável. É um mecanismo utilizado em bombas de vácuo, compressores e sopradores que traz maior eficiência energética e inteligência aos equipamentos.

Na prática, ele permite que o equipamento atue entre a velocidade máxima e mínima, variando automaticamente conforme a demanda de produção de ar comprimido. Assim, quando há a necessidade de mais ar, o motor acelera, e reduz quando essa demanda cai. Dessa forma, o compressor não precisa ficar totalmente acelerado o tempo todo, economizando energia elétrica. Uma comparação simples seria a de um motor de um veículo que pode reduzir ou aumentar a velocidade sozinho, conforme as condições da estrada.

### **3.1.2.8. Relé**

Os relés basicamente são dispositivos elétricos que tem como função produzir modificações súbitas, porém predeterminadas em um ou mais circuitos elétricos de saída. O relé tem um circuito de comando, que no momento em que é alimentado por uma corrente, aciona um eletroímã que faz a mudança de posição de outro par de contadores, que estão ligados a um circuito ou comando secundário. Resumidamente podemos dizer que todo relé se configura como um contato que abre e fecha de acordo com algum determinado fator ou configuração. Alguns relés são bem pequenos e fáceis de serem manipulados, testados e trocados, justamente por existir vários tipos de construções mecânicas para relés. (Mattede, 2014)

### **3.1.2.9. Meios físicos para conexões entre os instrumentos**

Todos estes instrumentos acima citados são conectados por diferentes meios, entre eles podem ser citados os seguintes:

- Fibra Óptica;
- Cabo Ethernet;
- Profi Bus;
- Cabos AS-I;
- Cabos de corrente e de dados de até 24 Volts.

## **4. RESOLUÇÃO DO PROBLEMA E APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS**

O presente capítulo visa descrever a solução do projecto já mencionado que teve como ambiente de estudo o porto da Nacala Logistics/CLN, o Porto Multiusuário de Nacala-à-Velha.

### **4.1. INTRODUÇÃO AO PROJECTO DE MELHORIA**

Pretende-se desenvolver o projecto de melhoria da segurança operacional na translação do Carro Posicionador do Virador de Vagões, visto que há vulnerabilidade no sistema de paragem de emergência deste equipamento colocando em causa a integridade do mesmo assim como das pessoas que acompanham as operações.

A princípio foi feito um levantamento de informações do processo de giro dos vagões no Barril de Giro já existente de tal forma que pudesse proporcionar uma ampla visão do tema tratado, após feito isto, encontrou-se necessidade em vista relacionada à segurança operacional.

### **4.2. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO CARRO POSICIONADOR DO VIRADOR DE VAGÕES**

O Carro Posicionador é o elemento fundamental para posicionar os vagões para dentro do Barril de Giro, salientar que o Barril tem a capacidade de virar dois vagões simultaneamente, pois, a articulação está entre 2 vagões. Quando o lote de vagões chega com a locomotiva (geralmente com cerca de 120 vagões).

A translação do Carro Posicionador é accionado por 8 motores e para além deste movimento, possui 2 braços (principal e auxiliar) que baixam e sobem para segurar os vagões e os fazer transladar até ao Barril de Giro. Os braços são accionados por uma unidade hidráulica com 2 bombas accionadas por 2 motores.

Os primeiros 2 vagões do lote são posicionados para dentro do Barril de Giro pela locomotiva, depois disso, o sensor a *laser* faz a confirmação do *gap* entre o terceiro e o quarto vagão e acontece o giro. Feito o giro, o braço principal baixa, segura os vagões e translada até que outros 2 vagões estejam devidamente posicionados dentro do Barril de Giro e para tal, há também 2 sensores a *laser* na entrada do Barril de Giro e dois na saída que fazem a confirmação do posicionamento dos vagões dentro do barril. Enquanto os vagões são virados, o Carro Posicionador translada para fora do Barril de Giro até o *gap* entre o terceiro e o quarto vagão e o ciclo continua até 118 vagões.

#### **4.2.1. Riscos iminentes com o Carro Posicionador no actual estado**

Como se pode ler acima, a paragem do Carro Posicionador actualente é refém de *interlocks* entre os sensores e a contagem de rotações parametrizadas dos *encoders*, pois, todos os motores de translação possuem cada um *encoder* incremental e um absoluto para todo o conjunto de 8 motores que garante a sincronia na translação. Pode-se com isso se presumir que a translação do Carro Posicionador está devidamente instrumentalizada e segura, mas, é comum a perda parâmetros na lógica e culminar com a falha nos *interlocks*, fazendo-o transladar até fora dos limites padronizados trazendo as seguintes implicações de risco:

- Impacto mecânico do Carro Posicionador com outras estruturas ao redor;
- Ferimento e/ou rompimento de cabos eléctricos e entre outros;
- Lesões corporais aos colaboradores que estiverem ao redor.

#### **4.2.2. Descrição da solução**

A solução do problema consiste em incorporar duas chaves electromecânicas nos limites do Carro Posicionador. Por se ter verificado a existência de um processador compatível com o proposto, isto é, um PLC monitorando outros instrumentos, não houve necessidade de se instalar outro e nem reprogramar o existente. De forma detalhada a solução consistiu em:

1. Localizar os pontos estratégicos para instalação das chaves electromecânicas;
2. Rever os diagramas eléctricos de outros instrumentos monitorados pelo PLC ora instalado, sobretudo os instrumentos de *emergency stop*;
3. Posicionar os actuadores em sincronia com a posição das chaves electromecânicas;
4. Incorporar as chaves electromecânicas em paralelo com outros instrumentos de *emergency stop* de modo a adequar a lógica dos mesmos.

#### **4.2.3. Critérios para escolha de componentes para a solução do problema**

Os componentes para a solução de um problema vigente num ambiente industrial devem atender a vários aspectos que se podem citar em seguida:

#### 4.2.3.1. Critérios para escolha da chave electromecânica

Tal como se abordou nos capítulos anteriores, para o *emergency stop* do movimento de translação do Carro Posicionador, é aplicável os sensores indutivos ou chaves limites. Porém, os sensores anteriormente instalados, não ofereciam eficácia quando passavam pelos actuadores originando os seguintes desvios:

- **Frequência de resposta:** a frequência de resposta do sensor indutivo varia até 1500 Hz, o que perfaz um tempo médio de resposta de aproximadamente 670  $\mu$ s, sendo que o desejável padronizado para instrumentos de segurança é de 500  $\mu$ s e as chaves electromecânicas satisfazem a esse quesito com uma frequência 4000 Hz perfazendo um tempo médio de 250  $\mu$ s;
- **Falhas ao atravessar o actuador:** há relatos de eventos de translação do Carro Posicionador de falhas de *interlocks* que culminaram com sensor atravessando o actuador não emitindo nenhum sinal ao PLC;
- **Robustez e/ou resistência mecânica:** diferentemente de sensores indutivos, as chaves mecânicas levam mais tempo em funcionamento e resistem à diferentes ambientes e climas;
- **Contacto físico entre a chave e o actuador:** o contacto físico entre estes dois elementos torna infalível visto que o sensor indutivo não toca fisicamente no actuador.

A tabela abaixo ilustra as diferenças que levam a se optar por chaves mecânicas ao invés de sensores indutivos.

Tabela 7. Quadro comparativo dos critérios de escolha para solução do problema (adaptado pelo autor).

Características/grandezas	Sensor indutivo	Chave electromecânica
Frequência de resposta	1500 Hz	4000 Hz
Tempo de resposta	500 $\mu$ s	250 $\mu$ s
Falhas ao atravessar o actuador	Sim	Não
Robustez e/ou resistência mecânica	Fraca	Alta
Contacto físico	Não	Sim

### 4.3. PASSOS PARA SOLUÇÃO DO PROBLEMA

De acordo com o mencionado na secção 4.1, a seguir é apresentado a sequência e os procedimentos:

1. Escolha do tipo e modelo das chaves limites que melhor se adequam ao ambiente;
2. Localização e medição de distâncias dos pontos específicos para instalação das chaves limites;
3. Instalação e alimentação das chaves limites e ajustes dos actuadores;
4. Testes de funcionamento.

### 4.4. ARQUITETURA DO SISTEMA

A figura imediatamente abaixo compreende o diagrama de blocos dos componentes da translação do Carro Posicionador e a solução do problema visada na incorporação da chave e seu respectivo actuator. O diagrama eléctrico que compreende a ligação das chaves pode ser encontrado no anexo 2 segmentado em partes, contudo, a seguir têm-se a análise de cada elemento constituinte do sistema em questão.

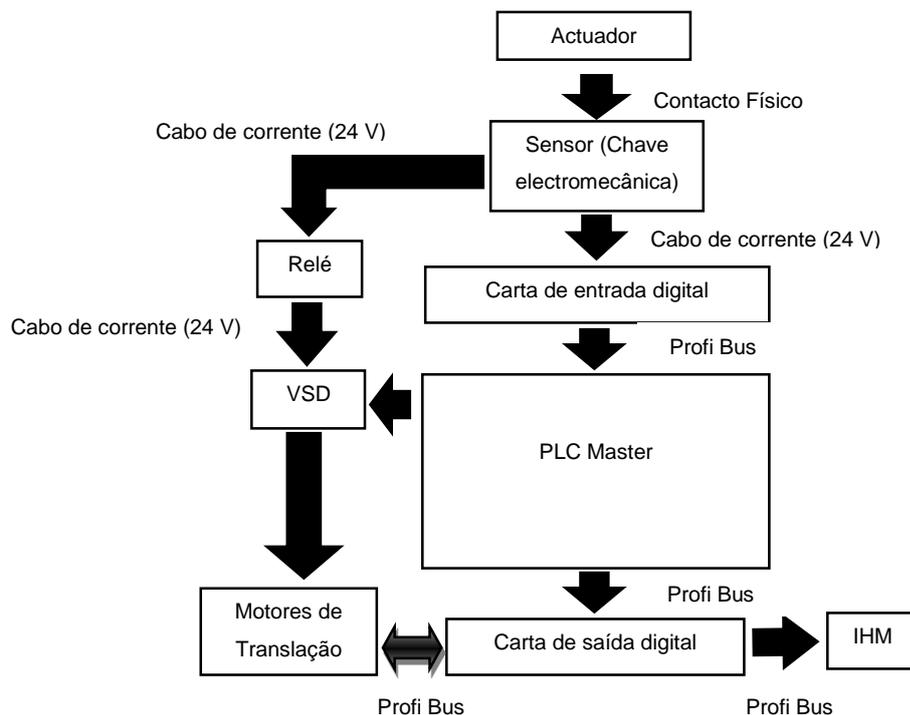


Figura 15. Diagrama de blocos da translação (Adaptado pelo autor).

- a) **Actuador** – neste bloco, o actuador é constituído de uma cantoneira (barra metálica) fixa no fim do trilho por onde o Carro Posicionador passa, uma em cada extremidade.
- b) **Sensor** – chave electromecânica colocada uma em cada extremidade do próprio Carro Posicionador, comutam o circuito quando entram em contacto físico com o actuador.
- c) **Carta de entrada digital** – interligada com o PLC master, recebe o sinal do contacto Normalmente Aberto do sensor e envia para o PLC Master.
- d) **Relé** – Recebe o sinal do Contacto Normalmente Fechado e abre o circuito enviando o comando para a paragem do VSD.
- e) **VSD** – Controla o mecanismo de velocidades dos motores de acordo com a demanda.
- f) **PLC Master** – Tido como o cérebro do sistema, recebe o sinal proveniente da carta de entrada digital, envia comandos para o VSD (para questão de sincronia na velocidade dos motores) e envia um bit correspondente a uma informação para a carta de saída digital.
- g) **Carta de saída digital** – interligada com o PLC Master, recebe a mensagem do PLC Master e comunica com o IHM e o conjunto dos motores de translação.
- h) **Motores de translação** – conjunto de 8 motores, recebe o comando do VSD e envia uma mensagem para a carta de saída digital.
- i) **IHM** – Mostra o estado dos mecanismos através de uma tela legível em linguagem humana.

As especificações funcionais do sistema se limitam em:

- Abrir/fechar o circuito para forçar a paragem de emergência;
- Interromper o movimento de translação através do mecanismo VSD;
- Monitorar o estado dos contactos das chaves através dos relés;
- Emitir mensagem de falha no conjunto do mecanismo de translação do Carro Posicionador.

## 4.5. ESPECIFICAÇÕES DO SISTEMA

### 4.5.1. Processador

Para o funcionamento do PLC, é necessário a presença de um programa que defina a lógica de controlo usada. Esta lógica possui vários tipos de linguagens possíveis para sua programação, neste projecto não foi necessário programar, pois, o PLC em uso já contém lá entradas programadas para paragem de emergência provenientes de outros instrumentos que desempenham função semelhante no *Emergency Stop*.

De acordo com a ideia principal do projecto pretende-se um processador com no mínimo 2 entradas digitais, 2 saídas digitais, portanto o PLC instalado no VV 3120NA atende com requerido e garante também o desempenho funcional.

A figura 16 ilustra o fluxograma do funcionamento da solução e no anexo 2 é apresentado o diagrama eléctrico da interligação entre os instrumentos e as cartas do PLC. As características completas podem ser encontradas em parte no *datasheet* do fabricante no anexo 2.

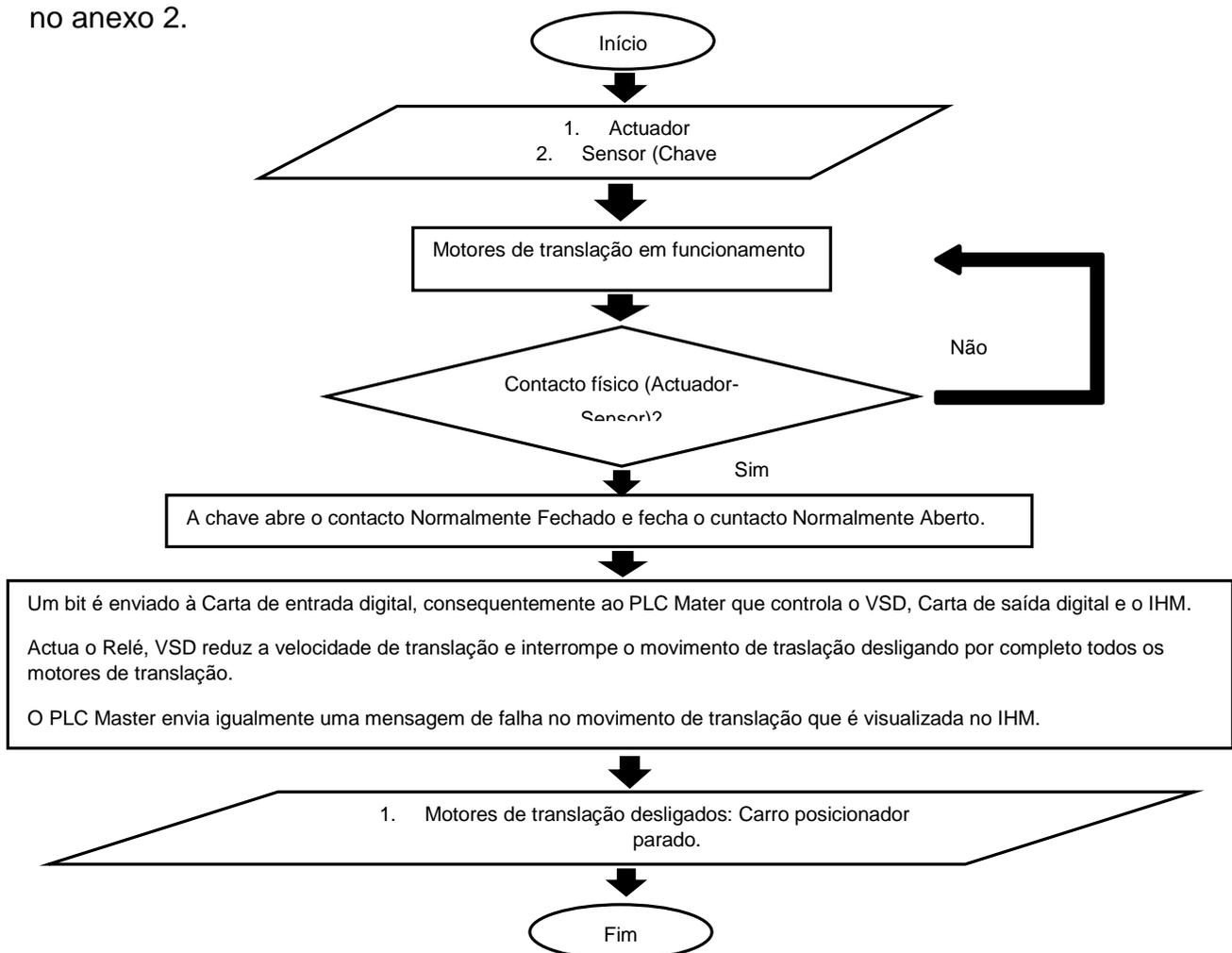


Figura 16. Fluxograma de funcionamento da translação do Carro Posicionador.

Abaixo, pode-se ver na figura 17 o código em FBD (*Function Block Diagram*) de dois instrumentos nas partes laterais do Carro Posicionador, as chaves de corda. As chaves de corda, com as *tags* HSS\_3120\_0303A e HSS\_3120\_0303B operam nos mesmos moldes que as chaves propostas para o projecto em alusão neste relatório, o que levou a se fazer o uso do mesmo para as chaves limites a serem implantadas nas extremidades dos limites de translação.

O sinal NA (Normalmente Aberto) da chave está associado às *tags* HSS\_3120\_0303A e HSS\_3120\_0303B. Se a chave for actuada, os contactos fecham, isto é, a *tag* fica com o valor lógico 1, activando a falha FltIn.6 ou FltIn.7 conforme a chave que actuou.

Para as novas chaves limites, fez-se uma ligação paralela, de modo que funcionassem atendendo a mesma lógica das chaves de corda ora apresentadas o que sustenta a ausência de um protótipo, pois a solução consiste na integração de novos elementos num sistema existente.

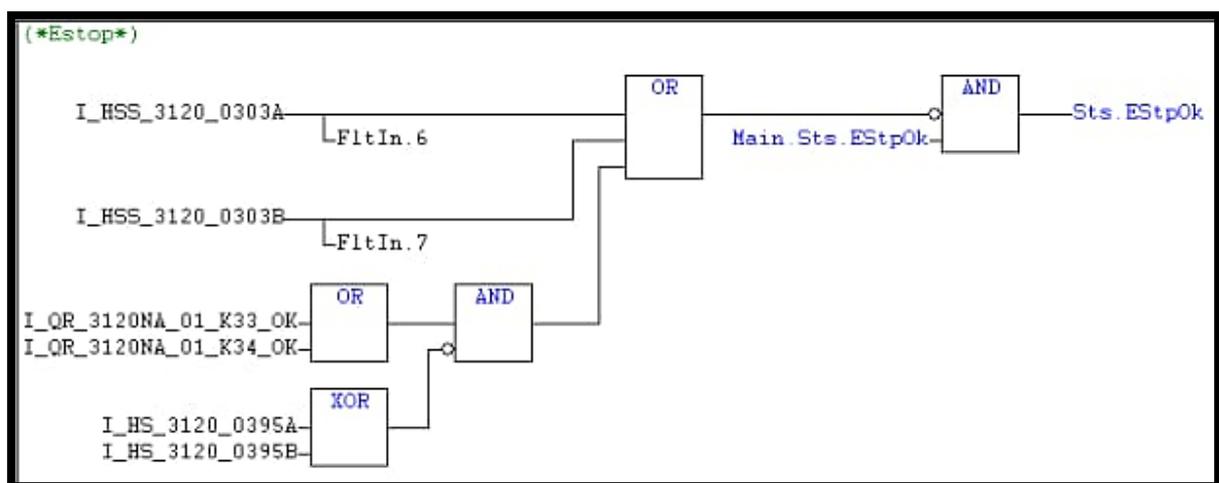


Figura 17. Código em FBD da lógica das chaves. Fonte: (Nacala Logistics, 2015)

#### 4.6. MATERIAL NECESSÁRIO

Dos materiais listados abaixo, importa salientar que boa parte deles já está instalado no local para outros fins operativos, os que ainda não estão instalados deverão ser requisitados através de criação de uma nota no SAP e, dependendo da disponibilidade do material no armazém da empresa, poderá se abrir um processo de compra pelo PCM durante o tratamento da nota aberta.

Tabela 8. Lista de material necessário para o projecto.

Nº	Material	Quantidade	Custo (MZN)	Status
01	PLC ABB 800 M	1	22.353,98	Instalado
02	Chave Limite	2	16.911,20	Por adquirir
03	Cabo Fibra Óptica	5 metros	622,42	Instalado
04	Cabo <i>ProfiBus</i>	5 metros	865,25	Instalado
05	Cabo <i>Ethernet</i>	5 metros	913,37	Instalado
06	Cabo de corrente para chave limite	20 metros	6.159,42	Por adquirir
07	Cantoneira p/actuador (50x50) mm	2	669,60	Instalado
08	Parafuso de fixação M5x50	8	204,48	Por adquirir
09	Porca de fixação	8	130,56	Por adquirir
10	Anilha	16	65,28	Por adquirir
<b>Total</b>			48.895,56	

Os custos serão resumidos na tabela 9.

Tabela 9. Materiais necessários (tabela ajustada).

Nº	Material	Quantidade	Custo (MZN)
01	Chave Limite	2	16.911,20
02	Cabo 3 por 1 para chave limite	20 metros	6.159,42
03	Parafuso de fixação M5x50	8	204,48
04	Porca de fixação	8	130,56
05	Anilha	16	65,28
<b>Total</b>			23.470,94

## 4.7. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Esta secção traz os procedimentos da montagem, isto é, passo a passo da implementação da melhoria e resultados obtidos após a instalação das chaves acompanhando o movimento de translação do Carro Posicionador depois de feita a melhoria na segurança operacional na translação do carro posicionador do virador de vagões do porto multiusuário de Nacala-à-Velha – Nacala Logistics/CLN que é objecto de estudo deste trabalho.

### 4.7.1. Relatório de instalação

O relatório de instalação inclui cinco (5) etapas devidamente ilustradas, a saber:

#### 1. Verificação da integridade das chaves electromecânicas:

- a) Identificação dos contactos Normalmente Aberto (NA) e Normalmente Fechado (NF) através de medição de continuidade;
- b) Teste de funcionamento da alavanca.

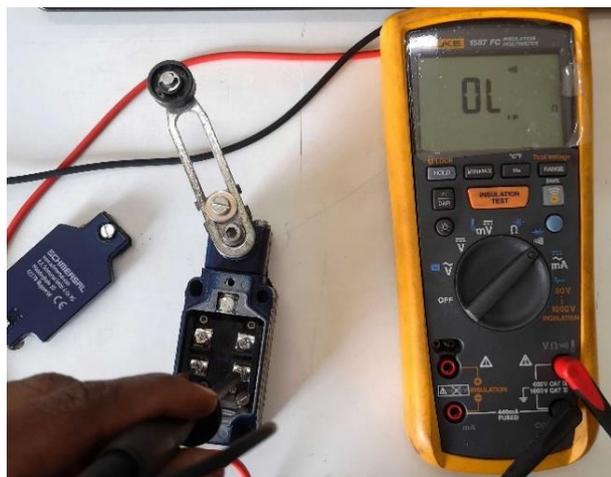


Figura 18. 1ª Etapa de instalação.

#### 2. Identificação dos pontos e fixação das chaves no Carro Posicionador e dos respectivos actuadores:

- a) Preparação das bases de fixação;
- b) Fixação das chaves nos pontos e ajustes dos actuadores.



Figura 19. 2ª etapa de instalação.

### 3. Identificação dos pontos de ligação no painel OS 3120NA-41:

a) Certificação da régua e identificação dos pontos.

- ✓ Régua contactos dos pontos números 27, 28, 31 e 32 da régua -X27 no painel OS 3120NA-41 (Vide o anexo A2-50).

### 4. Ligação das chaves:

- a) Preparação de terminais de ligação;
- b) Ligação dos terminais nas chaves;
- c) Ligação dos terminais no painel OS 3120NA-41.



Figura 20. 4ª Etapa de instalação.

### 5. Testes de funcionamento:

- a) Teste das chaves atentando para a carta remota do PLC;
- b) Teste das chaves atentando para o relé K22.

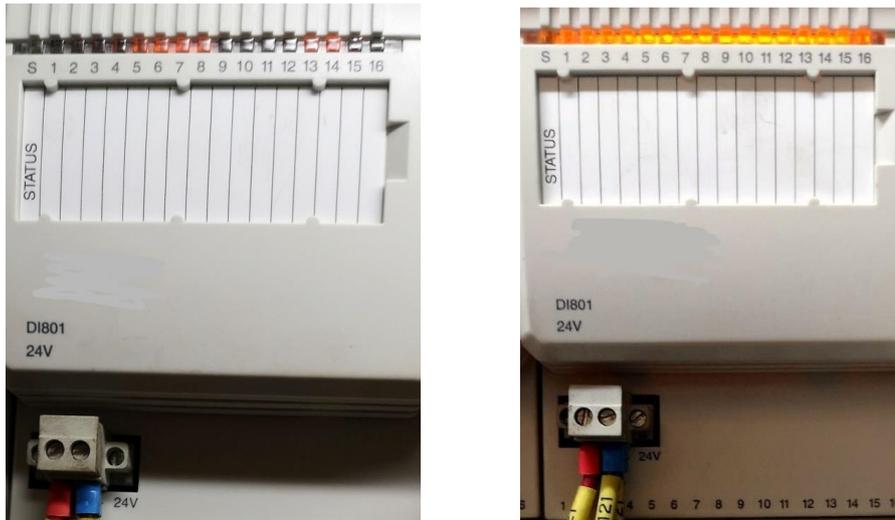


Figura 21. (A) Remota antes da actuação da chave. (B) Remota depois da actuação da chave.

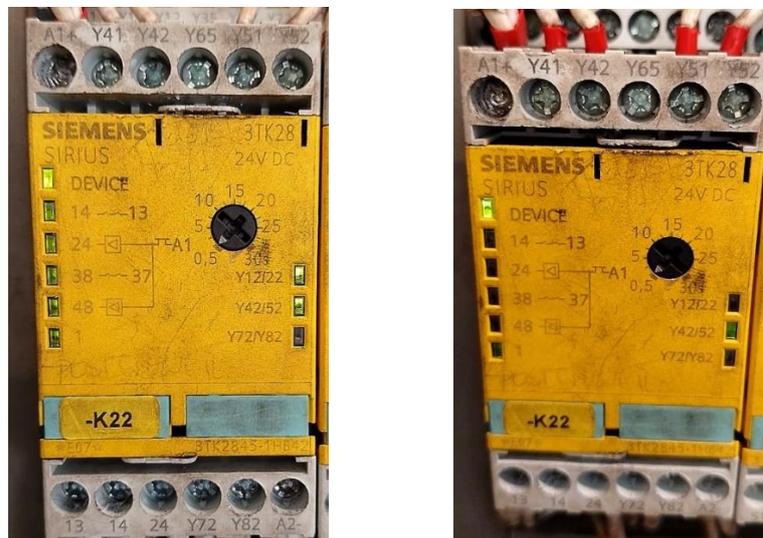


Figura 22. (A) Relé ante da actuação da chave. (B) Estado do Relé depois da chave.

#### 4.7.2. Estado inicial das chaves limites

As chaves instaladas apresentam dois (2) contactos (1 NF e 1 NA), isto é, 1 contacto normalmente fechado e 1 contacto normalmente aberto. O contacto NA vai para a entrada digital da carta remota do PLC e o NF vai para o relé que monitora o estado das chaves e o VSD. Sendo um instrumento de segurança que monitora o *emergency stop*, o seu estado normal é manter o circuito fechado. Neste estado, na carta remota é possível visualizar o sinal através de um LED que só sinaliza quando as chaves são actuadas e o relé que monitora as chaves mantém-se recebendo corrente e sinalizando também através de um LED que só apaga quando as chaves são actuadas.

#### 4.7.3. Estado das chaves limites actuadas

A chave é actuada através de um movimento angular em torno de uma roldana de no mínimo de cerca de 45° tanto no sentido horário assim como no sentido anti-horário e por possuir uma mola ela facilmente volta ao seu estado normal, basta que não esteja actuada. Quando a chave é actuada, abre o contacto e a ausência de corrente é sinalizada tanto no PLC assim como no relé que monitora os instrumentos de segurança, o carro pára e instantaneamente não tendo condição para se mover até que se normalize o estado das chaves.

#### 4.7.4. Resultados dos testes feitos

Como se sabe, os instrumentos de segurança, principalmente os que demandam o *emergency stop*, são concebidos para entrar em funcionamento em condições inseguras, como é o nosso caso, as chaves só serão actuadas quando o carro posicionador se mover além do seu limite pré-estabelecido, pois, será a consequência do actuador ter encostado a chave colocada além do limite do trilho do Carro Posicionador. Portanto o teste feito foi manual e por três (3) vezes em dias consecutivos se verificou a alteração nos estados das entradas (PLC e o relé) e das saídas (que demandam o movimento de translação do Carro Posicionador).

#### 4.7.5. Análise dos resultados

Os resultados registados nos testes feitos foram satisfatórios. Pois dos requisitos para a satisfação, registou-se o seguinte:

- ✓ **Precisão do actuador e das chaves** – actuador extremamente preciso, igualmente as chaves; pois estes dois precisam estar devidamente alinhados e em posições certas para que as chaves sejam actuadas no momento e posições certas;
- ✓ **Tempo de resposta do sinal de entrada recebido pelo PLC e pelo relé** – o tempo de resposta do estímulo enviado pelas chaves está na ordem dos milissegundos, isto é, está dentro do desejável, é possível ver a alteração do estado dos LEDs da carta remota assim como no relé K22;
- ✓ **Tempo de resposta do sinal de saída** – verificou-se também a sinalização da paragem imediata do movimento de translação, tal como se esperava.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 5.1. CONCLUSÕES

Tratando-se de um relatório misto, isto é, repleto de actividades realizadas duante o período de estágio e também incorporado o projecto de melhoria na segurança operacional de um dos equipamentos, há muito a se dizer em jeito de conclusão, contudo, pode-se aferir o seguinte:

- ✓ O processo de manutenção propriamente dito, em empresas de classe A, como é o caso da Nacala Logistics/CLN inicia e termina na inspecção, isto é, não pode haver manutenção sem que haja inspecção. Inspeção desperta o senso crítico de qualquer profissional e suscita o desejo por melhoria nos processos de operação assim como de manutenção, pois, foi com este senso crítico que surgiu o projecto de melhoria implementado;
- ✓ A implementação deste projecto requereu a continuidade nas actividades de inspecção e acompanhamento de actividades de manutenção ao longo do estágio, pois, a aquisição de experiências diárias tornaram cada vez mais consolidadas e coesas as ideias oriundas das pesquisas;
- ✓ O resultado do projecto implementado, juntamente com as actividades realizadas durante o estágio resumem de forma satisfatória o OKR (*Objective Key Result*) do Estágio Profissional como cadeira para a culminação do curso de Licenciatura em Engenharia Electrónica.

### 5.2. RECOMENDAÇÕES

As recomendações, divididas em duas vertentes pode-se citar as seguintes:

#### 5.2.1. Recomendações viradas às actividades de estágio

- ✓ **Revisão da metodologia actual de manutenção:** pois, em parte é incompatível com o recurso humano na inspecção, daí que se vê a necessidade de se explorar as tecnologias diversas para garantir eficiência na inspecção;  
**Cumprimento da duração das paradas programadas:** durante o acompanhamento das actividades, principalmente nas paradas, foi notório o desvio de algumas actividades, geralmente causado pela insuficiência de tempo. É comum se decretar o fim da parada de manutenção de forma súbita

constrangendo o inspector, porque se calhar entrou um navio para ser embarcado ou um lote a ser descarregado;

- ✓ **Planejamento coeso nas actividades de paradas de manutenção:** notou-se letargia numa das actividades que estava prevista, a reposição do motor 3 de accionamento da telescópica do CN 3220NA-02. Infortunadamente, a actividade foi desviada porque não se tinha o elemento elástico de acoplamento, inconcebível;
- ✓ **Aumento da disponibilidade de componente e materiais no *stock*:** com muita frequência vê-se igualmente actividades desviadas por falta de material a ser usado em determinadas actividades. Neste ponto é fundamental que se garanta o *stock* do material a ser usado em determinadas actividades antes que as mesmas sejam programadas.

### **5.2.2. Recomendações viradas ao projecto de melhoria**

- ✓ Inspeção constante nas chaves limites e em todos os componentes do circuito em causa;
- ✓ Criação de um plano semanal ou até quinzenal de inspecção viradas apenas à instrumentação do Carro Posicionador;
- ✓ Inclusão das chaves limites no plano de manutenção preventiva nas paradas de programadas e/ou nas paradas de oportunidade.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

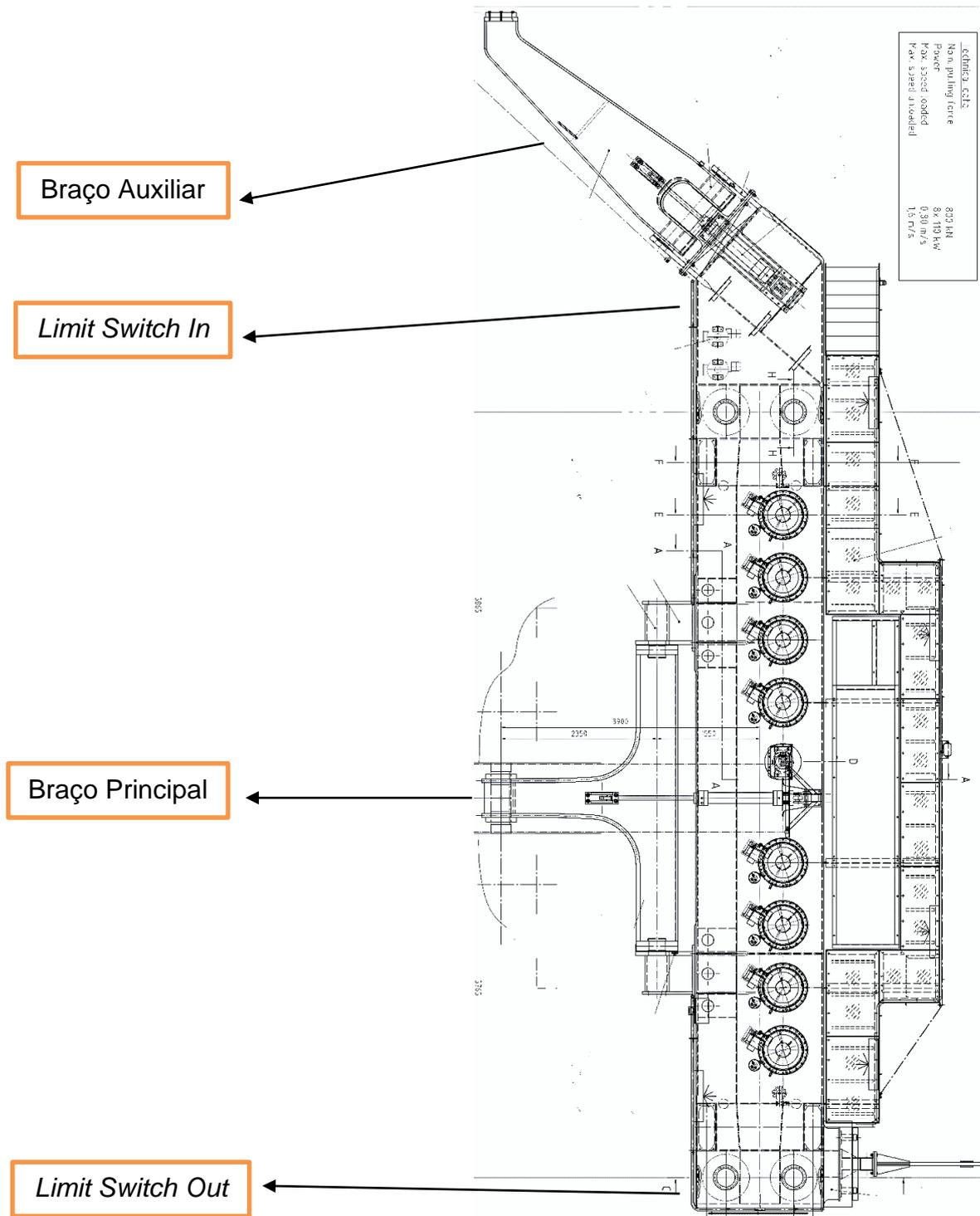
- [1] A. Balbinot & V. J. Brusamarello. 2011. *Instrumentação e Fundamentos de Medidas*. São Paulo : LTC, 2011.
- [2] ABB. 1995-2024. ABB. *ABB*. [Online] 1995-2024. [Citação: 13 de Abril de 2024.] [new.abb.com](http://new.abb.com).
- [3] Automação, Alpes. 2024. Alpes Automação. *Alpes Automação*. [Online] 12 de Março de 2024. [Citação: 13 de Abril de 2024.] [www.alpesautomacao.com.br](http://www.alpesautomacao.com.br).
- [4] Felício, Luiz Carlos. 2010. *Modelagem da dinâmica de sistemas e estudo da resposta*. Segunda Edição. São Carlos : RiMa, 2010.
- [5] Georgini, Marcelo. 2006. *AUTOMAÇÃO APLICADA*. [ed.] Erica. 7ª Edição. São Paulo : Érica, 2006.
- [6] Nacala Logistics, Nacala. 2015. Nacala Logistics. *Nacala Logistics*. [Online] 2015. [Citação: 25 de Abril de 2024.] [www.nacalalogistics.com](http://www.nacalalogistics.com).
- [7] Natale, Ferninando. 2006. *Automação Industrial*. 8ª. s.l. : Editora érica, 2006.
- [8] Obering, Walter Wagner. 1997. *Heath Transfer Technology with Organic Media*. Gräfelfing-München : Technischer Verlag Resch KG, 1997.
- [9] Petruzella, Frank D. 2014. *Controladores lógicos programáveis*. 4ª. Porto Alegre : AMGH, 2014.
- [10] Santos, António. 2013. *Identificação e Avaliação de Riscos de uma Empresa*. Setúbal : s.n., 2013.
- [11] Silveira, André Luis Marques da. 2018. Came-seguidor. *Accionamentos e mecanismos*. [Online] 23 de Fevereiro de 2018. [Citação: 13 de Maio de 2024.] <http://www.um.pro.br>
- [12] Silveira, Cristiano Bertulucci. 2015. Citisystems. [www.citisystems.com.br](http://www.citisystems.com.br). [Online] 29 de Setembro de 2015. [Citação: 13 de Maio de 2024.] <https://www.citisystems.com.br>

## 7. ANEXOS

### ANEXO 1: Carro Posicionador

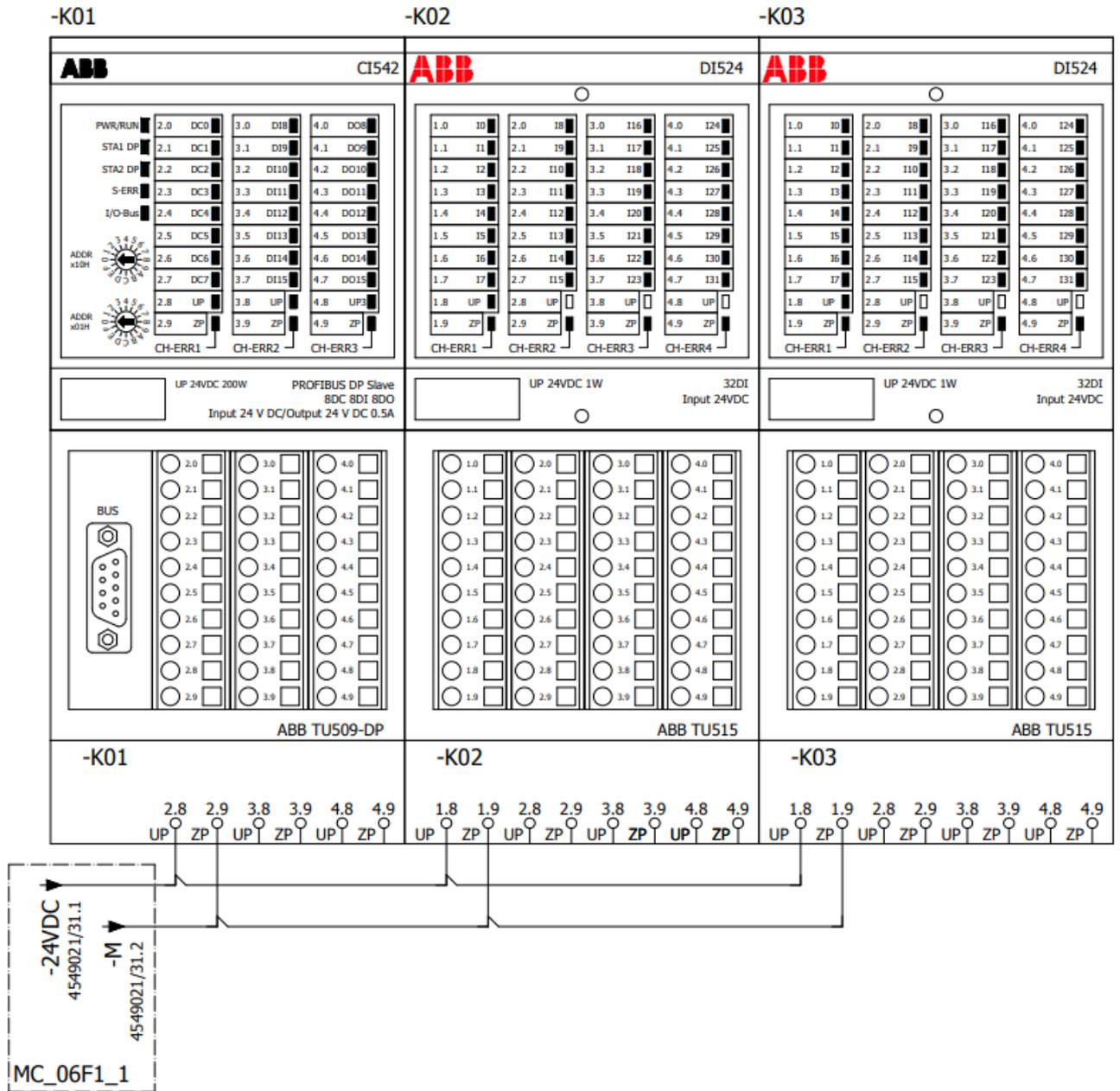
A1-46: Vista de cima do Carro Posicionador

**Informação confidencial:** esta imagem é propriedade da Nacala Logistics/CLN e não deve ser divulgada se não para os propósitos deste relatório



**ANEXO 2:** Projecto eléctrico do sistema de segurança na translação do Carro Posicionador do Virador de Vagões e especificações dos principais elementos.

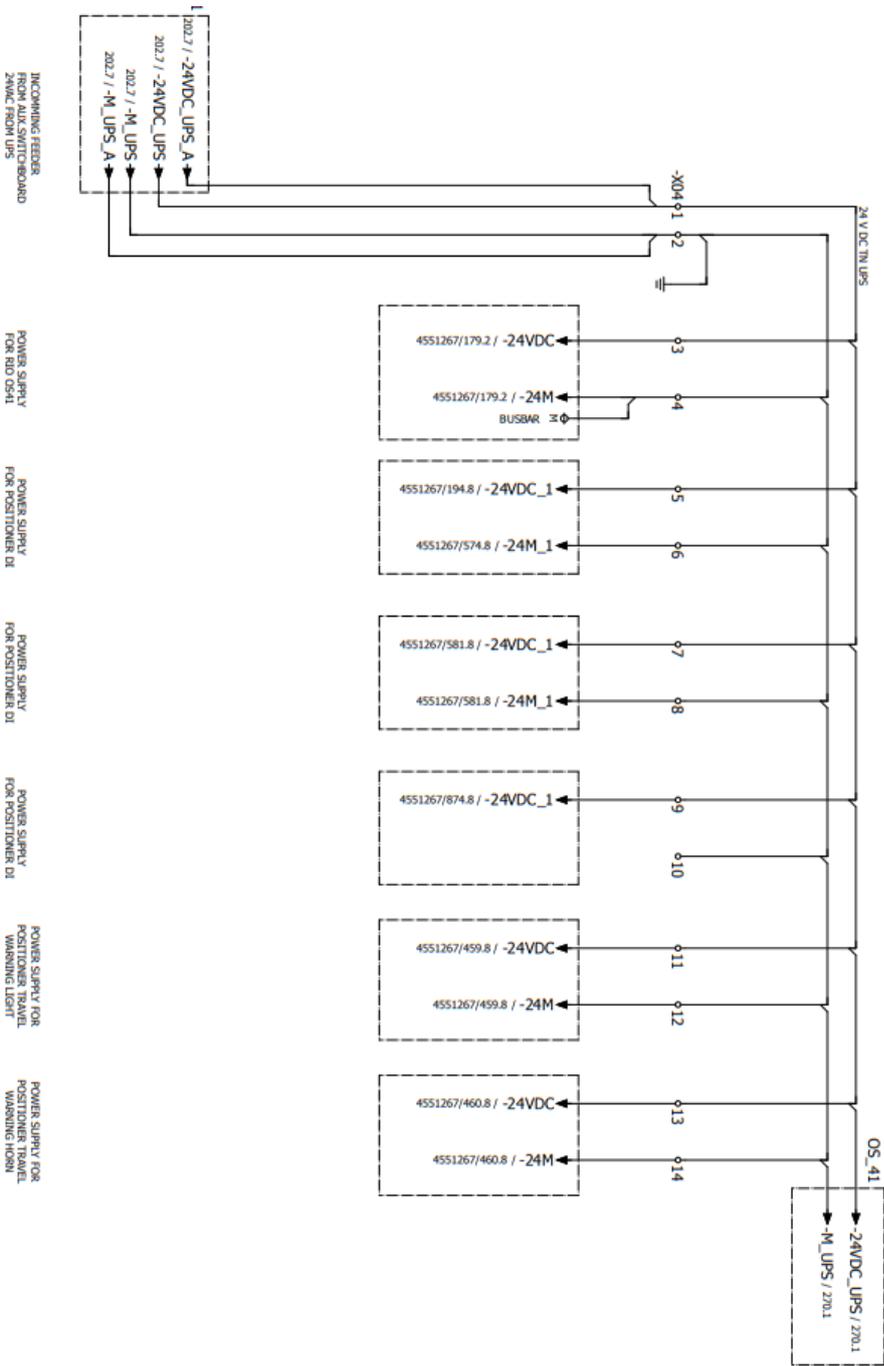
A2-47: Características gerais do PLC.



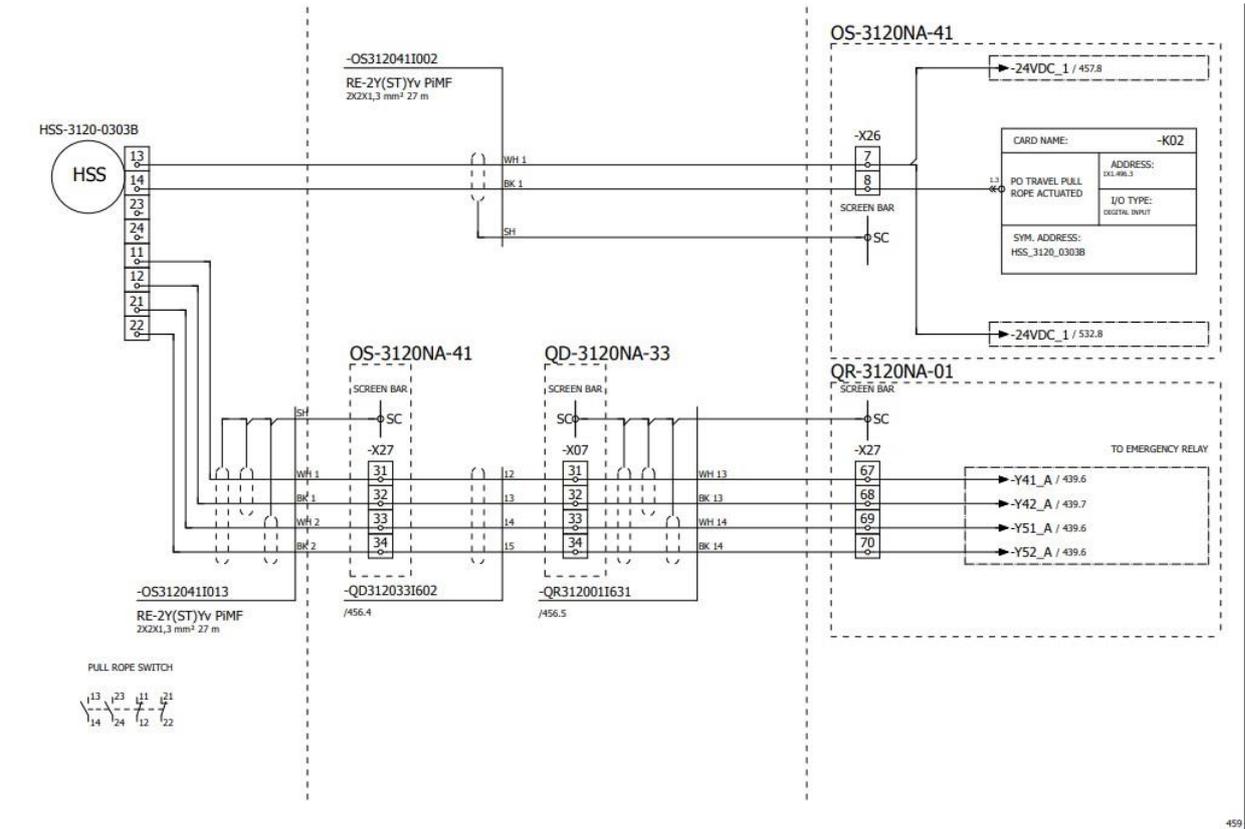
A2-48: Características gerais das chaves limites

<b>Saída</b>	1NF+1NA
<b>Tipo de Acionamento</b>	Roldana Ajustável
<b>Frequência de acionamento máxima</b>	3600 por hora
<b>Conexão</b>	Borne a parafuso
<b>Durabilidade Mecânica</b>	15.000.000 ciclos
<b>Corrente em AC-15</b>	(240VAC) 3A
<b>Corrente em DC-13</b>	(24 VDC) 2,8A
<b>Modo de operação</b>	Força da mola
<b>Certificações</b>	UL - CSA
<b>Grau de proteção</b>	IP 65
<b>Dimensão</b>	30 x 98,5 x 45,5mm
<b>Temperatura de operação</b>	-25 a 70°C
<b>Encapsulamento</b>	Plástico
<b>Série</b>	LS
<b>Fabricante</b>	ABB
<b>Código do Fornecedor</b>	1SBV010351R1211
<b>Código Safety Control</b>	026910

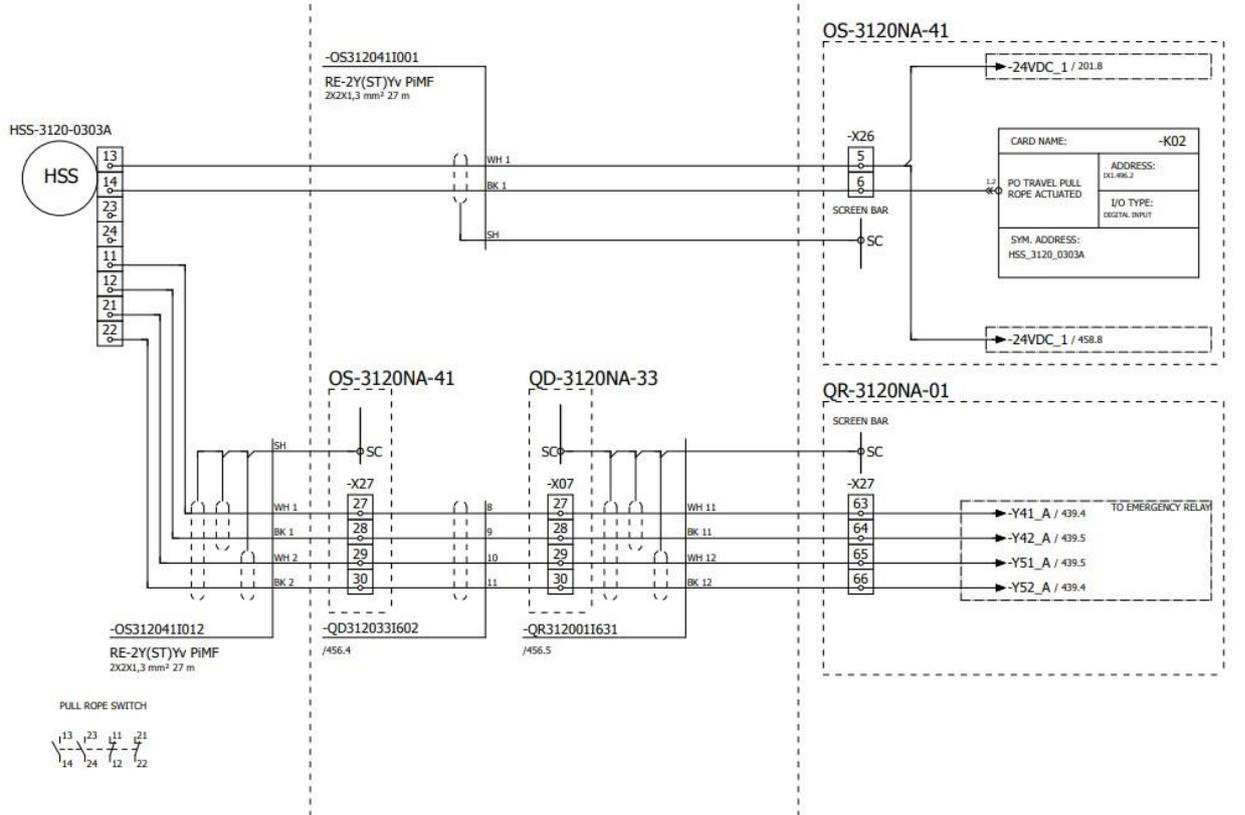
A2-49: Diagrama eléctrico de Fonte de Alimentação.



A2-50: Diagrama eléctrico de conexões com a carta digital e o relê.



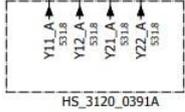
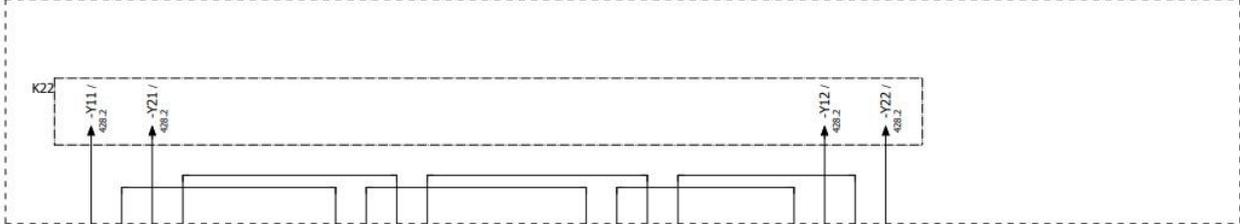
459



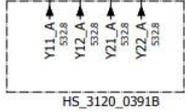
458

A2-51: Diagrama de conexões com o relê.

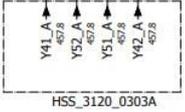
QR-3120NA-01



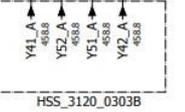
HS\_3120\_0391A



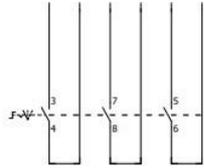
HS\_3120\_0391B



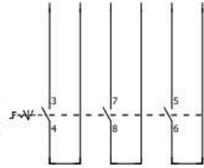
HSS\_3120\_0303A



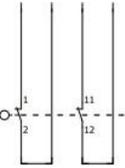
HSS\_3120\_0303B



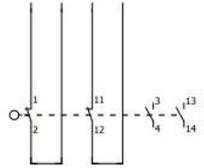
OS-3120NA-31  
HS-3120-0391A  
DISABLE-ENABLE SELECTOR



OS-3120NA-41  
HS-3120-0391B  
DISABLE-ENABLE SELECTOR



HSS-3120-0303A  
FULL ROPE  
SWITCH



HSS-3120-0303B  
FULL ROPE  
SWITCH