



Expansão do Terminal de Contentores Sul do Porto de Leixões e Instalação de Guindastes em Pórticos Móveis - RTG-E's Telecomandados

Francisco Amílcar Barros Said

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica

Orientador (es):

Prof. José Luís Rosa de Almeida

Júri:

Presidente: Prof. Luís Redondo

Vogais: Prof. Filipe Barata

Prof. José Luís Rosa Almeida

Janeiro de 2019

Índice

Agradecimentos	ii
Dedicatória	iii
Resumo.....	iv
Abstract	v
Glossário.....	vi
Índice	vii
Lista de figuras	ix
Lista de tabelas	x
Lista de gráficos	x

Agradecimentos

Este trabalho é o resultado escrito da contribuição direta ou indireta de várias pessoas, no entanto devo destacar individualmente algumas delas, pelo seu essencial contributo na construção do mesmo.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao Prof. José Luís Rosa de Almeida, meu Orientador Científico, pela sua clarividência, caráter humano, e acima de tudo pela motivação e confiança transmitidas durante a execução do mesmo.

Ao Eng.º Luís Cunha, da Administração do Porto de Leixões - APDL, e Eng.º José Ramalho da Yilport e Técnico Responsável pela Exploração de Energia Elétrica do Terminal de Leixões, pelo tempo disponibilizado nas minhas visitas ao Terminal de Contentores Sul de Porto de Leixões, assim como no fornecimento dos registos das redes elétricas existentes, e nas várias reuniões conjuntas.

Quero também agradecer a todos os meus colegas da PROMAN S.A., onde estou a exercer Engenharia há mais de 12 anos, pelo apoio flexibilidade e paciência demonstradas.

E por último, à minha família por terem compreendido as minhas ausências, por me terem apoiado nos momentos mais difíceis e por terem estado sempre presente.

Dedicatória

Dedico especialmente este trabalho à minha família, não esquecendo todos aqueles que me ajudam e acompanham no meu dia-a-dia.

“Os verdadeiros Artistas criam coisas reais
e que serão usadas”
(Steve Jobs)

Resumo

O desenvolvimento do transporte marítimo e o aumento da movimentação mundial de contentores, conduziram, para o ambiente do Terminal de Contentores Sul do Porto de Leixões, os desafios logísticos da organização operacional.

Para superar esse desafio foi necessário aproximar o conceito logístico da atividade de movimentação dos contentores no terminal.

A avaliação e otimização operacional são aspetos fundamentais no sucesso de qualquer negócio. Nos diversos cenários de complexidade em que as empresas de transporte atuam, a redução de custos operacionais pode concretizar-se numa importante vantagem competitiva, reduzindo o tempo e o espaço.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo a identificação do estado da arte atual e apresenta o Projeto das Instalações Elétricas necessário para os sistemas a adotar na instalação de guindaste em pórtico móvel – Rubber Tyred Gantry - RTG-E telecomandado.

Com este trabalho, pretendo contribuir demonstrando opções e recursos necessários para a execução do trabalho de aumento da capacidade produtiva do terminal.

Palavra-chave

Guindaste em Pórtico Móvel, Terminal de contentores, Sistema de Comunicação, Supervisão e Controlo, Instalações Elétricas.

Abstract

The development of maritime transport and the increasing global movement of containers brought to the containers terminal environment the logistical challenges of operational organization.

To overcome this challenge, it is necessary to approach the logistical concept to the containers handling activity.

Evaluation and operational optimization are key aspects in the success of any business. In the various scenarios of complexity in which the companies operate, the reduction of operational costs can materialize in an important competitive advantage, either by reduction of time and / or space.

In this sense, the present work aims to identify the current state of the art and presents the electrical installations project required for systems to be adopted in the Mobile Gantry Crane Installation - Rubber Tyred Gantry - RTG-E Remote.

With this work I intend to contribute demonstrating options and resources necessary for the execution of the work of increase the productive capacity of the terminal.

Keyword

Mobile Gantry Crane, Container Terminal, Communication System, Supervision and Control, Electrical Installations.

Glossário

APDL - Administração do Porto de Leixões.

PR-APDL - Posto de Receção da Administração do Porto de Leixões.

PT - Posto de Transformação.

QGBT - Quadro Geral de Baixa Tensão.

RTG-E - Rubber Tyred Gantry Elétrico -Guindaste móvel sobre rodas de borrachas.

STS - Ship-to-Shore- Grua de Cais de Navio para terra.

Container Handlers – Manipuladores de contentores.

Reach Stakers - Empilhadores de alcance.

TCL - Terminal de Contentores de Leixões.

RTIEBT – Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa tensão.

Índice

1. Introdução	11
1.1 Contextualização do Problema e Motivação	11
1.2 Objetivos	11
1.3 Metodologia	11
1.3.1 Descrição do Projeto	12
1.3.2 Âmbito do Trabalho	13
1.3.3 Breve Descrição – Projeto do Novo Posto de Transformação nº 4	13
2. Situação Existente	16
2.1 Terminal de Contentores Sul do Porto de Leixões	16
2.1.1 Visita ao Local	17
3. Novo Conceito Operacional	21
3.1 Considerações Gerais	21
3.2 Parque de Contentores 3S a 5S	22
3.3 Parque de Contentores 7	24
4. Instalações e Equipamentos Elétricos	25
4.1 Introdução	25
4.2 Âmbito do Projeto	25
4.3 Características Elétricas	26
4.4 Descrição das Intervenções Previstas	26
4.5 Caracterização Técnica	27
4.6 Influências Externas	29
4.7 Balanços das Cargas – Estimativa de Potência	30
4.8 Dimensionamento	33
4.9 Contagem de Energia Elétrica	35
4.10 Rede de terra	35
4.11 Infraestruturas Elétricas - Tubagens e Caixas [1] e [2]	35
4.12 Normas e Regulamentos	35
4.13 Telecomunicações	35
4.13.1 Considerações Gerais	36
4.13.2 Rede de Fibra Ótica	36
4.13.3 Bastidor de Comunicações	37
4.13.4 Dispositivos e Redes de Sistemas Logísticos [3]	38
4.13.5 Rubber Tyred Gantry – RTG-E	40

4.13.6	Princípio de Funcionalidade do RTG-E	44
4.13.7	Arquitetura do Sistema - Automatic Plug-In System (APS)	46
4.13.8	Quadros da Média Tensão	47
4.13.9	Transformador MT/MT (15kV/6kV - 1600 KVA).....	49
4.13.10	Cabos Elétricos Média.....	49
5.	Cálculos e Dimensionamento das Instalações.....	51
5.1	Exemplo de cálculo de condição de aquecimento em regime nominal.....	51
5.2	Exemplo de cálculo de condição de aquecimento em regime de curto-circuito	51
5.3	Exemplo de cálculo condição queda de tensão	51
5.4	Exemplo de cálculo das correntes de curto-circuito	52
5.5	Cálculo da intensidade de curto-circuito nos pontos de tomadas do parque 3S por defeito a nível do PT4.1	56
5.6	Exemplo de cálculo condição de proteção contra sobrecargas	57
5.6.1	Tabelas Resumo de Cálculos	58
6.	Conclusões	60
7.	Referências Bibliográficas	62
8.	Anexos - Peças Desenhadas	63

Lista de Figuras

- Figura 1.1 – Planta de Localização (fonte Google Earth)
- Figura 1.2 – Zonas novas e existentes do Terminal de Contentores Sul (fonte Google Earth)
- Figura 1.3 – Localização da atual subestação e da nova subestação (fonte Google Earth)
- Figura 1.4 – Infraestruturas executadas no âmbito do Projeto do Novo PT4
- Figura 2.1 – Ocupação atual do Terminal de Contentores Sul do Porto de Leixões
- Figura 2.2 – Limite entre a área existente a manter e a área de expansão
- Figura 2.3 – Operação de Equipamentos
- Figura 2.4 – Boggie de RMG existente no parque 2S
- Figura 2.5 – Parque de contentores vazios existente na zona da futura expansão dos Parques 3S e 4S
- Figura 2.6 – Estruturas metálicas de acesso para alimentação elétrica aos contentores frigoríficos “Reefers”.
- Figura 2.7 – Posto de Combustível existente, a desativar e desmantelar (pela APDL)
- Figura 2.8 – Oficina existente de Manutenção de Equipamentos e contentores a desmontar
- Figura 2.9 – Portaria existente a desmontar (pela APDL)
- Figura 2.10 – Área existente na zona do futuro Parque 7
- Figura 3.1 – Parques de Contentores – Arranjo Geral
- Figura 3.2 – Parques de contentores 3S a 6S – Planta
- Figura 3.3 – Corte Parque de Contentores 2S a 6S
- Figura 3.4 – Corte Parque de Contentores 2S, 3S e 4S
- Figura 3.5 – Parque de Contentores 7 – Planta
- Figura 3.6 – Corte Parque de Contentores 7
- Figura 4.1- Layout do Posto de Transformação 4.1
- Figura 4.2- Cortes e Alçados do Posto de Transformação 4.1
- Figura 4.3 - Diagrama da rede MT 15kV, do Porto de Leixões
- Figura 4.4 – Ficha e tomada de energia e dados [5]
- Figura 4.5 – Localização das torres de 15m, 25m e 35m nos parques 1S a 6S e 7
- Figura 4.6 – Sistema de ligação automática do RTG-E [5]
- Figura 4.7 – Exemplo de RTG-E.
- Figura 4.8 – Dimensões tipo de um RTG-E do fabricante KALMAR
- Figura 4.9 - Modelação de um boggie do RTG-E.
- Figura 4.10 – Pontos de tomadas alimentação de energia [5]
- Figura 4.11 – Arquitetura do sistema – Automatic Plug-in System (APS) [5]

Lista de tabelas

Tabela 4.1 - Classificação dos locais quanto as influências externas

Tabela 4.2 - Balanços das cargas PT5A

Tabela 4.3 - Balanços das Cargas PT4.1

Tabela 4.4 - Balancos das cargas do PT9A

Tabela 4.5 - Balanços das cargas do PT4

Tabela 4.6 – Resultados das malhas do estudo luminotécnico (Schröder).

Lista de gráficos

Gráfico 4.1 - Potência ativa em kW e potência reativa indutiva em kVAr verificada no mês de maior consumo de energia em 2018

Gráfico 4.2 - Potência aparente em kVA no mês de maior consumo em 2018

Gráfico 4.3 - Fator de potência no mês de maior consumo em 2018

Gráfico 4.4 - Potência aparente em kVA prevista com expansão do terminal

1. Introdução

1.1 Contextualização do Problema e Motivação

A tecnologia do transporte marítimo e o elevado crescimento da movimentação de contentores no mundo, trouxeram uma dinâmica no ambiente de transporte marítimo e, sobretudo na movimentação dos contentores nos terminais portuários.

Neste cenário, os aparecimentos dos grandes navios especiais de movimentação de contentores obrigaram os terminais portuários a procurar recursos tecnológicos que deem respostas a esta solicitação, tendo como principal objetivo a redução do tempo de execução dos trabalhos, minimizar custos e aumentar o nível de serviço prestado para os clientes.

1.2 Objetivos

Como enquadramento do estudo que se pretende efetuar, começar-se-á por apresentar e caracterizar a atividade portuária, incluindo todas as operações a si associadas. Desta forma, com o Projeto da Expansão do Terminal de Contentores Sul do Porto de Leixões e Instalação de Guindastes em Pórticos Móveis - RTG-E's Telecomandados pretende-se:

1. Contribuir, mostrando opção para racionalização adequada dos recursos necessários, para a execução do trabalho de movimentação dos contentores e conseqüentemente, aumentar a capacidade de produção do terminal.
2. Definir as necessidades energéticas para alimentação dos contentores frigoríficos (Reefer's) e utilização de movimentação de contentores, através dos guindastes sobre pneus (Rubber Tyred Gantry – RTG-E's) telecomandados;
3. Conceber e projetar rede elétrica, rede de comunicação e de Controlo, e definir os equipamentos necessários, para possibilitar a gestão e o comando a partir do Edifício Administrativo;
 - O manuseamento de contentores tende a ser feito de modo totalmente automático para aumentar a eficiência dos transportes;
 - Cada contentor é identificado e acompanhado individualmente desde a chegada ao porto de origem até à saída do porto de destino;
 - A localização de cada contentor é conhecida a cada momento, seja nos portos seja no interior dos navios;
 - E de acordo com o seu posicionamento os guindastes colocam e recolhem os contentores;

Para que estas operações sejam possíveis é necessário um sistema de energia e de controlo, que permita o posicionamento automático dos RTG-E's e que oriente o guindaste até à sua próxima posição, apenas com um operador à distância controlando em modo manual ou automático.

1.3 Metodologia

Este estudo aborda a caracterização do projeto na sua concretização e utilização, com base nos requisitos e normas vigentes.

Em todo o projeto, é considerada a vertente da sustentabilidade, condição que é fundamental e imposta por regulamentos nacionais e internacionais.

São apresentadas soluções, no âmbito da sustentabilidade, alternativa ao que o projeto inicial apresentou. Estas soluções estão implementadas em Terminal de Sines e em vários terminais internacionais.



Figura 1.1 – Planta de Localização (fonte Google Earth)

1.3.1 Descrição do Projeto

A intervenção prevista no Terminal de Contentores de Leixões, considera trabalhos no interior e no exterior da atual área de terminal.

No interior, prevê-se a reformulação do espaço, na área compreendida entre o atual Parque 2S (a manter) e a Via de Cintura Portuária (igualmente a manter). A destacar a construção de três parques destinados ao armazenamento de contentores cheios (3S a 5S) a operar por pórticos de parque do tipo RTG-E, um parque para operação ferroviária (6S) a operar por Reach Stacker, a reformulação e a criação de vias de circulação, o alargamento da plataforma a poente, com respectivo ajuste da retenção marginal existente, a demolição de edifícios existentes e a desativação e desvio de infraestruturas existentes.

No exterior do atual terminal, a intervenção engloba a reformulação da zona da antiga portaria, onde será o parque de contentores vazios (parque 7), a construção do edifício da administração e do edifício e área de manutenção de equipamentos, a criação de lugares estacionamento para veículos ligeiros e uma zona de espera de veículos pesados, a Sul do parque de contentores.



Figura 1.2 – Zonas novas e existentes do Terminal de Contentores Sul (fonte Google Earth)

1.3.2 Âmbito do Trabalho

De acordo com a descrição do objetivo deste trabalho fornecido pela TCL, é sua intenção realizar um conjunto de obras das quais se destaca:

- ✓ Estudo do plano de layout do Terminal e definição de Conceito Operacional;
- ✓ Conceção e Projeto de novos parques de contentores;
- ✓ Projeto de Instalações Elétricas, de acordo com as necessidades dos novos equipamentos, incluindo um aumento na energia elétrica, nova localização para postos de transformação e seccionamentos, novas torres de iluminação e:
 - Sistemas de distribuição elétrica;
 - Fornecimento de energia e novos Postos de Transformação;
 - Iluminação;
 - Rede Terra;
 - Sistema fechado de Vídeo vigilância - CCTV,
 - Rede de Transmissão e Controlo - Cablagem de fibra ótica,
 - Anel elétrico redundante para reformar a distribuição de energia para as gruas STS do Cais existente e pórticos RMG nos Parques 1 e 2 existentes.
 - Projeto das Instalações elétricas de novos edifícios:
 - Edifício de Administração
 - Edifício de Manutenção e Reparação

É importante referir que faz parte deste Estudo apenas o projeto no terminal.

1.3.3 Breve Descrição – Projeto do Novo Posto de Transformação nº 4

Como o objetivo de reformar a rede de distribuição de energia das gruas STS do Cais existente e pórticos RMG nos Parques 1 e 2 existentes, no âmbito da Expansão e Modernização do Terminal Sul, foi desenvolvido um projeto de execução preliminar, designado por “Novo Posto de Transformação nº 4” que, de um modo geral, consistiu na realocação do Posto de Transformação Principal existente, no Terminal de Contentores Sul do porto de Leixões.

O Posto de Transformação Principal de alimentação elétrica do Terminal de Contentores de Leixões (designada por PT4) localizava-se no interior do terminal, na zona de construção dos novos parques de contentores. Por isso, para libertar esta área mantendo o Terminal em funcionamento durante a fase da obra de Expansão do Terminal, a TCL antecipou a empreitada de construção e instalação do novo posto de transformação elétrica, com implantação fora da área de Terminal, em zona junto ao Posto de receção da Administração do Porto de Leixões - PR-APDL, a nascente do viaduto da A28.

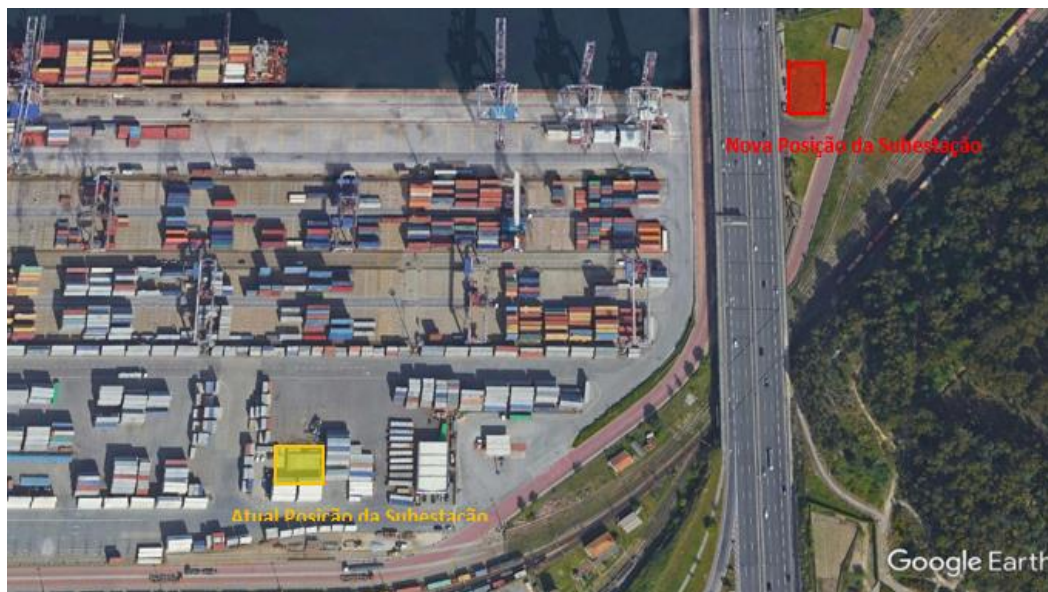


Figura 1.3 – Localização da atual subestação e da nova subestação (fonte Google Earth).

O projeto de execução do “Novo Posto de Transformação nº 4” está fora do âmbito do presente projeto, no entanto, deverá ser devidamente analisado e compatibilizado com o presente estudo, uma vez que a solução final foi concebida e desenvolvida globalmente.

Importa dar conhecimento que no âmbito do projeto do “Novo Posto de transformação nº 4” foram considerados os seguintes trabalhos:

I. Instalações Elétricas:

Instalações Elétricas de Média Tensão:

- Fornecimento e instalação de novas Celas de MT 15kV no PR-APDL;
- Fornecimento e instalação de novas Celas de MT 15kV no Posto de transformação nº4 (Criação do novo anel Sul nº 2);
- Fornecimento e instalação de 2 novos transformadores de Sn=2MVA, 15kV/3kV, 50Hz;
- Reaproveitamento e instalações de 3 transformadores existentes de Sn=2MVA, 15kV/3kV;
- Fornecimento e instalação de novas Celas de MT 3kV no Novo Posto de transformação nº4 (anel Sul nº 2);
- Reaproveitamento e instalação do transformador existente de 160kVA, 15kV/400V, 50Hz para serviços auxiliares do novo PT4;
- Instalação de rede de Alimentação em Média Tensão 3kV para alimentação dos equipamentos existentes no Cais, Parques 1S e 2S;

Instalações Elétricas de Baixa Tensão:

- Fornecimento e instalação do Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT):
 - Tomadas e Alimentações Específicas;
 - Iluminação Normal;
 - Iluminação de Emergência;

- Rede de Terras;
- Instalações de Detecção de Incêndio;
- Sistema de extração Forçada.

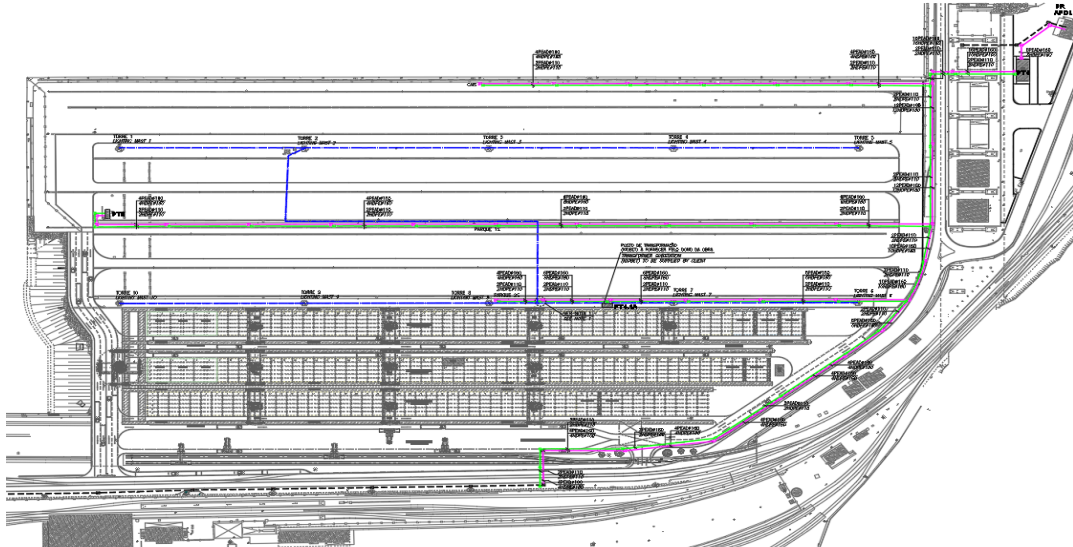


Figura 1.4 – Infraestruturas executadas no âmbito do Projeto do Novo PT4.

2. Situação Existente

2.1 Terminal de Contentores Sul do Porto de Leixões

Atualmente o terminal de contentores sul do Porto de Leixões tem, a norte, uma frente de Cais com uma extensão de cerca de 545 metros, devidamente equipada com quatro gruas de Cais do tipo “Ship-to-Shore” - STS assentes em carril, para movimentação de contentores entre os navios e a plataforma do Terminal. O transporte de contentores entre a frente de Cais e os parques existentes é feito através de Tractor Trailers, que circulam, em geral, no sentido anti-horário em faixas de circulação concebidas para esse efeito.

O TCL é constituído por dois parques, preparados para armazenamento de contentores cheios, designados por parque 1S e parque 2S. Ambos os parques têm desenvolvimento paralelo à frente Cais e cada um é operado por quatro pórticos do tipo RMG, assentes em caminho de rolamento, composto por carril e viga de betão armado. Todos estes equipamentos são alimentados eletricamente por barramentos instalados em galerias técnicas, com um sistema para cada parque.

Cada um dos parques é constituído por 2 blocos de contentores separados, por uma faixa central de circulação, para carregamento/descarregamento dos veículos de transporte de contentores. O parqueamento de contentores vazios é feito com Reach Stacker na zona entre o parque 2S e a via de cintura portuária e na zona da antiga portaria, zonas a verde na Figura 2..

O parque 1S tem capacidade de 13x65 lugares para contentores de 20pes e 13x6 lugares para reefers de 20pes. Em ambos os casos, o empilhamento poderá ir até às cinco alturas, o que corresponde a uma capacidade de 4225 contentores de 20pes e 390 reefers de 20pes.

O parque 2S tem 13x63 lugares para contentores de 20pes e 13x6 lugares para reefers de 20pes. Em ambos os casos, o empilhamento poderá ir até às cinco alturas, o que corresponde a uma capacidade de 4095 contentores de 20pes e 390 reefers de 20pes.



Figura 2.1 – Ocupação atual do Terminal de Contentores Sul do Porto de Leixões.

2.1.1 Visita ao Local

No início dos trabalhos, a equipa técnica da PROMAN deslocou-se ao Terminal de Contentores do Porto de Leixões e realizou uma visita, acompanhada pelos representantes da TCL e pelos Responsáveis da Yilport, onde foi possível esclarecer algumas dúvidas.

Esta visita permitiu perceber mais particularidades acerca dos Terminal existente, tais como, os limites de intervenção da zona de expansão, a operação dos equipamentos existentes, a forma de alimentação dos equipamentos elétricos (STS's e RMG's), origem da instalação, e a rede elétrica em geral.

As figuras 2.2 a 2.10 mostram a situação existente do terminal de contentores sul do porto de Leixões.



Figura 2.2 – Limite entre a área existente a manter e a área de expansão



Figura 2.3 – Operação de Equipamentos

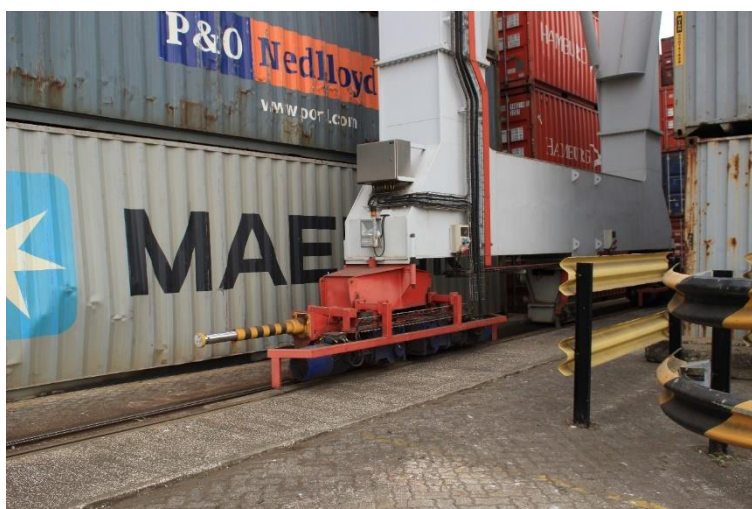


Figura 2.4 – Boggie de RMG existente no parque 2S.



Figura 2.5 – Parque de contentores vazios existente na zona da futura expansão dos Parques 3S e 4S.



Figura 2.6 – Estruturas metálicas de acesso para alimentação elétrica aos contentores frigoríficos "Reefers".



Figura 2.7 – Posto de Combustível existente, a desativar e desmantelar (pela APDL).



Figura 2.8 – Oficina existente de Manutenção de Equipamentos e contentores a desmontar.



Figura 2.9 – Portaria existente a desmontar (pela APDL).

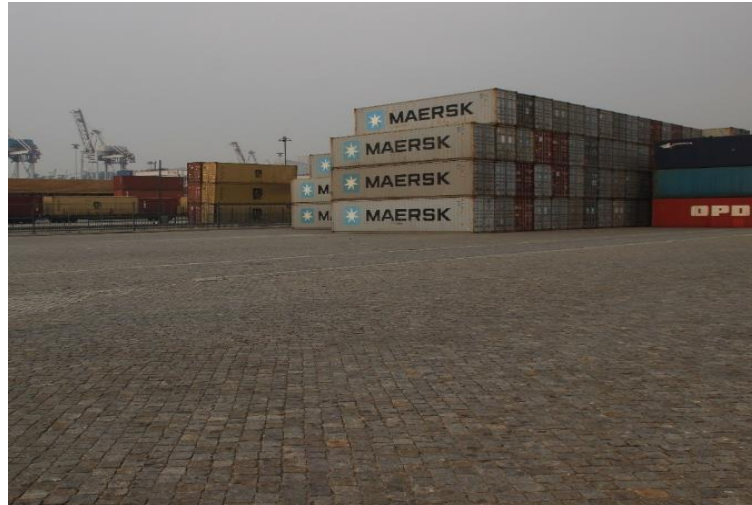


Figura 2.10 – Área existente na zona do futuro Parque 7.

3. Novo Conceito Operacional

3.1 Considerações Gerais

O conceito operacional foi desenvolvido e estudado com base nos dados fornecidos pela TCL e pela APDL, de modo a satisfazer as suas necessidades operacionais.

No âmbito da expansão e modernização do Terminal de Contentores Sul do Porto de Leixões, como referido anteriormente, está prevista a expansão do parque de contentores cheios na área compreendida entre o parque 2S e a via de cintura portuária bem como a reformulação da zona da antiga portaria, onde será o novo parque de contentores vazios (Parque 7).

Todos os parques serão totalmente equipados com infraestruturas hidráulicas e elétricas, tais como, redes de drenagem de águas pluviais e domésticas, redes abastecimento de água e sistema de combate a incêndio, instalações elétricas, telecomunicações e de CCTV [4].

Os parques serão servidos por vias, para circulação de Tractor Trailers e por áreas, para operação de equipamentos, nomeadamente, Guindastes móveis - RTG-E's, Empilhadores de alcance - Reach Stackers e Movimentadores de Contentores - Container Handlers [4].

A planta geral baseada no layout final do projeto é apresentada na Figura 3.1.

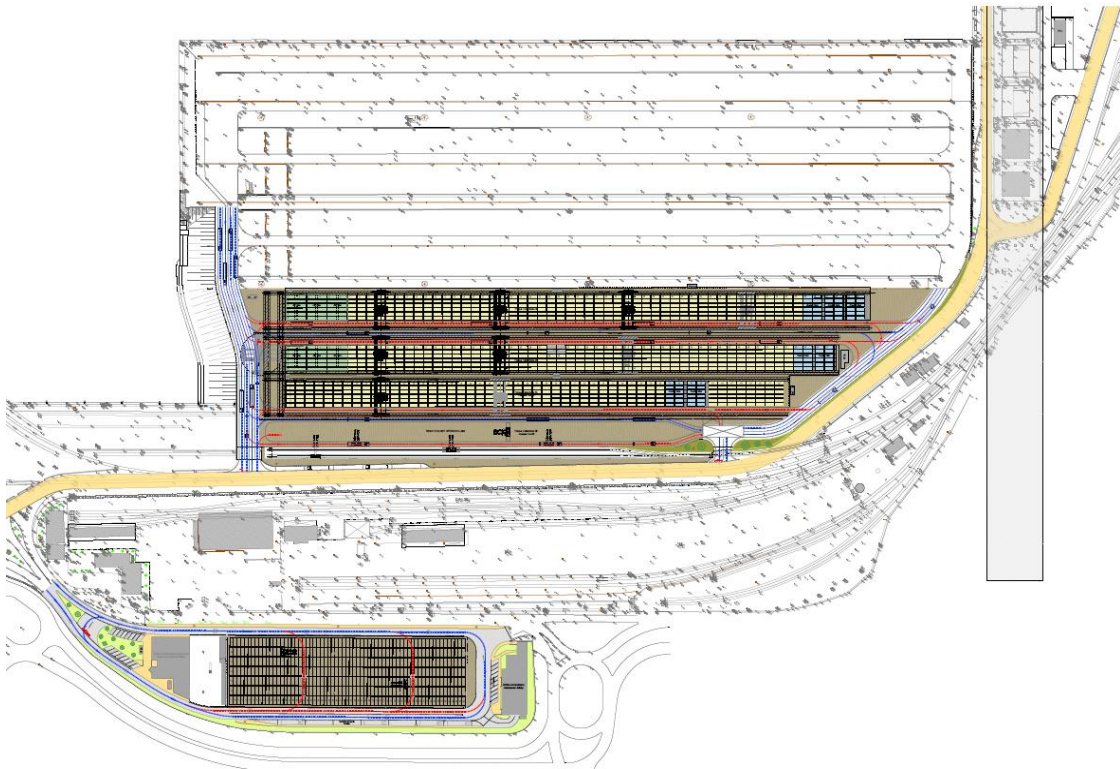


Figura 3.1 – Parques de Contentores – Arranjo Geral

3.2 Parque de Contentores 3S a 5S

Os parques de contentores 3S a 5S são destinados a contentores cheios, que serão operados por RTG-Es, com um vão de 23,70m, entre os eixos dos boggies e que se deslocarão sobre o pavimento devidamente dimensionado para as cargas aplicadas. As faixas de circulação dos RTG-E's terão 2,35m, devidamente sinalizadas com zebração pintado no pavimento. Estes parques terão uma via para operação (no interior do vão do RTG-E) e faixas de circulação entre os parques 3S e 4S e o parques 5S.

A ponte dos parques 3S a 5S está prevista uma zona que permite a transferência de RTG-Es entre cada um dos novos parques.

De acordo com as indicações da TCL, assume-se que o parque 3S será operado por 3 + 1 RTG-E's, o parque 4S será operado por 2 + 1 RTG-E's, o parque 5S será operado por apenas 1 RTG-E.

Os RTG-E's terão alimentação elétrica, através de sistema CABLEREEL (enrolador de cabo). Nos parques 3S a 5S existirão 7 estruturas metálicas para suporte e instalação de infraestruturas elétricas, para alimentação elétrica de Refeers (contentores frigoríficos).

A organização dos parques permitirá o empilhamento de contentores em 6 alturas. Nos parques 3S, 4S e 5S está prevista a colocação de 6 filas de contentores mais uma faixa de carregamento, no interior do vão de cada RTG-E.

No topo ponte da plataforma do terminal e a sul dos parques existentes (1S e 2S), está prevista a ampliação da plataforma através da regularização da retenção marginal existente, o que permitirá o aumento da capacidade dos novos parques de contentores e uma melhor circulação do tráfego no interior do Terminal.

As principais dimensões dos parques são as seguintes:

- Área de Stocagem:
 - o Parque de Contentores 3S: 6 735 m²
 - o Parque de Contentores 4S: 6 375 m²
 - o Parque de Contentores 5S: 5 765 m²

- Lugares para Contentores (20pes):
 - o Parque de Contentores 3S: 288
 - o Parque de Contentores 4S: 278
 - o Parque de Contentores 5S: 288

- Lugares para Contentores (45pes):
 - o Parque de Contentores 3S: 18
 - o Parque de Contentores 4S: 18

- Lugares para Reefers (20pes):
 - o Parque de Contentores 3S: 36
 - o Parque de Contentores 4S: 24
 - o Parque de Contentores 5S: 24

- Faixas para RTG-Es
 - o Parque de Contentores 3S: 2
 - o Parque de Contentores 4S: 2
 - o Parque de Contentores 5S: 2

As figuras 3.2, 3.3 e 3.4 mostram os limites, e cortes dos parques de contentores 3S a 6S e 2S a 4S respetivamente.

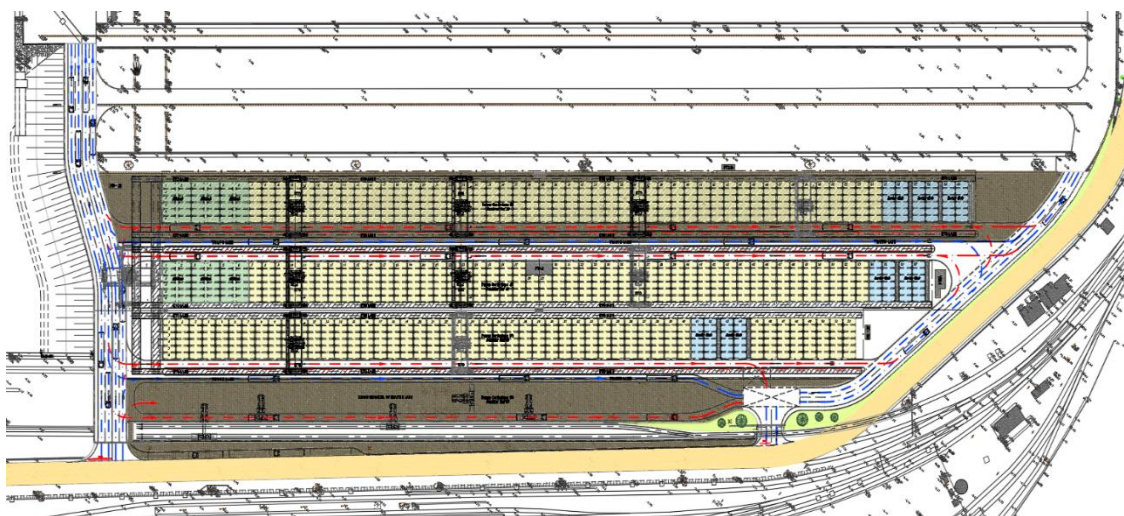


Figura 3.2 – Parques de contentores 3S a 6S – Planta

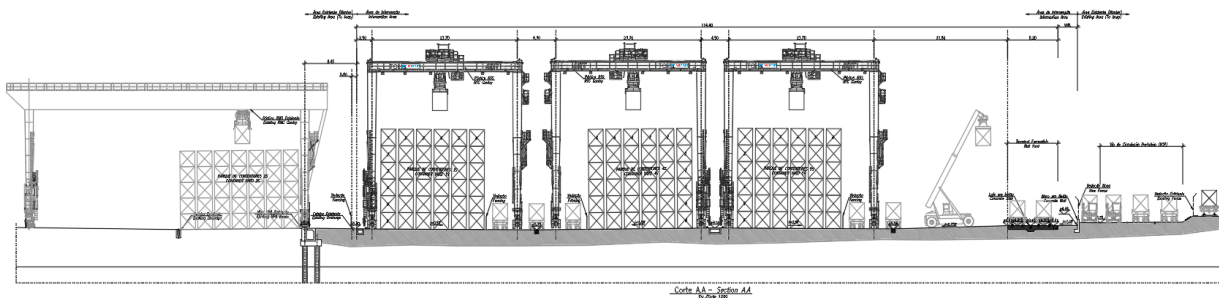


Figura 3.3 – Corte Parque de Contentores 2S a 6S

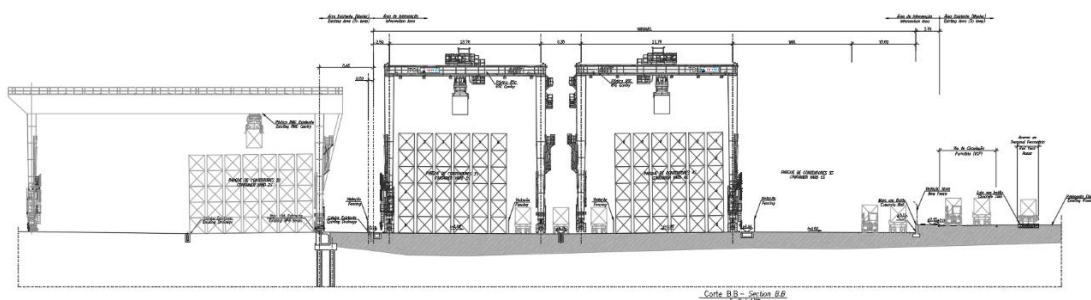


Figura 3.4 – Corte Parque de Contentores 2S, 3S e 4S

3.3 Parque de Contentores 7

O parque de contentores 7 destina-se a contentores vazios e será operado por Container Handlers e Reach Stakers. Este parque terá uma via de operação (do lado sul) e uma faixa de circulação em redor do parque. Todo o tráfego circula em redor do parque no sentido anti-horário.

A organização deste parque permitirá o empilhamento de contentores em 5 alturas. Está prevista a colocação de 65 filas de 7 contentores de 20pes.

Na envolvente do parque 7 serão também construídos dois edifícios, o edifício da Administração e o Edifício de Manutenção. Para além destes edifícios existirá o PT9A que alimentará os edifícios e a iluminação exterior.

As principais dimensões dos parques são as seguintes:

- Área de Stocagem: 8 090 m²
- Lugares para Contentores (20pes): 465
- Os contentores poderão ser armazenados em 5 níveis;

As figuras a 3.5 e 3.6 representam os limites e corte do parque de contentores 7.

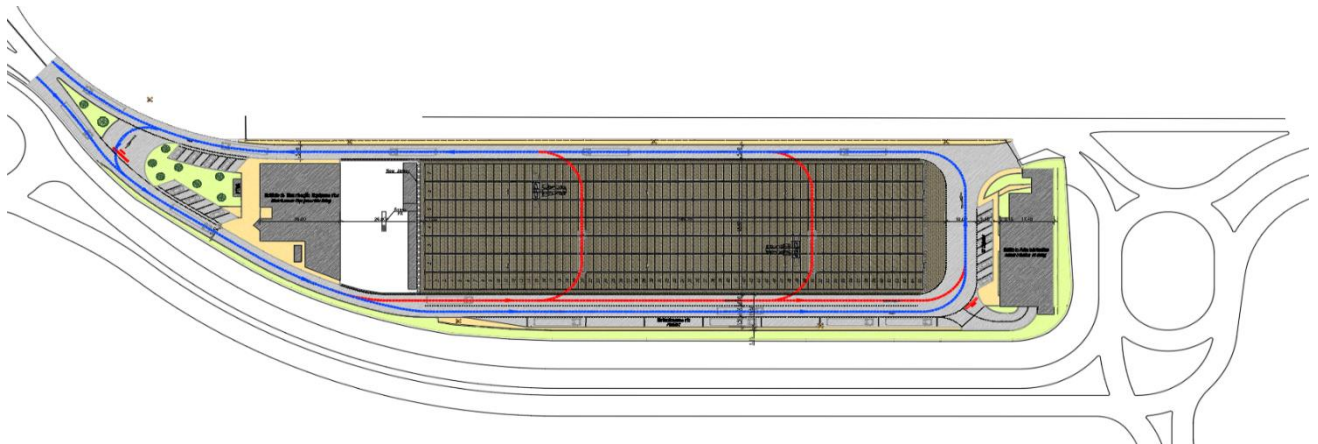


Figura 3.5 – Parque de Contentores 7 – Planta

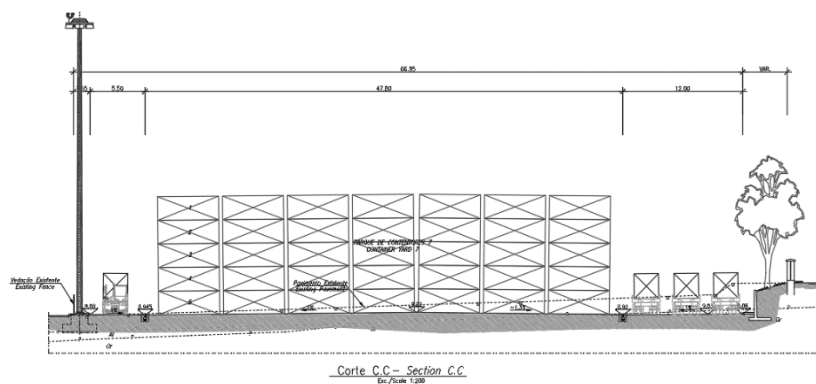


Figura 3.6 – Corte Parque de Contentores 7

4. Instalações e Equipamentos Elétricos

4.1 Introdução

Neste capítulo define-se as necessidades energéticas da zona da expansão com base nas descrições do capítulo anterior “Novo conceito operacional”.

O presente estudo refere-se às instalações e equipamentos elétricos de média e baixa tensão, resultante do estudo de Reformulação, modernização e Expansão do Terminal de Contentores Sul da APDL, S.A. inserido no Porto de Leixões.

No âmbito do estudo incluem-se ainda as Instalações Elétricas de Média e Baixa Tensão dos novos Postos de Transformação nº 5A, nº 4.1, nº 9A e realocização do PT nº 4.1A, todos alimentados a 15kV, 50Hz.

4.2 Âmbito do Projeto

Serão considerados no âmbito do projeto das Instalações Elétricas as seguintes instalações e equipamentos:

Instalações Elétricas de Média e Baixa Tensão:

- Novo Posto de transformação nº 5 A – terá como objetivo a alimentação dos armários para os Reefer’s;
- Novo Posto de transformação nº 4.1 – terá como objetivo assegurar as alimentações das tomadas dos RTG-E’s nos parques 3S, 4S e 5S;
- Novo Posto de transformação nº 9 A, terá como objetivo assegurar a alimentação dos edifícios da administração e da manutenção (Parque 7);
- Serão reaproveitamento dos equipamentos existentes no PT4 a desmantelar, para conceção do PT4.1 A, com o objetivo de assegurar alimentação de todas as cargas em baixa tensão existente no PT4, e mais cinco novas torres de iluminação exterior e quatro mastros de antenas de comunicação/ transmissão de dados;
- Conceção das infraestruturas de média, baixa tensão e de telecomunicações (caixas de visita/passagem e tubagem);
- Torres de iluminação exteriores;

Instalações Elétricas de Baixa Tensão nos Postos de Transformações:

- Quadros Gerais de Baixa Tensão (QGBT):
 - Tomadas e Alimentações Específicas;
 - Quadro de serviços auxiliares de comando dos equipamentos;
 - Iluminação Normal;
 - Iluminação de Emergência;
 - Rede de Terras;
 - Instalações de Sistema de Detecção de Incêndio;
 - Sistema de ventilação Forçada.

4.3 Caraterísticas Elétricas

As instalações e equipamentos de MT (15kV) devem estar preparados para serem inseridas numa rede elétrica com as seguintes características:

- Número de fases: 3
- Tensão nominal: 15kV ($\pm 5\%$)
- Frequência: 50 Hz ($\pm 1\%$)
- Esquema de Ligações à Terra TN

As instalações e equipamentos de MT(6kV) devem estar preparados para serem inseridas numa rede elétrica com as seguintes características:

- Número de fases: 3
- Tensão nominal: 6/10kV ($\pm 5\%$)
- Frequência: 50 Hz ($\pm 1\%$)
- Esquema de Ligações à Terra TN

As instalações e equipamentos de BT (400V-230V) devem estar preparados para serem inseridas numa rede elétrica com as seguintes características:

- Número de fases: 1 ou 3
- Tensão nominal: 230/400V ($\pm 5\%$)
- Frequência: 50 Hz ($\pm 1\%$)
- Esquema de Ligações à Terra TN-S

4.4 Descrição das Intervenções Previstas

A remodelação e expansão em análise abrangerá assim um conjunto de intervenções nas instalações existentes e a implementação de novas infraestruturas exteriores e novos edifícios.

Neste contexto, descrevem-se a seguir as várias intervenções previstas, que correspondem também ao modo como se decidiu estruturar o presente projeto.

Atualmente as instalações existentes caracterizam-se por quatro anéis de média tensão com origem no posto de receção do distribuidor público EDP (PR - APDL):

- O anel Sul nº 1 alimenta os postos de transformação PT6, PT6A, PT7, PT9, PT2, PT3 e PT1. O PT6A é alimentado em ponta pelo PT1.
- O anel Sul nº 2 alimenta os postos de transformação PT4 e PT5. O PT5 é alimentado em ponta pelo PT4
- O anel Norte alimenta os postos de transformação PT11, PT12, PT14, PT15, PT16, PT17, PT18, PT19, PT20 e o PT TCL. O PT17 é alimentado em ponta pelo PT TCL, o PT19 é alimentado em ponta pelo PT17 e o PT16 é alimentado em ponta pelo PT19.
- O anel da portaria é constituído pelos PT21 e PT22. O PT10 é alimentado em ponta pelo PR - APDL.

Existem presentemente em funcionamento 4 pórticos de Cais e 8 pórticos de Parque, 4 no Parque 1S e 4 no Parque 2S, todos eles alimentados pelo PT4.

Nota: Fizeram parte da 1ª Fase de intervenção a reformulação do PR-APDL, a distribuição dos anéis de média tensão, e a instalação do novo Posto de transformação nº 4, para que na 2ª fase sejam desativados os edifícios do PT4 (existente) e da Manutenção localizadas nas áreas dos parques 3S, 4S e 5S (Zona da expansão).

4.5 Caraterização Técnica

As intervenções em estudo (pertencente à 2ª fase) são:

I. Instalação do novo PT5A

O novo PT 5A, será alimentada em média tensão pelo PT nº 4; e a partir do PT5A será criada uma saída de 15kV para alimentação do Posto de Transformação nº 4.1.

Este novo PT 5A será um edifício técnico pré-fabricado, tipo KIOBET, equipado com um transformador de 1250kVA, 15 kV / 400-230 V, 50Hz, equipado com baterias de compensação de fator de potência direta equivalente ao existente no PT 5 existente.

Antes da desativação do PT4 existente, deverá ser garantida a continuidade de serviço a todas as cargas que estão a ser alimentadas por este PT4 atualmente, incluindo sistemas de vídeo vigilância CCTV e de telecomunicações.

Neste contexto, foi considerado a criação do PT4.1A, com objetivo de assegurar a alimentação de todas as cargas de BT existentes no PT4 (a desmantelar).

O PT5 atualmente é alimentado através do PT4 barramentos de 15kV. A reformulação prevista neste PT5 consiste em adicionar mais uma cela disjuntor DMC-1 de entrada que irá receber o cabo da MT proveniente do PT4.1, de forma a fechar o anel Sul nº 2 constituído por PT4, PT5A, PT4.1, PT5 e volta para o PT4.

II. Instalação do Novo PT4.1

Como referido anteriormente o PT4.1 destina-se a alimentar os pontos de tomadas de energia dos RTG-E's nos parques, a partir destes pontos de tomadas serão ligados os RTG-E's.

Na definição da localização dos vários pontos de tomadas de energia nos parques foram tidas em conta os melhores cenários possíveis nas operações dos RTG-e's.

O PT4.1 será um edifício novo a construir para alojar os equipamentos (celas de entrada, saída, celas de proteção dos 2 transformadores de 1600kVA, 15kV/6kV, e celas de 6kV (como representado na figura 4.1) com saídas por cabos para cada ponto de tomada do RTG-E nos parques 3S, 4S e 5S.

A partir do PT4.1 celas de MT 6,6kV, serão disponibilizadas as alimentações em média tensão aos sistemas que irão alimentar os RTG-E's dos parques 3S (3+1 tomadas), 4S (2+1 tomadas) e 5S (1+1 tomadas).

A alimentação dos circuitos em baixa tensão (iluminação, tomadas e serviços auxiliares) do edifício do PT4.1, será garantida pelo QGBT (400-230V, 50Hz) do PT4.1 A na proximidade.

As figuras 4.1 e 4.2 mostra a planta, cortes e alçados do PT4.1.

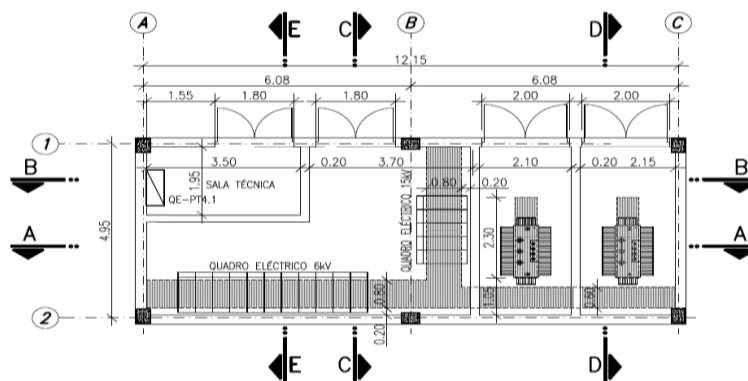


Figura 4.1 - Layout do Posto de Transformação 4.1

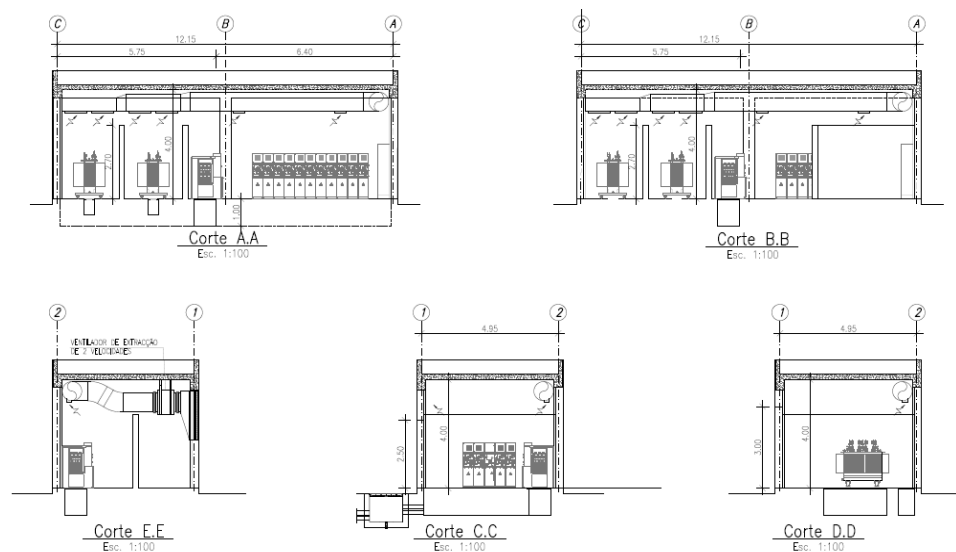


Figura 4.2 - Cortes e Alçados do Posto de Transformação 4.1

III. Instalação do Novo PT 9A

O novo Posto de Transformação 9A será inserido no anel Sul nº 1, no troço entre o PT2 e o PT9, e terá como objetivo assegurar a alimentação dos edifícios da Manutenção, Administrativo e as torres de iluminação exteriores do parque 7.

O PT9A será um edifício técnico pré-fabricado, tipo KIOBET, equipado com um transformador de 400kVA, 15kV/400-230V, 50Hz com baterias de compensação de fator de potência direta.

Para inserir o PT 9A no anel Sul nº1, nos PT 9 e PT 2 existentes, serão desligados e removido o cabo da média tensão existente no troço PT2 ao PT9 e será passado e ligado o novo cabo proveniente do novo PT9A, de forma a ter o anel Sul nº 1 constituído por PT6, PT6A, PT7, PT9, PT9A, PT2, PT3 e PT1. O PT6A é alimentado em ponta pelo PT1.

A figura 4.3 apresenta o diagramada da rede da Média Tensão 15kV do Porto de Leixões.

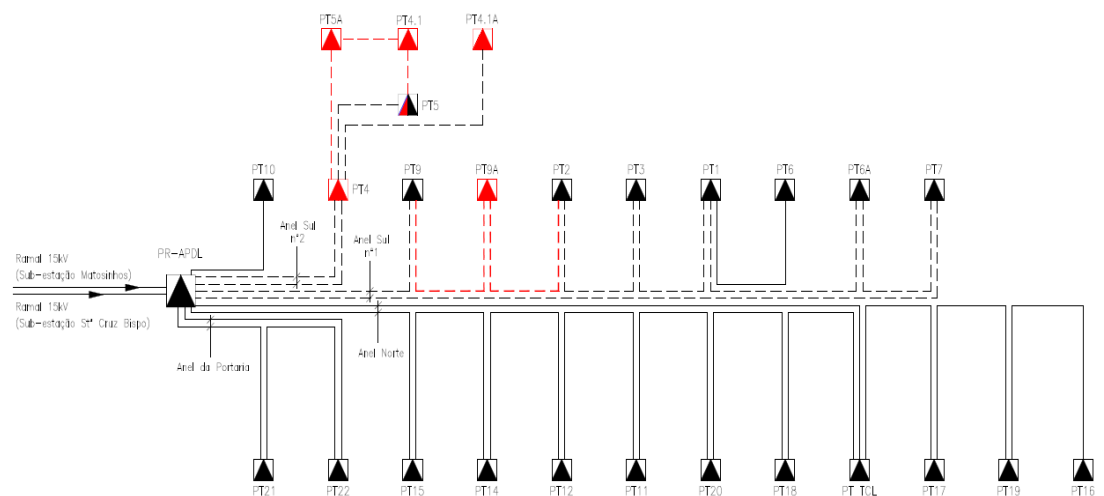


Figura 4.3 - Diagrama da rede MT 15kV, do Porto de Leixões

IV. Infraestruturas Exteriores para Fibra Ótica

A reformulação e a expansão em análise irão obrigar a realocar parte das infraestruturas enterradas no exterior e a considerar novas infraestruturas para fazer face às novas necessidades das redes de fibra ótica.

Serão consideradas novas infraestruturas enterradas em vala genericamente constituídas por tubos corrugado de dupla parede de diâmetro 110 mm com caixas de visita de 60 m em 60 m.

V. Rede de Terras e Equipotencialização

Na execução da rede de terras serão estabelecidos os elétrodos de terra, necessários às novas instalações para efeitos de Proteção das pessoas, disponibilização das terras das alimentações/ Serviço e equipotencialidade dos elementos metálicos associados.

Os elétrodos de terra dos novos postos de transformação serão obtidos pela implementação de piquet's em grafite de modo a se obter uma resistência de terra menor ou igual a 1 Ohm.

Todos os piquet's de terra serão instalados em poços artesianos com profundidade de 8 metros.

Adicionalmente, junto a cada um dos PT4, PT4.1 A, PT4.1, PT5A e PT9A serão previstas caixas para permitir a instalação dos piquet's de teste para medição da resistência de terra.

Em todos os quadros de Baixa Tensão serão instalados descarregadores de sobretensões.

4.6 Influências Externas

A tabela 4.1 pretende caracterizar, ao nível das influências externas, as diversas tipologias de áreas que constituem o edifício. As respetivas instalações obedecerão aos índices mínimos IP e IK indicados.

Local	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AJ	AK	AL	AM	AN	AP	AQ	AR	AS	BA	BB	BC	BD	BE	CA	CB	IP		IK	
	PT Privativo	4	4	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	2	1	2	1	1	5	4	0
Sala de Quadros Elétricos	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	2	1	1	1	1	4	0	0	7
Exterior Coberto	7	7	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	4	4	0	7
Exterior Exposto	8	8	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	5	4	0	8

Tabela 4.1 - Classificação dos locais quanto as influências externas

4.7 Balanços das Cargas – Estimativa de Potência

Para definir as necessidades energéticas para alimentação dos contentores frigoríficos (Reefer's) [1] e [2] e utilização de movimentação de contentores, através dos RTG-E's, foram previstas estimativas de potências necessárias para as instalações que se encontram resumidas nas tabelas 4.2 a 4.5.

POSTO DE TRANSFORMAÇÃO Nº 5 A – Reefer's							
Origem	Equipamento	Qt.	Pot. Nominal Unitário [kVA]	Pot. Nominal Total [kVA]	FU	FS	Pot. Total [kVA]
QGBT PT nº 5A	Armário Tipo 1- 250A	16	120,00	1920	0,60	0,50	576,00
	Armário Tipo 2- 160A	15	90,00	1350	0,60	0,50	405,00
	Armário Tipo 3- 100A	8	60,00	480	0,60	0,50	144,00
	Quadro Instalação Sanitária	1	1,73	1,73	0,50	0,50	0,43
	Quadro Serviços Auxiliares	1	10,00	10	1,00	1,00	10,00
	Iluminação Normal PT	4	0,45	1,792	1,00	0,50	0,90
	Iluminação Emergência PT	4	0,20	0,8	1,00	0,50	0,40
	Iluminação Estruturas Metálicas	10	0,72	7,2	0,50	0,50	1,80
	Painéis de Comunicações	1	4,00	4	1,00	1,00	4,00
	Tomadas	4	5,80	23,2	0,50	0,50	5,80
Total Prevista							1148,33
						Potência Instalada Total [kVA]	1250,00

Tabela 4.2 - Balanços das cargas PT5A

POSTO DE TRANSFORMAÇÃO Nº 4.1 – RTG-E's							
Origem/Destino	Equipamento	Qt.	Pot. Nominal Unitário [kVA]	Pot. Nominal Total [kVA]	FU	FS	Pot. Total [kVA]
PT 4.1/ Parque 3S_1	RTG-E	3	650,00	1950,00	1,00	0,80	1560,00
PT 4.1/ Parque 3S_2							
PT 4.1/ Parque 3S_3							
PT 4.1/ Parque 3S_4	Tomada Reserva Equipada	1					
PT 4.1/ Parque 4S_1	RTG-E	2	650,00	1300,00	1,00	0,80	1040,00
PT 4.1/ Parque 4S_2							
PT 4.1/ Parque 4S_3	Tomada Reserva Equipada	1					
PT 4.1/ Parque 5S_1	RTG-E	1	650,00	650,00	1,00	0,80	520,00
PT 4.1/ Parque 5S_2	Tomada Reserva Equipada	1					
Total Prevista							3120,00
						Potência Instalada Total [kVA]	3200,00

Tabela 4.3 - Balanços das Cargas PT4.1

POSTO DE TRANSFORMAÇÃO Nº 9 A – Edifícios e iluminação exteriores							
Origem	Equipamento	Qt.	Pot. Nominal Unitário [kVA]	Pot. Nominal Total [kVA]	FU	FS	Pot. Total [kVA]
QGBT PT nº 9A	Edifício de Administrativo	1	160,00	160	1,00	0,80	128,00
	Edifício de Manutenção	1	160,00	160	1,00	1,00	160,00
	Iluminação Exterior	1	34,00	34	1,00	1,00	34,00
	Quadro Serviços Auxiliares	1	10,00	10	1,00	1,00	10,00
	Iluminação Normal PT	4	0,45	1,792	1,00	1,00	1,79
	Iluminação Emergência PT	4	0,20	0,8	1,00	0,50	0,40
	Painéis de Comunicações	1	4,00	4	1,00	1,00	4,00
	Tomadas	4	5,80	23,2	0,50	0,50	5,80
Total							343,99
				Potência Instalada Total [kVA]		400,00	

Tabela 4.4 - Balancos das cargas do PT9A

Relativamente ao PT 4.1 A, como referido anteriormente serão transportadas todas as cargas em Baixa tensão existente no atual PT4, a dismantelar, para serem instaladas no PT4.1 A, e ainda serão reaproveitados todos os materiais, equipamentos existentes no PT4 a dismantelar para serem reutilizados no PT4.1 A.

Para além das cargas existentes, serão ainda adicionados no QGBT do PT4.1 A, os novos circuitos das torres de iluminação exterior 11, 12 e 13 e também um novo circuito para o Quadro da entrada do PT4.1.

POSTO DE TRANSFORMAÇÃO Nº 4							
Origem	Equipamento	Qt.	Pot. Nominal Unitário [kVA]	Pot. Nominal Total [kVA]	FU	FS	Pot. Total [kVA]
Quadro de MT 15kV	Q. Serv. Auxiliares	1,00	160,00	160,00	0,60	0,80	76,80
Quadro de Média Tensão 3kV do PT4	Cais - STS	1,00	1004,71	1004,71	1,00	0,85	854,00
	Cais - STS	1,00	2000,00	2000,00	1,00	0,85	1700,00
	Cais - STS	2,00	1658,82	3317,65	1,00	0,85	2820,00
	Parque 1S - RMG	2,00	605,88	1211,76	0,50	1	605,88
	Parque 1S - RMG	2,00	730,00	1460,00	0,50	1	730,00
	Parque 2S - RMG	4,00	790,00	3160,00	0,50	1	1580,00
Total							8366,68

Tabela 4.5 - Balancos das cargas do PT4

De acordo com os resultados da análise dos consumos de energia elétrica do Porto de Leixões efetuados pela Entidade Distribuidora de energia elétrica, verifica-se que a potência aparente máxima de pico consumida no ano 2018, foi de 3,13 MVA no mês de Janeiro. Sendo este o valor a ter como referência para o cálculo da potência total do Porto de Leixões, visto que a potência total instalada atualmente são de duas entradas de 5 MVA, que nunca funcionam em paralelo, de acordo com a informação da APDL.

Os gráficos 4.1, 4.2, e 4.3 apresentam os consumos do mês de janeiro de 2018 do Porto de Leixões com 2 977 amostras registadas nos intervalos de quinze em quinze minutos.

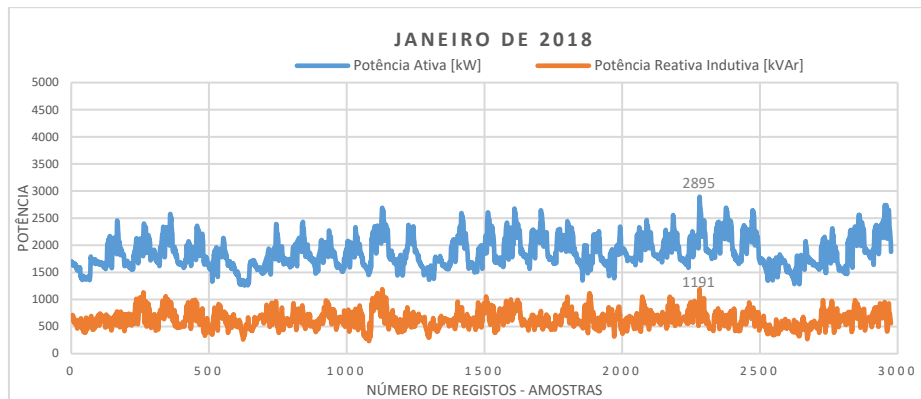


Gráfico 4.1 – Potência ativa em kW e potência reativa indutiva em kVAr verificada no mês de maior consumo de energia em 2018

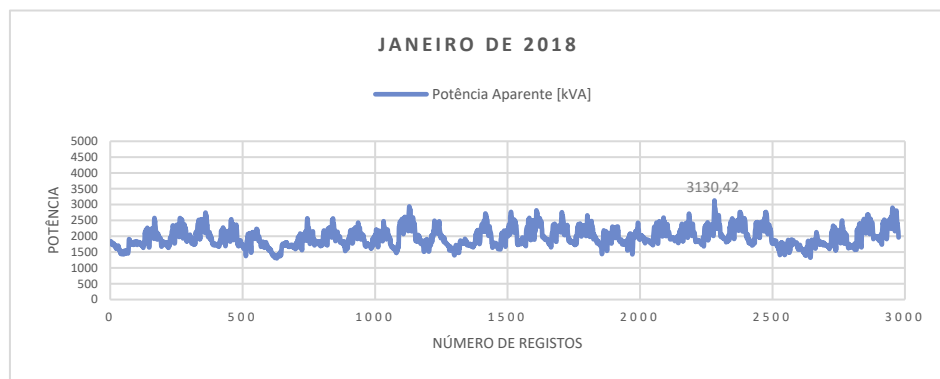


Gráfico 4.2 – Potência aparente em kVA no mês de maior consumo em 2018

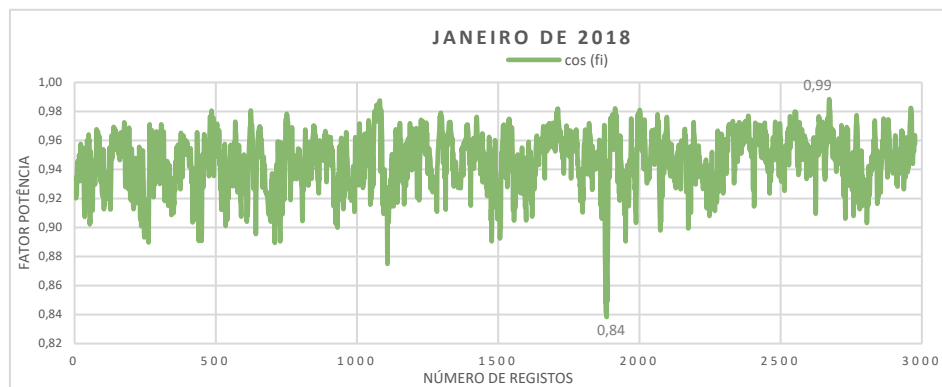


Gráfico 4.3 – Fator de potência no mês de maior consumo em 2018

O gráfico 4.4 apresenta curva da potência aparente total prevista resultante da expansão para o terminal.

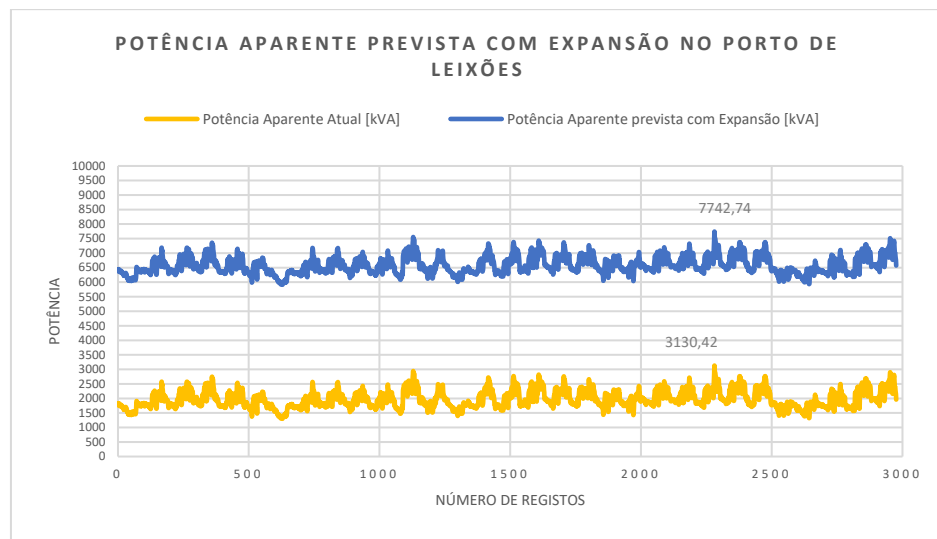


Gráfico 4.4 – Potência aparente em kVA prevista com expansão do terminal

Considerando os consumos acima apresentado, e tendo em conta o balanço de carga prevista para o projeto de expansão do terminal de contentores Sul do porto de Leixões, constata-se claramente que qualquer um dos ramais existentes passam a ser insuficientes. Pelo que será necessário estudar alternativa que permita alimentar este novo valor de potência.

4.8 Dimensionamento

Apresentam-se seguidamente as fórmulas aplicada no dimensionamento das instalações afetas a cada intervenção.

Cabo de Média Tensão:

a) Condição de aquecimento em regime nominal

$$I_B < I_z ; \quad I_B = \frac{S_n}{\sqrt{3} U_n} [A]$$

em que:

I_B – Intensidade de serviço em média tensão;

I_z – Intensidade máxima admissível do cabo;

U_n – Tensão nominal;

S_n – Potência nominal;

Canalização composta por x condutores com determinado modo de disposição.

b) Condição de aquecimento em regime de curto-circuito

Seção Nominal do Cabo > Seção min. de curto-circuito

$$S_{\min.cc} = \frac{\sqrt{t} I_{cc}}{K}$$

em que:

t - Tempo de disparo da proteção a montante;

K - Coeficiente para cabos de alumínio com isolante PEX;

c) Condição queda de tensão

$$\Delta U = \sqrt{3} I_B l \left(\frac{\rho}{S} \cos\varphi + X \operatorname{sen}\varphi \right) \text{ em Volt}$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} I_B l \left(\frac{\rho}{S} \cos\varphi + X \operatorname{sen}\varphi \right)}{U_C} \times 100 \text{ em \%}$$

d) Condição de curto-circuito

Para os cálculos das correntes de curto-circuito foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$I_{CC} = \frac{U}{\sqrt{3} Z_{CC}} ; \quad Z_{CC} = \sqrt{\left(\sum R_i\right)^2 + \left(\sum X_i\right)^2} ; \quad R = \rho \frac{l}{S}$$

em que:

- I_{CC} - Corrente de Curto-Circuito (A);
- U - Tensão composta (V);
- Z_{CC} - Impedância de Curto-Circuito (Ω);
- R_i - Resistência da Canalização (Troço i) (Ω);
- X_i - Reactância do Cabo (Troço i) (Ω);
- ρ - Resistividade da alma condutora ($\Omega \text{ m}$);
- l - Comprimento da canalização (m);

Os valores ρ a considerar serão:

$$\text{Alma de cobre:} \quad \rho = 2,25 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$$

$$\text{Alma de alumínio:} \quad \rho = 3,6 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$$

e) Condição de Proteção contra sobrecargas

Todas as proteções dos circuitos estão dimensionadas quanto à proteção contra sobrecargas das canalizações, uma vez que cumprem as seguintes condições:

$$I_B \leq I_n \leq I_z \quad \text{e} \quad I_2 \leq 1,45 I_z$$

Em que:

- I_S - Intensidade de serviço no circuito em (A);
- I_n - Intensidade Nominal do aparelho de Proteção em (A);
- I_z - Intensidade máxima admissível pela canalização em (A);
- I_2 - Intensidade de corrente de funcionamento das proteções (A);
- $1,45 I_z$ - Sobrecarga admissível para a canalização (45%)

4.9 Contagem de Energia Elétrica

A contagem de energia elétrica, para efeito de faturação atualmente, é feita a partir do Posto de Receção da Administração do Porto de Leixões – PR-APDL.

Tendo em conta o aumento da potência necessária devido a expansão do terminal, dependendo da entidade Distribuidora de Energia elétrica o sistema de contagem existente poderá sofrer alterações na sua localização.

Serão previstos contadores de energia/analizador de rede no QGBT, e nos circuitos de iluminação exterior para efeitos de gestão de energia do Dono de Obra. Os contadores terão a possibilidade de ligação por TCP/IP à rede de dados interna do TCL.

4.10 Rede de terra

Nos Postos de Transformação (PTs), estão previstas uma Rede de Terras enterrada no pavimento com ligações à estrutura de aço com ligações aluminotérmicas, seguindo o mesmo conceito das instalações existentes em termos do tipo de sistema (TN) e também das dimensões, tipo e especificações dos cabos.

Todas as instalações de terra serão interligadas, formando uma única instalação com resistência máxima de 1Ω . Do lado da baixa tensão o sistema de terra será do tipo TN.

O elétrodo de terra deverá ser executado de forma a obter-se uma resistência de terra inferior a 1Ω . Se este valor for ultrapassado, deverão ser instalados elétrodos adicionais, distanciados entre si 3,0m.

4.11 Infraestruturas Elétricas - Tubagens e Caixas [1] e [2]

Os cabos de alimentação aos equipamentos e quadros serão enfiados em tubos instalados em valas.

Os tubos serão instalados de maneira a constituírem uma rede contínua de caixa a caixa, na qual os condutores possam em qualquer altura sem grande esforço e sem necessidade de guias, serem enfiados e desenfiados, sem prejuízo para o respetivo isolamento.

4.12 Normas e Regulamentos

As Normas e Regulamentos usadas no projeto são as seguintes:

- Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e Seccionamento;
- Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT);
- Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Elétrica;
- Normas da direção Geral dos Combustíveis e Direção Geral da Qualidade do Ambiente.
- Norma Europeia sobre Iluminação Pública EN 13201 e EN 12464-1.

4.13 Telecomunicações

O desafio atual para os operadores de terminais de contentores é transmitir informações ao lado da eletricidade.

Portanto, a questão é ajudar os portos a implementarem um sistema que não apenas pode ser integrado aos sistemas operacional de terminal da forma como está, mas também pode ser uma plataforma para o desenvolvimento de RTG-E's operados remotamente, semi ou totalmente automatizados [3];

O controlo de posição, já sendo uma função dos sistemas de operacional de terminal, para esse fim, as portas estão observando para uma alta taxa de transferência de dados, em torno de 100 Mbps, que pode enviar imagens reais em tempo real para a sala de controlo, o que poderá permitir que o RTG-E fosse, eventualmente, conduzido remotamente [3].

4.13.1 Considerações Gerais

O presente capítulo refere-se ao estudo das infraestruturas de telecomunicações para a nova rede de fibra ótica e redes de telecomunicações existentes no parque que irá ser ocupada pela expansão do terminal de contentores.

Na elaboração deste projeto foram considerados todos os regulamentos de segurança em vigor, atendendo a critérios de economia de exploração, manutenção e comodidades que as instalações devem satisfazer.

O estudo das infraestruturas de telecomunicações e transmissão de dados, referem-se às seguintes instalações:

- Fibra ótica;
- Bastidor de comunicações,
- Serviços existentes afetados;

Na implementação deste estudo foram considerados os seguintes aspetos:

- A segurança de pessoas e bens;
- A utilização de critérios que contemplem o mais recente estado da arte;
- Ser tecnicamente e economicamente avançado;
- Garantir o sigilo nas comunicações;
- Defender o interesse público.

Os elementos apresentados não são limitativos, competindo ao dono de obra executar as instalações de modo a que estas possam ser utilizadas nas condições de segurança e eficiência pretendidas, e respeitem as normas e os regulamentos em vigor.

4.13.2 Rede de Fibra Ótica

A Comunicação através de fibras óticas é um pré-requisito importante para supervisão remota e automática dos RTG-E's.

A figura apresenta a ficha de ligação de energia elétrica e dados com possibilidade de expansão de 4 ou 8 canais integrado no ponto de tomada de energia no Parque.

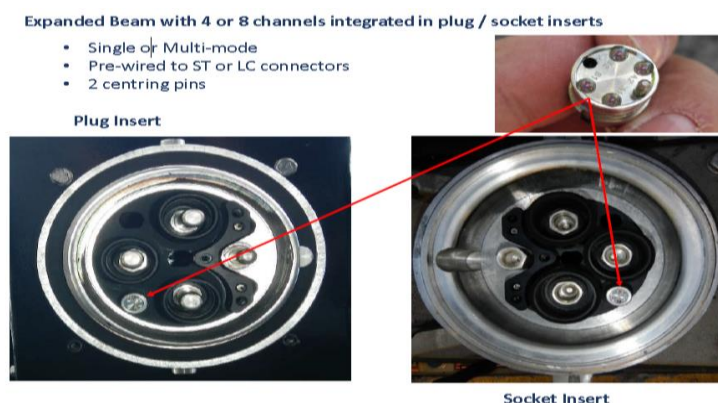


Figura 4.4 – Ficha e tomada de energia e dados [5]

Fase 1:

A rede de fibra ótica a implementar na fase 1 tem início na fusão a realizar com a rede existente, de acordo com as peças desenhadas.

A rede projetada será em vala genericamente constituídas por 2 tubos verdes corrugado de dupla parede de diâmetro 110 mm com caixas de visita de 60 m em 60 m máximo [1] [2].

A distribuição de fibra ótica deverá satisfazer as seguintes necessidades:

- 1 cabo de 4 fibras para cada coluna de iluminação/câmara de CCTV/antena Wi-Fi, a partir do bastidor do PT4.1 A
- 1 cabo de 12 fibras para o PT4.1A, a partir do edifício da portaria APDL.
- 1 cabo de 12 fibras para o PT4.1A, a partir do PT2.

Fase 2:

A rede de fibra ótica a implementar, terá início na fusão a realizar com a rede existente, de acordo com as peças desenhadas.

A rede projetada será em vala genericamente constituídas por 2 tubos verdes corrugado de dupla parede de diâmetro 110 mm com caixas de visita de 60 m em 60 m máximo.

A distribuição de fibra ótica deverá satisfazer as seguintes necessidades:

- 1 cabo de 4 fibras para cada coluna de iluminação, a partir do bastidor do edifício administrativo e operações;
- 1 cabo de 4 fibras para cada coluna de iluminação/ Camara de CCTV/ antena Wi-fi, a partir do bastidor do PT4.1A;
- 1 cabo de 12 fibras para cada ponto de tomada de energia e dados dos RTG-E's, a partir do PT4.1 A;
- 1 cabo de 12 fibras para o "Cais", a partir do PT4.1 A;
- 1 cabo de 4 fibras para cada Posto de Transformação, a partir do PT4.1 A;
- 1 cabo de 4 fibras para cada Posto de Transformação, a partir do bastidor do edifício administrativo e operações;
- 1 cabo de 12 fibras para o edifício de manutenção e reparação, a partir do edifício administrativo e operações;
- 1 cabo de 12 fibras para o PT4.1A, a partir do edifício administrativo e operações;

4.13.3 Bastidor de Comunicações

Fase 1:

Será instalado no PT4.1A um bastidor de comunicações.

Bastidor de Comunicações será dimensionado para os pontos terminais previstos nas peças desenhadas.

Fase 2:

Será instalado em cada Posto de Transformação um bastidor de comunicações.

Bastidor de Comunicações será dimensionado para os pontos terminais previstos nas peças desenhadas.

Os bastidores dos edifícios estão contabilizados no projeto dos edifícios.

4.13.4 Dispositivos e Redes de Sistemas Logísticos [3]

4.13.4.1 Introdução

Este capítulo descreve como são identificados os contentores e as tecnologias utilizadas para este fim, referindo como são aplicadas.

4.13.4.2 Tecnologia de Reconhecimento de Contentores

A identificação dos contentores é útil em várias etapas de movimentação num parque ou terminal, nomeadamente, nas cargas, descargas, transporte dentro do parque ou na gestão do seu conteúdo.

O código de cada contentor e os sistemas de reconhecimento automático são hoje em dia utilizados como base dos sistemas automatizados nos parques deste tipo, por oposição à leitura manual que era feita por operários até há alguns anos atrás.

Os métodos convencionais de reconhecimento automático dos contentores estão divididos em duas classes distintas, que são:

- ✓ métodos de leitura ótica dos códigos ou etiqueta de identificação;
- ✓ tecnologia de reconhecimento ótico de caracteres aplicado ao processo.

O método mais utilizado tem como base a leitura ótica dos códigos, mas esta tecnologia serve somente para identificar os contentores, e num mundo cada vez mais desenvolvido onde operações logísticas assumem cada vez mais uma importância maior.

Existe um esforço geral para reduzir custos e oferecer soluções cada vez mais completas de modo a cativar os clientes, esta tecnologia acaba por ser desprezado. Assim uma nova tecnologia apresenta-se como solução e representa uma ameaça ao método de leitura ótica dos códigos ou etiqueta de identificação, trata-se de reconhecimento ótico de caracteres aplicado ao processo.

Este sistema caracteriza-se por conseguir ler automaticamente os códigos de identificação e se necessário as matrículas dos camiões que os transportam.

Esta tecnologia funciona através da procura de padrões em imagens que depois são comparados com os padrões das letras do alfabeto e dos caracteres da numeração arábica.

O processamento de imagem pode ser utilizado em vários locais do parque ou terminal de contentores. O equipamento necessário para o funcionamento deste sistema consiste basicamente em câmaras para capturar imagens da área do contentor onde figura o código e um software que procede à leitura dessas mesmas imagens, e posteriormente indica os caracteres que compõem o código.

A grande vantagem desta tecnologia consiste no baixo custo de implementação, não é necessário colocar qualquer tipo de marcação para além daquela legalmente obrigatória em cada contentor, bem como não é necessária a existência de vários locais onde os contentores são identificados, uma vez que a identificação é feita muito rapidamente, não existindo grandes constrangimentos temporais.

Esta tecnologia apresenta como desvantagem do reconhecimento ótico, o facto da exatidão de leitura dos códigos ser bastante mais reduzida, principalmente devido aos efeitos que ameaçam a integridade dos códigos, danificando-os, como por exemplo, riscos. No entanto, este é um problema aceitável, visto que a maioria das vezes e através do julgamento humano, é possível obter sem grandes problemas, os caracteres que compõem o código do contentor, até porque estes estão colocados em várias faces do contentor, sendo assim altamente improvável que todos estes códigos estejam danificados ao ponto da sua leitura ser impossível para um humano [3].

Os códigos de identificação estão escritos no topo, na face lateral, na dianteira e na traseira do contentor, no entanto, é aconselhável que as câmaras responsáveis por captar as imagens se foquem na parte traseira do contentor, pois é a que oferece melhores condições para a captura das imagens. Isto acontece devido à maior facilidade em fotografar e analisar o campo de visão de uma câmara apontada à traseira, do que seria se esta fosse apontada à face lateral do contentor. Outro argumento que favorece a leitura do código colocado na parte traseira é o facto do código presente no topo do contentor apresentar maiores níveis de deterioração, causados pelo empilhamento [3].

O RTG-E não necessita de iluminação do parque para operar, mas o sistema de CCTV que capturam as imagens precisa para identificação dos caracteres dos códigos dos contentores.

A distribuição das torres foi concebida de forma a atingir os requisitos da norma EN 13201-2 no que diz respeito aos níveis médios de iluminância e uniformidade.

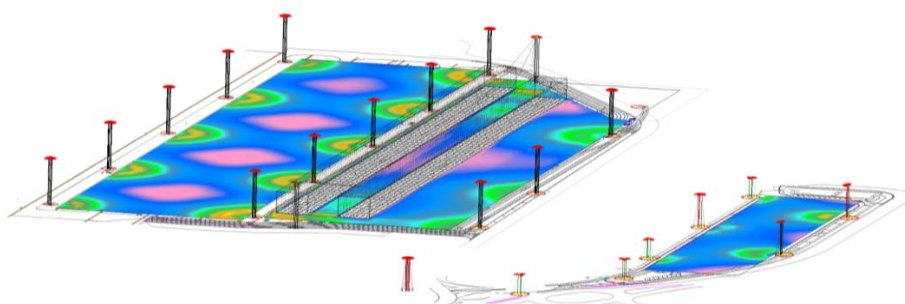


Figura 4.5 – Localização das torres de 15m, 25m e 35m nos parques 1S a 6S e 7.

A tabela 4.6 apresenta resultados das malhas do estudo luminotécnico com localizações das torres de iluminação de acordo com a figura 4.5.

3.1. Resultado Malha

• PARQUES 3 a 6

1. Iluminância Normal		Med (A)(lux)	Min/Med (%)	Min/Max (%)	Min (lux)	Max (lux)
Configuration		30,2	12	4	3,7	93,8

• PARQUE 7

1. Iluminância Normal		Med (A)(lux)	Min/Med (%)	Min/Max (%)	Min (lux)	Max (lux)
Configuration		38,1	39	15	15,0	99,7

• PARQUE 1S e 2S

1. Iluminância Normal		Med (A)(lux)	Min/Med (%)	Min/Max (%)	Min (lux)	Max (lux)
Configuration		46,2	70	38	32,3	84,4

• GERAL

1. Iluminância Normal		Med (A)(lux)	Min/Med (%)	Min/Max (%)	Min (lux)	Max (lux)
Configuration		41,3	13	6	5,5	92,8

• PARQUES 3 a 6 - via corredor

1. Iluminância Normal		Med (A)(lux)	Min/Med (%)	Min/Max (%)	Min (lux)	Max (lux)
Configuration		16,3	26	6	4,2	68,4

equipamento	Qt.	Dimming	Potência / Equipamento	Total
OMNistar 2297 144 XPL HD 1200mA NW 547W 397302 Flat glass - 230V 25d 31-07-18A TF	193	100 %	547 W	105571 W

Total : 105571 W

Tabela 4.6 – Resultados das malhas do estudo luminotécnico (Fornecedor Schröder).

De acordo com a solução projetada obtém-se um nível médio de 16,3lux na zona rodovia junto ao navio.

4.13.4.3 Software

O software previsto aplicar no terminal de contentores sul do porto de Leixões é o NAVIS Terminal Business Intelligence (BI) Portal. Este software permite que diversos terminais integrem o desempenho histórico e em tempo quase real das movimentações de contentores, incluindo relatórios de análise.

O Navis Terminal BI Portal fornece análise operacional em tempo quase real e descoberta de dados, incluindo as ferramentas mais avançadas para ajudar a gerir o terminal. Os seus painéis personalizáveis e totalmente configuráveis permitem que os gerentes de turno, supervisores e gerentes de terminais obtenham as informações necessárias para solucionar os problemas, identificar as suas origens, tomar ações corretivas e melhorar a posição competitiva geral do terminal.

Como consequência da aplicação do software NAVIS, e de modo a existir comunicação com os diversos equipamentos, foram previstas infraestruturas para passagens de cabos de rede de fibra ótica.

4.13.5 Rubber Tyred Gantry – RTG-E

O guindaste em pórtico com pneus de borracha, designado em língua inglesa por Rubber Tyred Gantry electric ou simplesmente RTG-E, é um guindaste em pórtico móvel usado em operações de movimentação dos contentores, especialmente na mudança de posição, empilhamento, e permitem carregar e descarregar os contentores para os trailers (conjunto trator-atrelado), que se encontram na rua de serviço.

Os guindastes em pórticos irão operar nos Parques de Contentores 3S, 4S e 5S. Face à necessidade de se adequarem aos movimentos de carga e descarga, foram escolhidos pórticos montados sobre pneus, os RTG-E's, sendo assim possível deslocá-los para operarem em diversas áreas dos parques de contentores referidos.

E por serem acionadas eletricamente, implica o uso de tomadas de energia em média tensão 6kV/350A, e de dados localizadas estrategicamente ao longo dos parques.

Quando o RTG-E é alimentado a partir da rede elétrica é designado por RTG-E.

A ligação das fichas às tomadas comandada à distância é efetuada por intermédio de braço articulado/telescópico, o que permite uma mudança de parque rápida e segura.



Figura nº 4.6 – Sistema de ligação automática do RTG-E [5]

4.13.5.1 Características/Capacidade Principais dos RTG-E

Tensão de Alimentação	6,6kV
Frequência	50 Hz
Fonte de alimentação AC para drivers (em RTG-E)	400 V / 50 Hz
Dados técnicos do Motor:	Quantidade x kW
Hoist	2 x 110 kW (AC)
Trolley	2 * 15 kW (AC)
Gantry	8 * 20 kW (AC)
Auxiliares	1 x 30 kW
Tipo de alimentação	Bobina de cabo
Tipo de Cabo de Comunicação	Fibra Ótica

Os RTG-E's serão montados sobre 4 "boogies" independentes, sendo que cada um dos "boogies" possui 4 pneus, perfazendo um total de 16 pneus.

Estes RTG-E's possuem uma capacidade de empilhamento de contentores de até 45" empilhados até 6+1 alturas, em 6 fiadas paralelas e mais uma de circulação para os veículos de transporte (semi-reboques) dos contentores.



Figura 4.7 – Exemplo de RTG-E.

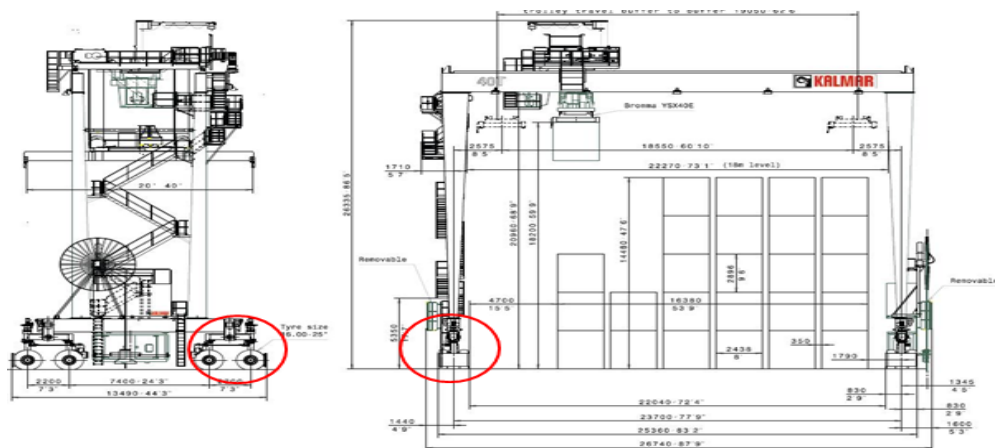


Figura 4.8 – Dimensões tipo de um RTG-E do fabricante KALMAR

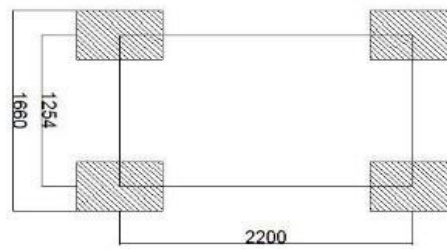


Figura 4.9 - Modelação de um boggy do RTG-E.

4.13.5.2 Alimentação de energia

O ponto de ligação de energia é instalado no parque e é ligado ao terminal diretamente através da subestação de MT. A placa de impulso é preparada para o posicionamento correto da âncora de virada, graças a sensores eletrónicos e guias mecânicas, como pinos-guia. A Placa de impulso também é equipada com sistema de cabo de funil para suportar corretamente o cabo da âncora, nas duas direções de movimento do guindaste.

Os RTG-E's são alimentados pela energia à rede local, disponibilizada nos postos de tomadas de energia apresentada na figura 4.10, ou por geradores a diesel de 600 kW instalado no próprio RTG-E.

O grupo gerador diesel é utilizado quando o RTG-E se desloca entre parques de contentores ou entre áreas de trabalho diferentes, dentro do mesmo parque.

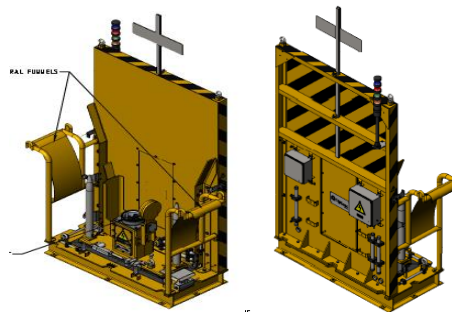


Figura 4.10 – Pontos de tomadas de alimentação de energia e dados [5].

4.13.5.3 Braço telescópico

O braço é uma estrutura telescópica fixa no RTG-E -e, e usada para ligar ou desligar, tendo como objetivo ancorar a placa de pressão e manter a âncora de virada, quando não estiver ligado ao painel de placa de impulso. O sistema de controlo de braço telescópico pode ser integrado remotamente pelo sistema de controlo do RTG-e ou gerido pelo próprio sistema de controlo de braço [5].

O Braço Telescópico é composto pelos seguintes equipamentos principais:

- Braço principal: fornece o suporte estrutural e permite o movimento de alcance da unidade. É instalado diretamente no RTG-e, e é composto por dois eixos (entrada e saída) e um atuador linear, manobrado por dois motores assíncronos que fornecem o movimento, um controla o movimento vertical e o outro controla o eixo horizontal.
- O braço telescópico é equipado com led (CRANE-P1) e (CRANE-P2), que sinaliza o movimento do braço, e vários sensores de controlo do braço.
- Conjunto do parafuso de avanço: é instalado na extremidade livre do braço principal e fornece movimento da placa de gancho no eixo vertical. É impulsionado por uma caixa de velocidades com motor assíncrono.

- Placa de gancho: está instalada na extremidade móvel do conjunto do parafuso de avanço e está flutuando no seu eixo vertical e horizontal. É o equipamento que traz a âncora de virada durante a operação de ligação ou desligação. Esses movimentos livres permitem que a placa de gancho se ajuste à posição de âncora em Placa de impulso ao desligar, e permitir ainda que a guia conduza a âncora de virada na linha correta ao ligar.
- Caixa de junção no braço principal: serve para ligar o botão, os sensores de braço, os motores de braço e os auxiliares e ligar todos esses dispositivos ao guindaste.
- Botão de pressão: para permitir a operação no modo local, por exemplo, durante as operações de comissionamento ou manutenção. O botão de pressão é ligado ao sistema de controlo do guindaste e é ligado à caixa de junção no braço principal. O botão tem a função de executar o procedimento de ligar/desligar "localmente" no modo manual e próximo ao braço. Seletor de chave (-S2 + PEND) permite selecionar o modo de operação em "Remoto" para o procedimento automático de ligar/desligar ou em "Local" para o movimento manual do braço.

4.13.5.4 Painel de controlo do braço

O painel de controlo do braço é projetado para controlar e monitorar o movimento do braço enquanto uma operação de ligar/desligar é ativada, e para auxiliar o posicionamento do guindaste na frente da placa de pressão. Sua lógica de controlo é implementada por um CLP e relés dedicados. O painel de controlo é a interface elétrica do APS com o PLC da grua e a fonte de alimentação.

O painel de controlo é instalado a bordo do guindaste no E-Room ou externo com um gabinete AISI316 dedicado, como IP55 e ventilação forçada.

O braço PLC pode ser ligado ao sistema de controle E-RTG-E via Profinet ou E/S digital. Em alternativa, o controlo e monitorização de movimentos braço pode ser implementado diretamente no Sistema de controlo de RTG-E.

4.13.5.5 Ficha de Ligação a Tomada – âncora de Virada

A ficha de ligação de tomada ou âncora de Virada é a parte móvel do sistema, e está ligada ao cabo que vem do cabo motorizado da bobina (enrolador de cabo).

A âncora também recolhe o ligador macho e sua tampa IP66 mecânica, que é usada quando desligado. Quando a âncora de virada estiver posicionada na placa de impulso e a ficha estiver ligada à tomada, o guindaste pode ser alimentado pela energia do parque e o RTG-e pode se mover livremente enrolando e desenrolando o cabo.

A ficha de ligação à tomada ou âncora de Virada está equipada para média tensão (X6), até 7,2kV, ou baixa tensão (X5), até 1,1kV, à ficha que é equipada com um ligador de fibra ótica de feixe expandido incorporado, pré-ligado a ST ou LC conectores alojados em uma caixa de junção IP65 AISI 316, fixada na estrutura da âncora de virada. O feixe expandido conector de fibra ótica é caracterizado por 8 canais sem contato para ligar 8 fibras óticas multimodo ou mono modo.

A âncora de virada é movida pelo braço e tem duas posições de trabalho: ligado à placa de impulso para fornecer energia ao E-RTG-E através da rede terminal ou suspensa no RTG-E, quando o guindaste é alimentado pelo grupo gerador.

- POSIÇÃO DOMÉSTICA: o braço principal está na posição inicial e a placa do gancho fica no topo do chumbo montagem do parafuso (eixo vertical), qualquer que seja a posição da âncora.
- ÂNCORA PARKED: a âncora está na placa de gancho e a placa de gancho está em "HOME POSITION".

- **ÂNCORA ON HOLD:** esta condição pode acontecer somente durante o processo de ligação, se a âncora de virada ou ficha de posicionamento em Placa de impulso excede o tempo de segurança, a âncora ainda está na placa de gancho, mas ao mesmo tempo começa a empurrar contra a Placa de impulso e ativar os dois sensores para detetar a presença da âncora-ficha na placa de impulso. Nesse estado, todos os movimentos do braço telescópico são colocados em espera, o sistema de controlo do guindaste, ficará aguardando aprovação para reiniciar o ciclo vindo do guindaste, operador ou do Sistema de Gestão de Terminal. Se necessário, esta condição também pode ser implementada para permitir a verificação remota de condições de segurança, como presença de trabalhadores muito perto da placa de impulso (por exemplo, através de scanner a laser).

4.13.6 Princípio de Funcionalidade do RTG-E

Os RTG-E's a instalar no terminal em estudo irão ocupar seis faixas, e mais uma faixa reservada para transferências de contentores.

Quando um RTG-E é movimentado ao longo de uma faixa, o sistema de controlo de bobina de cabos coordena a velocidade da bobina com a velocidade do RTG-E através do controlo de conversão de frequência baseado na tensão no cabo. Este modelo de controlo de tensão mecânica também mantém a segurança do cabo na bobina.

Quando um RTG-E desloca para outro parque, o operador deve primeiro desligar o interruptor de segurança da caixa de derivação elétrica, cortando a ligação do RTG-E com a energia do local e, em seguida, retira cuidadosamente a ficha que liga o equipamento à energia da rede local.

Após o RTG-E ter regressado do outro parque, o operador deve ligar a caixa de derivação elétrica e retomar a operação no modo de energia da rede local. Os cabos de potência do RTG-E podem ser instalados através de guias de cabos em caleiras subterrâneas ou caleira de cimento acima do solo.

Um RTG-E pode ser movimentado de uma rota de contentores para outra, ao desligar da tomada do cabo após desligar a fonte de alimentação, e a bobina de cabo pode ser recolhida, usando um pequeno motor auxiliar montado no guindaste.

4.13.6.1 Descrição de funcionamento Automático do RTG-E

O sistema automático de encaixe foi projetado para o propósito de ligar e desligar um RTG-E da rede elétrica do terminal.

Automatic Plug-in System - APS é um equipamento para permitir e gerir o RTG-E na automação completa do terminal.

O sistema APS pode ser fornecido em duas alternativas: alimentado por média tensão ou por baixa tensão. No caso em estudo foi considerado em média tensão 6kV.

A sua tecnologia revolucionária permite até oito ligações de fibra ótica que sejam confiáveis e automaticamente ligadas e desligadas, oferecendo uma grande quantidade de possibilidades de fluxo de dados [5].

O sistema APS consiste em dois grupos principais de equipamentos, o primeiro instalado no parque terminal, e o segundo instalado no guindaste RTG-E.

Os principais equipamentos do sistema APS são:

- **no parque:**
 1. Push Plate (PP) "Placa de impulso";
 2. Painel Marshalling (MP) "Painel de Marcha";
 3. Remoto APS HMI.

- **no guindaste RTG-e:**
 1. Braço Telescópico (ARM);
 2. Âncora de Virada (TOA);
 3. Painel de Controlo de Braço.

O Braço Telescópico pode ser, remotamente integrado pelo sistema de controlo do RTG-e ou controlado pelo próprio sistema de controlo ARM.

A sala de gestão e comando do supervisor/operador do RTG-e deve ser equipada com dispositivos apropriados para controlar o processo de ligar/desligar, com vídeo ao vivo e feedbacks de dados gerados pelo PLC da grua.

O RTG-e é automaticamente alinhado com a assistência do guindaste DGPS e sensores de lasers instalados no RTG-e.

Quando o guindaste se aproxima da placa de impulso, o braço telescópico posiciona a âncora de virada na placa de impulso e estabelece a ligação com a potência e a rede de comunicação do terminal.

Quando a ligação for feita, o braço telescópico libera a âncora de virada de retorno e se encolhe dentro da estrutura do RTG-e.

Quando os guindastes se aproximam da Placa de impulso em baixa velocidade (sinal dado pelo guindaste GPS), o posicionamento do guindaste pode ser alcançado com DGPS para direção automática do RTG-e, e usando três sensores laser instalados no RTG-e, acima da linha central do braço telescópico (ARM) da seguinte forma:

- Paragem esquerda: para parar o RTG-e quando vindo do lado esquerdo da Placa de impulso;
- Verificação de posição: para detetar o alvo de ajuste fino para confirmar o posicionamento correto do guindaste. Se o alvo de ajuste fino não for detetado, o procedimento de ligação não pode prosseguir, e o operador de guindaste deve encontrar o alvo de ajuste fino.
- Paragem direita: para parar o RTG-e quando vindo do lado direito da placa de impulso.

O Automatic Plug-In System - APS permite as seguintes tolerâncias de ligar/desligar no posicionamento do guindaste:

- ± 50 mm paralela à pista;
- ± 100 mm transversal à pista;
- $\pm 5^\circ$ no eixo vertical e transversal do guindaste;
- $\pm 3^\circ$ no eixo horizontal do guindaste,

Para ligar o RTG-e à rede, o guindaste pode ser movido na direção da placa de pressão correta, se for pré-pintada.

As condições são satisfeitas para ligar da seguinte forma:

- Placa de impulso pronto, não ligado por outra âncora, não tem alarme e não está fora de serviço.
- No caso de múltiplas Placas de impulsos no mesmo parque que satisfazem a condição acima descrita, a Placa de impulso correto é a Placa mais interno, onde "interno" significa para o centro do parque.

Para desligar o RTG-e da rede, o guindaste poderia ser movido para a placa de pressão, onde a sua âncora foi previamente ligada.

A placa de impulso correto deve ser identificada de forma coerente com seu estado e com sequência de ligação.

Uma das principais vantagens do APS é a sua flexibilidade. É perfeitamente adequado, para uso em sistemas convencionais, operações (stand-alone), bem como em semi-automático (supervisão remota) ou totalmente automatizado modos (integração completa). Isso torna o sistema simples de implementar em etapas.

No lado do guindaste RTG-e, a integração do APS é simples e adequada para ambos os novos guindastes RTG-e e a adaptação de guias antigas. A adaptação de guias antigas, poderá vir a ser caso de estudo para os parques 1S e 2S existentes no terminal Contentores sul do Porto de Leixões.

4.13.7 Arquitetura do Sistema - Automatic Plug-In System (APS)

A arquitetura do sistema APS foi criada para se comunicar com o terminal TMS (Terminal Management System) e com o guindaste CMS (Crane Management System). O Terminal TMS monitoriza as áreas onde as Placas de impulsos estão localizadas, recebe o estado da placa de impulso da lógica a MP (Marshalling Panel), e envia aprovação e/ou sinais de alarme para MP, envia ainda sinais de aprovação e/ou alarme para guindaste CMS[5].

A figura 4.11 mostra a arquitetura do sistema automático plug-in.

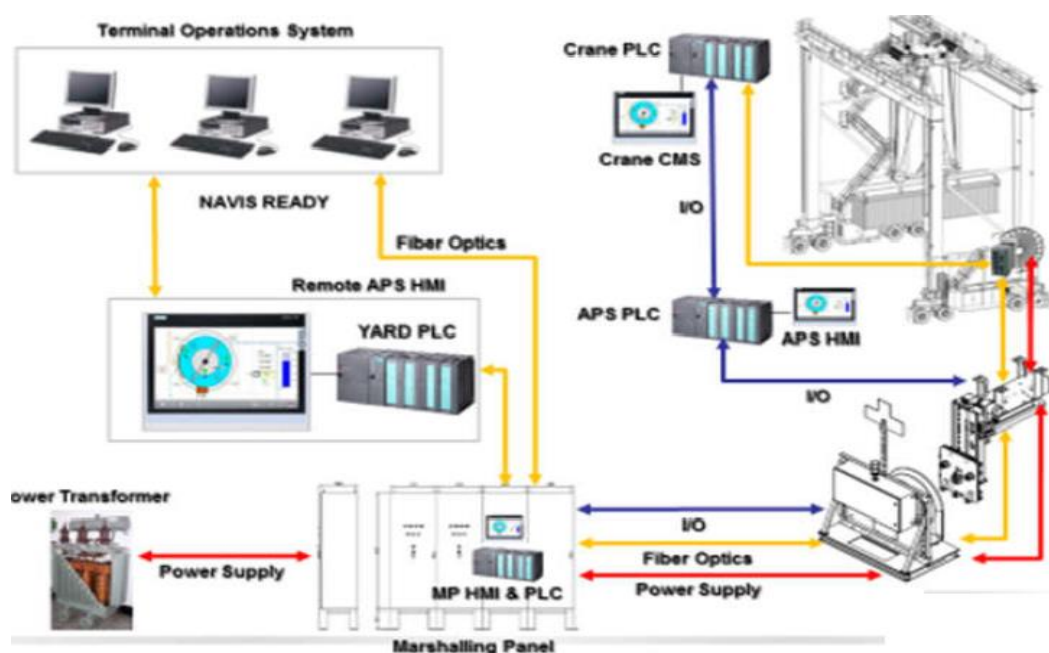


Figura 4.11 – Arquitetura do Sistema - Automatic Plug-In System (APS) [5]

O terminal TMS deve

- Elaborar feedbacks em tempo real de todos os estados da Placa de impulso para definir as sequências de ligar/desligar para cada bloco de terminais;
- Comunicar o estado da Placa de impulso em tempo real ao guindaste durante o ligar/desligar, parando os movimentos do braço em caso de alarme da placa de impulso;
- Comunicar o estado da placa de impulso em tempo real ao guindaste ligado, parando o guindaste em caso de Alarme de Placa de impulso (note que a fonte de alimentação da MP (painel de Marcha) não é interrompida neste caso);

- Comunicar em tempo real com o guindaste durante a ligação para dar aprovação para reiniciar o ciclo de ligação, depois de verificar as condições de segurança e de desbloquear a tampa da Placa de impulso com um comando remoto para (painel de Marcha) MP. O guindaste CMS deve enviar um sinal ao terminal TMS, solicitando ciclo de reinício, durante processo de ligar/desligar.

APS. Remoto HMI

O APS Remoto HMI é um pré-requisito para o controle remoto e a automação do RTG-e. Tem como função interligar e monitorizar todos os dados e alarmes do processo vindos de cada Painel de Marcha (MP). A comunicação entre o MP PLC e o APS A HMI remota é via Fieldbus como o Profibus-DP [5].

A arquitetura de TI geralmente é concluída com Unidades Sub-station APS equipadas com repetidor/switch Profibus-DB e conversor DP / FO [5].

O APS Remoto HMI consiste em um IPC e um PLC com os dispositivos de comunicação Fieldbus e Conversores FO / DP.

O Computador Pessoal Industrial (IPC) será equipado com um software Scada para mostrar o estado da Placa de impulso diferente e os sinais provenientes de cada Painel Marcha (MP).

A unidade HMI remota do APS pode ser ligada com o Terminal Management System (TMS) com os seguintes protocolos de comunicação:

Ethernet TCP / IP - Profibus-DP - Profinet - Modbus TCP / IP ou RTU. [5]

4.13.8 Quadros da Média Tensão

i) Condições gerais

O quadro da média tensão preconizado é Premset com isolamento sólido e blindado ligado à terra, e concebido para maximizar a fiabilidade em qualquer tipo de ambiente externo,

ii) Caraterísticas

Corrente do Barramento:	630 A
• Tensão estipulada:	17,5 kV
• Frequência estipulada:	50 Hz
• Tensão estipulada à frequência industrial	38KV
• Tensão estipulada à tensão de choque	95kV
• Corrente estipulada de curto-circuito	21kA
• Corrente estipulada para barramentos	630 A
• Corrente estipulada para Disjuntores	630 A
• Corrente estipulada para Int-Seccionadores	630 A

Equipamento de base	
Aparelho de corte principal – Disjuntor-seccionador; seccionador de terra de 3 posições	<p>Disjuntor-seccionador de corte e seccionamento em vazio 630A</p> <p>Seccionador de terra em tecnologia de ar em tanque selado, para toda a vida, à pressão atmosférica</p>
Mecanismo	<p>Operação local do disjuntor com abertura por botão de pressão e fecho por manivela anti-reflex mecanismo tipo CI1, com manobra independente do operador.</p> <p>Operação local do seccionador de terra via manivela anti-reflex, independente do operador</p> <p>Sistema de encravamento, totalmente seguro, integrado entre seccionador de terra e interruptor-seccionador</p> <p>Mecanismo de operação do disjuntor-seccionador motorizado a 48Vdc, com controlador universal inteligente tipo SC100, com contatos auxiliares de posição no disjuntor-seccionador e seccionador de terra</p> <p>Controlo elétrico local por botões de pressão e comutador Local / distância tipo SC-MI</p>
Relé de proteção	<p>Relé de proteção autoalimentado tipo VIP400, com respetivos captadores dedicados, e bobina de baixa de energia MITOP, com as seguintes funções de proteção:</p> <p>50-51 – Máxima corrente de fase</p> <p>51N – Máxima corrente homopolar</p> <p>49 – Sobrecarga térmica</p> <p>74TC – supervisão circuito disparo ionialidades de Inrush</p> <p>Deverá na face frontal ser possível aceder a todos os ajustes por menu, bem como às correntes de fase, terra e correntes de pico.</p>
Barramento trifásico 630A para ligação superior	<p>Barramento de isolamento sólido, blindado com ecrã de ligação à terra e acessórios de interligação, entre celas a EPDM.</p>
Ligação de cabos inferior	<p>Por travessias tipo C de acordo com EN 50181</p>
Indicador trifásico de presença de tensão	<p>Tipo VPIS-V2</p>
Compartimento de cabos	<p>Com ligação a 700mm de altura, profundidade de 290mm</p>

4.13.9 Transformador MT/MT (15kV/6kV - 1600 KVA)

Características técnicas do transformador

Caraterísticas mecânicas e elétricas:

Potência estipulada	1600kVA
Arrefecimento	ONAN
Frequência estipulada	50Hz
Tensão primária nominal	15kV
Tensão primária de isolamento	17.5kV
Tensão primária de isolamento à frequência industrial	38KV
Tensão primária de isolamento ao choque (BIL)	95KV
Regulação de tensão em vazio	±2.5; ±5%
Tensão secundária em vazio	
- entre fases	6kV
- fase-neutro	3.46kV
Tensão secundária de isolamento estipulada	7.2KV
Tensão secundária de isolamento estipulada 50HZ-1min	3KV
Grupo de Ligações	Dyn11
Perdas em vazio	1200W
Perdas em carga a 75 °C	14000W
Tensão de curto-circuito	6%
Temperatura ambiente máxima	40°C
Temperatura ambiente média diária	30°C
Temperatura ambiente média anual	20°C
MT/BT natureza do enrolamento	Alu/Alu

Dispositivo térmico de proteção:

Relé DMCR/DGPT2 para deteção de gás, pressão e temperatura do transformador com 2 contactos, com as suas ligações à alimentação e ao elemento disparador da proteção correspondente, devidamente protegidas contra sobreintensidades.

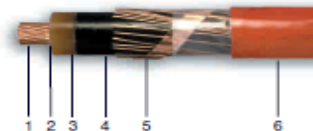
4.13.10 Cabos Elétricos Média

Salvo especificação em contrário, serão fornecidos e instalados no âmbito do presente contrato, todos os cabos de Média tensão e baixa tensão para alimentação, e circuitos de iluminação e outras alimentações, conforme indicado nas peças desenhadas.

Os cabos fornecidos e instalados segundo o presente contrato, serão os seguintes:

Cabos XHIOV da Média tensão

Monopolar em Cobre



1. Condutor de cobre redondo, multifilar compacto;
2. Composto semiconductor;
3. Isolamento de PEX;
4. Composto semiconductor (tripla extrusão simultânea) + fita semicondutora;
5. Blindagem em fios de cobre (XHIOV);
6. Bainha exterior de PVC retardante à Chama.

Níveis de Tensão (Redes de 15kV ligação entre os PT´s)

- Tensão nominal 8,7/15kV;
- Tensão de máxima de serviço 17,5kV

Níveis de Tensão (Alimentação dos pontos de tomadas RTG-E´s)

- Tensão nominal 6/10kV;
- Tensão de máxima de serviço 12kV

Cabos LXHIOV da Média tensão

Cabo monopolar de alumínio LXHIOV com tensão nominal 8,7/15kV e tensão máxima de serviço 17,5kV



1. Condutor de Alumínio redondo, multifilar compacto;
2. Composto semiconductor;
3. Isolamento de PEX;
4. Composto semiconductor (tripla extrusão simultânea) + fita semicondutora;
5. Blindagem em fios de cobre (LXHIOV);
6. Bainha exterior de PVC retardante à Chama.

5. Cálculos e Dimensionamento das Instalações

5.1 Exemplo de cálculo de condição de aquecimento em regime nominal

Considerando o troço PT4.1 – PS3_1, com $S_n=650$ kVA, $U_n=6$ kV; cabo tipo XHIOV – $3 \times 1 \times 70$ mm² e considerando fator de utilização de 0,84 vem:

$$I_B = \frac{650 \times 0,84}{\sqrt{3} \times 6} = 52,5 \text{ [A]}$$

Considerando o cabo tipo XHIOV - $3 \times 1 \times 70$ mm², em tubo enterrado com fator de correção de 0,8 e de acordo com a características elétricas do fabricante $I_z=270$ A, vem:

$$I_{z \text{ (corrigido)}} = I_z \times F_{\text{correção}} = 270 \times 0,80 \text{ A} = 216 \text{ A}$$

$$I_B < I_{z \text{ (corrigido)}} \rightarrow 52,5 \text{ A} < 216 \text{ A}$$

5.2 Exemplo de cálculo de condição de aquecimento em regime de curto-circuito

Considerando o mesmo troço PT4.1 – PS3_1

Seção Nominal do Cabo > Seção min. de curto-circuito

$$S_{\text{min. curto-circuito}} = \frac{\sqrt{t} \times I_{\text{curto-circuito}}}{K} \rightarrow S_{\text{min. curto-circuito}} = \frac{\sqrt{0,3} \times 16000}{250} = 35,1 \text{ mm}^2$$

$$70 \text{ mm}^2 > 35,1 \text{ mm}^2$$

em que:

t - Tempo de disparo da proteção a montante;

K - Coeficiente para cabos de Cobre com isolante PEX;

5.3 Exemplo de cálculo condição queda de tensão

Impedância do PT4.1 até ao ponto de tomada no Parque 3S, $l = 60$ m, cabo tipo XHIOV - $3 \times 1 \times 70$ mm² 3,6/6 kV;

$L = 0,36$ mH/km, cabo e $I_z=262$ A

$$L = 0,36 \text{ mH/km} \times \frac{60}{1000} = 0,0216 \text{ mH}$$

$$\text{Reactância: } jX_L = \omega L = 2\pi f l = 2\pi \times 50 \times 0,0216 \times 10^{-3} = 0,006786 \Omega$$

$$R = \rho \frac{l}{S} = 0,0225 \times \frac{60}{70} = 0,01929 \Omega$$

$$Z_L = R_L + jX_L = (0,0193 + j0,0068) \Omega$$

$$\Delta U = \sqrt{3} I_B l \left(\frac{\rho}{S} \cos\varphi + X \operatorname{sen}\varphi \right) \text{ em Volt}$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} I_B l \left(\frac{\rho}{S} \cos\varphi + X \operatorname{sen}\varphi \right)}{U_C} \times 100 \text{ em } \%$$

Considerando o troço PT4.1 – PS3_1, com $S_n=650$ kVA, $U_n=6$ kV; cabo tipo XHIOV – $3 \times 1 \times 70$ mm² e considerando fator de utilização de 0,84 vem:

$$\text{Corrente de serviço : } I_B = \frac{650 \times 0,84}{\sqrt{3} \times 6} = 52,5 \text{ [A]}$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 52,5 \times 60 \left(\frac{0,0225}{70} \times 0,95 + 0,0068 \times 0,31 \right) = 13,2 \text{ V;}$$

$$\Delta U = \frac{13,2}{6000} \times 100 = 0,22 \%$$

5.4 Exemplo de cálculo das correntes de curto-circuito

Bases e parâmetros de cálculo

Considerando a rede a montante e de acordo com o diagrama da MT, o cálculo das correntes em causa abrangerá o troço de defeito, isto é, PR-APDL – PT4, e a partir do PT4 uma rede em anel para o PT5A – PT4.1 – PT5 e volta ao PT4.

De acordo com a APDL, a sua Subestação PR-APDL dispõe de 2 ramais provenientes da EDP, cada um de 5MVA em 15kV, sem possibilidade de serem ligados em paralelo, nem em situações pontuais de exploração por solicitação de cargas, a seguir indicados.

- Da Subestação EDP-Matosinhos a 5MVA – 15kV instalada.
- Da Subestação EDP-St^a Cruz do Bispo a 5MVA-15kV instalada, de similar constituição.

Nestas condições e de acordo com o processado pela exploração da APDL, regra geral apenas um dos ramais de 5MVA é suficiente para as necessidades do porto, ficando o segundo desativado em reserva para apenas ser ligado em casos pontuais de falha/avaria do outro ramal.

Para efeitos de cálculo considerou-se que as características a montante de cada um destes ramais são diferentes, em termos de potência de curto circuito e temporização, tendo sido considerada a situação mais desfavorável, que é a alimentação vinda da subestação de Matosinhos.

Para o efeito dos cálculos do Icc considerou-se também que a resistividade da alma condutora de cobre à temperatura de serviço é:

$$\rho_{cc} = 2,25 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$$

e para o alumínio:

$$\rho_{cc} = 3,6 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$$

Potência de curto-circuito a considerar na entrada da subestação PR-APDL

A potência de curto-circuito é $S_{cc} = 500$ MVA no ponto de chegada do ramal à Subestação PR-APDL proveniente da Subestação EDP - Matosinhos, e é $S_{cc} = 350$ MVA no ponto de chegada à Subestação PR-APDL proveniente da Subestação EDP - St^a Cruz do Bispo, tendo sido considerado para efeitos de cálculos a do ramal com origem na Subestação EDP- Matosinhos.

Tensões de curto-circuito, u_k , u_r e u_x , em %, a considerar nos cálculos, relacionados com o anel.

Para obter os 6kV necessários aos RTG foram utilizados transformadores a óleo, herméticos, ONAN com as seguintes características obtidas do fabricante:

$$1,6\text{MVA}-15/6\text{KV}, u_k = 6\%, u_r = 1,3\%, u_x = 5,85\%$$

Cálculo da impedância estimada a nível da entrada na subestação PR-APDL

Desprezando a impedância do ramal a montante da Subestação de PR-APDL, considerando, pelas razões já invocadas, o ramal normal em serviço, proveniente da Subestação EDP-Matosinhos, com $S_{cc} = 500\text{MVA}$ à entrada da Subestação PR-APDL.

Assumindo que a impedância da rede a montante do PR-APDL é dada por:

$$\frac{R_a}{X_a} = 0,15 \quad \text{e} \quad Z_a = X_a = \frac{U_0^2}{S_{cc}} = \frac{15000^2}{500 \times 10^6} = 0,45 \Omega$$

$$R_a = 0,15 \times 0,45 = 0,0675 \Omega$$

$$Z_{a \text{ mont(PR-APDL)}} = R_a + jX_a = (0,0675 + j0,45) \Omega$$

Cálculo da intensidade curto-circuito (I_{cc}), estimada, simétrica, alterna, trifásica a nível dos 15kV a montante do PR-APDL

$$S_{cc} = \sqrt{3} U_{1N} I_{cc}$$

Considerando uma potência de curto-circuito de $S_{cc} = 500\text{MVA}$, e a tensão a entrada da Subestação ($U_{1N} = 15\text{kV}$), o valor estimado da intensidade de curto-circuito, resultante da fórmula é:

$$I_{cc} = \frac{500 \times 10^6}{\sqrt{3} 15 \times 10^3} = 19\,245 \text{ A} \cong 19,2 \text{ kA}$$

Cálculo da intensidade curto-circuito (I_{cc}) da cela da subestação para o PT4

- Distância da cela de saída do PR-APDL até PS/Posto de Transformação 4: $l = 100 \text{ m}$
- Cabo XHIOV 2x (3x1x 150) mm², 8,7/15 kV
- Características: $L = 0,33\text{mH/km}$

Impedância do cabo: da Cela da saída do PR-APDL ao PS/Posto de Transformação 4:

$$L = 0,33\text{mH/km} \times \frac{100}{1000} = 0,033\text{mH}$$

$$X_L = W_L = 2\pi f L = 2\pi \times 50 \times 0,033 = 10,37\text{m}\Omega = 0,0104 \Omega$$

$$R_L = \rho \frac{l}{S} = 0,0225 \times \frac{100}{150} = 0,015 \Omega$$

$$Z_L = R + jX_L = (0,015 + j0,0104)\Omega$$

Tendo em conta que cada linha/ligação é constituída por dois conjuntos em paralelo do tipo XHIOV – (3x1x150) mm², vem:

$$Z_{Lequiv.} = Z_L // Z_L = (0,0075 + j0,0052) \Omega$$

$$Z_{L(PR-APDL_{PT4})} = (0,0075 + j0,0052) \Omega$$

A impedância equivalente a montante do PT4 será dada por:

$$Z_{mont.PT4} = (R_a + jX_a) + (R_L + jX_L) = (0,0675 + j0,4500) + (0,0075 + j0,0052) \Omega$$

$$Z_{mont.PT4} = (0,0750 + j0,4552) \Omega$$

O valor da Impedância da malha defeito a montante do PT4 é:

$$|Z_{montPT4}| = \sqrt{0,0750^2 + 0,4552^2} = 0,4613 \Omega$$

Intensidade de curto-circuito (I_{ccPT4}) simétrica, inicial, alternada no PT4

$$I_{cc(15kV)PT4} = \frac{15000}{\sqrt{3} \times 0,4613} = 18773,6 \text{ A} \cong 19 \text{ kA}$$

Cálculo da intensidade curto-circuito (I_{cc}) no PT5A

- Distância do PT4 até PT5A: $l = 420 \text{ m}$
- Cabo LXHIOV (3x1x 240) mm², 8,7/15 kV
- Características: $L = 0,30 \text{ mH/km}$

Impedância do cabo do PT4 ao PT5A:

$$L = \frac{0,30 \text{ mH}}{\text{km}} \times \frac{420}{1000} = 0,126 \text{ mH}$$

$$X_L = W_L = 2\pi f L = 2\pi \times 50 \times 0,126 = 39,58 \text{ m}\Omega = 0,0396 \Omega$$

$$R = \rho \frac{l}{s} = 0,036 \times \frac{420}{240} = 0,0630 \Omega$$

$$Z_L = R + jX_L = (0,0630 + j0,0396) \Omega$$

A impedância equivalente a montante do PT5A será dada por:

$$Z_{mont.PT5A} = (R_a + jX_a) + (R_L + jX_L) = (0,0750 + j0,4552) + (0,0630 + j0,0396) \Omega$$

$$Z_{mont.PT5A} = (0,138 + j0,495) \Omega$$

O valor da impedância da malha defeito a montante do PT5A é:

$$|Z_{\text{montPT5A}}| = \sqrt{0,138^2 + 0,495^2} = 0,514 \Omega$$

Intensidade curto-circuito (I_{ccPT5A}) simétrica, inicial, alternada no PT5A

$$I_{\text{ccPT5A}} = \frac{15000}{\sqrt{3} \times 0,514} = 16848,7 \text{ A} \cong 17 \text{ kA}$$

Cálculo da intensidade curto-circuito (I_{cc}) a montante no PT 4.1

- Distância do PT5A até PT4.1: $l = 220 \text{ m}$
- Cabo LXHIOV (3x1x 240) mm², 8,7/15 kV
- Características: $L = 0,30\text{mH/km}$; $I_z = 410\text{A}$

Impedância do cabo: do PT5A até PT4.1:

$$L = 0,30\text{mH/km} \times \frac{220}{1000} = 0,066\text{mH}$$

$$X_L = W_L = 2 \pi f L = 2\pi \times 50 \times 0,066 = 20,73 \text{ m}\Omega = 0,02073\Omega$$

$$R = \rho \frac{l}{s} = 0,036 \times \frac{220}{240} = 0,033 \Omega$$

$$Z_L = R + jX_L = (0,033 + j0,02073)\Omega$$

A impedância equivalente a montante do PT4.1 será dada por:

$$Z_{\text{mont.PT4.1}} = (R_a + jX_a) + (R_L + jX_L) = (0,138 + j0,495) + (0,033 + j0,02073)\Omega$$

$$Z_{\text{mont.PT4.1}} = (0,171 + j0,5157)\Omega$$

O valor da impedância da malha de defeito a montante do PT4.1 é:

$$|Z_{\text{montPT4.1}}| = \sqrt{0,171^2 + 0,5157^2} = 0,5433 \Omega$$

Intensidade curto-circuito ($I_{\text{ccPT4.1}}$) simétrica, inicial, alternada no PT 4.1

$$I_{\text{ccPT4.1}} = \frac{15000}{\sqrt{3} \times 0,5433} = 15940,1 \text{ A} \cong 16 \text{ kA}$$

Do anterior, a impedância do ramal de 15kV, equivalente e visto do lado dos 6kV, PT4.1A:

$(0,171 + j0,5157)\Omega / 15\text{kV}$, já calculados, resulta:

$$Z_{\text{eq.}(6\text{kV})\text{PT4.1}} = \frac{U_{2N}^2}{U_{1N}^2} \times Z_{\text{montPT4.1}}$$

$$Z_{\text{eq.}(6\text{kV})\text{PT4.1}} = \frac{6000^2}{15000^2} \times (0,171 + j0,5157)$$

$$Z_{\text{eq.}(6\text{kV})\text{PT4.1}} = (0,0274 + j0,0825) \Omega$$

Impedância do transformador, PT4.1= 2x1600kVA - 15/6kV

$S_{T1\text{PT4.1}} = S_{T2\text{PT4.1}} = 1600 \text{ kVA}$, $u_K = 6\%$; $u_R = 1,3\%$ e $u_X = 5,85\%$

$$R_{T1\text{PT4.1}} = \frac{u_R U_{2N}^2}{100 S_{Ti}} = \frac{1,3 \times 6000^2}{100 \times 1600 \times 10^3} = 0,293 \Omega$$

$$X_{T1\text{PT4.1}} = \frac{u_X U_{2N}^2}{100 S_{Ti}} = \frac{5,85 \times 6000^2}{100 \times 1600 \times 10^3} = j1,316 \Omega$$

$$|Z_{T1\text{PT4.1}}| = \frac{u_K U_{2N}^2}{100 S_{Ti}} = \frac{6 \times 6000^2}{100 \times 1600 \times 10^3} = 1,35 \Omega$$

$$Z_{T1\text{PT4.1}} = (0,293 + j1,316) \Omega$$

Fazendo o paralelo das impedâncias dos transformadores, vem:

Dois transformadores em paralelo $\rightarrow Z_{T1} // Z_{T2} = (0,147 + j0,658)\Omega$

$$Z_{\text{Totaleq.}(6\text{kV})\text{PT4.1}} = (0,293 + j1,316 + 0,0274 + j0,0825)\Omega$$

$$Z_{\text{Totaleq.}(6\text{kV})\text{PT4.1}} = (0,3204 + j1,3985)\Omega$$

$$|Z_{\text{Totaleq.}(6\text{kV})\text{PT4.1}}| = \sqrt{0,3204^2 + 1,3985^2} = 1,4347 \Omega$$

$$I_{\text{ccPT4.1}(6\text{kV})} = \frac{6000}{\sqrt{3} \times 1,4347} = 2.414,51 \text{ A} \rightarrow I_{\text{ccPT4.1}(6\text{kV})} = 2 \times 2.414,5 \text{ A} = 4829 \text{ kA} \cong 5 \text{ kA}$$

5.5 Cálculo da intensidade de curto-circuito nos pontos de tomadas do parque 3S por defeito a nível do PT4.1

Impedância da malha de defeito a montante do ponto de tomada do Parque 3S:

$$Z_{\text{global}} = (0,1744 + j0,7405) \Omega$$

Impedância do PT4.1 até ao ponto de tomada no Parque 3S, $l = 60 \text{ m}$, cabo tipo XHIOV - $3 \times 1 \times 70 \text{ mm}^2$ 3,6/6 kV;

$L = 0,36 \text{ mH/km}$, cabo e $I_z = 262 \text{ A}$

$$L = 0,36 \text{ mH/km} \times \frac{60}{1000} = 0,0216 \text{ mH}$$

Reactância: $jX_L = \omega L = 2 \times \pi \times f \times L = 2 \pi \times 50 \times 0,0216 \times 10^{-3} = 0,006786 \Omega$

$$R = \rho \times \frac{l}{s} = 0,0225 \times \frac{60}{70} = 0,01929 \Omega$$

$$Z_L = R_L + jX_L = (0,01929 + j0,006786) \Omega$$

A impedância equivalente a montante do ponto de tomada do Parque 3S será dada por:

$$Z_{\text{Mont.Parque 3S}} = Z_L + Z_{\text{global}}$$

$$Z_{\text{Mont.Parque 3S}} = (0,01929 + j0,006786) + (0,1744 + j0,7405)$$

$$Z_{\text{Mont.Parque 3S}} = (0,1937 + j0,7473) \Omega$$

$$|Z_{\text{Mont.Parque 3S}}| = \sqrt{0,1937^2 + 0,7473^2} = 0,7720 \Omega$$

Intensidade curto-circuito ($I_{\text{cc Parque 3S}}$) de defeito Inicial, Simétrica, no ponto de Tomada do Parque 3S:

$$I_{\text{cc Parque 3S}} = \frac{6000}{\sqrt{3} \times 0,7720} = 4487,2 \text{ A} \cong 4,5 \text{ kA}$$

5.6 Exemplo de cálculo condição de proteção contra sobrecargas

Considerando o troço PT4.1 ao P3S_1

Corrente de serviço no caso geral de alimentação de uma carga absorvendo a potência aparente S_n à tensão nominal composta U_n , é conhecido que a corrente de serviço é dada por:

$$I_B = \frac{S_n \text{ fc}}{\sqrt{3} U_n} = \frac{650 \times 0,84}{\sqrt{3} \times 6} = 52,5 \text{ A}$$

$$I_B = 52,5 \text{ A}; I_n = 200 \text{ A}; I_z = 270 \text{ A}; I_2 = 260 \text{ A}; 1,45 \times I_z = 313,2 \text{ A}$$

$$I_B \leq I_n \leq I_z \quad \text{e} \quad I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

$$52,5 \text{ A} \leq 200 \text{ A} \leq 270 \text{ A} \quad \text{e} \quad 260 \text{ A} \leq 313,2 \text{ A}$$

5.6.1 Tabelas Resumo de Cálculos

Quadro de Dimensionamento - Canalizações Eléctricas de Média Tensão 15kV/6kV PT4.1																					
Quadro Eléctrico										Protecção					Corrente Máxima						
Origem	Destino	Pot. Total	Ku	Nº condutores	Pot. Inst.	Monopolar (1)	Multipolar (2)	Ao Ar	Enterrado	Alma Condutora (Al/Cu)	Tipo de Protecção	I ₂	I _n	I _r	I _b	Temp. Ambiente	f _{cl} (Temperatura)	f _c	I _z	I _z (corrigido)	1,45 x I _z (corrigido)
		[kVA]	-		[kVA]	-	-	-	-	-	-	[A]	[A]	[A]	[A]	[°C]	-	-	[A]	[A]	[A]
QMT 15kV	Transf. 1 15/6kV -1600kV	1600	1	1	1600	1	x	-	-	Cu	D	260	200	200	61,6	30	0,93	0,8	357	285,6	414,12
QMT 15kV	Transf. 2 15/6kV -1600kV	1600	1	1	1600	1	x	-	-	Cu	D	260	200	200	61,6	30	0,93	0,8	357	285,6	414,12
Transf. 1 15/6kV -1600kV	QMT 6kV	1600	1	1	1600	1	x	-	-	Cu	D	260	630	200	154,0	30	0,93	0,8	407	325,6	472,12
Transf. 2 15/6kV -1600kV	QMT 6kV	1600	1	1	1600	1	x	-	-	Cu	D	260	630	200	154,0	30	0,93	0,8	407	325,6	472,12
QMT 6kV	Quadro de Tomada P3S _1	650	0,84	1	546	1	x	-	-	Cu	D	260	200	200	52,5	30	0,93	0,8	270	216	313,2
QMT 6kV	Quadro de Tomada P3S _2	650	0,84	1	546	1	x	-	-	Cu	D	260	200	200	52,5	30	0,93	0,8	270	216	313,2
QMT 6kV	Quadro de Tomada P3S _3	650	0,84	1	546	1	x	-	-	Cu	D	260	200	200	52,5	30	0,93	0,8	270	216	313,2
QMT 6kV	Quadro de Tomada P3S _4	650	0,84	1	546	1	x	-	-	Cu	D	260	200	200	52,5	30	0,93	0,8	408	326,4	473,28
QMT 6kV	Quadro de Tomada P4S _1	650	0,84	1	546	1	x	-	-	Cu	D	260	200	200	52,5	30	0,93	0,8	270	216	313,2
QMT 6kV	Quadro de Tomada P4S _2	650	0,84	1	546	1	x	-	-	Cu	D	260	200	200	52,5	30	0,93	0,8	270	216	313,2
QMT 6kV	Quadro de Tomada P4S _3	650	0,84	1	546	1	x	-	-	Cu	D	260	200	200	52,5	30	0,93	0,8	408	326,4	473,28
QMT 6kV	Quadro de Tomada P5S _1	650	0,84	1	546	1	x	-	-	Cu	D	260	200	200	52,5	30	0,93	0,8	270	216	313,2
QMT 6kV	Quadro de Tomada P5S _2	650	0,84	1	546	1	x	-	-	Cu	D	260	200	200	52,5	30	0,93	0,8	408	326,4	473,28

Quadro de Dimensionamento - Canalizações Eléctricas de Média Tensão 15kV/6kV PT4.1																								
Canalização Eléctrica								Quedas de Tensão						Corrente de Curto-Circuito						Jusante				
Origem	Destino	Tipo de Cabo/Condutor	Alma Condutora (Cu/Al)	Isolamento	Nº de fases	Nº Cabos por Fase	Iz (cabo)	Designação [mm ²]	Secção Total Equiv.	Secção / Cabo	Comprimento do Troço	Queda de Tensão Troço [Δu]		Queda de Tensão Total [Δu]		Resistência do Troço (30°C)	Reactância do Troço	Impedância Total do Troço	Impedância Total	I _{cc} (S _{cc} = 500MVA)	Poder de Corte	Seção de Curto	Corte Geral	Barramento
									[mm ²]	[mm ²]	[m]	[%]	[V]	[%]	[V]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kA]	[kA]	(mm ²)	[A]	[A]
QMT 15kV	Transf. 1 15/6kV -1600kV	XHIOV	Cu	PEX	3	1	357	XHIOV - 3x1x120 (8,7/15kV)	120	120	15	0,00	0,34	0,27	40,03	0,003	0,002	0,003	0,547	15,8	21	49,09	200	630
QMT 15kV	Transf. 2 15/6kV -1600kV	XHIOV	Cu	PEX	3	1	357	XHIOV - 3x1x120 (8,7/15kV)	120	120	15	0,00	0,34	0,27	40,03	0,003	0,002	0,003	0,547	15,8	21	49,09	200	630
Transf. 1 15/6kV -1600kV	QMT 6kV	XHIOV	Cu	PEX	3	1	407	XHIOV - 3x1x95 (6/10kV)	95	95	23	0,03	1,39	0,29	41,41	0,005	0,002	0,006	1,435	2,4	21	7,48	400	630
Transf. 2 15/6kV -1600kV	QMT 6kV	XHIOV	Cu	PEX	3	1	407	XHIOV - 3x1x95 (6/10kV)	95	95	20	0,02	1,20	0,29	41,23	0,005	0,002	0,005	1,435	2,4	21	7,48	400	630
QMT 6kV	Quadro de Tomada P3S_1	XHIOV	Cu	PEX	3	1	270	XHIOV - 3x1x70 (6/10kV)	70	70	60	0,22	13,15	0,49	53,18	0,019	0,007	0,020	0,771	4,5	21	13,91	200	630
QMT 6kV	Quadro de Tomada P3S_2	XHIOV	Cu	PEX	3	1	270	XHIOV - 3x1x70 (6/10kV)	70	70	60	0,22	13,15	0,49	53,18	0,019	0,007	0,020	0,771	4,5	21	13,91	200	630
QMT 6kV	Quadro de Tomada P3S_3	XHIOV	Cu	PEX	3	1	270	XHIOV - 3x1x70 (6/10kV)	70	70	60	0,22	13,15	0,49	53,18	0,019	0,007	0,020	0,771	4,5	21	13,91	200	630
QMT 6kV	Quadro de Tomada P3S_4	XHIOV	Cu	PEX	3	1	408	XHIOV - 3x1x150 (6/10kV)	150	150	260	3,25	194,99	3,52	235,02	0,039	0,026	0,047	0,797	4,3	21	13,47	200	630
QMT 6kV	Quadro de Tomada P4S_1	XHIOV	Cu	PEX	3	1	270	XHIOV - 3x1x70 (6/10kV)	70	70	30	0,06	3,70	0,33	43,73	0,010	0,003	0,010	0,766	4,5	21	14,01	200	630
QMT 6kV	Quadro de Tomada P4S_2	XHIOV	Cu	PEX	3	1	270	XHIOV - 3x1x70 (6/10kV)	70	70	30	0,06	3,70	0,33	43,73	0,010	0,003	0,010	0,766	4,5	21	14,01	200	630
QMT 6kV	Quadro de Tomada P4S_3	XHIOV	Cu	PEX	3	1	408	XHIOV - 3x1x150 (6/10kV)	150	150	230	2,55	152,93	2,82	192,96	0,035	0,023	0,042	0,792	4,4	21	13,55	200	630
QMT 6kV	Quadro de Tomada P5S_1	XHIOV	Cu	PEX	3	1	270	XHIOV - 3x1x70 (6/10kV)	70	70	30	0,06	3,70	0,33	43,73	0,010	0,003	0,010	0,766	4,5	21	14,01	200	630
QMT 6kV	Quadro de Tomada P5S_2	XHIOV	Cu	PEX	3	1	408	XHIOV - 3x1x150 (6/10kV)	150	150	230	2,55	152,93	2,82	192,96	0,035	0,023	0,042	0,792	4,4	21	13,55	200	630

6. Conclusões

A motivação para execução deste trabalho, que foi a proposta de um projeto da expansão do terminal de contentores sul do porto de Leixões e instalação de guindastes moveis RTG-E's telecomandados, foi bastante desafiadora e ousada, dada a complexidade do tema e a quantidade limitada de trabalhos já publicados sobre o assunto, que apresentem detalhes de como os terminais de contentores inteligentes, ou automatizados, funcionam.

Na realização deste estudo constata-se que existem três grandes etapas para automatização de um terminal de contentores que são:

- **Eletrificação** – Rede de potência de média tensão;
- **Comunicação** – Ligações com sensores, software “Scada” e aplicações (Fibra ótica);
- **Automatização**. – Sistemas lógicos + comandos + comunicação + Software NAVIS N4.

As principais razões para a introdução da automação são a redução do custo por cada contentor movimentado. A fiabilidade e a previsibilidade das operações são também fatores considerados. O uso da automação na zona de estacionamento permite uma maior utilização do espaço, que a evolução da movimentação da carga contentorizada a nível mundial torna quase imperativa, com grandes necessidades de estacionamento em altura.

A automação procura também melhorar o ambiente de trabalho e a segurança das pessoas e cargas, e ainda contribuir para um menor impacto ambiental desta atividade, com enorme relevo para a eficiência energética, cada vez mais implementada em todos os terminais.

Os RTG E são controlados por sistemas de gestão de tráfego (TMS-Traffic Management System) que, consoante a listagem de tarefas, gerem a rota e velocidade a seguir. Maximizam a utilização das áreas de estacionamento conseguindo um aumento da produtividade e a consequente redução de custos por movimento.

O software previsto utilizar no terminal de contentores sul do porto de Leixões para automatização, é o software NAVIS Terminal Business Intelligence, para gestão dos contentores em tempo real.

Com a expansão, o terminal sul irá adquirir uma capacidade de 1728 lugares no parque 3S, 1668 lugares no parque 4S e 1728 lugares no parque 5S, todos com possibilidade de empilhamento de 6 contentores, aumentando a capacidade total para mais 30744 contentores e, com a aquisição dos RTG-E's, passaram a ter maior mobilidade e facilidade em organizar os parques.

Com a aplicação dos RTG-E's na expansão do terminal de contentores do Porto de Leixões o terminal terá como principais vantagens os seguintes aspetos:

- Em termos económicos, a poupança de aproximadamente 95% do consumo de diesel (resultados baseados em terminais reais), a redução dos custos de manutenção e operação de aproximadamente 70% e a redução de custos de reparo e substituição, por ex. geradores a diesel; considerando o sistema automático ou remotamente operando, reduzem-se as operações manuais aumentando a segurança, reduzindo significativamente os custos de mão-de-obra.
- O aumento significativo da eficiência, rápida entrada/saída automatizada para uma maior produtividade na movimentação de contentores, soluções sob medida disponíveis, por exemplo zonas de entrada curtas, máxima utilização de recursos por tempo de paragem reduzido; redução significativa da poluição ambiental (emissões de CO2); maior segurança para o trabalho do pessoal no terminal; poluição sonora reduzida.

Embora o custo de investimento desta tecnologia seja elevado, o retorno poderá ser obtido após menos de três anos de operação.

A competitividade europeia na economia global depende, cada vez mais, de transportes eficientes, de custos competitivos e do sistema portuário flexível.

O objetivo final é operar os guindastes RTG-E dentro do parque, seja remotamente ou sem qualquer operador a bordo, enquanto estiver a trabalhar com a rede elétrica local.

Esta tecnologia de RTG-E's semiautomático, foi possível com base na experiência de mais de 1000 aplicações em todo o mundo.

7. Referências Bibliográficas

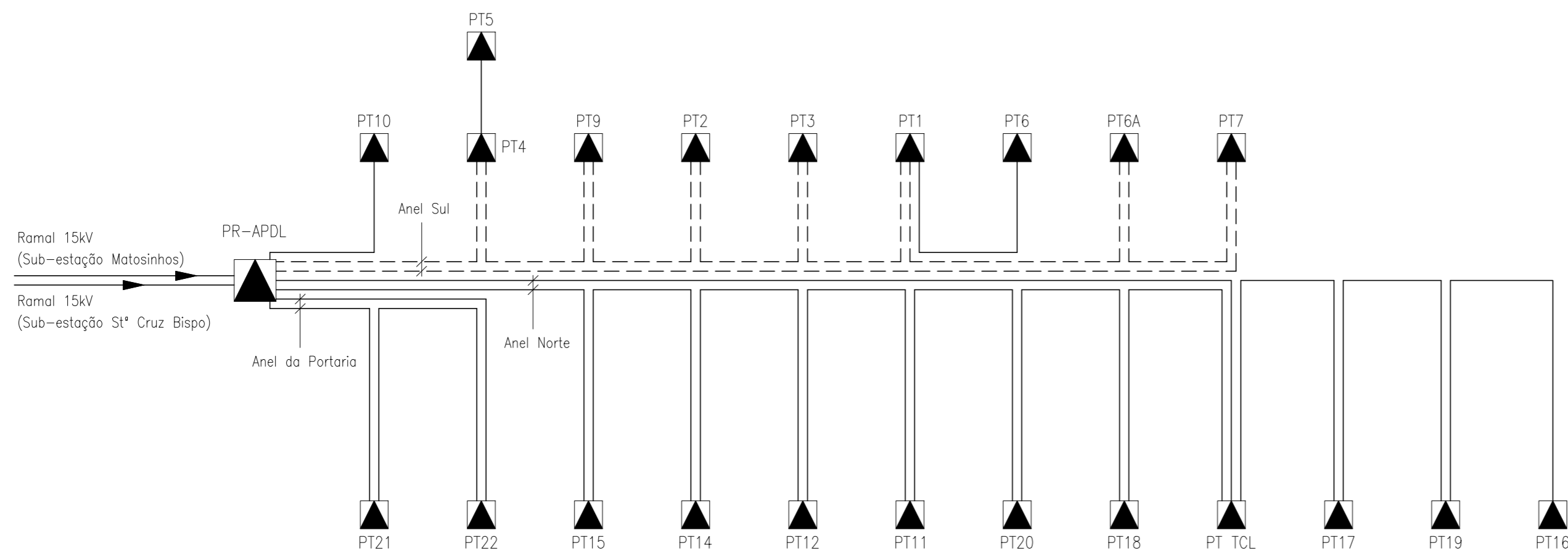
- [1] PSA SINES - Empreitada de Construção para Expansão do Terminal XXI – Fase 1, 2 e 3 – PROMAN S.A.;
- [2] Projeto de Expansão do Terminal de Contentores de GAVLE – PROMAN S.A.;
- [3] Dispositivos e Redes de Sistemas Logísticos - Miguel Matias Ferreira, 2008/2009;
- [4] Análise de Desempenho em Terminais de Contentores Portuários – Pedro Carvalho Monteiro, Novembro 2015
- [5] CAVOTEC RTG Electrification Solution – Filippo Ninotti – Global system Specialist, eRTG/ASC;

8. Anexos - Peças Desenhadas

LISTA DE DESENHOS

Nº de Desenho	Designação	Rev.	Data
17061.3-3.ELE-005	Instalações Elétricas Exteriores Rede de Infraestruturas Novas Planta Geral		Jun.18
17061.3-3.ELE-006	Instalações Elétricas Exteriores Rede de Alimentadores – Média Tensão Planta Geral	--	Jun.18
17061.3-3.ELE-009	Instalações Elétricas Exteriores Diagrama Geral – Média Tensão Esquema	--	Jun.18
17061.3-3.ELE-012	Instalações Elétricas Exteriores Posto de Transformação N.º4.1 Instalações de Média e Baixa Tensão	--	Jun.18
17061.3-3.ELE-013	Instalações Elétricas Exteriores Esquema Unifilar de Média Tensão – PT4.1	--	Nov.17
17061.3-3.TLC-001	Telecomunicações Rede de Fibra Óptica Planta Geral	--	Jun.18

DIAGRAMA DO EXISTENTE
NEW INFRASTRUCTURES

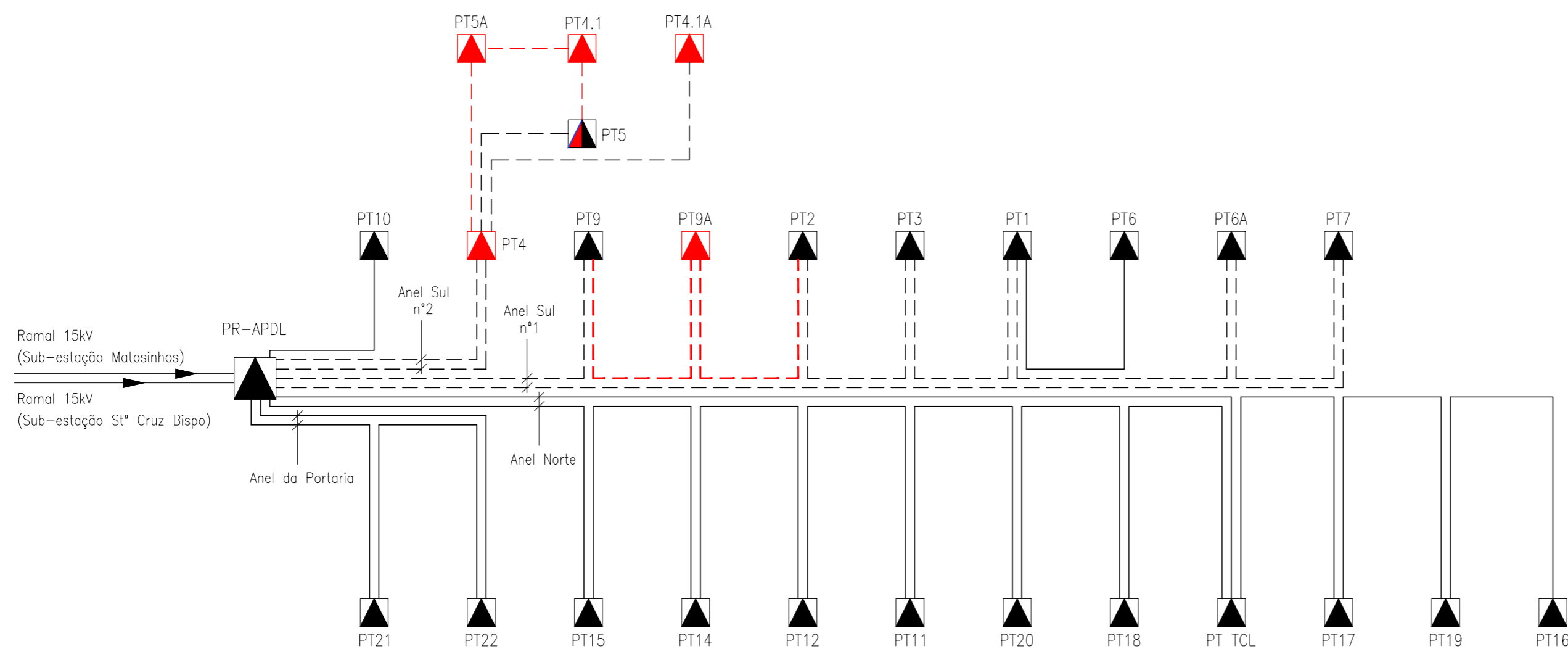


SIMBOLOGIA
SIMBOLOGY:

- - - - - NOVAS INSTALAÇÕES
NEW INSTALLATIONS
- - - - - INSTALAÇÕES EXISTENTES
EXISTING INSTALLATIONS
- ▲ (Red) - POSTO DE TRANSFORMAÇÃO NOVO
NEW SUBSTATION
- ▲ (Black) - POSTO DE TRANSFORMAÇÃO EXISTENTE
EXISTING SUBSTATION
- ▲ (Red/Black) - POSTO DE TRANSFORMAÇÃO INTERVENCIONADO
SUBSTATION TO BE MODIFIED

ESTE DESENHO SERVE PARA EFEITOS
DA REDE ELÉCTRICA
THIS DRAWING IS ONLY FOR
ELECTRICAL NETWORK

REFORMULAÇÃO
NEW INFRASTRUCTURES



REV	DATA	DES.	VER.	APROV.	DESIGNAÇÃO

ESTE DESENHO É PROPRIEDADE DA PROMAN. NÃO PODE SER UTILIZADO, REPRODUZIDO
NO TODO OU EM PARTE OU COMUNICADO A TERCEIROS SEM SUA EXPRESSA AUTORIZAÇÃO

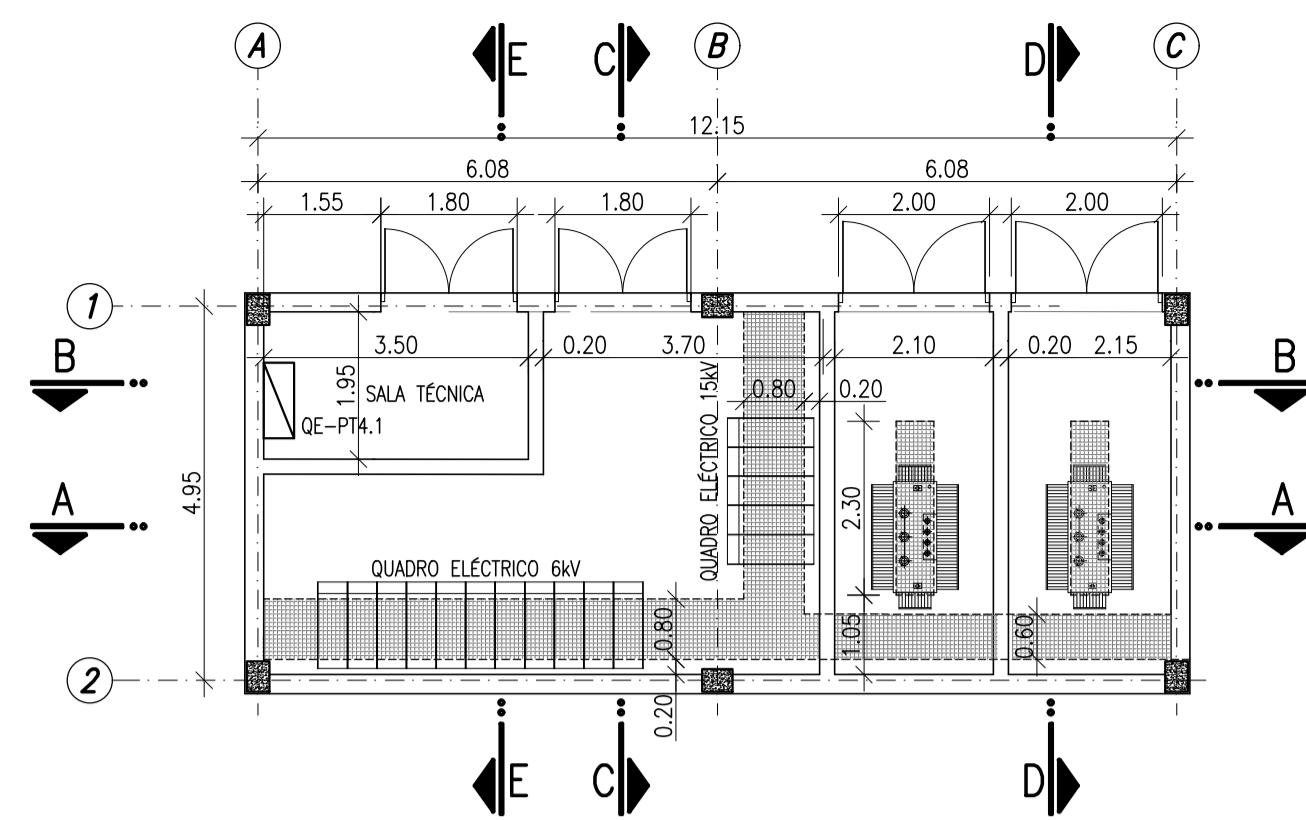
CLIENTE ISEL

PROJECTO **TCL-AMPLIAÇÃO E MODERNIZAÇÃO DO TERMINAL SUL
TERMINAL DE CONTENTORES / CONTAINER TERMINAL**

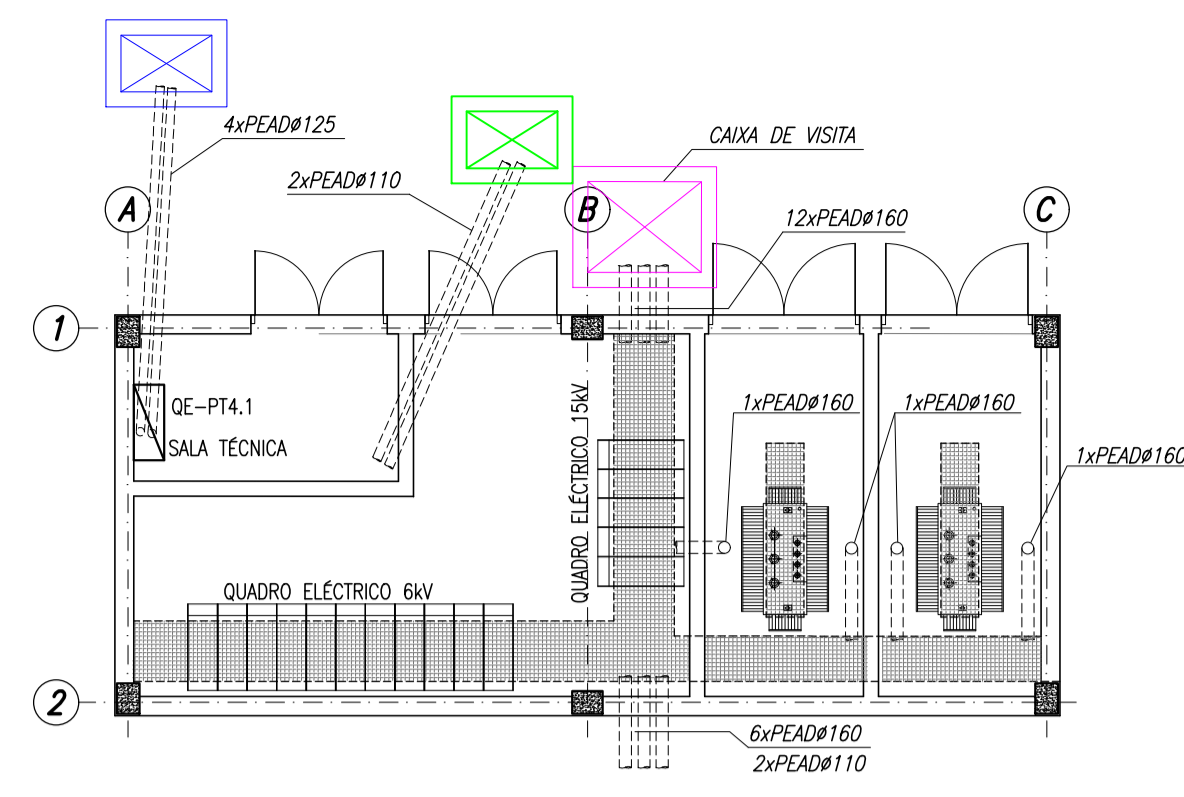
DESIGNAÇÃO **PROJETO DE EXECUÇÃO / DETAILED DESIGN
INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS EXTERIORES / EXTERNAL ELECTRICAL INSTALLATIONS
DIAGRAMA GERAL-MÉDIA TENSÃO
GENERAL DIAGRAM-MEDIUM VOLTAGE**

PROMAN
CENTRO DE ESTUDOS E PROJECTOS S.A.

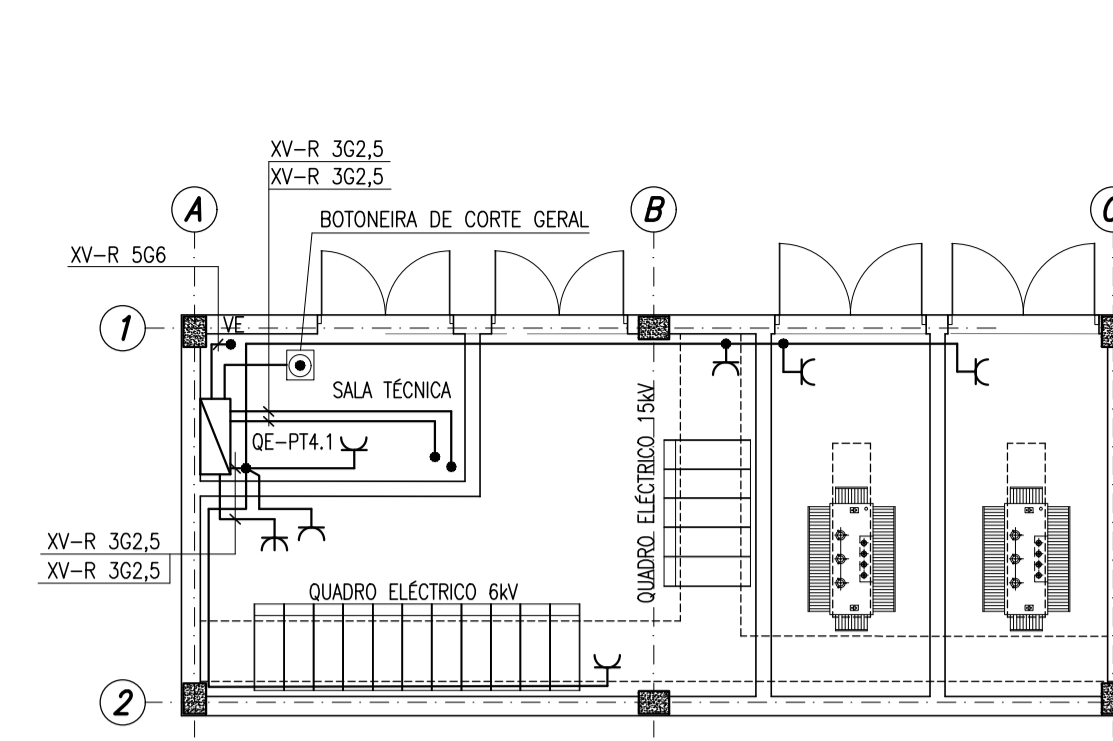
PROL.	F. Saíd	ESCALAS S/E	DESENHO N° 17061.3-3.ELE-009	REVISÃO .
DES.	A. Santos			
VERIF.	A. Ressurreição			
APROV.	J. Pernão			
DATA	Junho 2018	Plot 1=1	DIRECTÓRIO/FICHEIRO 17061.3-3ELE009	SUBSTITUI DES. N°
			SUBSTITUIDO P/DES N°	



IMPLANTAÇÃO DE EQUIPAMENTO
LAYOUT OF EQUIPMENT
Esc. 1:100



TUBAGENS E CALEIRAS
PIPES AND DUCTS
Esc. 1:100



TOMADAS
SOCKETS
Esc. 1:100

- SIMBOLOGIA**
SYMBOLOLOGY:
- QUADRO ELÉCTRICO / SWITCHBOARD
 - ILUMINAÇÃO DE SEGURANÇA COM SINALIZAÇÃO / SAFETY LIGHTING
 - LUMINÁRIA FLUORESCENTE (2x45W) / LIGHTING FITTING (2x45W)
 - INTERRUPTOR SIMPLES, IP54
 - CAIXA DE DERIVAÇÃO, IP54 / BRANCH BOX, IP54
 - TOMADA MONOFÁSICA SCHUKO, 16A, IP54, COM TAMPAS / SINGLE PHASE SOCKET, 16A, IP54 WITH COVER
 - TOMADA TRIFÁSICA, 3F+N+T, 32A, IP67, COM TAMPAS / 3 PHASE SOCKET, 3F+N+T, 32A, IP67, WITH COVER
 - LIGAÇÃO À TERRA DE PROTEÇÃO / EARTH CONNECTION
 - CONDUTOR DE COBRE NÓ 70mm² / COPPER CONDUCTOR NAKED 70mm²
 - CENTRAL DE SADI / FIRE DETECTION PANEL
 - DETECTOR ÓPTICO DE FUMOS / OPTICAL SMOKE DETECTOR
 - BOTONEIRA DE ALARME / FIRE BUTTON ALARM
 - SIRENE ÓPTICA ACÚSTICA / ACOUSTIC OPTICAL ALARM
 - BASTIDOR / RACK
 - ÁREA DE PAVIMENTO REBAIXADO (-1,0m) E PAVIMENTO EM GRADIL METÁLICO / LOWERED FLOOR AREAS (-1,2m) WITH GRADIL METALLIC FLOOR
 - EXTINTOR DE ANIDRÓ CARBÓNICO (CO₂) / ANHYDROUS CO₂ EXTINGUISHER
 - GRELHA DE AR EXTERIOR / EXTERNAL AIR GRILLE
 - GRELHA DE EXTRAÇÃO / EXTRACTION GRILLE

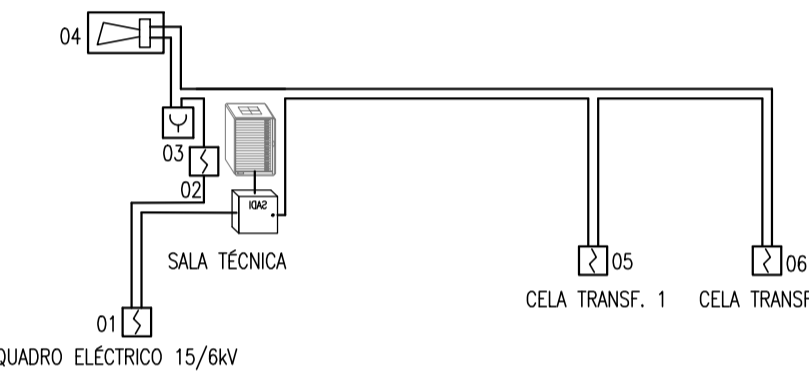


DIAGRAMA DA REDE DE DETECÇÃO DE INCÊNDIOS
FIREFIGHTING LINE DIAGRAM

NOTA

NOTA:
NOTE:

- NO QE DO PT4.1 DEVERÁ SER CONSIDERADO 30% DE RESERVA DE ESPAÇO BOX FOR CONNECTION OF PIPE FOR EXISTING LV CABLES (SUPPLY TO EXISTING)
- DEVEM SER CONSIDERADOS SISTEMAS DE ENCRIVAMENTO DAS PORTAS DE ACESSO DAS CELAS DOS TRANSFORMADORES COM AS CELAS DE PROTEÇÃO DOS TRANSFORMADORES DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO. SYSTEMS OF ENCRAVING THE ACCESS DOORS OF THE TRANSFORMER CELLS WITH THE PROTECTION CELLS OF THE TRANSFORMERS IN ACCORDANCE WITH THE LEGISLATION MUST BE CONSIDERED.

REV	DATA	DES.	VER.	APROV.	DESIGNAÇÃO

ESTE DESENHO É PROPRIEDADE DA PROMAN. NÃO PODE SER UTILIZADO, REPRODUZIDO, NO TODO OU EM PARTE, OU COMERCIALIZADO A TERCEIROS SEM SUA EXPRESSA AUTORIZAÇÃO.

CLIENTE **ISEL**

PROJECTO **TCL-AMPLIAÇÃO E MODERNIZAÇÃO DO TERMINAL SUL EDIFÍCIOS / BUILDINGS**

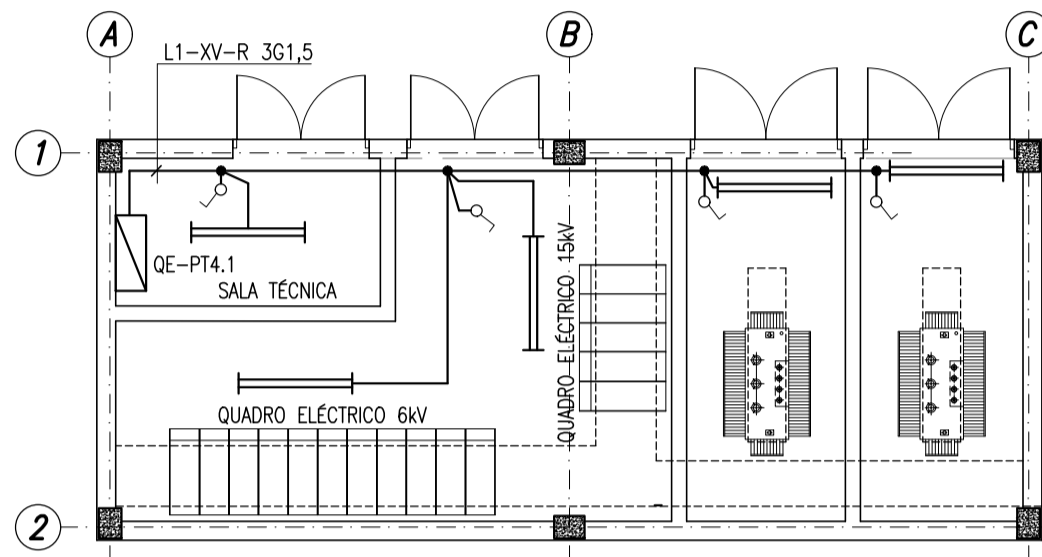
DESIGNAÇÃO **PROJETO DE EXECUÇÃO / DETAILED DESIGN**

INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS EXTERIORES / EXTERNAL ELECTRICAL INSTALLATIONS

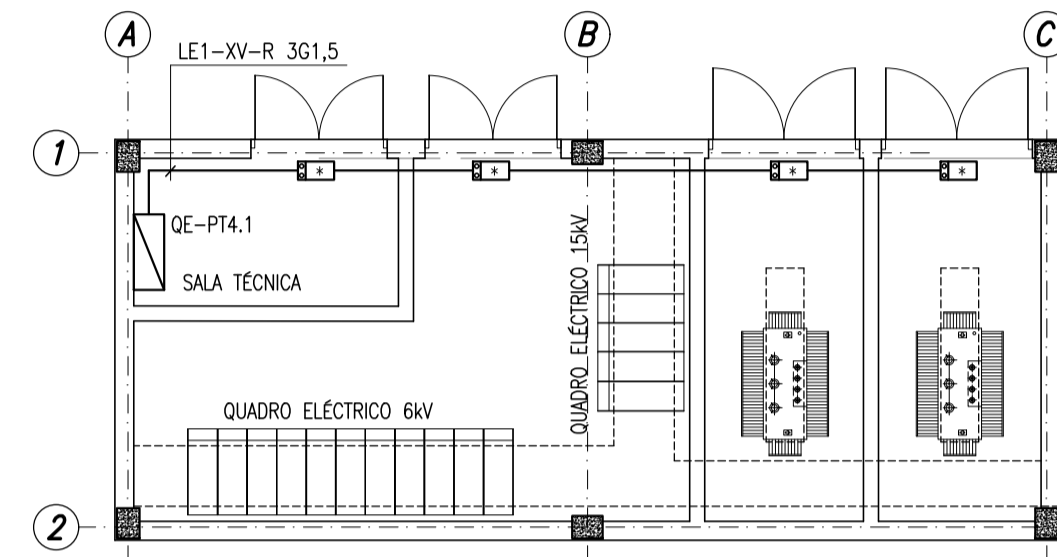
POSTO DE TRANSFORMAÇÃO N.º4.1 / TRANSFORMER SUBSTATION PT N.º4.1

INSTALAÇÕES DE MÍDIA E BAIXA TENSÃO / MV AND LV INSTALLATIONS

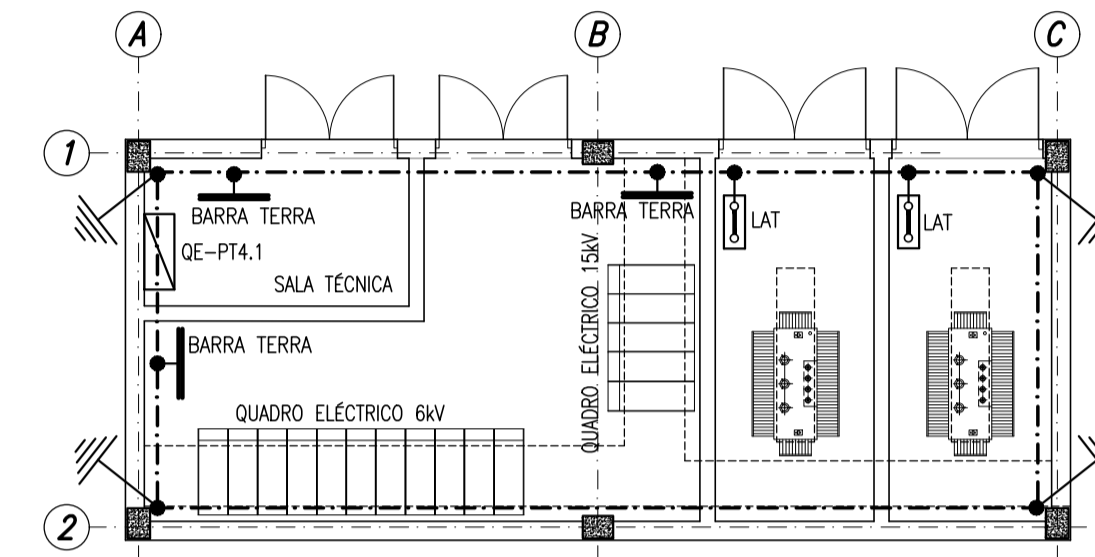
PROJ.	F. Soid	ESCALAS	DESENHO N.º	REVISÃO
DES.	A. Santos	INDICADAS	17061.3-3.ELE-012	
VERIF.	A. Ressurreição		DIRECTOR/ARQUIVO	17061.3-3ELE012
APROV.	J. Perno		SUBSTITUI DES. N.º	
DATA	Junho 2018	Plot 1=1	SUBSTITUI P/DES N.º	



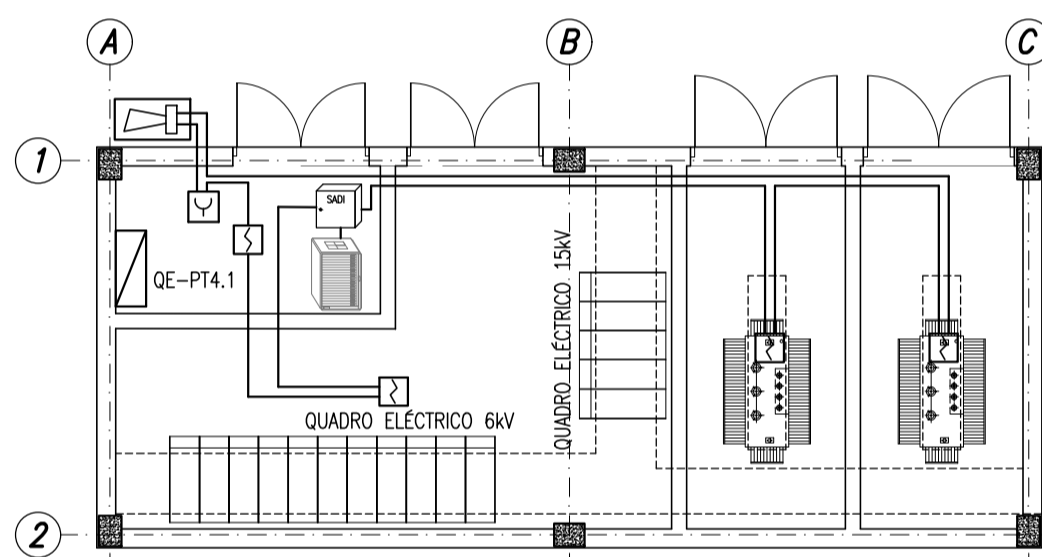
ILUMINAÇÃO NORMAL
NORMAL LIGHTING
Esc. 1:100



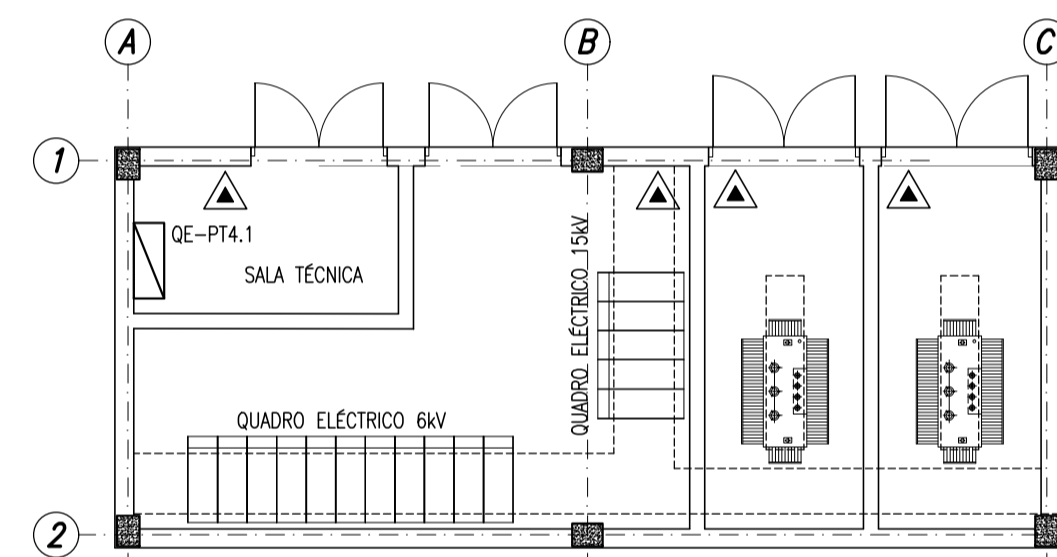
ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA
EMERGENCY LIGHTING
Esc. 1:100



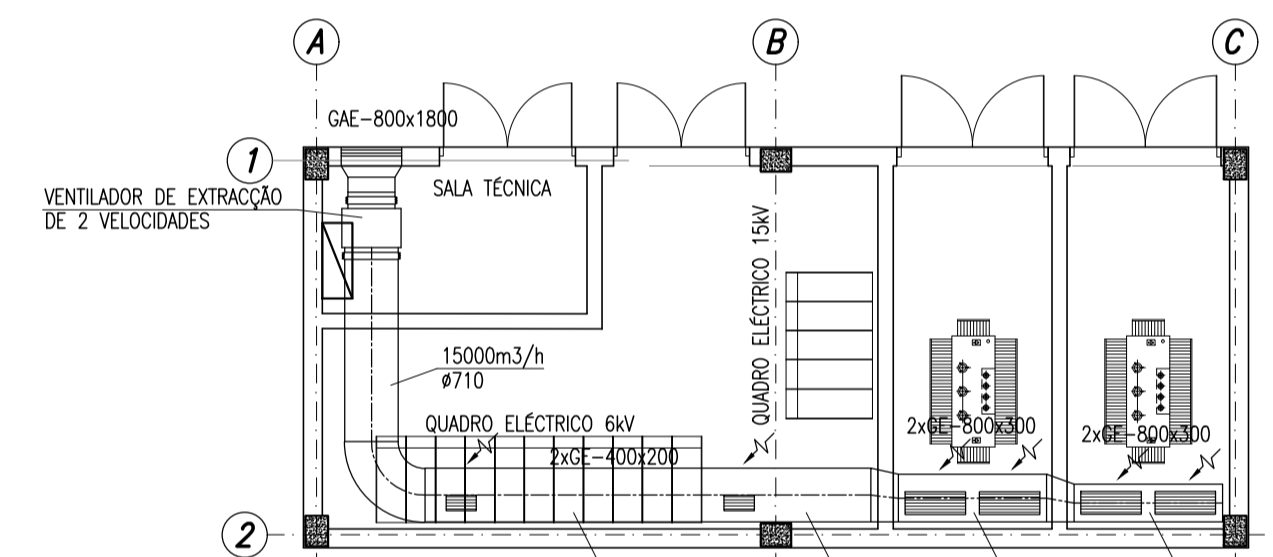
REDE DE TERRAS
EARTHING NETWORK
Esc. 1:100



DETECÇÃO DE INCÊNDIOS
FIRE DETECTION
Esc. 1:100

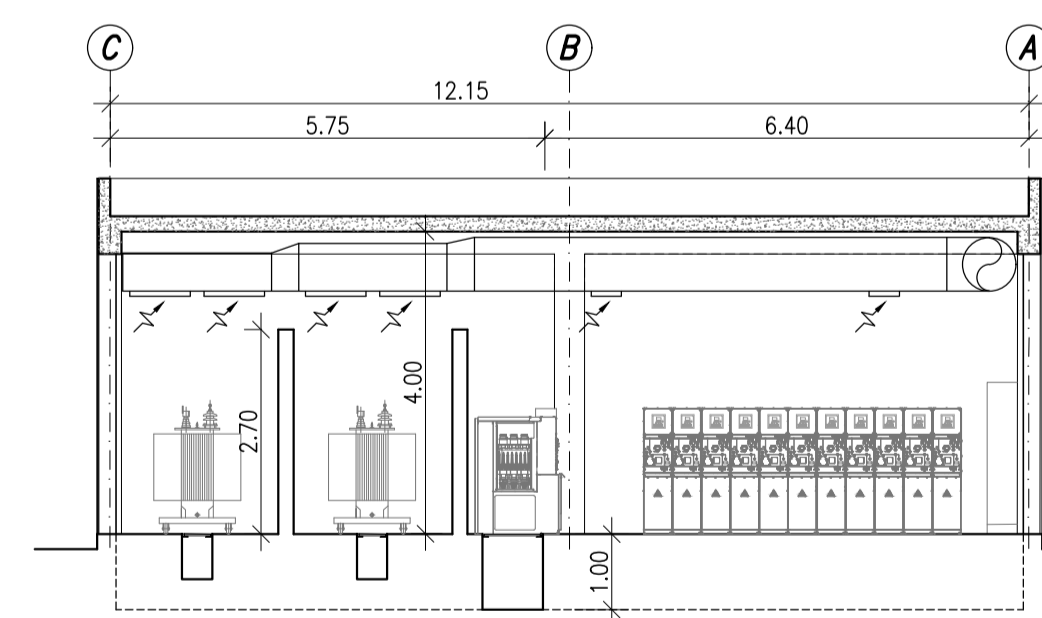
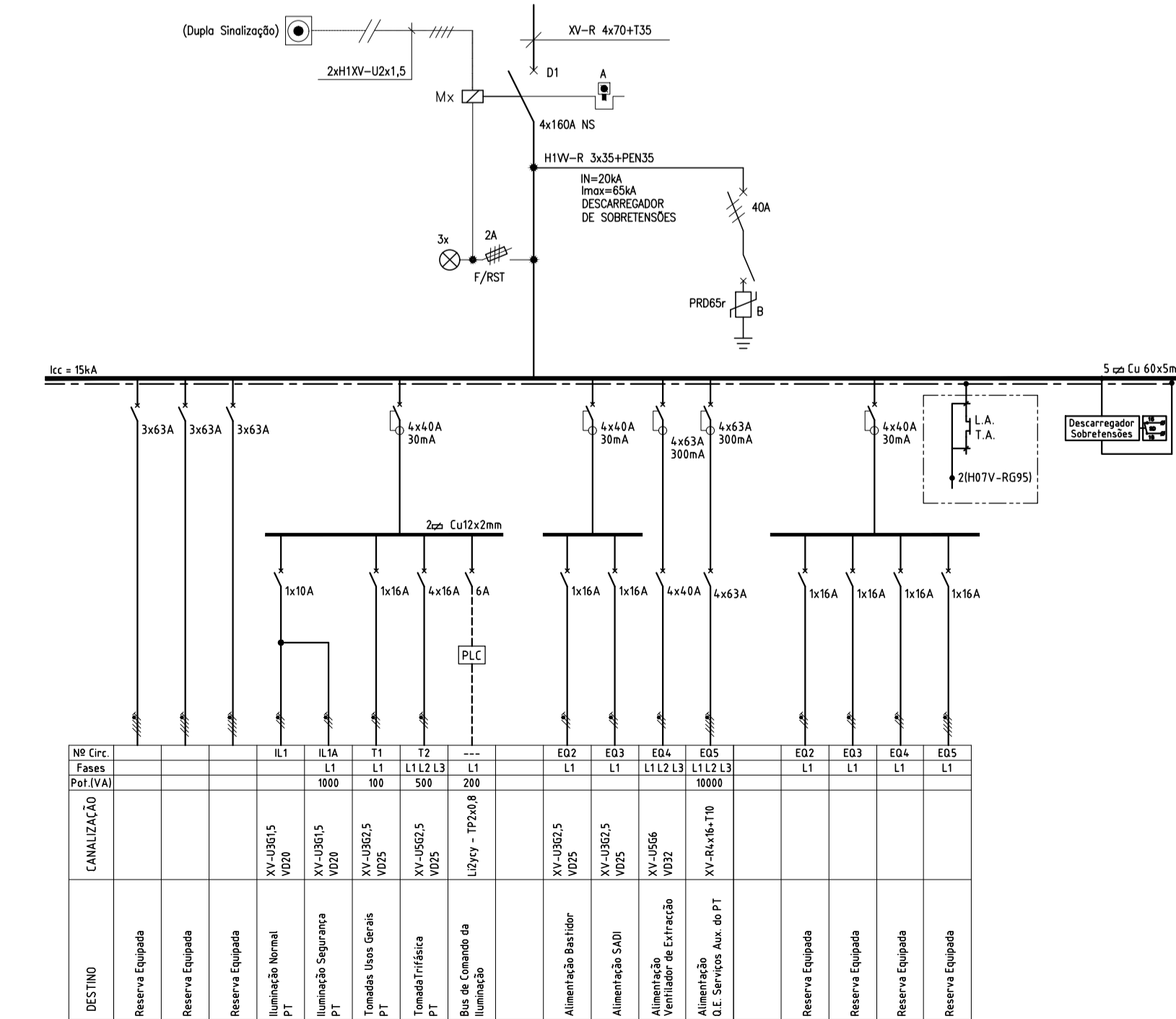


EXTINÇÃO DE INCÊNDIOS
FIREFIGHTING
Esc. 1:100

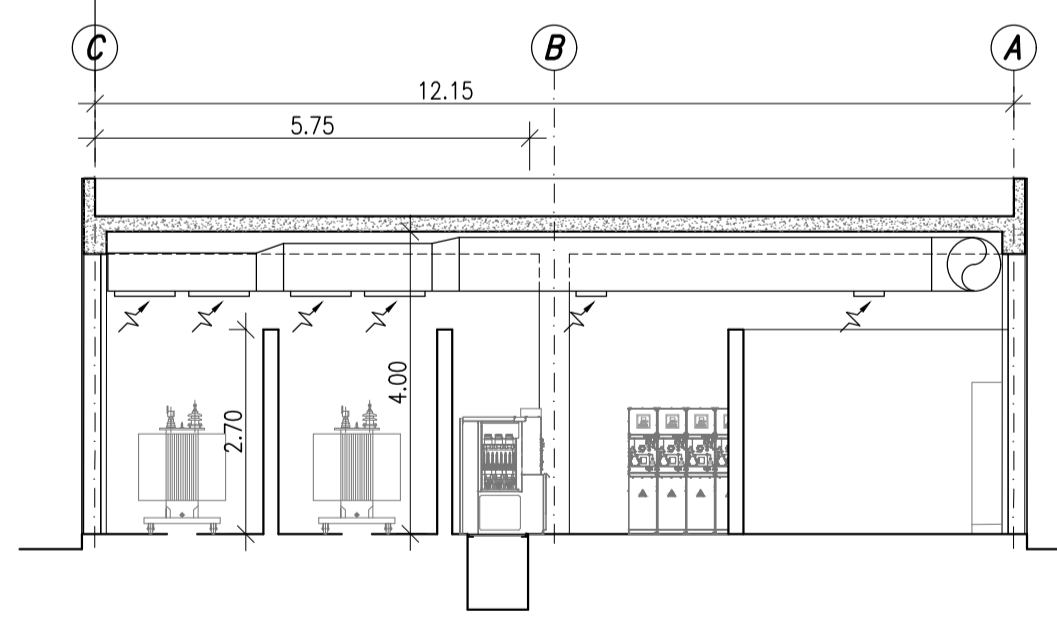


VENTILAÇÃO
VENTILATION
Esc. 1:100

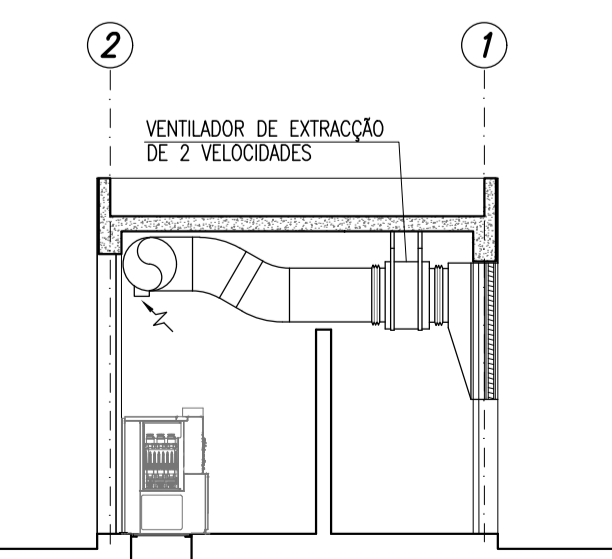
ESQUEMA UNIFILAR DO QE PT4.1
LINE DIAGRAM OF PT4.1



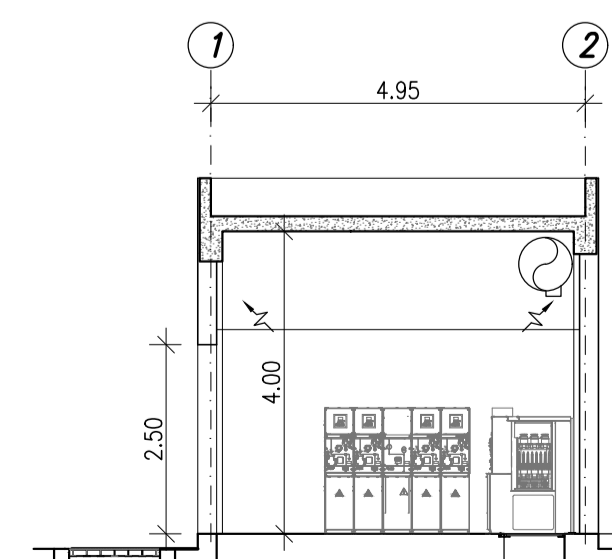
Corte A.A
Esc. 1:100



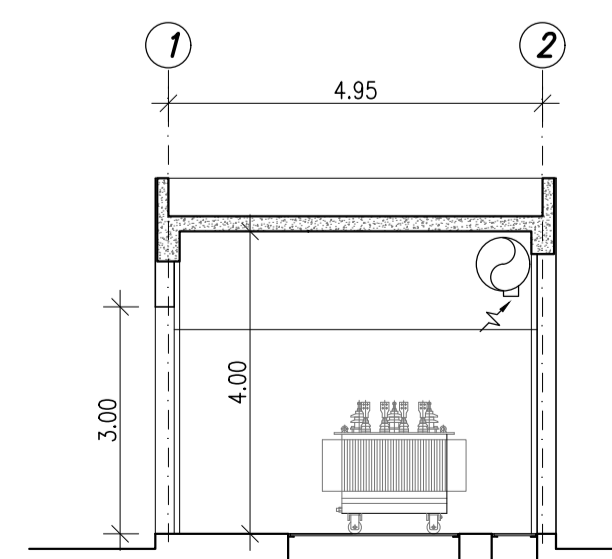
Corte B.B
Esc. 1:100



Corte E.E
Esc. 1:100

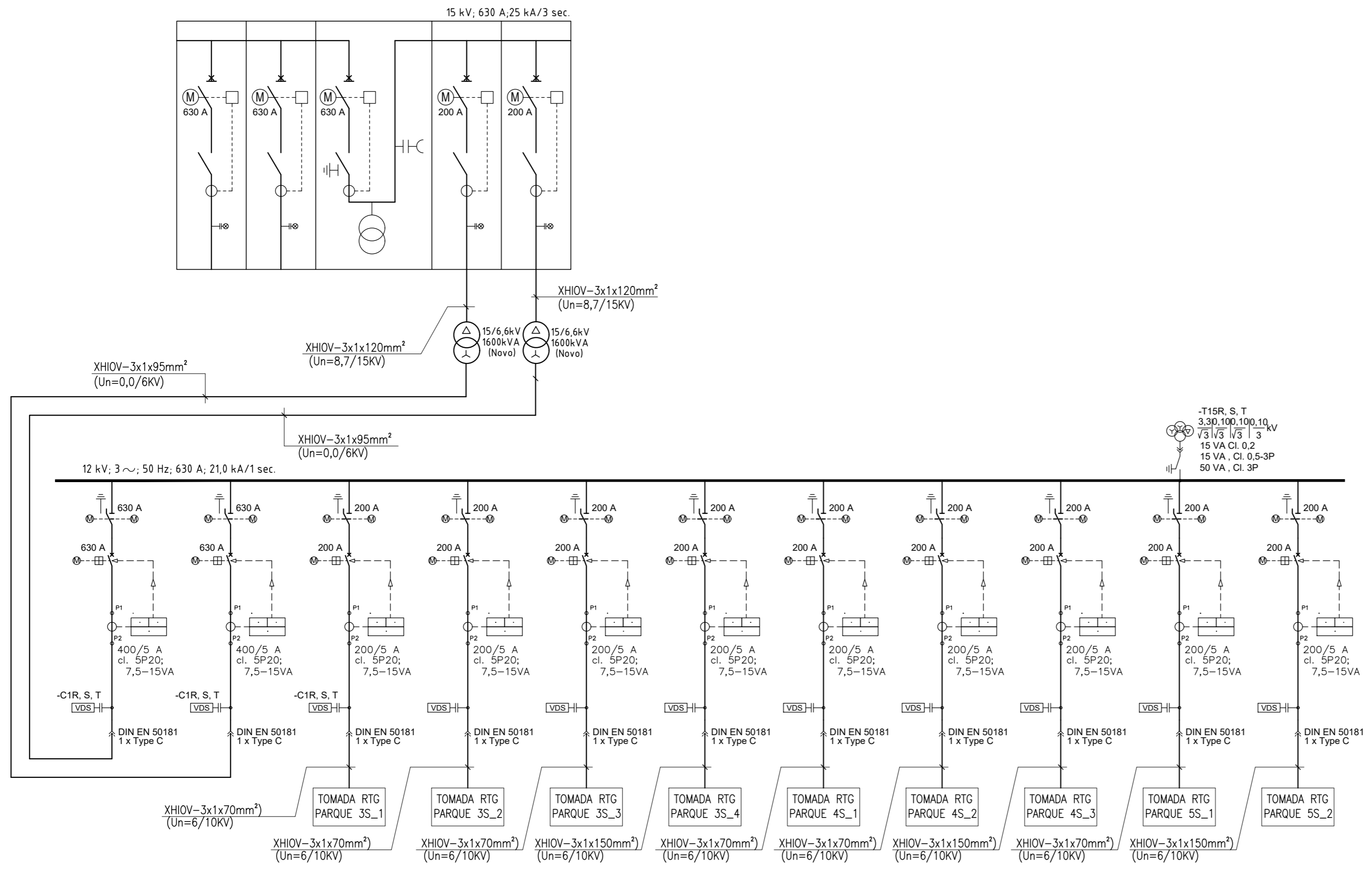


Corte C.C
Esc. 1:100



Corte D.D
Esc. 1:100

ESQUEMA UNIFILAR DE MÉDIA TENSÃO DO PT4.1
MV LINE DIAGRAM OF PT4.1




NOTA:
NOTE:

- DEVEM SER CONSIDERADOS SISTEMAS DE ENCRAVAMENTO EM TODAS AS CELAS DE MT.
LOCKING SYSTEMS SHOULD BE CONSIDERED IN ALL MEDIUM VOLTAGE CELLS.


A	07-09-2018	AS	AR	JP	Revisão geral
REV	DATA	DES.	VER.	APROV.	DESIGNAÇÃO

ESTE DESENHO É PROPRIEDADE DA PROMAN. NÃO PODE SER UTILIZADO, REPRODUZIDO NO TODO OU EM PARTE OU COMUNICADO A TERCEIROS SEM SUA EXPRESSA AUTORIZAÇÃO

CLIENTE  ISEL

PROJECTO **TCL-TERMINAL DE CONTENTORES DE LEIXÕES, SUL AMPLIAÇÃO DO TERMINAL / TERMINAL EXPANSION**

DESIGNAÇÃO **PROJETO BASE / BASIC DESIGN**
ESQUEMAS UNIFILARES
ESQUEMA UNIFILAR DE MT - PT4.1
MV LINE DIAGRAM - PT4.1

 **PROMAN**
CENTRO DE ESTUDOS E PROJECTOS S.A.

PROJ.	F. Saíd	ESCALAS	DESENHO N°	REVISÃO
DES.	A. Santos	S/E	17061.3-3.ELE-013	A
VERIF.	J. Pernão		DIRECTÓRIO/FICHEIRO	17061.3-3ELE013
APROV.	J. Pernão		SUBSTITUI DES. N°	
DATA	Novembro 2017	Plot 1=1	SUBSTITUIDO P/DES N°	

