



Metro do Porto

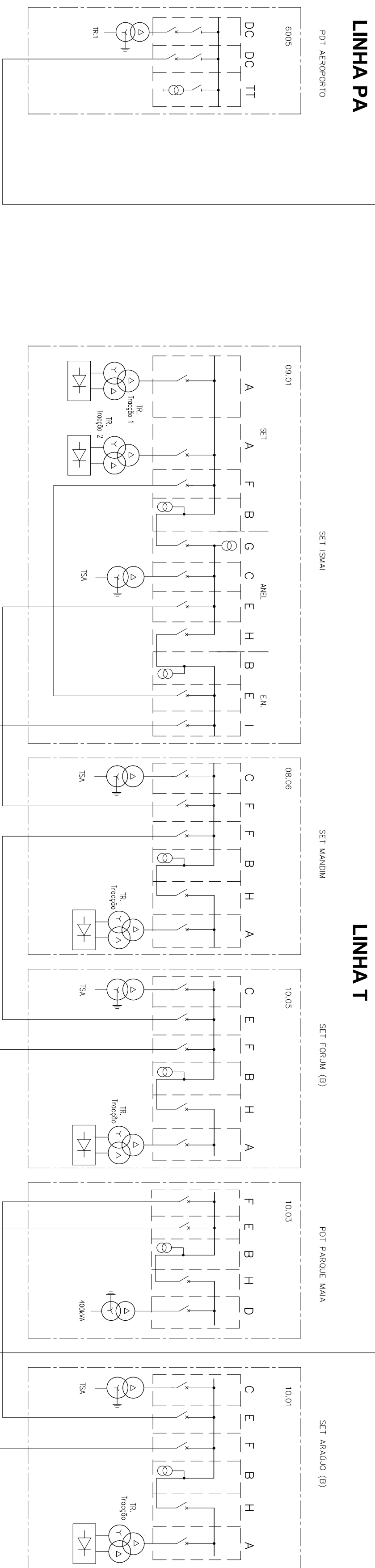
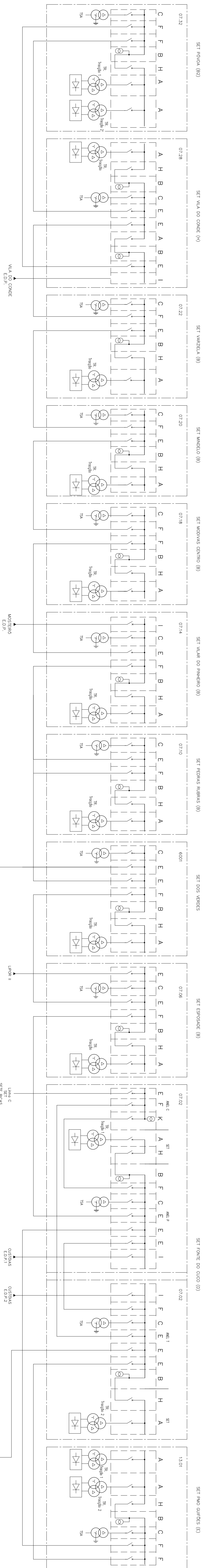
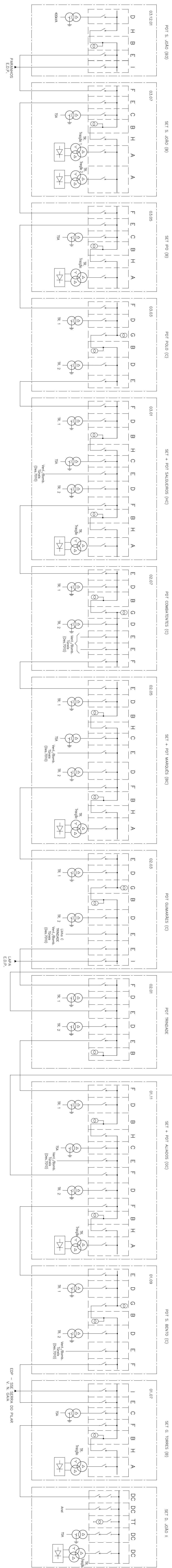
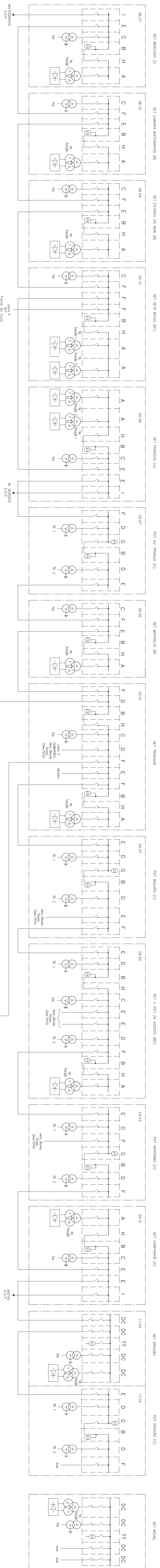
ANEXO XIX

APÊNDICE 3A

DIAGRAMA GERAL DA REDE ELÉCTRICA DE
DISTRIBUIÇÃO EM MÉDIA TENSÃO 15 kV

Diagrama geral da rede eléctrica de distribuição em média tensão 15 kV

Nome do Ficheiro	Número de páginas
Diagrama de Media Tensão.pdf	1



REFERENCIA	DESCRIPCION	RESERVACION
A	Procedimiento General - Troqueo	01/17/01/00/00/00/01/25/05/05/00004
B	Saludo de Ingreso	01/17/01/00/00/00/01/25/05/05/00006
C	Procedimiento General - Sema - Aux.	01/17/01/00/00/00/01/25/05/05/00007
D	Procedimiento General - Sema - Aux.	01/17/01/00/00/00/01/25/05/05/00008
E	Procedimiento General - Sema - Aux.	01/17/01/00/00/00/01/25/05/05/00009
F	Atat. Ins. (Cambio)	01/17/01/00/00/00/01/25/05/05/00000
G	Corte para Sema - tipo II	01/17/01/00/00/00/01/25/05/05/00003
H	0017545177101 - Datos Sema - tipo II (S&F)	01/17/01/00/00/01/25/05/05/00002
I	0017545177101 - Datos Sema - tipo II (S&F)	01/17/01/00/00/01/25/05/05/00002
J	0017545177101 - Datos Sema - tipo II (S&F)	01/17/01/00/00/01/25/05/05/00002
K	Grupo Operador - X	01/17/01/00/00/00/01/25/05/05/00009
L	Grupo Operador - X	01/17/01/00/00/00/01/25/05/05/00009
M	Grupo Operador - X	01/17/01/00/00/00/01/25/05/05/00009
N	Grupo Operador - X	01/17/01/00/00/00/01/25/05/05/00009
O	Grupo Operador - X	01/17/01/00/00/00/01/25/05/05/00009
P	Grupo Operador - X	01/17/01/00/00/00/01/25/05/05/00009
Q	Grupo Operador - X	01/17/01/00/00/00/01/25/05/05/00009
R	Grupo Operador - X	01/17/01/00/00/00/01/25/05/05/00009
S	Grupo Operador - X	01/17/01/00/00/00/01/25/05/05/00009
T	Grupo Operador - X	01/17/01/00/00/00/01/25/05/05/00009
U	Grupo Operador - X	01/17/01/00/00/00/01/25/05/05/00009
V	Grupo Operador - X	01/17/01/00/00/00/01/25/05/05/00009
W	Grupo Operador - X	01/17/01/00/00/00/01/25/05/05/00009
X	Grupo Operador - X	01/17/01/00/00/00/01/25/05/05/00009
Y	Grupo Operador - X	01/17/01/00/00/00/01/25/05/05/00009
Z	Grupo Operador - X	01/17/01/00/00/00/01/25/05/05/00009

LEGENDA

SET: Subestação de Tensão

PDI: Subestação (Posto de Transformação)

ABC... Tipo de quadro M.T.

CABO

LINHA P

LINHA S

LINHA C

LINHA PA

LINHA T

[illegible]

METRO DO PORTO

LINHA
TROÇO
PLANTA

PROJECTO

[illegible]



Metro do Porto

ANEXO XIX

APÊNDICE 3B

MEMÓRIA DESCRITIVA DO SISTEMA DE
ALIMENTAÇÃO, SUBESTAÇÕES E CATENÁRIA

Memória Descritiva do Sistema de Alimentação, Subestações e Catenária

Nome do Ficheiro	Número de páginas
MD Aliment, Subestacoes e catenaria.pdf	29

MEMÓRIA DESCRITIVA
(Technical memorandum)

ALIMENTAÇÃO SUBESTAÇÕES E CATENARIA
Relação explicativa sobre o funcionamento do sistema

Refª.do Projecto Project Ref.	0/17/0/DE/00.00/610/AS/MD/SCZ002/B/04
Refª. Interna Internal Ref.	11507/A/SCZ002/04

	Nome Name	Função Function	Assinatura Signature	Data Date
Emitida por Issued by	L.Varalli	Engenheiro		09/07/2001
Verificada por Checked by	G.Ghilardi	Engenheiro de sub-sistema		09/07/2001
Aprovada por Approved by	P.P.Polita	Coordenador Técnico		09/07/2001

Destinatários:

Addressed persons

Nome Name	Empresa Company
Engº João Monteiro Prof. Dr. Manuel Oliveira Marques Engº José Luís Rocha Dorez	NORMETRO Metro do Porto CGK

Registo de revisões:

Revisions record

Índice Index	Emitido por Issued by	Data Date	Motivo da revisão Revision subject
01	G.Ghilardi	03/03/00	Primeira Emissão
02	F.Viganò	18/07/00	Revisão após comentários internos
A/03	F.Viganò	27/10/00	Revisão após comentários parceiros NORMETRO
B/04	L.Varalli	09/07/01	Revisão geral

Índice

1. OBJECTIVO DO DOCUMENTO	3
2. ÂMBITO	3
3. DESCRIÇÃO DO SISTEMA.....	4
3.1 REFERÊNCIAS DE PROJECTO	4
3.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS	4
3.3 DISTRIBUIÇÃO EM MÉDIA TENSÃO 8,7/15 KV	5
3.3.1 Configuração normal da alimentação da rede	6
3.3.2 Funcionalidade das ligações MT entre as linhas e possibilidade da sua utilização em condições de degradação	8
3.4 SUBESTAÇÕES DE TRACÇÃO E ALIMENTAÇÃO À CATENÁRIA	8
3.4.1 Equipamento no interior das subestações	9
3.4.2 Ligações internas e alimentação à linha de contacto	9
4. SISTEMA DE COMANDO E CONTROLO	11
4.1 GENERALIDADES	11
4.1.1 Informações e comandos no armário " <i>Sinalização e seccionadores catenária</i> "	13
4.2 GESTÃO DO SISTEMA E MANOBRAS	14
4.2.1 Rede 15 kV e grupo transformador/rectificador	14
4.2.2 Rede 750 V	16
5. SISTEMAS DE PROTECÇÃO	18
5.1 PROTECÇÕES DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO MT (8,7/15 KV)	18
5.2 PROTECÇÕES DA REDE DE ALIMENTAÇÃO À CATENARIA (750 V)	19
5.2.1 Circuito de interligação entre DUR (<i>intertripping</i>)	19
5.3 INTERVENÇÕES DE EMERGÊNCIA DAS PROTECÇÕES QUE COMPORTAM O BLOQUEIO DA SET	20
5.4 ENCRAVAMENTOS DE SEGURANÇA ENTRE O EQUIPAMENTO DO SISTEMA DE ENERGIA	21
5.4.1 Encravamentos no sistema de média tensão 8,7/15 kV	21
5.4.2 Encravamentos no subsistema "Tracção"	22
5.5 ENCRAVAMENTOS PARA EVITAR PARALELOS ENTRE ALIMENTAÇÕES EDP E ENTRE AS MESMAS E O GERADOR DE EMERGÊNCIA	24
6. TERMINOLOGIA	26
7. ANEXOS.....	27

1. OBJECTIVO DO DOCUMENTO

O objectivo deste documento é fornecer uma descrição funcional do subsistema de alimentação subestações e catenária do Metro do Porto, partindo dos pontos de entrega da sociedade fornecedora de energia em média tensão.

Este documento concentra, assim, a sua atenção nos seguintes subsistemas:

- *Anel MT*: rede de distribuição de média tensão;
- *SET*: subestação de transformação para tracção;
- Alimentação à linha de contacto.

2. ÂMBITO

Este documento aplica-se às instalações e ao equipamento do subsistema de alimentação às subestações e catenária do sistema metropolitano do Porto (anexo índice 17 do Contrato).

3. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

3.1 REFERÊNCIAS DE PROJECTO

[1]	Alimentação das subestações e da catenária: Revisão do projecto básico	617/-/D/AS/M/612/SCZ001/A01
[2]	Diagrama geral de distribuição de energia em média tensão – 15 kV	0/17/0/DE/00.00/612/AS/DS/EE0010
[3]	Esquemas eléctricos da catenária Linha P Linha T Linha S Linha C PMO de Guifões	0/17/P/00/00.00/614/AS/DS/RDE001 0/17/T/00/00.00/614/AS/DS/RDE002 0/17/S/00/00.00/614/AS/DS/RDE003 0/17/C/00/00.00/614/AS/DS/RDE004 1/17/0/DE/13.01/614/AS/DS/RDE005
[4]	Quadros de média tensão – especificação técnica	0/17/0/DE/00.00/612/AS/ET/EE0027
[5]	Transformadores secos dos grupos de tracção – especificação técnica	0/17/0/DE/00.00/612/AI/ET/S.0401
[6]	Rectificador de tracção 1500 kW – 750 Vdc – especificação técnica	0/17/0/DE/00.00/612/AI/ET/S.0301
[7]	Quadros de distribuição de corrente contínua – especificação técnica	0/17/0/DE/00.00/612/AI/ET/S.0501
[8]	Painel alimentador do sistema prova linha – especificação técnica	0/17/0/DE/00.00/612/AI/ET/S.0515
[9]	Armário dos seccionadores – especificação técnica	0/17/0/DE/00.00/614/AS/ET/RST021
[10]	Utilização do grupo gerador de emergência	0/17/0/DE/00.00/610/AS/MD/SCZ010
[11]	“Intertripping system”	0/17/0/DE/00.00/612/AI/MD/0D1037
[12]	Coordenação das protecções do sistema MT	0/17/0/DE/00.00/610/AS/MD/SCZ021
[12]	Encravamentos de segurança por chaves Memória descritiva e esquemas de princípio.	0/17/0/DE/00.00/612/AS/MD/SSZ010 0/17/0/DE/00.00/612/AS/DS/SSZ011 0/17/0/DE/00.00/612/AS/DS/SSZ012 0/17/0/DE/00.00/612/AS/DS/SSZ013

3.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O sistema, da maneira como está dimensionado e configurado, tem capacidade para alimentar a circulação dos comboios nas condições de exploração previstas no estado actual (fase 5 do Contrato) e para ampliações futuras. Os limites das instalações fixas de fornecimento de energia aos comboios para cada linha, no que respeita à cadência entre os veículos (carga máxima de 8 passageiros/m² em todos os comboios), estão indicados na tabela 3.1.

Linha	Percurso	Cadências [s] (8 pass/m ²)
S	S. Ovídeo – S. João	120
C1	Campanhã – Sra. da Hora	120
C2	S.ra da Hora–Matosinhos	360
P	Póvoa – S.ra da Hora	450
T	Trofa – S.ra da Hora	450

Tab. 3.1: Recapitulação das cadências consideradas.

O sistema de alimentação assegura, também, o pleno funcionamento nas seguintes condições de degradação:

- Condições de degradação D1: indisponibilidade de uma SET.
- Condições de degradação D2: indisponibilidade de um ponto de alimentação EDP.

Caso se verifiquem outros eventos simultaneamente com uma destas condições, o funcionamento da rede poderá sofrer consequências de degradação em dependência do próprio acontecimento e do efectivo intervalo entre os veículos.

Nos parágrafos a seguir, fornece-se uma descrição do sistema em objecto, apresentando também um resumo das características dos materiais e equipamento principal a ser utilizado.

3.3 DISTRIBUIÇÃO EM MÉDIA TENSÃO 8,7/15 KV

O Metro do Porto é constituído por quatro linhas de tracção, marcadas com as letras S, C, P e T.

A alimentação às subestações de tracção (SET) localizadas ao longo destas é realizada em média tensão 8,7/15 kV e é constituída por uma rede em cabos (secção 120 mm²) assentes em caminhos de cabos colocados ao lado do traçado (caleiras em betão ou multitubulares).

O subsistema é configurável através dos quadros de média tensão instalados nas SET e nos PDT.

Cada uma das linhas de tracção é alimentada a partir de um ou mais pontos de entrega de energia pela entidade distribuidora denominada EDP Distribuição Energia, S.A.

Os pontos de entrega previstos são em número suficiente para garantir uma alimentação nas extremidades de cada uma das quatro linhas de tracção e, pelas linhas nas quais está previsto um maior fluxo de comboios e pessoas, está previsto também um ponto de alimentação intermédio.

- ♦ A linha “C” tem três ligações com a EDP, duas nas extremidades e uma central.
- ♦ A linha “S” está alimentada da mesma forma, com duas ligações nas extremidades e uma intermédia.
- ♦ As linhas “P” e “T” têm cada uma duas ligações, uma na extremidade norte e uma na subestação de Fonte do Cuco, SET comuns às duas linhas.

Em pormenor, as subestações de tracção nas quais está prevista a entrega da energia por parte da entidade distribuidora estão indicadas na tabela 3.2.

Linha	S			C			P, T		P	T
SET de entrega	S. Ovídeo	Faria Guimarães ^(*)	PMO de S. João	Campanhã	Francos	Mercado	Fonte do Cuco	Fonte do Cuco	Estádio	Trofa

^(*) entrega no PDT de Faria Guimarães

Tab. 3.2: Subestações de tracção para as quais está previsto um ponto de entrega EDP

A partir destes pontos, a energia é distribuída em média tensão às subestações de tracção de acordo com o diagrama geral [2].

O posicionamento das SET ao longo das linhas está listado na tabela 3.3⁽¹⁾, onde se assumiram iguais a zero as progressivas do traçado de S. Ovídeo pela linha S e Campanhã para as linhas C, P e T.

SET linha S	Pk [m]	SET linha C	pk [m]	SET linha P	pk [m]	SET linha T	pk [m]
S. Ovídeo	0	Campanhã	0	Fte. do Cuco	9468	Fte. do Cuco	9468
Gen. Torres	1595	24 Agosto	1497	Guifões PMO		Araújo	12531
Aliados	3300	Trindade	2643	Esposade	12038	Fórum	15237
Marquês	4941	C. Michaelis	4000	Rubras	15588	C. da Maia	19043
Salgueiros	6357	Francos	5490	Pinheiro	18759	Ribela	21163
P. Universitário	7230	Sete Bicas	7850	Vila Chã	21738	Muro	24090
S. João	8320	Barranha	10000	Mindelo	24465	Bougado	27040
		C. Matosinhos	12050	Árvore	26188	Trofa	30000
		Mercado	13840	Estádio	30388		
				Póvoa	32771		

Tab. 3.3: Recapitulação das subestações de tracção por linha

O documento [2] mostra também a integração, no esquema geral da rede MT, dos postos de transformação para a alimentação dos serviços das estações enterradas (PDT).

Entre as várias linhas existem as seguintes ligações:

- ◆ Linha “C” com a linha “S” entre as subestações da Trindade e dos Aliados;
- ◆ Linha “C” com a linha “P” e “T” entre as subestações de Sete Bicas e Fonte do Cuco.

O equipamento MT acima referido instalado nas SET e nos PDT, é composto por quadros do tipo “Metalclad” equipados com disjuntores em SF₆ extraíveis.

As características dos mesmos encontram-se detalhadas no documento [4].

Na estação do Polo Universitário (PDT) será instalado um grupo gerador (alimentação diesel) que, em caso de falha de todas as alimentações EDP da rede MT, pode fornecer a potência suficiente a alguns serviços de emergência.

A definição das cargas alimentadas nestas condições assim como os procedimentos a seguir na gestão do serviço do gerador, são objecto de um documento específico dedicado ao assunto [10].

3.3.1 Configuração normal da alimentação da rede

Por condições normais de funcionamento (CN) entende-se a situação em que estão disponíveis todas as subestações de tracção e todas as aduções EDP.

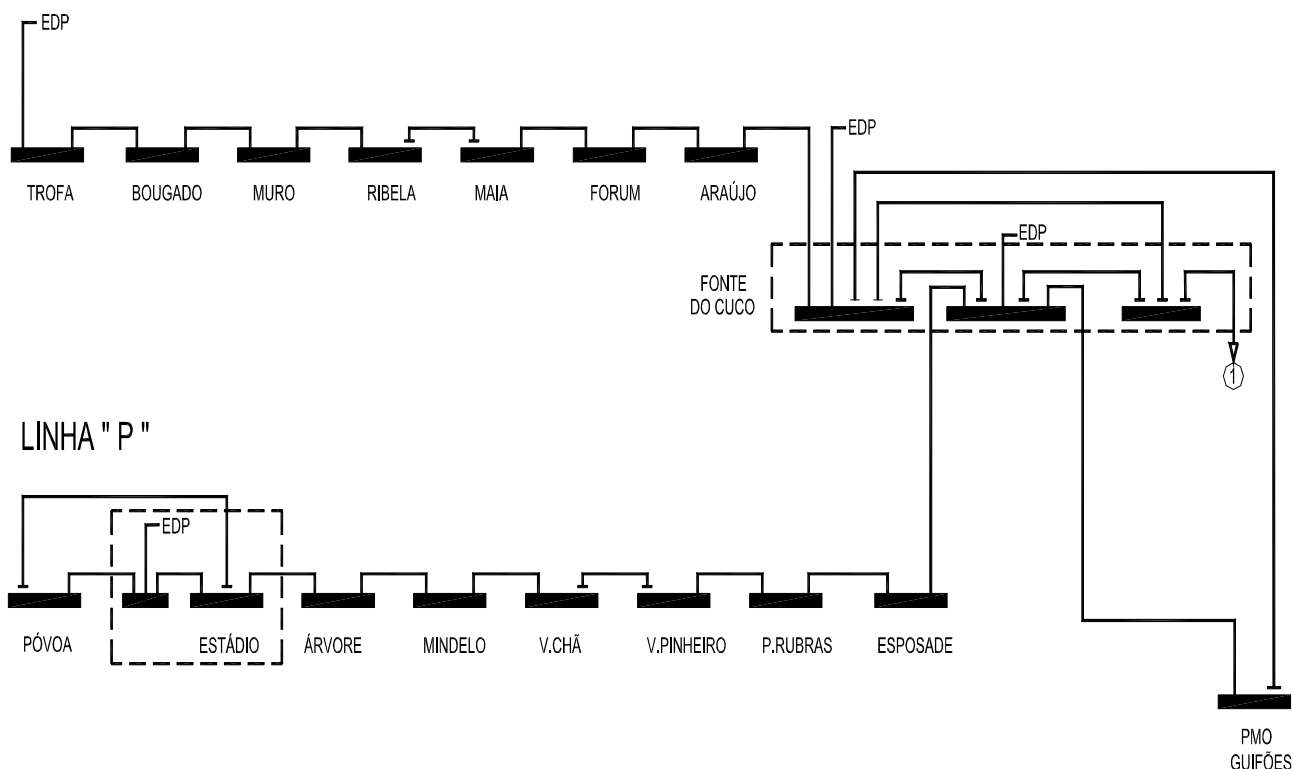
Nestas condições, os pontos de interrupção do anel MT serão de modo a que haja ramais radiais de alimentação nas subestações indicadas na tabela 3.4 e no esquema da figura 3.5.

Linha	Ponto de entrega	SET terminal na linha	SET terminal na linha	Ponto de entrega
S	S. Ovídeo	S. Bento(PDT)	Aliados	Guimarães (PDT)
	Guimarães (PDT)	Lima (PDT)	Salgueiros	PMO de S. João
C	Mercado	Barranha	Sete Bicas	Francos
	Francos	Trindade	Bolhão (PDT)	Campanhã
P	Estádio	Vila Chã	V. Pinheiro	Fonte do Cuco
T	Trofa	Ribela	C. da Maia	Fonte do Cuco

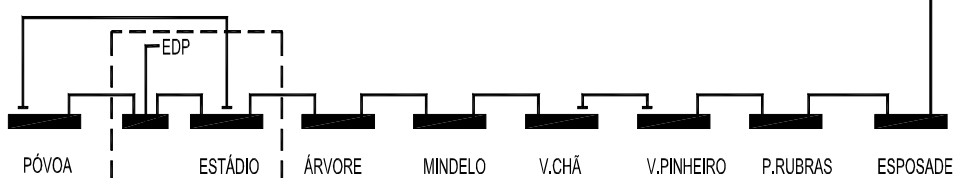
Tab. 3.4: Subdivisão do anel MT em condições de funcionamento normal.

¹ O posicionamento definitivo poderá sofrer pequenas modificações em função da efectiva inserção urbana das subestações.

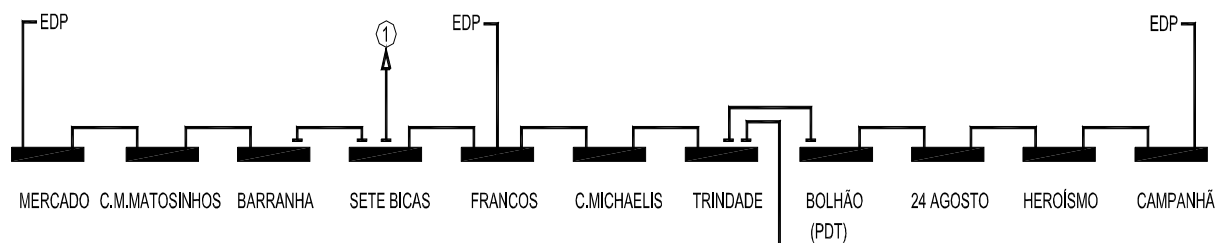
LINHA " T "



LINHA " P "



LINHA " C "



LINHA " S "

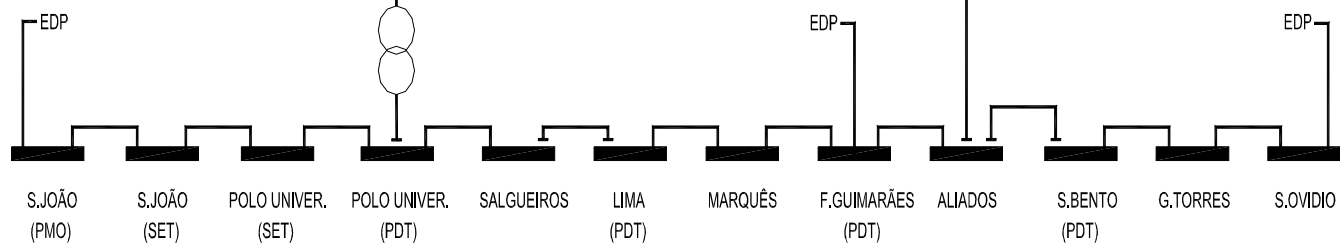


fig. 3.5: Subdivisão do anel MT em condições de funcionamento normal.

3.3.2 Funcionalidade das ligações MT entre as linhas e possibilidade da sua utilização em condições de degradação

As ligações intermédias entre as várias linhas citadas no parágrafo anterior, têm como função fornecer uma maior flexibilidade e um maior nível de segurança na gestão da rede de média tensão, especialmente para o caso de se apresentarem condições de degradação do subsistema. Assim, de forma geral e sem limitar a possibilidade de uma futura definição de outras funções, nos dois parágrafos a seguir estão indicadas as principais funções destas ligações.

3.3.2.1 Ligação entre a SET dos Aliados e a SET da Trindade

Esta ligação em média tensão pode assegurar:

- Alimentação de emergência das SET e estações em túnel na linha S em caso de “blackout”.
- Alimentação recíproca de socorro entre as duas linhas em caso de condições de sobrecarga temporária de uma das duas.

A primeira função refere-se à activação do grupo gerador de emergência situado junto ao PDT da estação do Polo Universitário. Os procedimentos a seguir e a configuração da rede MT requerida são objecto de um documento específico tal como referido no parágrafo 3.3.

A segunda função refere-se à eventualidade de falha de uma das três alimentações EDP previstas para cada uma das duas linhas, no caso da cadência de operação dos comboios ser igual aos valores limites indicados na tabela 3.1.

As operações a efectuar e as consequentes configurações da rede MT estão indicadas no parágrafo 4.2.1.3 e 7.

3.3.2.2 Ligação entre a SET de Fonte do Cuco e a de Sete Bicas

Esta ligação em média tensão assegura a alimentação recíproca de socorro e entre a linha C e as linhas P e T, vista sobretudo em função de fornecer uma terceira alimentação EDP à SET de Fonte do Cuco, central em relação às linhas P e T, e para ligação ao PMO (reserva suplementar a partir do ponto de entrega EDP em Francos).

3.4 SUBESTAÇÕES DE TRACÇÃO E ALIMENTAÇÃO À CATENÁRIA

Nas Subestações de Tracção estão instaladas as aparelhagens de transformação e de conversão da energia eléctrica para a alimentação das linhas de contacto e dos comboios.

No que respeita à potência instalada, cada SET tem normalmente um grupo transformador/rectificador capaz de fornecer continuamente 1500 kW, com possibilidade de sobrecarga cíclica (ver documentos [5] e [6]).

Normalmente nas subestações está prevista a instalação de um único grupo de tracção. Em cinco casos específicos, nas extremidades das linhas P e T, em Fonte do Cuco e em correspondência com os dois PMO, nas SET existe um grupo de conversão de reserva.

A localização dos grupos rectificadores de reserva foi definida em função da respectiva importância das SET, e em particular:

- Fonte do Cuco é central e determinante para as duas linhas extra-urbanas assim como para a alimentação da ligação com o PMO de Guifões;
- Guifões é a sede do PMO e da oficina;
- Póvoa e Trofa são as SET terminais das linhas extra-urbanas e a sua falta implicaria a alimentação radial dos veículos por uma SET localizada a cerca de 3 km de distância.
- S. João é uma estação junto ao segundo PMO e o grupo rectificador extra fornece uma importante reserva para a alimentação da catenária.

3.4.1 Equipamento no interior das subestações

O transformador de tracção é do tipo seco (isolamento em resina), com os seguintes dados nominais:

- ♦ relação de transformação: 15000/622 V
- ♦ potência: 1620 kVA

As características do equipamento estão detalhadas no documento [5].

O rectificador é do tipo dupla Ponte de Graetz com reactância interfásica de ligação, com os seguintes dados nominais:

- ♦ tensão nominal lado corrente alternada: 622 V c.a.
- ♦ potência: 1500 kW
- ♦ tensão nominal lado corrente contínua: 750 V c.c.

As características do aparelho estão detalhadas no documento [6].

Os aparelhos de manobra 750 V são constituídos por quadros do tipo “*metalclad*”, com disjuntores removíveis, permitindo assim seccionar a linha à partida.

Cada partida está dotada com aparelhagem de prova de linha, que antes de efectuar o fecho propriamente dito, permite verificar que não haja avarias nos circuitos a alimentar.

As características do equipamento principal e do dispositivo prova-linha estão detalhadas nos documentos [7] e [8].

3.4.2 Ligações internas e alimentação à linha de contacto

A ligação entre o rectificador e o quadro 750 V e entre este último e a linha de contacto é realizada através de linhas em cabo 0,6/1kV.

Na ligação à linha de contacto, é prevista a instalação de seccionadores manuais localizados perto da mesma linha de contacto, que permitem isolar a catenária para a realização das operações de manutenção em segurança na catenária e na ligação à SET (ver 5.4.2.6)

Em correspondência dos pontos de ligação, os esquemas eléctricos da catenária prevêm a interposição de um isolador de secção na linha e para cada via é prevista a ligação à SET através de dois alimentadores.

A presença perto da linha de contacto de contactores accionáveis à distância, através do sistema SCADA, permite o *by-pass* dos isoladores de secção mantendo a alimentação à linha (através de um único alimentador) mesmo no caso de uma cela DUR se encontrar avariada ou fora de serviço.

Informações sobre a configuração das ligações à catenária de cada SET, assim como a possibilidade de comando do equipamento accionável à distância envolvido, são também disponíveis no interior da SET no “Armário de sinalização e seccionadores catenária”.

No caso de traçado em via dupla, o esquema de alimentação à linha de contacto prevê a independência das linhas eléctricas dos dois carris de forma a permitir o serviço pelo menos, num dos dois, em caso de avaria no outro.

Para uma melhor compreensão do acima referido, apresentamos a seguir um esquema de princípio da ligação SET/catenária (fig.3.6).

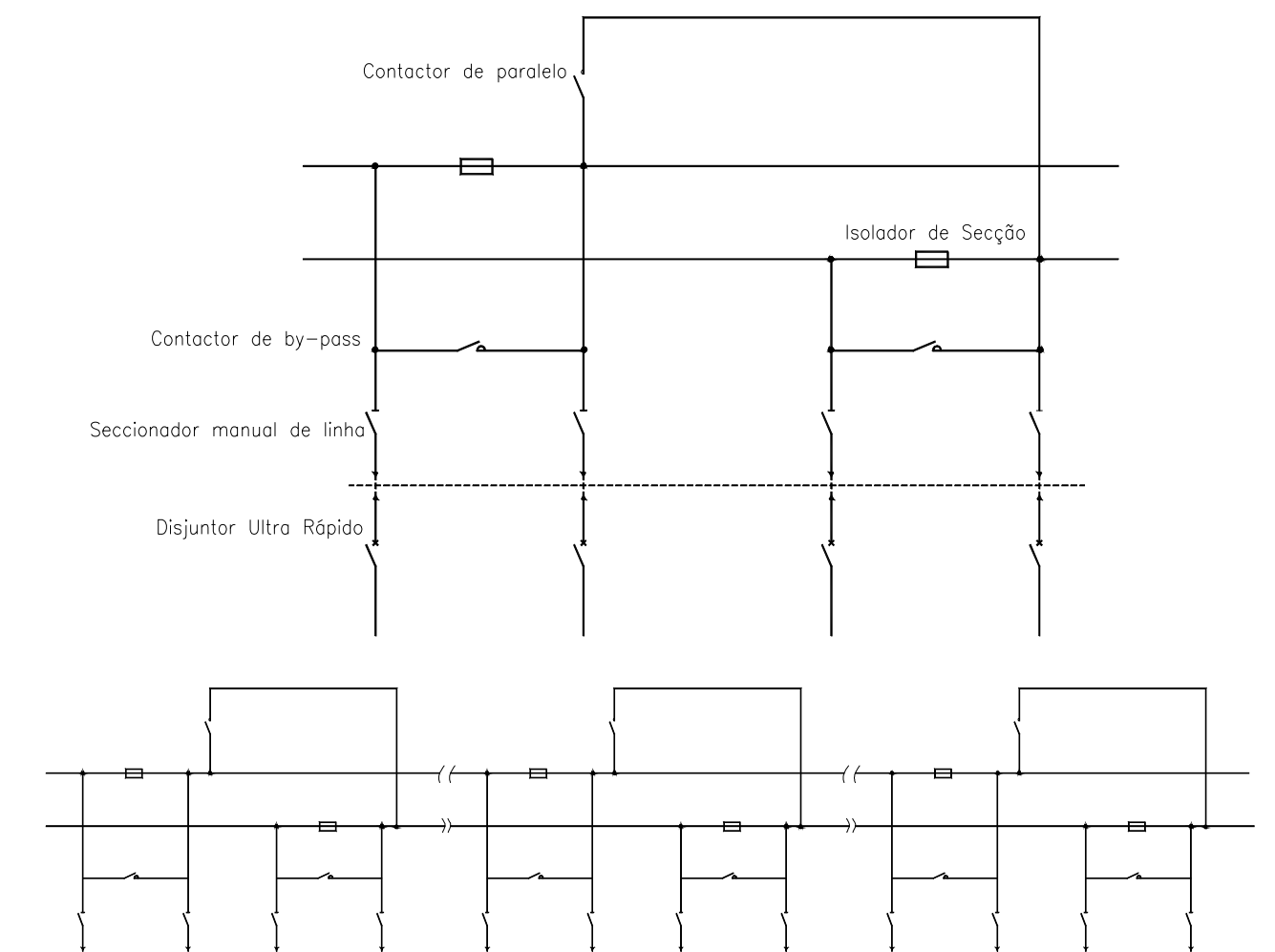


fig. 3.6: Esquema de princípio alimentação a catenária.

A solução implementada permite isolar facilmente a parte da linha de contacto em avaria com o seccionamento da mesma (e só para um carril) entre uma subestação e a adjacente, limitando fortemente as zonas afectadas.

Por outro lado, em caso de falha de uma subestação, a alimentação à linha de contacto é fornecida pelas duas SET adjacentes, e a continuidade da linha é garantida fechando o contactor de by-pass colocado sobre o isolador de secção.

Neste caso, para os troços em via dupla, com objectivo de diminuir as quedas de tensão devidas à maior distância entre as subestações, as duas linhas eléctricas serão ligadas em paralelo provisório em correspondência da SET fora de serviço mediante um contactor de paralelo (indicado também na figura 3.6).

Os aparelhos manuais de seccionamento são manobráveis só em vazio, enquanto os contactores de by-pass e paralelo possuem também poder de corte sob carga (ver características detalhadas em [9]).

4. SISTEMA DE COMANDO E CONTROLO

4.1 GENERALIDADES

A gestão dos aparelhos do MP é feita normalmente através do sistema SCADA em “telecomando”. O sistema é gerido por um único PCC dotado de dois postos de operador e de um posto de operador de manutenção.

O comando local, com o qual todos os aparelhos estão dotados, é utilizado apenas para manutenção ou em caso de emergência.

A escolha entre comando local e telecomando pode ser feita para cada aparelho através de um comutador colocado no mesmo, fornecendo assim uma prioridade local para as operações. Esta possibilidade de comando individual permite, durante as operações de manutenção num equipamento, o normal funcionamento do telecomando pela restante parte das instalações.

Existe enfim, em cada SET a possibilidade de inibir as operações de telecomando sobre todo o equipamento através de um selector instalado no armário da URT. O operador do PCC continua, também nestas condições, a receber informações sobre o estado dos equipamentos na subestação.

O *software* de gestão SCADA será programado de maneira a poder comandar cada aparelho individualmente ou então efectuar manobras mais complexas que envolvam mais aparelhos simultaneamente de modo a automatizar algumas operações por sequências.

As funções do telecomando aplicáveis ao equipamento principal estão especificadas nas tabelas 4.1.a e 4.1.b, enquanto a lista completa dos alarmes e dos comandos disponíveis para cada SET (em particular modo pelos serviços auxiliares) serão indicados em detalhe para cada subestação num documento dedicado (lista sinais da URT da SET).

Secção	Aparelho ou função	Comando	Estado	Medida
15 kV	<u>Disjuntor:</u> local/telecom.	-	SIM	-
	Aberto/fechado	SIM	SIM	-
	em serviço / fora de serviço (seccionado)	-	SIM	-
	avaria do disjuntor	-	SIM	-
	tensão no barramento	-	-	SIM
	corrente anel	-	-	SIM
	<u>Seccionador de terra:</u> Aberto/fechado	-	SIM	-
	<u>Chegada EDP:</u> tensão	-	-	SIM
	Corrente	-	-	SIM
	Potência activa	-	-	SIM
	Potência reactiva	-	-	SIM
	<u>Protecções</u> (todas e para cada painel)	-	SIM	-
	<u>Temperatura transformadores SET:</u>			
	Alarme sobre aquecimento	-	SIM	-
	sinalização envio comando abertura para disjuntor MT	-	SIM	-

Tab. 4.1.a: interações com o telecomando para cada aparelho.

Secção	Aparelho ou função	Comando	Estado	Medida
750 V	<u>Rectificador:</u> Extraído/inserido Intervenção fusíveis: Alarme Sinalização envio comando abertura para disjuntor MT	- - -	SIM SIM SIM	- - -
	<u>Disjuntor:</u> local/telecom. Aberto/fechado em serviço / fora de serviço (seccionado) avaria do disjuntor	- SIM - -	SIM SIM SIM SIM	- - - -
	<u>Seccionador bipolar na entrada:</u> local/telecomando Seccionador sinalização envio comando abertura para disjuntor MT	- SIM -	SIM SIM SIM	- - -
	<u>Negativo:</u> contactor Alarme máxima tensão	SIM -	SIM SIM	- -
	<u>Protecções</u> (para cada painel)	-	SIM	-
	<u>"Intertripping box"</u> avaria do equipamento	-	SIM	-
	<u>Tensão no barramento</u>	-	-	SIM
	<u>Corrente no negativo (total)</u>	-	-	SIM
Linha de contacto	<u>Seccionadores motorizados:</u> local/telecom. aberto/fechado	- SIM	SIM SIM	- -
	<u>Seccionadores manuais:</u> aberto/fechado	-	SIM	-
	<u>Contactores de paralelo:</u> local/telecom. aberto/fechado	- SIM	SIM SIM	- -
	<u>Relé de mínima tensão</u> / conversores de medida para tensão na catenária ²	-	-	SIM

Tab. 4.1.b: interações com o telecomando para cada aparelho.

No que respeita às sinalizações locais, o estado de cada aparelho assim como os alarmes principais, serão indicados no painel frontal do armário onde o mesmo está instalado, conforme especificado no projecto de detalhe de cada equipamento.

Excepção a esta regra é constituída pelos alarmes relativos aos circuitos de distribuição auxiliares que, com o objectivo de facilitar a individualização dos defeitos, serão sinalizados no "armário de sinalização e seccionadores da catenária" de acordo com o referido ao parágrafo 4.1.1.

² Instalados ao longo das linhas de acordo com os esquemas [3]

4.1.1 Informações e comandos no armário “*Sinalização e seccionadores catenária*”

No painel frontal deste armário existe um sinóptico que representa o esquema de ligação entre a SET e a catenária por forma a fornecer a sinalização do estado e possibilitar o comando dos equipamentos instalados na catenária (contactores de paralelo e de *by-pass*).

Em algumas SET, quando nos arredores da mesma estiverem presentes contactores individuais para a reconfiguração ou o seccionamento de emergência das linhas, o estado/comando dos mesmos e o relativo esquema da catenária estão também incluídos no sinóptico acima referido. Nomeadamente, com referência aos esquemas [3], as SET nas quais é possibilitado o comando de outros contactores além dos de ligação à catenária são:

- Guifões, contactores instalados nas plataformas superior e inferior (excluindo a Oficina), no Ramal de Ligação e na linha P (separação do mesmo Ramal);
- Fonte do Cuco, para todo o equipamento instalado no “troço comum” (área S.ra da Hora);
- Mercado, para o contactor instalado no terminal de Sr. de Matosinhos;
- Trindade, para o contactor no ramal de ligação entre as linhas S e C;
- Campanhã, para os contactores instalados no terminal de linha;
- General Torres, para os contactores de seccionamento do túnel;
- Póvoa de Varzim, para os contactores instalados no terminal de linha;
- Trofa, para os contactores instalados no terminal de linha;

Além disso, neste armário está repetida a sinalização dos alarmes relativos aos eventos mais críticos nos equipamentos da SET.

Assim, estão presentes:

1. Sinalização dos alarmes e das intervenções relativamente aos eventos de bloqueio da subestação listados no parágrafo 5.3. Estas sinalizações estão resumidas distinguindo o equipamento em que o defeito foi detectado:
 - disparo protecção térmica transformador de tracção;
 - defeito no rectificador;
 - defeito no quadro cc 750V;
2. Sinalização alarme protecção térmica transformador de tracção;
3. Sinalização alarme e sinalização disparo protecção térmica transformador dos SA;
4. Sinalizações de falta de alimentação 400/231V ca para os equipamentos da SET (aberturas dos disjuntores no quadro SA);
5. Sinalizações de falta de alimentação 110Vcc ou 48Vcc para os equipamentos da SET (aberturas dos disjuntores nos quadros SA);
6. Defeitos e avarias nos carregadores cc (tensão saída baixa, avaria, defeito na alimentação c.a., polo à terra, disparo disjuntores auxiliares);
7. Botão de “Reset” local relativamente às intervenções referidas no ponto 1 (cancelamento defeito);

Os alarmes referidos nos pontos 4 e 5 são os mesmos que, a partir dos equipamentos mencionados, são transmitidos ao PCC através do SCADA.

4.2 GESTÃO DO SISTEMA E MANOBRAS

Nos parágrafos a seguir, indicam-se os procedimentos e as interações com os gestores da operação a serem efectuados através do sistema de telecomando.

Pela realização das sequências operacionais abaixo indicadas, no projecto de detalhe do sistema SCADA irão ser definidos os macro comandos aplicáveis em cada caso. Estes macro comandos, consistirão em sequências de comandos individuais geridos directamente pelo sistema SCADA, separados entre si por tempos programados na configuração inicial.

No projecto de detalhe do SCADA será também estabelecido o comportamento do sistema caso se verifique uma falha de comandos das sequências previstas (abortar sequência, continuar sequência ou outro).

4.2.1 Rede 15 kV e grupo transformador/rectificador

Consideramos o troço de linha situado entre duas alimentações EDP; o esquema de princípio está indicado na figura 4.2:

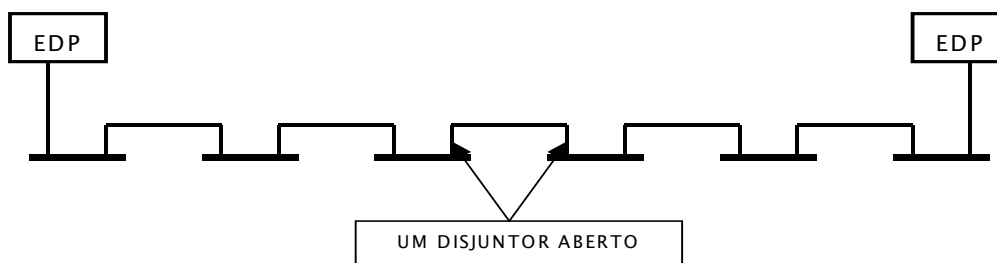


figura. 4.2: esquema de princípio de alimentação em média tensão de uma linha.

Cada uma das duas linhas EDP alimenta metade do circuito independentemente da outra. Não se estabelece o paralelo entre as duas alimentações EDP através do cabo 15 kV, porque dado que as tensões podem ser desfasadas entre elas, pretende-se evitar a transferência de potência de uma fonte para a outra.

As operações e os encravamentos necessários serão geridos através do sistema SCADA (ver parágrafo 5.5).

4.2.1.1 Colocação de uma linha em tensão partindo da situação de “fora de serviço”

Descrevemos aqui toda a sequência tal como deve ser efectuada, dando as devidas advertências ao operador.

1. Começa-se com duas alimentações EDP presentes e com todos os disjuntores abertos.
2. Escolhe-se a separação entre as duas alimentações, ou seja, qual é o disjuntor que deve ser mantido aberto.
3. Verifica-se a abertura dos disjuntores dos grupos rectificadores, já que o transitório de inserção simultânea de todos os grupos poderia provocar uma corrente excessiva. Com este fim, um relé de mínima tensão instalado nos barramentos dos quadros MT comanda a abertura do disjuntor de grupo, garantindo o estado do disjuntor acima referido cada vez que falte a tensão no próprio quadro MT.
4. Fecha-se os disjuntores de entrada colocando os barramentos em tensão e depois fecha-se os disjuntores de partida, os de entrada na subestação adjacente procedendo de igual modo nas restantes SET até se chegar ao disjuntor que se decidiu deixar aberto. Os encravamentos de software previstos permitirão o fecho de cada disjuntor apenas se o último troço colocado em tensão não estiver em avaria e se nos barramentos da SET seguinte não houver tensão.
5. De seguida coloca-se em tensão os grupos de tracção segundo as indicações do parágrafo 4.2.1.5.

Esta sequência pode ser executada passo a passo pelo operador ou através de macro comandos (a serem oportunamente definidos) que reduzem substancialmente o número de operações a serem executadas. No caso em questão, após a selecção por parte do operador dos disjuntores de separação, o atraso automático a ser introduzido entre um comando e o sucessivo terá que ser aproximadamente de 1 segundo.

4.2.1.2 Reconfiguração em caso de avaria no sistema MT

A avaria que impõe a reconfiguração da rede pode ser ou um defeito no cabo que liga duas subestações, ou então um defeito no barramento principal no quadro MT duma subestação.

De qualquer maneira, sublinhamos que os dois tipos de defeito têm uma probabilidade de acontecimento bastante pequena (ver considerações ao parágrafo 5.1).

O procedimento de reconfiguração prevê as operações mencionadas de seguida.

1. O isolamento completo do troço com defeito (as protecções apenas abriam o disjuntor a montante).
2. A escolha do troço em avaria como separação entre as duas alimentações EDP.
3. A abertura dos disjuntores dos grupos fora de tensão (operação directa e automática ver ponto 3 do parágrafo 4.2.1.1).
4. O fecho dos disjuntores MT abertos de modo a restabelecer a alimentação a toda a linha.
5. A colocação em tensão dos grupos de tracção que ficaram sem alimentação segundo as indicações do parágrafo 4.2.1.5.

A sequência pode ser executada passo a passo pelo operador, ou então, através de macro comandos ao sistema SCADA (a serem oportunamente definidos) após a selecção do disjuntor de separação e introduzindo um atraso automático (1 segundo) entre uma operação e a sucessiva.

4.2.1.3 Reconfiguração em caso de falta de uma alimentação EDP

Em caso de falta de uma alimentação EDP, todas as subestações vão ser alimentadas pela restante (ou restantes no caso das linhas S e C).

Para as linhas P e T, a reconfiguração prevê as operações indicadas de seguida.

1. Abertura do disjuntor de chegada do alimentador EDP que está fora de tensão. Esta operação é automaticamente efectuada por meio de um comando ao disjuntor acima referido a partir do relé de mínima tensão no barramento MT.
2. Abertura dos disjuntores dos grupos que estão fora de tensão (operação automática, ver ponto 3 do parágrafo 4.2.1.1).
3. Escolha do disjuntor da alimentação EDP fora de serviço como disjuntor de separação.
4. Fecho dos disjuntores MT abertos de maneira a estabelecer a nova configuração.
5. Colocação em tensão dos grupos de tracção que ficaram sem alimentação segundo as indicações do parágrafo 4.2.1.5.

Para as linhas S e C o procedimento a seguir é o mesmo enquanto a escolha dos disjuntores de separação e a configuração final da rede MT depende da alimentação EDP indisponível e das condições de carga das linhas, em particular, do intervalo previsto na passagem dos comboios (cadência). Em anexo (parágrafo 7) estão representadas as diferentes configurações da rede MT a realizar por cada caso de falha possível e cadências.

As sequências podem ser executadas passo a passo pelo operador ou, então, através de macro comandos ao sistema SCADA (a serem oportunamente definidos) após a selecção do disjuntor de separação e introduzindo um atraso automático (1 segundo) entre uma operação e a sucessiva.

4.2.1.4 Colocação em serviço do grupo gerador de emergência

Os procedimentos necessários são objecto de um documento específico [10].

4.2.1.5 Colocação do grupo rectificador em tensão

Os transformadores de tracção têm uma corrente de inserção bastante alta: colocar em tensão todos os transformadores de uma linha ao mesmo tempo, pode ocasionar correntes muito elevadas.

A colocação em tensão dos transformadores será efectuada, portanto, por um transformador de cada vez. A abertura automática dos disjuntores que alimentam os grupos de tracção que ficam sem alimentação em caso de falta de tensão na rede 15 kV (relé de mínima tensão, ver parágrafo 4.2.1.1) garante de qualquer maneira o respeito deste procedimento.

A colocação em tensão do grupo de tracção é então executada segundo a seguinte sequência:

1. Abrir os disjuntores dos alimentadores c.c. (DUR) para não colocar em tensão a linha de contacto sem o procedimento correcto. Esta operação é automaticamente garantida, em cada caso de abertura do disjuntor MT que alimenta o grupo de tracção, por meio de um comando directo a partir do disjuntor MT mesmo.
2. Fechar o seccionador bipolar 750 V do armário DUR.
3. Fechar o disjuntor do quadro 15 kV pela alimentação ao grupo de tracção.

A operação deverá ser repetida individualmente para cada SET.

A sequência pode ser executada passo a passo pelo operador ou, então, através de macro comandos ao sistema SCADA a serem oportunamente definidos. Para a colocação em tensão de mais de um grupo de tracção, é necessário introduzir um atraso automático (cerca de 5 segundos) entre uma colocação em serviço e outra.

4.2.2 Rede 750 V

4.2.2.1 Colocação em serviço de um troço de linha de contacto

Depois dos barramentos 750 V terem sido colocadas em tensão pelo rectificador, pode-se fechar o disjuntor do alimentador e colocar a linha em tensão. Referindo-nos à figura 3.6 as operações a executar estão detalhadas nos pontos seguintes, quer para a primeira SET como para as outras que alimentam o troço em questão.

1. Verificar o fecho do seccionador manual de linha;
2. Verificar que o DUR esteja na posição de “serviço”;
3. Verificar a presença de tensão na linha;
4. Caso a linha não esteja em tensão, testar a integridade da linha com o teste de linha (caso a linha esteja em tensão, a integridade da linha é garantida pela alimentação positiva de uma subestação adjacente);
5. Com a integridade da linha comprovada, fechar o disjuntor de linha;

A sequência pode ser executada passo a passo pelo operador ou, então, através de macro comandos ao sistema SCADA a serem oportunamente definidos.

Para evitar o disparo devido à sobrecarga do disjuntor SA instalado no próprio quadro DUR, na sequência de comando deve-se considerar um intervalo de cerca de 10 s entre ordens sucessivas de fecho para os DURs.

4.2.2.2 Colocação fora de serviço de um troço de linha de contacto.

As operações a serem realizadas pelos operadores do PCC implicam as manobras de abertura dos disjuntores DUR e dos contactores de configuração da ligação à catenária de acordo com a configuração final *by-pass* e dos contactores de paralelo.

O facto dos contactores serem manobráveis sob carga permite proceder nas operações sem que seja necessário respeitar sequências especiais.

Caso o objectivo da colocação fora de serviço da linha de contacto seja efectuar operações de manutenção sobre a mesma, os procedimentos a seguir depois da abertura dos DUR e os encravamentos de segurança aplicados estão detalhados no parágrafo 5.4.2.

4.2.2.3 Condições de degradação do serviço: reconfiguração da rede c.c.⁽³⁾

4.2.2.3.1 Indisponibilidade de alimentadores c.c.

Este caso pode acontecer por uma indisponibilidade dos disjuntores DUR ou após uma intervenção local com a abertura dos seccionadores manuais de isolamento.

No caso em que falte um alimentador e esteja disponível o alimentador relativo à mesma via (secção eléctrica a contígua), fechar-se-á o contactor de *by-pass* entre o DUR disponível e o alimentador não disponível.

O facto dos contactores serem manobráveis sob carga permite proceder nas operações sem que seja necessário respeitar sequências especiais.

4.2.2.3.2 Indisponibilidade de uma subestação

Se faltar uma subestação, o sistema é capaz de assegurar igualmente o funcionamento dos comboios, alimentando a linha de contacto a partir das duas subestações contíguas.

Nestes casos, é necessário fechar todos contactores de *by-pass* e de paralelo da ligação da SET que está fora de serviço à catenária. O facto dos contactores serem manobráveis sob carga permite proceder nas operações sem que seja necessário respeitar sequências especiais.

4.2.2.3.3 Manobras sobre seccionadores manuais

Tal como referido no parágrafo 3.4.2, estes aparelhos não são manobráveis sob carga.

Porém, a presença do sistema de encravamentos com chaves, detalhado ao parágrafo 5.4.2, garante que as operações sobre este equipamento sejam efectuadas correctamente.

4.2.2.3.4 Restabelecimento da configuração normal (CN) de alimentação

Uma vez que as condições que implicaram a configuração da rede diferente da normal sejam ultrapassadas, para fornecer as condições de operação mais apropriadas, voltar-se-á à configuração normal (CN) da rede c.c.

³ Tal como referido nos parágrafos precedentes, as sequências que de seguida vão ser detalhadas podem ser executadas passo a passo pelo operador ou, então, através de macro comandos ao sistema SCADA a serem oportunamente definidos.

5. SISTEMAS DE PROTECÇÃO

5.1 PROTECÇÕES DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO MT (8,7/15 KV)

A protecção eléctrica do equipamento é garantida por relés de corrente máxima com característica direccionada para defeitos à terra (ver documento [4]).

A selectividade de intervenção na configuração normal (CN) é conseguida, no caso de intervenções para sobrecarga ou para defeitos à terra, por uma regulação oportuna dos tempos de intervenção dos mesmos (ver documento [12]). Devido à característica de regulação das protecções nas subestações da EDP, a selectividade de intervenção não pode ser conseguida no caso de curto-circuito trifásicos. Neste caso, é garantida a selectividade de intervenção entre os disjuntores das SET do Metro e os das subestações de alimentação da EDP.

Em caso de configuração diferente da CN (reconfiguração devida a avaria na rede ou a indisponibilidade de uma alimentação EDP) o sistema de protecção poderá perder parcialmente a selectividade. A protecção das linhas permanece, em qualquer caso, assegurada e a perda de selectividade significa apenas que o operador do PCC deve individualizar directamente (através da sinalização do estado de intervenção dos relés dos disjuntores MT) o disjuntor que fica mais perto do desgaste e fechar todos os outros a montante deixando aberto este último.

Como consideração geral sobre este assunto lembramos que, sendo a rede de distribuição em objecto constituída por uma rede em cabos, o grau de ocorrência de defeitos é extremamente baixa.

Considerando como exemplo o caso da linha "T", com ausência de avarias a alimentação às SET é realizada segundo o indicado na figura 3.5. Caso haja necessidade de reconfigurar a rede para alimentar a linha com uma única alimentação EDP, por exemplo Trofa (Fonte do Cuco não disponível), a energia das várias SET é levada a partir do ponto de entrega EDP na própria SET da Trofa.

Neste caso, os disjuntores da rede MT nas SET da C.da Maia, Fórum, Araújo e o de entrada na SET de Fonte do Cuco seriam caracterizados por relés com intervenção não selectiva e mais que um disjuntor poderia ser aberto por causa de uma avaria num troço abaixo da SET da C.da Maia. Supondo, por excesso, a necessidade de um mês (trinta dias - 720 horas) para reparar a avaria que obrigou a reconfiguração, podemos calcular a possibilidade que durante este período de tempo não se verifique mais nenhum inconveniente no troço entre a SET de C.da Maia e a de Fonte do Cuco.

$\lambda = 2,3 \times 10^{-6} \text{ h}^{-1} / \text{km}$ taxa de avaria quilométrica para o cabo (valor retirado da literatura da especialidade);

$l = 9,6 \text{ km}$ comprimento aproximado do cabo entre C.da Maia e Fonte do Cuco;

$\lambda_{\text{SET}} = 4,6 \times 10^{-7} \text{ h}^{-1}$ taxa de avaria associado à interrupção do anel numa SET (considerada como série de disjuntor à entrada, barramento e disjuntor à saída completos com aparelhos de medida e de protecção: dados da literatura da especialidade);

$n_{\text{SET}} = 4$ número de subestações entre C.da Maia e Fonte do Cuco (incluídas);

$\lambda_{M-F} = \lambda_c \cdot l + n_{\text{SET}} \cdot \lambda_{\text{SET}} = 2,392 \times 10^{-5} \text{ h}^{-1}$ taxa de avaria para a secção de linha entre C. Maia e F. do Cuco;

$R = e^{-\lambda_{M-F} \cdot 720} \cong 0,983$ fiabilidade total do troço de linha;

A probabilidade de que não se verifiquem avarias durante o tempo necessário para a reparação é, portanto, extremamente alta: o segundo defeito verifica-se estatisticamente menos de 2 vezes em cada 100 vezes que se verificou a primeira avaria (com um tempo total de manutenção correctiva de um mês).

Este tipo de considerações podem ser aplicadas também nos casos em que, por escolhas organizativas, seja necessário efectuar operações de manutenção preventiva numa SET durante as horas de serviço dos comboios.

A situação mais desfavorável é, também nestes casos, a indisponibilidade de uma subestação com entrega EDP. Assumindo que a necessidade de reconfiguração tenha uma duração prevista de um dia (24 horas), aplicando o mesmo procedimento obtém-se a seguinte probabilidade de acontecimento de defeito com uma intervenção das protecções:

$I = 1 - e^{-\lambda_{M-F} \cdot 24} \cong 0,0006$ (seis vezes cada dez mil intervenções de manutenção)

Portanto, pode-se considerar completamente justificada a hipótese de poder, por estas condições, perder temporária e parcialmente a selectividade das protecções no anel MT.

No que diz respeito à fase inicial de exercício com a sucessiva entrada em serviço dos diferentes troços de linha, a cada entrada em serviço corresponderá, se for necessária, uma reconfiguração dos tempos de intervenção atribuídos a cada relé de modo a manter a selectividade de intervenção na configuração normal (CN).

5.2 PROTECÇÕES DA REDE DE ALIMENTAÇÃO À CATENARIA (750 V)

A linha de contacto 750 V está protegida por disjuntores ultra rápidos que abrem essencialmente para intervenção de um relé de máxima corrente.

Além desta característica, os disjuntores DUR estão dotados das funções abaixo indicadas e descritas nos documentos [7] e [8].

- ◆ Protecção térmica.
- ◆ Protecção para derivada e impulso de corrente (intervenção nos casos em que $\frac{di}{dt}$ e Δi são maiores dos valores normais do transitório de aceleração dos comboios).
- ◆ Controlo da tensão mínima na linha.
- ◆ Controlo do isolamento para a terra.
- ◆ Anti-bombagem (retorno de energia).
- ◆ Teste de linha.
- ◆ Novo fecho automático em caso de abertura por intervenção das protecções, antecedido da verificação da integridade da linha de contacto.
- ◆ Envio/recepção de comando de abertura para/de o disjuntor DUR da subestação adjacente que alimenta a mesma secção da linha de contacto (*intertripping*).

Com todas as subestações em serviço, a protecção é garantida através da característica de máxima corrente dos relés, já que pelo menos um dos dois disjuntores abrirá para máxima corrente e o outro em qualquer caso através do circuito de interligação entre DUR (ver parágrafo 5.2.1).

Em caso de serviço degradado, ou seja, com uma subestação fora de serviço, se a avaria for demasiado longe dos dois disjuntores das duas subestações que alimentam o mesmo troço de linha (ou seja, encontra-se na parte central junto à subestação fora de serviço) pode acontecer que as correntes de avaria sejam inferiores ao nível de regulação dos relés de máxima corrente.

A eliminação da avaria acontecerá neste caso através da protecção para derivada de corrente, que será detectada por ambos os disjuntores.

Lembra-se que, na catenária, estão instalados relés de mínima tensão posicionados em frente a cada subestação. Caso seja considerado necessário, estes relés podem fornecer uma protecção adicional: a diminuição do valor da tensão na catenária em caso de defeito pode provocar a intervenção dos relés de mínima tensão no circuito de *intertripping* e a abertura dos disjuntores que alimentam o troço de linha.

Como já referido, faltando uma subestação é previsto, para as vias duplas, o fecho do contactor de paralelo colocado em frente à subestação.

Nestes casos o isolamento da avaria consegue-se através da abertura dos quatro disjuntores das duas SET que alimentam o troço de linha. Mal estes estejam abertos, abrir-se-á também o contactor de paralelo através da intervenção da mínima tensão, de modo a separar as duas linhas e a permitir sucessivamente o fecho da linha sem defeito.

A coordenação das protecções do subsistema 750 V c.c., é tratada em documentos específicos.

5.2.1 Circuito de interligação entre DUR (*intertripping*)

A descrição pormenorizada do circuito de interligação entre os disjuntores (DUR) que alimentam o mesmo troço da linha de contacto será objecto de um documento específico [11].

O objectivo deste circuito é o de assegurar que quando o troço de linha seja atingido por uma situação de avaria, seja logo retirada a alimentação eléctrica mesmo quando intervenha através da protecção de máxima corrente apenas um dos dois DUR que o alimentam ou, em casos extremos, quando intervém o relé de mínima tensão instalado junto a cada SET⁽⁴⁾.

⁴ A necessidade de utilização destes relés será detalhada na documentação relativa ao sistema de *intertripping*.

O circuito de interligação entre os disjuntores de duas SETs contíguas será estendido automaticamente ao disjuntor da terceira SET no caso de uma das duas fique fora de serviço e o equipamento de *by-pass* instalado na catenária em frente à mesma esteja fechado.

5.3 INTERVENÇÕES DE EMERGÊNCIA DAS PROTECÇÕES QUE COMPORTAM O BLOQUEIO DA SET

Em caso de intervenção de alguns aparelhos particulares de protecção, no caso de uma avaria grave de um aparelho ou de uma situação de perigo para instalações ou pessoas, a subestação (subsistema de tracção) é automaticamente bloqueada e é necessária uma intervenção local do pessoal de manutenção para efectuar um *reset* do sistema antes de se poder accionar novamente os aparelhos de potência (ver parágrafo 4.1.1).

O automatismo é constituído por um comando directo de abertura e de comando para bloqueio que é enviado para o disjuntor de média tensão que alimenta o grupo de tracção e para todos os DUR do quadro 750 V c.c.

As condições que determinam a sua imposição são:

- Avaria de terra no sistema de tracção (quadro DUR, rectificador ou transformador) detectada pelo relé de terra instalado no quadro DUR (disparo disjuntor MT e DURs);
- Curto circuito nos cabos de corrente continua de ligação entre o equipamento da SET, detectada pelo relé (32 – retorno de energia) instalado no quadro DUR (disparo disjuntor MT e DURs);
- Intervenção do fusível de protecção do rectificador (disparo disjuntor MT);
- Protecção térmica do rectificador (disparo disjuntor MT);
- Protecção térmica de segundo nível do transformador de tracção (disparo disjuntor MT);
- Falta de alimentação SA para as protecções do transformador de tracção e o rectificador (disparo disjuntor MT);

Por outro lado, não se considera necessário o bloqueio da subestação em caso de falta de alimentação SA para o quadro dos disjuntores DUR e o quadro MT (110 Vcc).

No caso em que falte a alimentação para o quadro de corrente contínua 750V, os DUR abrem automaticamente: a falta da certeza na protecção da catenária é um elemento que, por questões de segurança, não permite prescindir de retirar tensão da mesma .

Por outro lado, não é considerada nem necessária nem útil a abertura dos disjuntores MT em caso de falta de alimentação SA aos mesmos. Dado que a protecção contra os curtos-circuitos permanece garantida através das protecções dos disjuntores MT de anel na SET a montante (ou, no limite, na subestação da EDP), evitam-se neste modo interrupções intempestivas do anel de distribuição em MT com consequente agravamento das perturbações à circulação dos comboios.

A falta de alimentação SA aos disjuntores e às protecções DUR e MT é, de qualquer forma, tempestivamente sinalizada aos operadores do PCC que terão que proceder à reconfiguração da rede com o isolamento da SET em avaria e terão que informar as equipas de manutenção da necessidade de intervenção no local.

5.4 ENCRAVAMENTOS DE SEGURANÇA ENTRE O EQUIPAMENTO DO SISTEMA DE ENERGIA

Para a protecção dos operadores contra risco de choque eléctrico directo nas instalações sob tensão, todos os equipamentos estão dotados de sistemas apropriados de controlo dos acessos, tais como encravamentos do tipo eléctrico ou mesmo mecânico com chave própria que, em alguns casos, pode estar interligada com o estado dos outros equipamentos presentes (ver doc. [13]).

Neste ultimo caso, para as operações de manutenção em segurança, um mesmo sistema é aplicado de modo standard para todas as subestações. Cada subestação possui, então, um conjunto próprio e codificado de chaves com a indicação do sub-lote de projecto (exemplo: Mercado com chaves 6.27-Kx) de modo a diferenciar os conjuntos de chaves das subestações.

Deve-se notar que não é, porém, possível garantir a segurança absoluta das pessoas: a presença dos encravamentos não isenta da criação de procedimentos específicos de intervenção e o pessoal de certificar-se da ausência de tensão e de ligar à terra os condutores sobre os quais devem trabalhar.

5.4.1 Encravamentos no sistema de média tensão 8,7/15 kV

5.4.1.1 Quadros MT

Os quadros 15 kV estão dotados de disjuntores extraíveis com seccionador de ligação à terra no lado de entrada dos cabos (ver documento [4]).

Cada disjuntor tem três posições:

1. “serviço”: o disjuntor está na posição de funcionamento; os terminais dos pólos estão ligados à entrada dos cabos em baixo e ao barramento em cima;
2. “teste”: o disjuntor foi mudado da posição precedente, mas está ainda totalmente no interior do quadro; os terminais dos pólos, removidos da posição precedente, efectuem o seccionamento do disjuntor, e são segregados pelos compartimentos do cabo e do barramento de obturadores metálicos;
3. “isolado”: o disjuntor está colocado fora do quadro, confirmando visualmente o seccionamento.

Os encravamentos entre o seccionador de terra e o disjuntor são os seguintes:

- com o disjuntor na posição “serviço” não é possível fechar as lâminas de terra;
- com o disjuntor nas posições “teste” ou “isolado” é possível fechar as lâminas de terra;
- com o seccionador de terra fechado não é possível mudar o disjuntor para a posição “serviço”.

Note-se que não pode ser garantida a protecção total, já que não se pode impedir que o seccionador de terra seja fechado com o cabo MT, mantido em tensão do lado oposto (na outra SET), causando assim um defeito à terra. Será da responsabilidade do pessoal de manutenção certificar-se da falta de tensão e, logo, da possibilidade de executar a colocação à terra ⁽⁵⁾.

⁵ Neste caso, não é também muito significativo suportar a segurança através de um encravamento baseado num relé de tensão que permita o fecho apenas se a linha estiver fora de tensão. Um tal mecanismo não significaria, de facto, a segurança intrínseca enquanto não seria de qualquer maneira garantido que o contacto do relé seja verdadeiramente fechado para uma falta genuína de tensão em vez que para uma avaria do transformador de tensão ou do próprio relé.

5.4.1.2 Transformador dos serviços auxiliares (T.S.A.).

O transformador está instalado numa cela protegida com paredes de construção civil e portas dotadas com fechadura. A chave para a abertura das mesmas (código K10) será colocada na cela MT correspondente à partida para a alimentação do transformador S.A. e ficará disponível com o disjuntor extraído e com o seccionador de ligação à terra fechado.

A manobra sucessiva deste seccionador (no quadro MT) será então possível só com a chave re-inserida.

5.4.2 Encravamentos no subsistema "Tracção"

5.4.2.1 Cela disjuntor media tensão – saída SET

A cela está protegida com as mesmas condições indicadas no parágrafo 5.4.1.1.

Na cela, será também instalada uma chave (código K1), disponível com o disjuntor "isolado" e o seccionador de ligação a terra fechado.

A manobra sucessiva do seccionador será então possível só com a chave K1 re-inserida.

5.4.2.2 Encravamentos relativos ao armário DUR

Os quadros em estudo são caracterizados por três tipologias de cela (ver documento [7]):

- *Seccionador bipolar (DS)* – entrada de alimentação do rectificador;
- *Disjuntor ultra-rápido (DUR)* – alimentação para a catenária;
- *Cela de negativo* – ligação ao binário para o retorno da tracção.

Seccionador bipolar.

O seccionador é do tipo motorizado e pode ser controlado à distância (SCADA) e localmente (painel frontal). O DS pode ser operado apenas se o disjuntor MV estiver aberto: esta condição é obtida através de um encravamento eléctrico directo entre os dois elementos.

O DS será equipado com uma fechadura e duas chaves de segurança, uma das quais para o bloco de manutenção de segurança (K2 livre com o DS na posição "aberto") e a outra para efectuar operações manuais do seccionador (K21 – para baixo permite a operação manual do seccionador através de uma ferramenta especial).

A operação manual do DS é prevista apenas para manutenção e em caso de falha do motor. A operação com a chave K21 fará disparar o disjuntor MV c.a. e o DUR caso estes não estiverem abertos.

Disjuntor ultra rápido (DUR).

Os disjuntores são do tipo extraível e apresentam as seguintes posições possíveis:

- "inserido": condições operativas, contacto principal e auxiliar ON (inserido).
- "desinserido": contacto principal desinserido, auxiliar ON (inserido).
- "extraído": contacto principal e auxiliar desinseridos.

Os bloqueios mecânicos não permitirão qualquer outra posição intermédia.

Uma chave (código K9i, i= n.º da cela DUR) será instalada em cada uma das celas dos disjuntores e torna-se disponível com o disjuntor extraído.

A manobra sucessiva do disjuntor será então possível apenas com a chave K9i re-inserida.

Um dispositivo electro-mecânico encravará o chassis quando o disjuntor estiver na posição "inserido" (contacto principal fechado) e na posição "desinserido". Um cadeado electro-mecânico evitará a extracção do chassis quando o disjuntor estiver fechado.

Quando o disjuntor for desligado do barramento (desinserido), o obturador irá baixar-se automaticamente e isolará o compartimento do disjuntor e o barramento na parte traseira. Durante a deslocação, algumas escovas assegurarão a ligação da terra na estrutura metálica do chassis.

O compartimento do barramento estará equipado com um seccionador de terra. Este será ligado à chegada dos cabos efectuando a ligação à terra dos mesmos em caso de manutenção: o seccionador só poderá ser fechado se o disjuntor estiver extraído e o isolador manual de linha instalado junto à catenária estiverem abertos.

Por este motivo, para fechar o seccionador de terra é necessário dispor da chave (código K3i, i= n.º da cela DUR) libertada pelo seccionador manual de linha (ver ponto 5.4.2.5). Com seccionador de terra fechado, o operador de manutenção terá disponível uma chave K4i que, caso não seja re-inserida, não permitirá a reabertura deste seccionador de terra.

A chave K3i ficará de novo disponível só com o seccionador de terra aberto.

Cela do negativo.

Estando os aparelhos no interior do quadro a uma tensão inferior aos limites de perigo, não é necessária qualquer limitação de acesso excepto a chave própria do armário.

5.4.2.3 Encravamentos relativos ao rectificador

Para prevenir qualquer sequência errada na operação do equipamento que possa provocar perigo de choque para pessoas ou danos no equipamento, a porta da frente da ponte de Graetz e do compartimento da bobine interfásica deverão estar fechadas em segurança durante o normal funcionamento do equipamento.

Só será possível abrir a porta nas seguintes condições:

- 1) O disjuntor de 15 kV está aberto e colocado na terra;
- 2) O seccionador bipolar no quadro DUR está aberto.

Por este motivo, será instalado um painel distribuidor de chaves que libertará uma chave para cada porta dos três compartimentos do armário (códigos K5, K6, K7) quando estiverem inseridas as chaves K1 e K2 referidas nos parágrafos 5.4.2.1 e 5.4.2.2.

Estas duas chaves ficarão de novo disponíveis com as restantes chaves do distribuidor todas inseridas.

5.4.2.4 Encravamentos relativos ao transformador

A protecção contra os contactos directos e acidentais será garantida pelo armário de contenção do transformador que realiza uma protecção mecânica IP30.

O painel será munido de portas, com abertura através de chave de segurança (código K8) libertada pelo mesmo painel distribuidor e nas mesmas condições descritas no parágrafo 5.4.2.3.

5.4.2.5 Encravamentos entre os aparelhos do circuito de tracção presentes na SET e na linha de contacto

Para operações de manutenção na catenária ou nos cabos de ligação entre a subestação e a catenária, é necessária a abertura dos seccionadores manuais de linha, instalados junto à catenária.

Tal abertura só pode acontecer com o DUR aberto e por este motivo é necessário um encravamento com a chave K9i, disponível com o i-ésimo disjuntor DUR na posição "extraído".

Com a abertura do seccionador manual de linha, fica disponível a chave K3i a ser utilizada pela manobra do seccionador de ligação à terra do quadro DUR (ver ponto 5.4.2.2).

A manobra sucessiva do seccionador, será então possível só com a chave K3i re-inserida.

5.4.2.6 Breve resumo do procedimento de segurança nas operações de manutenção no subsistema de Tracção

De seguida, ilustramos resumidamente o procedimento de segurança com a utilização das chaves acima descritas para intervenções de manutenção na subestação.

1) Procedimentos de manutenção do rectificador e do transformador.

- abrir o disjuntor MT;
- fechar o seccionador de terra do disjuntor MT e libertar chave K1;
- abrir o DS e libertar chave K2;
- inserir K1 e K2 no painel distribuidor de chaves do rectificador;
- K5, K6, K7 e K8 serão libertadas para abrir o armário do transformador de tracção e os compartimentos do rectificador;

2) Procedimento de manutenção para inspecção dos cabos de saída (do disjuntor DUR).

- abrir disjuntor DC;
- puxar o “carrinho” e libertar chave K9;
- inserir K9 e abrir o isolador da catenária, libertando chave K3;
- inserir K3, fechar o seccionador de terra do DUR, libertando a chave K4: o operador pode então proceder com segurança mantendo K4 durante a inspecção;

5.5 ENCRAVAMENTOS PARA EVITAR PARALELOS ENTRE ALIMENTAÇÕES EDP E ENTRE AS MESMAS E O GERADOR DE EMERGÊNCIA

Este tipo de encravamento não envolve directamente a segurança de pessoas ou das instalações e é obtido via software através do sistema SCADA.

Precisa-se que, em caso de fecho accidental do paralelo entre duas alimentações da EDP, a consequência principal poderia ser a passagem de energia de uma alimentação da EDP para a outra através da rede MT do Metro do Porto, função da diferença de módulo e do desfasamento entre as tensões dos dois pontos de entrega. Tal acontecimento não compromete a segurança da instalação já que o sistema de protecção da rede MT interviria todas as vezes que os valores de corrente nos cabos superassem os valores de sobrecarga admissíveis.

A mesma observação é aplicável também ao gerador de emergência, salvaguardado através do próprio sistema de protecção.

O encravamento aplicado baseia-se no principio que, durante as manobras nos disjuntores das linhas de distribuição, não é possível fechar um disjuntor de anel se ao mesmo tempo existe tensão no barramento MT da SET à qual pertence o disjuntor e no barramento MT da SET à qual o montante em exame permite a ligação.

No que diz respeito à salvaguarda da possibilidade de operações impróprias em local, a intervenção do pessoal de manutenção a fechar os disjuntores escolhidos pelo operador de telecomando como separação entre as alimentações EDP (intervenção manual na SET), comportará a visualização de um alarme “Anel nos 15 kV” nos postos de comando: os operadores do PCC poderão assim escolher a acção de reconfiguração da rede que comporte o mínimo impacto sobre o serviço de exploração dos comboios.

Acrescenta-se também que, para reduzir ao mínimo o risco de intervenção imprópria e numa lógica de gestão correcta do sistema, deverá ser estabelecido um procedimento ao nível de exploração da rede MT pelo que cada intervenção de manutenção seja do conhecimento dos gestores da rede no PCC, que poderão assim reconfigurar o sistema na maneira mais oportuna.

No que respeita aos disjuntores de entrega EDP (nos quadros MT das SET), como já referido no parágrafo 4.2.1.3, a abertura por mínima tensão destes disjuntores é comandada directamente cada vez que se verifica falta de tensão no barramento. Esta característica, juntamente com o princípio geral de intervenção acima referido, garante que não seja possível efectuar operações impróprias de paralelo através do telecomando durante as operações de reconfiguração da rede em caso de falta temporária de uma alimentação da EDP.

Para evitar intervenções não controladas nos disjuntores de chegada EDP, o comando local de abertura será sempre permitido enquanto o comando de fecho será disponível através de chave disponibilizada só aos operadores do MP.

6. TERMINOLOGIA

MP	Metro do Porto, S.A.
SET	Subestação de tracção
PDT	Posto de transformação para a alimentação dos serviços de uma estação subterrânea
EDP	E.D.P. – Distribuição Energia S.A.
MT	Média Tensão
DUR	Disjuntor Ultra Rápido
URT	Unidade Remota de Telecomando
SCADA	" <i>Supervision control and data acquisition</i> " (Sistema Integrado de Gestão e Técnica)
PCC	Posto central de comando
SA	Serviços auxiliares

7. ANEXOS

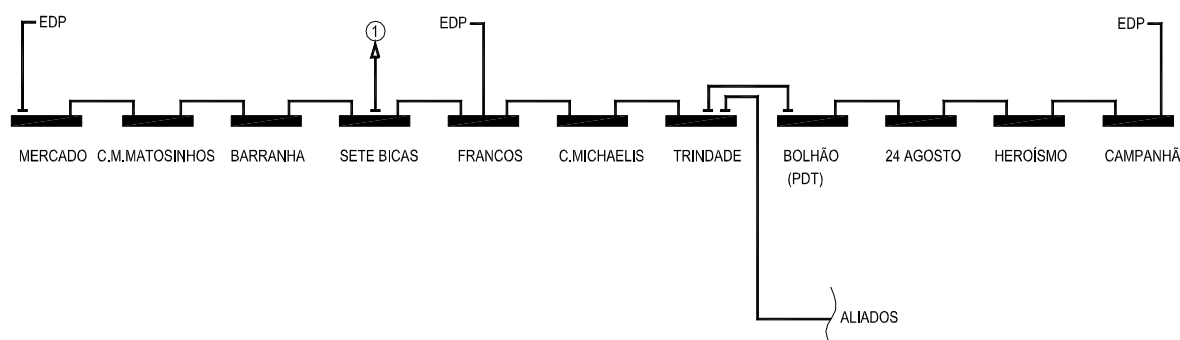
Nos esquemas a seguir, indicam-se as configurações da rede MT a serem implementadas para as linhas C e S em cada caso de falta de uma alimentação EDP e nas diferentes condições de cadência entre os comboios.

As configurações indicadas representam aquelas que, entre as diferentes escolhas possíveis⁽⁶⁾, garantem o respeito dos limites máximos de consumo nos pontos de entrega e reduzem as quedas de tensão nos ramais MT.

Linha C.

5 comboios/hora em Matosinhos, (5+4+4) comboios/hora entre S.ra da Hora e Campanhã.

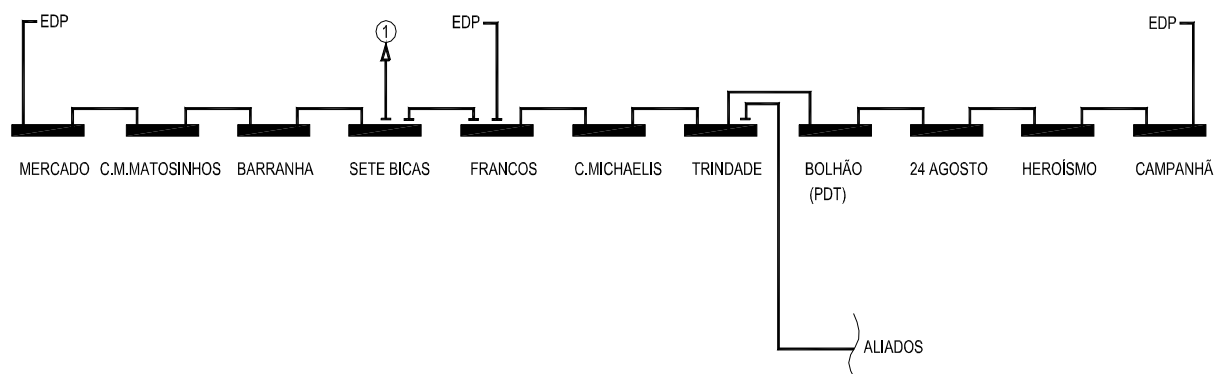
Falta da alimentação EDP na SET de Mercado.



Linha C.

5 comboios/hora em Matosinhos, (5+4+4) comboios/hora entre S.ra da Hora e Campanhã.

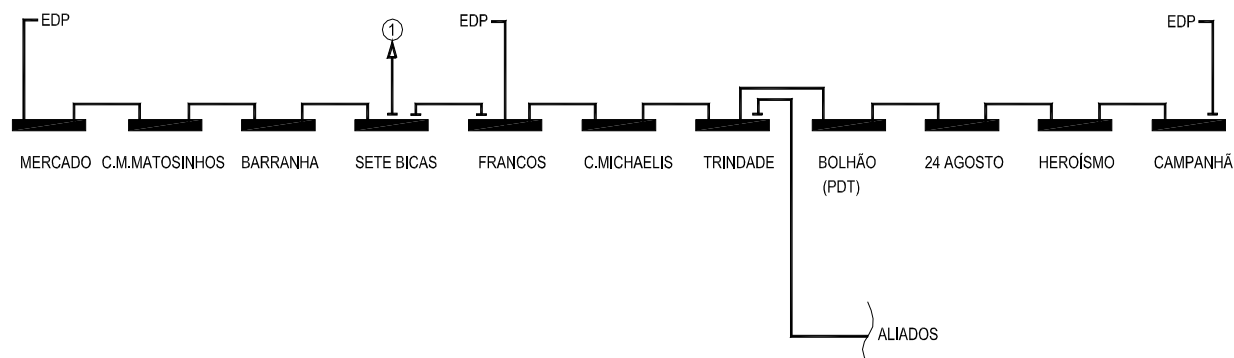
Falta da alimentação EDP na SET de Francos.



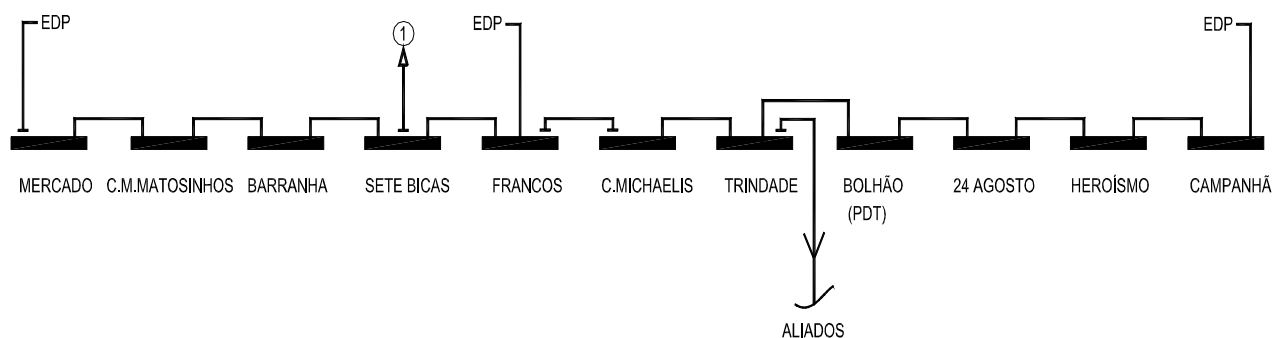
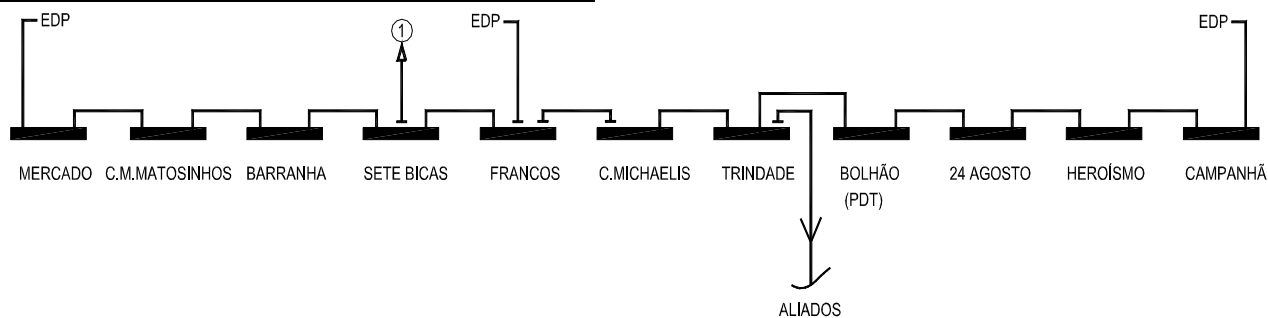
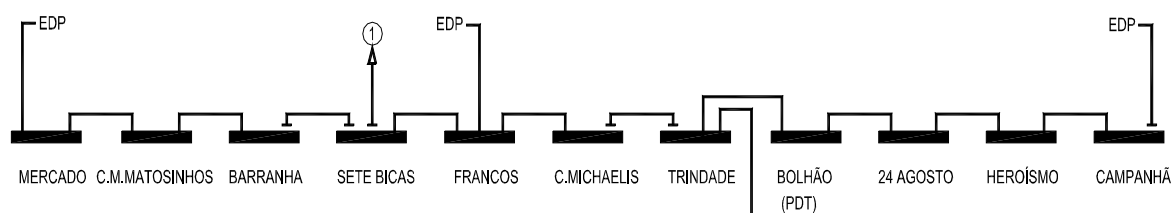
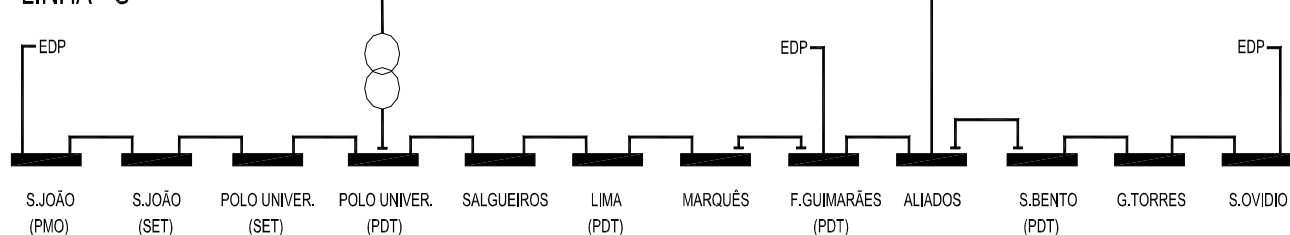
Linha C.

5 comboios/hora em Matosinhos, (5+4+4) comboios/hora entre S.ra da Hora e Campanhã.

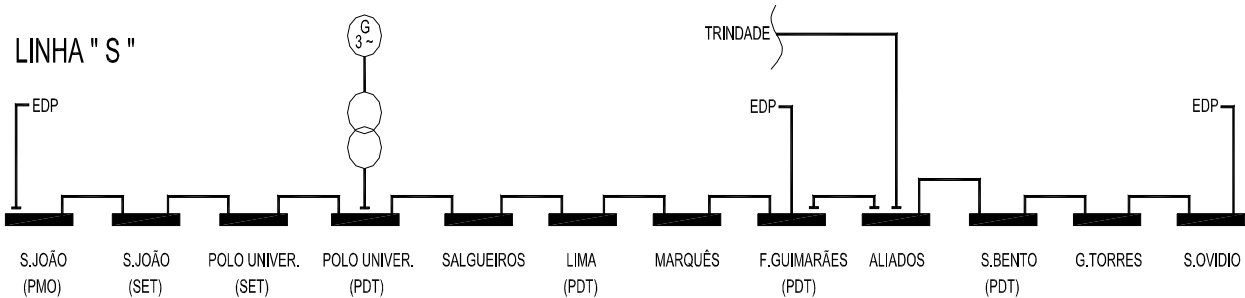
Falta da alimentação EDP na SET de Campanhã.



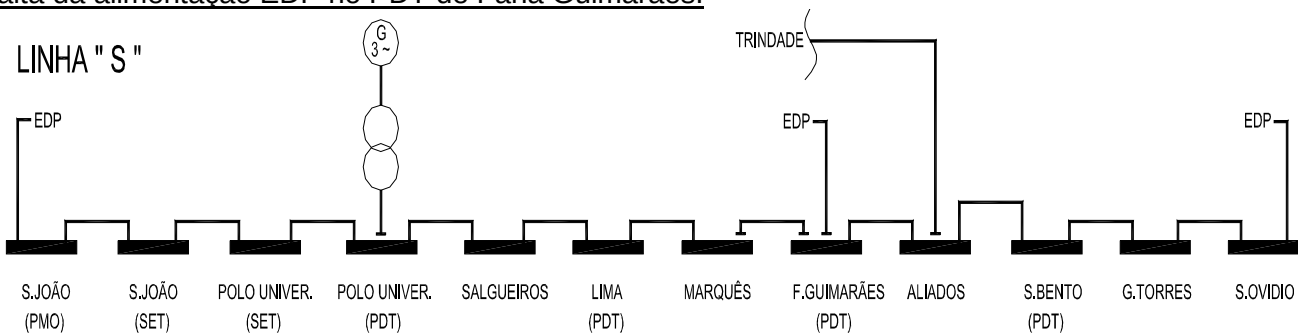
⁶ Tendo em conta também uma limitação do número de operações a efectuar por parte do PCC.

Linha C.10 comboios/hora em Matosinhos, 30 comboios/hora entre S.ra da Hora e Campanhã⁽⁷⁾.Falta da alimentação EDP na SET de Mercado.**Linha C.**10 comboios/hora em Matosinhos, 30 comboios/hora entre S.ra da Hora e Campanhã⁽⁶⁾.Falta da alimentação EDP na SET de Francos.**Linha C.**10 comboios/hora em Matosinhos, 30 comboios/hora entre S.ra da Hora e Campanhã⁽⁶⁾.Falta da alimentação EDP na SET de Campanhã.**Linha "C"****Linha "S"**⁷ Ver parágrafo 3.2

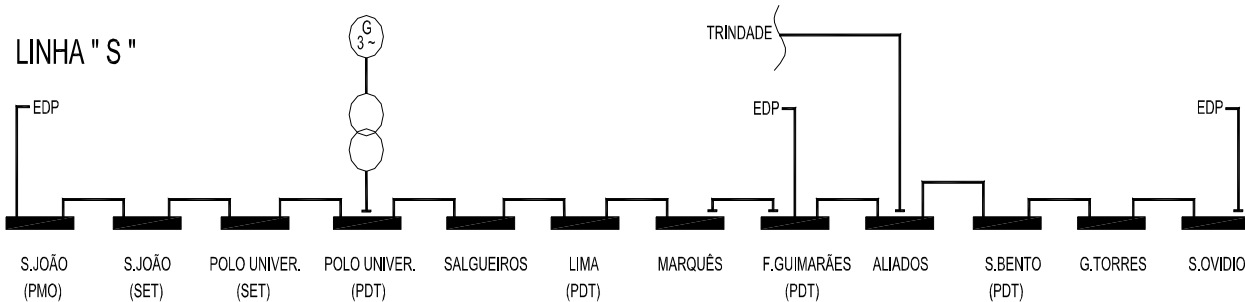
Linha S.
Falta da alimentação EDP no PMO de S.João.



Linha S.
Falta da alimentação EDP no PDT de Faria Guimarães.



Linha S.
Falta da alimentação EDP na SET de S. Ovídeo.





Metro do Porto

ANEXO XIX

APÊNDICE 3C

MANUAL DE OPERAÇÃO DE ALIMENTAÇÃO,
SUBESTAÇÕES E CATENÁRIA

CONCURSO PÚBLICO PARA A SUBCONCESSÃO DO SISTEMA DE METRO LIGEIRO DA ÁREA METROPOLITANA DO
PORTO
CADERNO DE ENCARGOS
ANEXO XIX
APÊNDICE 3C - MANUAL DE OPERAÇÃO DE ALIMENTAÇÃO, SUBESTAÇÕES E CATENÁRIA

Manual de Operação de Alimentação, Subestações e Catenária

Nome do Ficheiro	Número de páginas
MO Aliment, Subestacoes e catenaria.pdf	71

MANUAL DE OPERAÇÃO

(Operation Handbook)

ALIMENTAÇÃO SUBESTAÇÕES E CATENARIA

Sistema de Alimentação Eléctrica

Refª.do Projecto Project Ref.	0/17/0/DE/00.00/612/AS/MA/SCZ900/C/04
Refª. Interna Internal Ref.	11507/A/SCZ900/03

	Nome Name	Função Function	Assinatura Signature	Data Date
Emitida por Issued by	J.C.Santos	Engenheiro		14/05/2007
Verificada por Checked by	A. Duarte	Engenheiro		14/05/2007
Aprovada por Approved by	J.C.Santos	Director Técnico		14/05/2007

Destinatários:

Addressed persons

Nome Name	Empresa Company
Engº Gata Luzia Prof. Dr. Manuel Oliveira Marques Engº J. Santos Silva	NORMETRO Metro do Porto EGF

Registo de revisões:

Revisions record

Índice Index	Emitido por Issued by	Data Date	Motivo da revisão Revision subject
0/01	J.Carlos Santos	26/11/01	Primeira Emissão
A/02	J.Carlos Santos	15/03/02	Revisão do documento
B/03	L. Varalli	30/07/02	Revisão do documento
C/04	J.Carlos Santos	14/05/07	Revisão do documento

Índice

1. OBJECTIVO DO DOCUMENTO	4
2. ÂMBITO	4
3. DESCRIÇÃO GERAL	5
3.1 REFERÊNCIAS DE PROJECTO	5
3.1.1 Documentos de projecto	5
3.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	7
3.2.1 Elementos de Definição do Sistema.....	8
Encravamentos no sistema de média tensão 8,7/15 kV	9
Encravamentos no subsistema "Tracção"	10
3.3 DEFINIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS (ENERGIA)	14
3.3.1 Quadros de Média Tensão	14
3.3.2 Transformadores de Tracção	16
3.3.3 Rectificadores	16
3.3.4 Quadros de Distribuição 750Vdc	17
3.3.5 Alimentação à Catenária	17
3.3.6 Serviços Auxiliares	18
3.4 DEFINIÇÃO DOS SUBSISTEMAS AUXILIARES	20
3.4.1 Ventilação	20
3.4.2 Combate e Detecção de Incêndio	20
3.5 DEFINIÇÃO DO COMANDO/CONTROLO	20
3.5.1 Informações e comandos no armário " <i>Sinalização e seccionadores catenária</i> "	21
3.6 GRUPO GERADOR DE EMERGÊNCIA DO TÚNEL DA LINHA C	21
4. DESCRIÇÃO DE PORMENOR	22
4.1 CONFIGURAÇÃO NORMAL DA ALIMENTAÇÃO DA REDE	22
4.2 RECONFIGURAÇÃO APÓS DEFEITO.....	22
4.2.1 Condições de Degradação do Sistema de Alimentação de Energia Eléctrica.....	22
4.2.2 Funcionalidade das ligações MT entre as linhas e possibilidade da sua utilização em condições de degradação	23
4.2.3 Procedimentos de reconfiguração	24
4.3 GRUPO GERADOR DO TÚNEL DA LINHA C.....	30
4.3.1 "Blackout " sem incêndio no túnel.	31
4.3.2 "Blackout" com incêndio no túnel.	32
4.3.3 "Blackout" com incêndio em Estação.	33
4.3.4 Reposição da situação normal.	34
4.4 INTERPRETAÇÃO DE SINAIS NUMA SUBESTAÇÃO DE TRACÇÃO	34
4.5 MACROCOMANDOS VIA SCADA.....	35
4.6 INIBIÇÕES DE COMANDOS VIA SCADA	35
4.6.1 Inibições na rede de Média Tensão	35

4.6.2	Encravamentos entre o Quadro de 750Vcc e Armários de Seccionadores da Catenária	35
4.6.3	Alarmes e inibições e entre os equipamentos das SET e armários de contactores da catenária	39
5.	ELEMENTOS DE SEGURANÇA ADICIONAIS A CONSIDERAR	49
5.1	INTRODUÇÃO.....	49
5.2	EXECUÇÃO DE TRABALHOS E OPERAÇÃO DO SISTEMA	49
5.3	PRECAUÇÕES AO NÍVEL DE PROCEDIMENTOS.....	50
5.3.1	Falha da alimentação 110V	50
5.3.2	Procedimento para o Fecho do seccionador de terra das celas M.T. de anel.....	50
5.4	QUADRO 750VCC – PROTECÇÃO CONTRA POTENCIAIS PERIGOSOS	50
5.5	QUADRO 750VCC –MEDIDAS DOS AMPERIMETROS NA CELA DE NEGATIVO	51
5.6	DISPARO DA PROTECÇÃO MT AO GRUPO DE TRACÇÃO	51
6.	TERMINOLOGIA	53
7.	ANEXOS.....	54
7.1	ANEXO A – TABELA DE INTERPRETAÇÃO DE SINAIS	55
7.2	ANEXO B – LISTA DE DOCUMENTOS A EMITIR PARA UMA SET – EXEMPLO: SET FONTE DO CUÇO.....	69

1. OBJECTIVO DO DOCUMENTO

O objectivo deste documento é fornecer uma descrição pormenorizada do subsistema de alimentação subestações e catenária do Metro do Porto, de modo a que o operador do sistema possua um manual que lhe possibilite a correcta utilização dos recursos existentes.

Será feita uma abordagem geral com descrição dos diversos componentes de uma Subestação de Tracção, com indicação da documentação aplicável, especificações técnicas e manuais, de modo a possibilitar um conhecimento profundo dos diversos componentes das SET.

O presente documento fornece também a descrição funcional da alimentação das subestações e catenária, do Metro do Porto, concentrando-se nos seguintes sub-sistemas:

- Anel de MT;
- Media Tensão na SET;
- Alimentação à linha de contacto (catenária).

Também serão descritos todos os procedimentos operativos por parte dos utilizadores do sistema em condições normais da rede e nas condições de degradação definidas contratualmente.

2. ÂMBITO

Este documento aplica-se às instalações e ao equipamento do subsistema de alimentação às subestações e catenária do sistema metropolitano do Porto (anexo índice 17 do Contrato).

3. DESCRIÇÃO GERAL

3.1 REFERÊNCIAS DE PROJECTO

3.1.1 Documentos de projecto

[1]	Alimentação subestações e catenária: relação explicativa sobre o funcionamento do sistema.	0/17/0/DE/00.00/610/AS/MD/SCZ002
[2]	Alimentação Subestações e Catenária – Sistema de Ligação à Terra	0/17/0/DE/00.00/612/AS/MD/SCZ004
[3]	Materiais da Rede de Terras	0/00/0/DE/00.00/610/AS/ET/EE0132
[4]	Encravamentos de segurança por chaves Memória descritiva e esquemas de princípio.	0/17/0/DE/00.00/612/AS/MD/SSZ010 0/17/0/DE/00.00/612/AS/DS/SSZ011 0/17/0/DE/00.00/612/AS/DS/SSZ012 0/17/0/DE/00.00/612/AS/DS/SSZ013
[5]	Transformadores secos dos grupos de tracção – especificação técnica	0/17/0/DE/00.00/612/AI/ET/S.0401
[6]	Transformadores secos dos grupos de tracção – Esquemas eléctricos e mecânicos	0/17/0/DE/00.00/612/AI/ET/S.0401
[7]	Transformadores de Potência – Especificação Técnica	0/17/0/DE/00.00/612/AS/ET/EE0013
[8]	Transformadores de distribuição Power Cast - Instruções	0/17/0/OP/00.00/612/AS/MA/EE0539
[9]	Transformadores secos dos grupos de tracção – Manual de Instruções de Utilização e Manutenção	0/17/0/DE/00.00/612/AI/MD/0D1041
[10]	Rectificador de tracção 1500 kW – 750 Vdc – especificação técnica	0/17/0/DE/00.00/612/AI/DS/0D1028
[11]	Rectificador de tracção 1500 kW – 750 Vdc – Esquemas eléctricos e mecânicos	0/17/0/DE/00.00/612/AI/ET/0R0615
[12]	Diagrama geral de distribuição de energia em média tensão – 15 kV	0/17/0/DE/00.00/612/AS/DS/EE0010
[13]	Coordenação das protecções do sistema MT	0/17/0/DE/00.00/610/AS/MD/SCZ021
[14]	Quadro Média Tensão 15kV - Celas Tipo: Protecção transformador tracção Entrega EDP Subida de Barras Protecção transformador serviços auxiliares Protecção transformador de distribuição Anel Tipo III (SET fonte do Cuco) Anel Tipo II (Chegada) Anel Tipo I (Saída) Corte Geral Tipo II Corte Geral Tipo I	0/17/0/00/00.00/612/AS/DS/EE0084 0/17/0/00/00.00/612/AS/DS/EE0137 0/17/0/00/00.00/612/AS/DS/EE0086 0/17/0/00/00.00/612/AS/DS/EE0087 0/17/0/00/00.00/612/AS/DS/EE0088 0/17/0/00/00.00/612/AS/DS/EE0089 0/17/0/00/00.00/612/AS/DS/EE0090 0/17/0/00/00.00/612/AS/DS/EE0091 0/17/0/00/00.00/612/AS/DS/EE0092 0/17/0/00/00.00/612/AS/DS/EE0093
[15]	Quadros de média tensão – especificação técnica	0/17/0/DE/00.00/612/AS/ET/EE0027
[16]	Quadros de média tensão 15KV – Manual de Instalação e Operação	0/17/0/DE/00.00/612/AS/MA/EE0515
[18]	Quadro de Sinalização dos seccionadores da Catenária – especificação técnica	0/17/0/DE/00.00/612/AS/ET/EE0337
[18]	“Intertripping system”	0/17/0/DE/00.00/612/AI/MD/0D1037

[19]	Quadros de distribuição de corrente contínua – especificação técnica	0/17/0/DE/00.00/612/AI/ET/S.0501
[20]	Quadro de distribuição de corrente contínua – Instruções de Operação e Manutenção	0/17/0/DE/00.00/612/AI/ET/0D1015
[21]	Quadro de distribuição de corrente contínua – Dados sobre Relés de Protecção	0/17/0/DE/00.00/612/AI/ET/0D1016
[22]	Painel alimentador do sistema prova linha – especificação técnica	0/17/0/DE/00.00/612/AI/ET/S.0515
[23]	Subestações de Tracção – Equipamento DC – Estudo de Protecção Linha C	0/17/0/DE/00.00/612/AI/MD/0D1035
[24]	Níveis de defeito do equipamento DC nas Subestações de Tracção	0/17/0/DE/00.00/612/AI/MD/0D1010
[25]	SEPCOS - Relé de Protecção - Geral	0/17/0/DE/00.00/612/AI/MD/0D1019
[26]	SEPCOS – Instruções de Operação e Manutenção	0/17/0/DE/00.00/612/AI/MD/0D1021
[27]	Esquemas eléctricos da catenária Linha P Linha T Linha S Linha C PMO de Guifões	0/17/P/00/00.00/614/AS/DS/RDE001 0/17/T/00/00.00/614/AS/DS/RDE002 0/17/S/00/00.00/614/AS/DS/RDE003 0/17/C/00/00.00/614/AS/DS/RDE004 1/17/0/DE/13.01/614/AS/DS/RDE005
[28]	Armário dos seccionadores – especificação técnica	0/17/0/DE/00.00/614/AS/ET/RST021
[29]	Díodo para circuito de protecção de tracção	0/17/0/DE/00.00/614/AS/ET/RST030
[30]	Armário de Interface – Especificação Técnica	0/17/0/DE/00.00/612/AS/ET/EE0254
[31]	Quadro de Serviços Auxiliares 400/231Vac	0/17/0/DE/00.00/612/AS/ET/EE0123
[32]	Quadro de Serviços Auxiliares 110/48Vcc	0/17/0/DE/00.00/612/AS/ET/EE0124
[33]	Carregadores de Baterias de 110V – Especificação Técnica	0/17/0/DE/00.00/612/AS/ET/EE0063
[34]	Carregadores de Baterias de 48V – Especificação Técnica	0/17/0/DE/00.00/612/AS/ET/EE0064
[35]	Baterias de 110 e 48 Vcc – Especificação Técnica	0/17/0/DE/00.00/612/AS/ET/EE0082
[36]	Carregadores de Baterias de 110V – Manual de Operação e Manutenção	0/17/0/DE/00.00/612/AS/MA/EE0581
[37]	Carregadores de Baterias de 48V – Manual de Operação e Manutenção	0/17/0/DE/00.00/612/AS/MA/EE0582
[38]	Descrição Geral do Sistema de Detecção e Extinção de Incêndios	0/22/0/DE/00.00/636/AS/MD/MS0001
[39]	Manual de Operação e Manutenção do Sistema de Detecção de Incêndios	0/00/0/OP/00.00/636/AS/ET/ MS0003
[40]	Detecção e Extinção de Incêndios – Análise Crítica de modos de Avaria e seus efeitos	0/00/0/DE/00.00/636/AS/RT/ MS0020
[41]	Equipamento de Detecção e Extinção de Incêndios – Especificação Técnica	0/00/0/DE/00.00/636/AS/ET/ MS0011
[42]	Central Local de Incêndio e acessórios tipo M8 – Especificação Técnica	0/22/0/DE/00.00/636/AS/ET/MS0006
[43]	Ventiladores para SET – Especificação Técnica	0/13/0/DE/00.00/624/AS/ET/EA0013
[44]	Unidades de Ventilação das SET – Manual de Operação e Manutenção	0/13/0/DE/00.00/624/AS/MA/EE0074
[45]	Quadros Eléctricos para as Unidades de Ventilação das SET's	0/13/0/DE/00.00/624/AS/ET/EA0046
[46]	Grupo Gerador de emergência Provisório para a FASE X	0/17/0/DE/00.00/610/AS/MD/SCZ011

[47]	Grupo Gerador de emergência – Verificação do funcionamento e cargas a alimentar	0/17/0/EN/00.00/610/AS/EE/SCZ111
[48]	Grupo Gerador de Emergência (Provisório) - Ensaios de commissionamento	0/17/0/EN/00.00/612/AS/RT/050649

3.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os principais sub-sistemas eléctricos no interior da SET são os seguintes:

1. Alimentação em média tensão (MT) a partir da rede de MT-15 kV da EDP (se aplicável), com contagem de energia em MT;
2. Alimentação (saída e entrada) em MT-15 kV do anel dedicado à rede de alimentação do Metro do Porto;
3. Transformação e rectificação de tracção (um ou dois grupos 750 Vcc), seguido de distribuição em CC para a catenária aérea, com retorno pelo carril;
4. Alimentação dos serviços auxiliares através dum transformador dos serviços auxiliares (TSA), com chegada a um quadro de serviços auxiliares (QSA) através dum disjuntor em MT e um baixa tensão (BT);
5. Serviços auxiliares AC – 220/380 Vac. Serviços auxiliares CC – 110 Vcc e 48 Vcc, com baterias alcalinas;
6. Utilizadores em BT (ventilação, iluminação e tomadas, detecção incêndio, comando e controle e equipamento de sinalização ferroviária) e que inclui um quadro de comando dos seccionadores de configuração da ligação entre a SET e a catenária.
7. Rede de terras (RT) única, onde ligará o neutro do lado BT do TSA, bem como todas as estruturas metálicas no interior da subestação, e ainda as bainhas dos cabos, os condutores de terra indicados nos projectos das especialidades e as estruturas ferrosas metálicas saliente ou embebidas no betão e também a terra de serviço de Média Tensão.
A rede de terras poderá ligar automaticamente ao carril, através de um relê de tensão, quando a diferença de potencial entre os dois conjuntos (terra e carril) ultrapassa valores pré-estipulados.
8. Associado aos diversos sistemas e equipamentos existem sub-sistemas de protecção, eléctricos e mecânicos, associados.

Os principais sub-sistemas eléctricos no exterior da SET, mas com ela relacionados, são os seguintes:

- Catenária 750Vcc e retorno pelo carril;
- Armário de exterior, com seccionadores e contactores para configuração da ligação entre a SET e a catenária;
- Anel em MT de Interligação das SET;
- Rede de terras enterrada exterior à SET, localizada por baixo e na envolvente das SET.

A gestão técnica da subestação, bem como de toda a rede do Metro do Porto, é supervisionada e telecomandada através do sub-sistema SCADA a partir de um Posto Central de Comando (PCC), localizado na área do PMO de Guifões.

3.2.1 Elementos de Definição do Sistema

3.2.1.1 Generalidades

O Metro do Porto é constituído por quatro linhas de tracção, marcadas com as letras S, C, P e T.

O subsistema é configurável através dos quadros de média tensão instalados nas SET e nos PDT.

- ◆ A linha “C” tem três ligações com a EDP, duas nas extremidades e uma central.
- ◆ A linha “S” está alimentada da mesma forma, com duas ligações nas extremidades e uma intermédia.
- ◆ A linha “P” está alimentada da mesma forma, com duas ligações nas extremidades e uma intermédia.
- ◆ A linha “T” tem duas ligações, uma na extremidade norte e uma na subestação de Fonte do Cuco, SET comum à linha P.

As subestações de tracção nas quais está prevista a entrega da energia por parte da entidade distribuidora estão indicadas na seguinte tabela:

LINHA	S	C	P, T	P	T
SET DE ENTREGA	G. Torres	Campanhã	Fonte do Cuco	Vilar do Pinheiro	ISMAI
	Faria Guimarães	Francos	Fonte do Cuco	Vila do Conde	
	PDT de S. João	Mercado			

A partir destes pontos, a energia é distribuída em média tensão às subestações de tracção de acordo com o diagrama geral [12].

O documento [12] mostra também a integração, no esquema geral da rede MT, dos postos de transformação para a alimentação dos serviços das estações enterradas (PDT).

Entre as várias linhas existem as seguintes ligações:

Linha “C” com a linha “S” entre as subestações da Trindade e dos Aliados;

Linha “C” com a linha “P” e “T” entre as subestações de Sete Bicas e Fonte do Cuco.

O equipamento MT acima referido instalado nas SET e nos PDT, é composto por quadros do tipo “Metalclad” equipados com disjuntores em SF₆ extraíveis.

As características dos mesmos encontram-se detalhadas no documento [15].

No que respeita à alimentação 750 Vcc, os documentos [27], esquemas eléctricos da catenária, indicam como se desenvolve o sistema de corrente continua, desde a SET ao longo da linha de contacto do Metro do Porto.

3.2.1.2 Encravamentos

Para a protecção dos operadores contra risco de choque eléctrico directo nas instalações sob tensão, todos os equipamentos estão dotados de sistemas apropriados de controlo dos acessos, tais como encravamentos do tipo eléctrico ou mesmo mecânico com chave própria que, em alguns casos, pode estar interligada com o estado dos outros equipamentos presentes (ver doc. [4]).

Neste ultimo caso, para as operações de manutenção em segurança, um mesmo sistema é aplicado de modo standard para todas as subestações. Cada subestação possui, então, um conjunto próprio e codificado de chaves com a indicação do sub-lote de projecto (exemplo: Mercado com chaves 6.27-Kx) de modo a diferenciar os conjuntos de chaves das subestações.

Os documentos [4] Refª 0/17/0/DE/00.00/612/AS/ET/SSZ010 – *Encravamentos entre equipamentos principais por chave mestra - Especificação Técnica*, juntamente com os documentos Refª -0/17/0/DE/00.00/612/AS/DS/SSZ011– o documento Refª -0/17/0/DE/00.00/612/AS/DS/SSZ012 e o doc. Refª -0/17/0/DE/00.00/612/AS/DS/SSZ013 – definem e descrevem o sub-sistema de encravamento de segurança entre equipamentos principais por chave mestra e a codificação das mesmas, com o objectivo de limitar o acesso a equipamentos de distribuição de energia, com tensões perigosas.

Encravamentos no sistema de média tensão 8,7/15 kV

Quadros MT

Os quadros 15 kV estão dotados de disjuntores extraíveis com seccionador de ligação à terra no lado de entrada dos cabos (ver documento [15]).

Cada disjuntor tem três posições:

1. “serviço”: o disjuntor está na posição de funcionamento; os terminais dos pólos estão ligados à entrada dos cabos em baixo e ao barramento em cima;
2. “teste”: o disjuntor foi mudado da posição precedente, mas está ainda totalmente no interior do quadro; os terminais dos pólos, removidos da posição precedente, efectuem o seccionamento do disjuntor, e são segregados pelos compartimentos do cabo e do barramento de obturadores metálicos;
3. “isolado”: o disjuntor está colocado fora do quadro, confirmando visualmente o seccionamento.

Os encravamentos entre o seccionador de terra e o disjuntor são os seguintes:

- com o disjuntor na posição “serviço” não é possível fechar as lâminas de terra;
- com o disjuntor nas posições “teste” ou “isolado” é possível fechar as lâminas de terra;
- com o seccionador de terra fechado não é possível mudar o disjuntor para a posição “serviço”.

Note-se que não pode ser garantida a protecção total, já que não se pode impedir que o seccionador de terra seja fechado com o cabo MT, mantido em tensão do lado oposto (na outra SET), causando assim um defeito à terra. Será da responsabilidade do pessoal de manutenção certificar-se da falta de tensão e, logo, da possibilidade de executar a colocação à terra ⁽ⁱ⁾.

De notar que todos estes estados são sinalizados na placa frontal da cela de Média Tensão.

Transformador dos serviços auxiliares (T.S.A.).

O transformador está instalado numa cela protegida com paredes de construção civil e portas dotadas com fechadura. A chave para a abertura das mesmas (código K10) será colocada na cela MT correspondente à partida para a alimentação do transformador S.A. e ficará disponível com o disjuntor extraído e com o seccionador de ligação à terra fechado.

A manobra sucessiva deste seccionador (no quadro MT) será então possível só com a chave re-inserida.

Encravamentos no subsistema "Tracção"

Cela disjuntor media tensão – saída SET

A cela está protegida com as mesmas condições indicadas no parágrafo relativo aos Quadros MT.

Na cela, será também instalada uma chave (código K1), disponível com o disjuntor "isolado" e o seccionador de ligação a terra fechado.

A manobra sucessiva do seccionador será então possível só com a chave K1 re-inserida.

Encravamentos relativos ao armário DUR

Os quadros em estudo são caracterizados por três tipologias de cela (ver documento [4]):

- *Seccionador bipolar (DS)* – entrada de alimentação do rectificador;
- *Disjuntor ultra-rápido (DUR)* – alimentação para a catenária;
- *Cela de negativo* – ligação ao binário para o retorno da tracção.

Seccionador bipolar.

O seccionador é do tipo motorizado e pode ser controlado à distância (SCADA) e localmente (painel frontal). O DS pode ser operado apenas se o disjuntor MV estiver aberto: esta condição é obtida através de um encravamento eléctrico directo entre os dois elementos.

O DS será equipado com uma fechadura e duas chaves de segurança, uma das quais para o bloco de manutenção de segurança (K2 livre com o DS na posição "aberto") e a outra para efectuar operações manuais do seccionador (K21 – para baixo permite a operação manual do seccionador através de uma ferramenta especial).

A operação manual do DS é prevista apenas para manutenção e em caso de falha do motor. A operação com a chave K21 fará disparar o disjuntor MV c.a. e o DUR caso estes não estiverem abertos.

Disjuntor ultra rápido (DUR).

Os disjuntores são do tipo extraível e apresentam as seguintes posições possíveis:

- "inserido": condições operativas, contacto principal e auxiliar ON (inserido).
- "desinserido": contacto principal desinserido, auxiliar ON (inserido).
- "extraído": contacto principal e auxiliar desinseridos.

Os bloqueios mecânicos não permitirão qualquer outra posição intermédia.

Uma chave (código K9i, i= n.º da cela DUR) será instalada em cada uma das celas dos disjuntores e torna-se disponível com o disjuntor extraído.

A manobra sucessiva do disjuntor será então possível apenas com a chave K9i re-inserida.

Um dispositivo electro-mecânico encravará o chassis quando o disjuntor estiver na posição "inserido" (contacto principal fechado) e na posição "desinserido". Um cadeado electro-mecânico evitará a extracção do chassis quando o disjuntor estiver fechado.

Quando o disjuntor for desligado do barramento (desinserido), o obturador irá baixar-se automaticamente e isolará o compartimento do disjuntor e o barramento na parte traseira. Durante a deslocação, algumas escovas assegurarão a ligação da terra na estrutura metálica do chassis.

O compartimento do barramento estará equipado com um seccionador de terra. Este será ligado à chegada dos cabos efectuando a ligação à terra dos mesmos em caso de manutenção: o seccionador só poderá ser fechado se o disjuntor estiver extraído e o isolador manual de linha instalado junto à catenária estiverem abertos.

Por este motivo, para fechar o seccionador de terra é necessário dispor da chave (código K3i, i= n.º da cela DUR) libertada pelo seccionador manual de linha. Com seccionador de terra fechado, o operador de manutenção terá disponível uma chave K4i que, caso não seja re-inserida, não permitirá a reabertura deste seccionador de terra.

A chave K3i ficará de novo disponível só com o seccionador de terra aberto.

Cela do negativo.

Estando os aparelhos no interior do quadro a uma tensão inferior aos limites de perigo, não é necessária qualquer limitação de acesso excepto a chave própria do armário.

Encravamentos relativos ao rectificador

Para prevenir qualquer sequência errada na operação do equipamento que possa provocar perigo de choque para pessoas ou danos no equipamento, a porta da frente da ponte de Graetz e do compartimento da bobine interfásica deverão estar fechadas em segurança durante o normal funcionamento do equipamento.

Só será possível abrir a porta nas seguintes condições:

- 1) O disjuntor de 15 kV está aberto e colocado na terra;
- 2) O seccionador bipolar no quadro DUR está aberto.

Por este motivo, será instalado um painel distribuidor de chaves que libertará uma chave para cada porta dos três compartimentos do armário (códigos K5, K6, K7) quando estiverem inseridas as chaves K1 e K2 referidas nos parágrafos acima.

Estas duas chaves ficarão de novo disponíveis com as restantes chaves do distribuidor todas inseridas.

Encravamentos relativos ao transformador

A protecção contra os contactos directos e acidentais será garantida pelo armário de contenção do transformador que realiza uma protecção mecânica IP30.

O painel será munido de portas, com abertura através de chave de segurança (código K8) libertada pelo mesmo painel distribuidor e nas mesmas condições descritas no parágrafo acima (rectificador).

Encravamentos entre os aparelhos do circuito de tracção presentes na SET e na linha de contacto

Para operações de manutenção na catenária ou nos cabos de ligação entre a subestação e a catenária, é necessária a abertura dos seccionadores manuais de linha, instalados junto à catenária.

Tal abertura só pode acontecer com o DUR aberto e por este motivo é necessário um encravamento com a chave K9i, disponível com o i-ésimo disjuntor DUR na posição "extraído".

Com a abertura do seccionador manual de linha, fica disponível a chave K3i a ser utilizada pela manobra do seccionador de ligação à terra do quadro DUR.

A manobra sucessiva do seccionador, será então possível só com a chave K3i re-inserida.

Breve resumo do procedimento de segurança nas operações de manutenção no subsistema de Tracção

De seguida, ilustramos resumidamente o procedimento de segurança com a utilização das chaves acima descritas para intervenções de manutenção na subestação.

1) Procedimentos de manutenção do rectificador e do transformador.

- abrir o disjuntor MT;
- fechar o seccionador de terra do disjuntor MT e libertar chave K1;
- abrir o DS e libertar chave K2;
- inserir K1 e K2 no painel distribuidor de chaves do rectificador;
- K5, K6, K7 e K8 serão libertadas para abrir o armário do transformador de tracção e os compartimentos do rectificador;

2) Procedimento de manutenção para inspecção dos cabos de saída (do disjuntor DUR).

- abrir disjuntor DC;
- puxar o "carrinho" e libertar chave K9;
- inserir K9 e abrir o isolador da catenária, libertando chave K3;

· inserir K3, fechar o seccionador de terra do DUR, libertando a chave K4: o operador pode então proceder com segurança mantendo K4 durante a inspecção;

3.2.1.3 Protecções MT e CC

As protecções eléctricas associadas aos sub-sistemas de MT e de alimentação CC à catenária são calibradas de forma a garantirem protecção e selectividade.

Protecções da rede de alimentação MT 15KV

A protecção eléctrica do equipamento é garantida por relés de corrente máxima com característica direccionada para defeitos à terra (ver documento [15]).

A selectividade de intervenção na configuração normal (CN) é conseguida, no caso de intervenções para sobrecarga ou para defeitos à terra, por uma regulação oportuna dos tempos de intervenção dos mesmos (ver documento [13]).

Em caso de configuração diferente da CN (reconfiguração devida a avaria na rede ou a indisponibilidade de uma alimentação EDP) o sistema de protecção poderá perder parcialmente a selectividade. A protecção das linhas permanece, em qualquer caso, assegurada e a perda de selectividade significa apenas que o operador do PCC deve identificar directamente (através da sinalização do estado de intervenção dos relés dos disjuntores MT) o disjuntor que fica mais perto do desgaste e fechar todos os outros a montante deixando aberto este último.

Protecções da rede de alimentação à catenária (750 V)

A linha de contacto 750 V está protegida por disjuntores ultra rápidos que abrem essencialmente para intervenção de um relé de máxima corrente.

Além desta característica, os disjuntores DUR estão dotados das funções abaixo indicadas e descritas nos documentos [19] e [22].

- ◆ Protecção térmica.
- ◆ Protecção para derivada e impulso de corrente
- ◆ Controlo da tensão mínima na linha.
- ◆ Controlo do isolamento para a terra.
- ◆ Anti-bombagem (retorno de energia).
- ◆ Teste de linha.
- ◆ Novo fecho automático em caso de abertura por intervenção das protecções, antecedido da verificação da integridade da linha de contacto.
- ◆ Envio/recepção de comando de abertura para/de o disjuntor DUR da subestação adjacente que alimenta a mesma secção da linha de contacto (*intertripping*).

Com todas as subestações em serviço, a protecção é garantida através da característica de máxima corrente dos relés, já que pelo menos um dos dois disjuntores abrirá para máxima corrente e o outro em qualquer caso através do circuito de interligação entre DUR.

Em caso de serviço degradado, ou seja, com uma subestação fora de serviço, se a avaria for demasiado longe dos dois disjuntores das duas subestações que alimentam o mesmo troço de linha (ou seja, encontra-se na parte central junto à subestação fora de serviço) pode acontecer que as correntes de avaria sejam inferiores ao nível de regulação dos relés de máxima corrente.

Lembra-se que, na catenária, estão instalados relés de mínima tensão posicionados em frente a cada subestação. Caso seja considerado necessário, estes relés podem fornecer uma protecção adicional: a diminuição do valor da tensão na catenária em caso de defeito pode provocar a intervenção dos relés de mínima tensão no circuito de *intertripping* e a abertura dos disjuntores que alimentam o troço de linha.

Como já referido, faltando uma subestação é previsto, em determinadas condições, para as vias duplas, o fecho do contactor de paralelo colocado em frente à subestação.

Nestes casos o isolamento da avaria consegue-se através da abertura dos quatro disjuntores das duas SET que alimentam o troço de linha. Mal estes estejam abertos, abrir-se-á também o contactor de paralelo através da intervenção da mínima tensão, de modo a separar as duas linhas e a permitir sucessivamente o fecho da linha sem defeito.

A coordenação e funcionalidade das protecções do subsistema 750 V c.c., é tratada em documentos específicos [21], [23] e [25].

Circuito de interligação entre DUR (intertripping)

A descrição pormenorizada do circuito de interligação entre os disjuntores (DUR) que alimentam o mesmo troço da linha de contacto é objecto de um documento específico [18].

O objectivo deste circuito é o de assegurar que quando o troço de linha seja atingido por uma situação de avaria, seja logo retirada a alimentação eléctrica mesmo quando intervenha através da protecção de máxima corrente apenas um dos dois DUR que o alimentam.

O circuito de interligação entre os disjuntores de duas SETs contíguas será estendido automaticamente ao disjuntor da terceira SET no caso de uma das duas fique fora de serviço e o equipamento de by-pass instalado na catenária em frente à mesma esteja fechado.

Intervenções de emergência das protecções que comportam o bloqueio da SET

Em caso de intervenção de alguns aparelhos particulares de protecção, no caso de uma avaria grave de um aparelho ou de uma situação de perigo para instalações ou pessoas, a subestação (subsistema de tracção) é automaticamente bloqueada e é necessária uma intervenção local do pessoal de manutenção para efectuar um *reset* do sistema antes de se poder accionar novamente os aparelhos de potência.

O automatismo é constituído por um comando directo de abertura e de comando para bloqueio que é enviado para o disjuntor de média tensão que alimenta o grupo de tracção e para todos os DUR do quadro 750 V c.c.

As condições que determinam a sua imposição são:

- Avaria de terra no sistema de tracção (quadro DUR, rectificador ou transformador) detectada pelo relé de terra instalado no quadro DUR (disparo disjuntor MT e DURs);
- Curto circuito nos cabos de corrente continua de ligação entre o equipamento da SET, detectada pelo relé (32 – retorno de energia) instalado no quadro DUR (disparo disjuntor MT e DURs);
- Intervenção do segundo fusível de protecção do rectificador (disparo disjuntor MT);
- Protecção térmica do rectificador (disparo disjuntor MT);
- Protecção térmica de segundo nível do transformador de tracção (disparo disjuntor MT);
- Falta de alimentação SA (c.c.) para as protecções do transformador de tracção e o rectificador (disparo disjuntor MT);

Por outro lado, não se considerou necessário impôr o bloqueio da subestação em caso de falta de alimentação SA para o quadro dos disjuntores DUR e o quadro MT, embora como é referido adiante, é nesse caso necessário isolar a SET de imediato.

A falta de alimentação SA aos disjuntores e às protecções DUR e MT é, de qualquer forma, tempestivamente sinalizada aos operadores do PCC que terão que proceder à reconfiguração da rede com o isolamento da SET em avaria e terão que informar as equipas de manutenção da necessidade de intervenção no local.

3.2.1.4 Rede de Terras

O documento com Refª - 0/17/0/DE/00.00/610/AS/MD/SCZ004 - *Alimentação Subestações e Catenária Sistema Ligação à Terra* – descreve as ligações à terra relativas ao sub-sistema de alimentação das SET's e dá um enquadramento geral das ligações à terra relativamente aos outros sub-sistemas eléctricos que com ela interferem.

No que diz respeito à rede de terras, salientamos o seguinte:

1. Sub-sistema de ligação à terra das SET é do tipo TN-S. com as funções de terra de protecção e terra de serviço desempenhadas pela mesma rede de terras (Terra Única).
2. A “ligação” entre a rede de terras enterrada e a rede de terras à vista é feita normalmente em quatro pontos (cada um com ligação dupla e oposta à malha enterrada).
3. À rede de terras estão ligados:
 - Os neutros acessíveis dos transformadores de potência, lado BT;
 - Os neutros dos transformadores de medida de tensão e corrente (lado AT e BT, quando aplicável);
 - Todas as partes metálicas (não vivas) dos equipamentos eléctricos a instalar na subestação;
 - As armaduras dos cabos que saem da SET, com excepção dos cabos de tracção que têm as suas armaduras ligadas ao carril;
 - Estruturas metálicas acessíveis da construção civil;
 - Todas as partes metálicas dos materiais ou equipamentos não eléctricos “tocáveis”, colocados no interior ou na paredes exteriores (exemplo: Portas metálicas, painéis metálicos de cobertura das paredes quer interior quer exterior, etc.)

O documento com Refª - 0/00/0/DE/00.00/610/AS/ET/EE0132 – *Materiais da Rede de Terras* [3] define as normas e descreve as principais características técnicas dos materiais da rede de terras.

Nas SET deve existir uma Tabela de Registo das medidas da rede de terras.

3.3 DEFINIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS (ENERGIA)

Nas Subestações de Tracção estão instaladas as aparelhagens de transformação e de conversão da energia eléctrica para a alimentação das linhas de contacto e dos comboios.

No que respeita à potência instalada, cada SET tem normalmente um grupo transformador/rectificador capaz de fornecer continuamente 1500 kW, com possibilidade de sobrecarga cíclica (ver documentos [6] e [10]).

Normalmente nas subestações está prevista a instalação de um único grupo de tracção. Em cinco casos específicos, nas extremidades das linhas P e T, em Fonte do Cuco e em correspondência com os dois PMO, nas SET existe um grupo de conversão de reserva.

3.3.1 Quadros de Média Tensão

Os Quadros Eléctricos de Média Tensão são do tipo UniSafe, que é um equipamento do tipo "Metalclad", conforme a norma IEC 298.

As celas são à prova de arco, pelo que um operador está seguro mesmo que ocorra um arco aberto no interior do quadro.

Cada cela é formada pelos seguintes compartimentos:

- Compartimento do Barramento
- Compartimento do Disjuntor
- Compartimento dos Cabos ou Potencial
- Compartimento de Baixa Tensão

Os compartimentos são separados entre si por painéis metálicos.

O Quadro dispõe dos seguintes encravamentos mecânicos:

1. Na posição "Isolado" as entradas dos contactos do disjuntor são obturadas e o aparelho pode ser ligado ou desligado. O módulo extraível está ligado à terra.
2. O módulo apenas pode passar da posição "Teste/Isolado" à posição de "Serviço" quando o disjuntor está desligado. A introdução do aparelho na posição de ligado está interdita.
3. Na posição de "Serviço" o módulo está encravado e bloqueado. O disjuntor pode ser ligado ou desligado.
4. A ficha de contactos múltiplos do disjuntor deve estar ligada sempre que o disjuntor está fechado. Quando o módulo está inserido a ficha não pode ser desligada.
5. O seccionador de terra só pode ser fechado quando o módulo está na posição "Teste/Isolado".
6. O módulo não pode ser levado à posição de "Serviço" com o seccionador de terra fechado.
7. A porta do compartimento de cabos não pode ser aberta se o seccionador de terra não estiver fechado.

As celas de Média Tensão têm as seguintes características gerais:

Tipo de quadro:		UNISAFE
Tensão nominal	kV	17,5
Tensão de serviço	kV	15
Tensão suportável ao choque atmosférico (valor de pico)	kV	95
Tensão suportável à frequência industrial durante 1 minuto (valor eficaz)	kV	38
Corrente de curto circuito nominal	kA	16
Tempo estipulado de curto circuito	s	1
Corrente de pico de curto circuito	kA	40
Corrente nominal de barramento	A	630
Corrente nominal da derivação	A	630
Índice de protecção da cela		4X

Existem os seguintes tipos de celas:

- ENTRADA EDP
- ANEL
- CORTE GERAL
- SUBIDA DE BARRAS
- PROTECÇÃO TRANSFORMADOR DE TRACÇÃO

- PROTECÇÃO TRANSFORMADOR DE SERVIÇOS AUXILIARES
- PROTECÇÃO TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO

Para mais detalhes ver doc. Ref . 0/17/0/DE/00.00/612/AS/ET/EE0027 - *Quadros de Média Tensão 15 kV – Especificação Técnica* [15], os esquemas unifilares das SET e o manual de Instalação e operação dos quadros de 15 KV [16].

3.3.2 Transformadores de Tracção

O transformador de tracção é do tipo seco (isolamento em resina), com os seguintes dados nominais:

- relação de transformação: 15000/622 V
- potência: 1620 kVA

As características do equipamento estão detalhadas no documento [6].

Os transformadores de tracção são do tipo interior, secos capsulado, arrefecimento a ar natural, duplo enrolamento secundário e ficarão instalados dentro de uma estrutura metálica em rede (IP30).

As suas características principais são:

- Potência nominal do transformador - 1620 / 840-840 kVA.
- Tensão nominal enrolamento primário – 15000 Vac (+/- 2x2.5%)
- Tensão nominal enrolamentos secundários – 622 Vac
- Ligação dos enrolamentos – DdOy11
- Peso – 5700 kg

O documento Ref^a - 0/17/0/DE/00.00/612/AI/ET/0S0401 – *Transformadores Secos dos Grupos de Tracção – Especificação Técnica* [5] descreve as características eléctricas e mecânicas dos transformadores de tracção.

O documento Ref^a - 0/17/0/DE/00.00/612/AI/DS/0D1028 – *Transformadores Secos dos Grupos de Tracção – Esquemas Eléctricos e Mecânicos* [6] complementa a descrição do documento anterior.

Para mais detalhes ver o Manual de Instruções de Utilização e Manutenção dos Transformadores secos dos grupos de tracção [9] e as instruções para os Transformadores de Distribuição Power Cast [8].

3.3.3 Rectificadores

O rectificador é do tipo dupla Ponte de Graetz com reactância interfásica de ligação, com os seguintes dados nominais:

- Tensão Nominal Entrada: 622 V c.a.
- Potência Nominal: 1500 kW
- Tensão Nominal Saída: 750 V c.c.
- Sobrecarga: 150% durante 2 horas / 300% durante 5 minutos.

Cada rectificador é composto por duas pontes de Graetz, de díodos, ligadas em paralelo por uma bobine interfásica, distribuídos por três armários, com ventilação natural. As pontes dos díodos ficam montadas em carinhos amovíveis.

As características do aparelho estão detalhadas no documento Refª - 0/17/0/DE/00.00/612/AI/ET/0S0301 – *Rectificador de Tracção 1.500 kW-750Vdc* [10], que descreve as características eléctricas e mecânicas dos rectificadores de tracção.

O documento Refª - 0/17/0/DE/00.00/612/AI/ET/0R0615 – *Rectificador de tracção 1500 kW – 750 Vdc – Esquemas eléctricos e mecânicos* [11] complementa a descrição do documento anterior.

3.3.4 Quadros de Distribuição 750Vdc

Os aparelhos de manobra 750 V são constituídos por quadros do tipo “*metalclad*”, com disjuntores removíveis, permitindo assim seccionar a linha à partida.

Cada partida está dotada com aparelhagem de prova de linha, que antes de efectuar o fecho propriamente dito, permite verificar que não haja avarias nos circuitos a alimentar.

As características do equipamento principal e do dispositivo prova-linha estão detalhadas nos documentos [19] e [22]. Os quadros de distribuição de tracção serão do tipo “Metal-clad”.

Na sua modularidade há três unidades elementares que são:

- Cella do disjuntor ultra-rápido (DUR);
- Cella do seccionador bipolar de chegada (SEC);
- Cella do pólo negativo e ligação ao carril (PNLC).

O documento em Anexo Refª - 0/17/0/DE/00.00/612/AI/ET/0S0501 – *Quadro de Distribuição Corrente CC.* [19] detalha as características eléctricas e mecânicas dos quadro de distribuição 750 Vcc, descrevendo cada uma destas celas, bem como os equipamentos principais nestas instalados.

As características gerais do Quadro C.C. são:

- Tensão nominal do quadro – 1500 Vcc;
- Tensão máxima do quadro – 1800 Vcc;
- Corrente nominal do barramento – 4000 A;
- Corrente nominal do disjuntor ultra-rápido – 3000 A;
- Corrente térmica para 60 Seg. – 40 kA;
- Corrente de pico – 60 kA;
- Relê de corrente de retorno associado ao shunt de 4000 A;

Além dos documentos acima referidos, relativamente aos componentes deste Quadros 750V, salientam-se os seguintes:

- *Quadro de distribuição de corrente contínua – Instruções de Operação e Manutenção* [20]
- *Quadro de distribuição de corrente contínua – Dados sobre Relés de Protecção* [21]
- *SEPCOS - Relé de Protecção – Geral* [25]
- *SEPCOS – Instruções de Operação e Manutenção* [26]

3.3.5 Alimentação à Catenária

Na ligação à linha de contacto, é prevista a instalação de seccionadores manuais localizados perto da mesma linha de contacto, que permitem isolar a catenária para a realização das operações de manutenção em segurança na catenária e na ligação à SET

Em correspondência dos pontos de ligação, os esquemas eléctricos da catenária prevêm a interposição de um isolador de secção na linha e para cada via é prevista a ligação à SET através de dois alimentadores.

A presença perto da linha de contacto de contactores accionáveis à distância, através do sistema SCADA, permite o *by-pass* dos isoladores de secção mantendo a alimentação à linha (através de um único alimentador) mesmo no caso de uma cela DUR se encontrar avariada ou fora de serviço.

Informações sobre a configuração das ligações à catenária de cada SET, assim como a possibilidade de comando do equipamento accionável à distância envolvido, são também disponíveis no interior da SET no “Armário de sinalização e seccionadores catenária”.

No caso de traçado em via dupla, o esquema de alimentação à linha de contacto prevê a independência das linhas eléctricas dos dois carris de forma a permitir o serviço pelo menos, num dos dois, em caso de avaria no outro.

A solução implementada permite isolar facilmente a parte da linha de contacto em avaria com o seccionamento da mesma (e só para um carril) entre uma subestação e a adjacente, limitando fortemente as zonas afectadas.

Por outro lado, em caso de falha de uma subestação, a alimentação à linha de contacto é fornecida pelas duas SET adjacentes, e a continuidade da linha é garantida fechando o contactor de *by-pass* colocado sobre o isolador de secção.

Neste caso, para os troços em via dupla, com objectivo de diminuir as quedas de tensão devidas à maior distância entre as subestações, as duas linhas eléctricas serão ligadas em paralelo provisório em correspondência da SET fora de serviço mediante um contactor de paralelo.

Os aparelhos manuais de seccionamento são manobráveis só em vazio, enquanto os contactores de *by-pass* e paralelo possuem também poder de corte sob carga (ver características detalhadas em [28]).

Como já referido, a alimentação à catenária passa por um armário de configuração com seccionadores e contactores, instalado em local exposto (fora da subestação).

Além disso, no quadro sinalização e seccionadores catenária, estão também repetidos os alarmes principais dos diversos equipamentos da SET.

Para mais pormenores, ver os esquemas de principio e comando de cada SET.

3.3.6 Serviços Auxiliares

Haverá um ou dois transformadores de serviços auxiliares (TSA) alimentados a partir do quadro de MT-15 kV e instalado em celas de alvenaria, com acesso por porta de rede (IP20) e chave de encravamento com a alimentação em MT.

Estes transformadores trifásicos serão:

1. Tipo seco, com arrefecimento a ar natural;
2. Potência nominal – 50 ou 100 kVA;
3. Tensão nominal enrolamento primário – 15000 Vac (+/- 5%);
4. Tensão nominal enrolamento secundário – 400/231Vac;
5. Frequência nominal – 50 Hz;
6. Ligação enrolamentos – Dyn5;

7. Tensão curto-circuito primário/secundário – 6%;
8. Ligação do neutro à “Terra Única” da SET.

Os documentos [7] e [8] fornecem em pormenor a constituição e instruções para manobra dos transformadores de potência.

O quadro dos serviços auxiliares de 400/231 Vac, será um armário metálico com as dimensões de (1870+130) x 820 x 360 (hxlxp), grau de protecção IP55, alimentado a partir do TSA.

O barramento principal será constituído por quatro barras de cobre (3F+N), e está dimensionado para 400/231 Vac / 50 Hz / 160 Amp. (10 kAmp).

O quadro dos serviços auxiliares de 110 Vcc e 48Vcc, será um armário metálico com as dimensões de (1870+130) x 820 x 360 (hxlxp), grau de protecção IP55, sendo os seus dois barramentos de CC alimentados a partir dos carregadores de baterias de 110 Vcc e de 48 Vcc respectivamente.

O barramento principal de 110 Vcc será constituído por duas barras de cobre (F+N), e está dimensionado para 110 Vcc / 63 Amp.

O barramento principal de 48 Vcc será constituído por duas barras de cobre (F+N), e está dimensionado para 48Vcc / 40 Amp.

Para mais detalhes ver [31] e [32].

O documento Ref^a - 0/17/0/DE/00.00/612/AS/ET/EE0063 – *Carregadores de Baterias de 110 Vcc – Especificação Técnica* [33] descreve as características técnicas dos carregadores de 110 Vcc a usar nas SET e o manual [36] fornece as instruções funcionamento destes carregadores.

No documento referido salienta-se:

1. As características destes carregadores monofásicos, com 30 Amp. na saída;
2. Os dados usados para o seu dimensionamento;
3. catálogo do fabricante com informações de detalhe dos carregadores de bateria.

O documento Ref^a - 0/17/0/DE/00.00/612/AS/ET/EE0064 – *Carregadores de Baterias de 48 Vcc - Especificação Técnica* [34] descreve as características técnicas dos carregadores de 48Vcc a usar nas SET e o manual [37] fornece as instruções funcionamento destes carregadores.

No documento referido salienta-se:

4. As características destes carregadores monofásicos, com 34 Amp. na saída;
5. Os dados usados para o seu dimensionamento;
6. O catálogo do fabricante com informações de detalhe dos carregadores de bateria.

A bateria de 110 Vcc é constituída por 86 elementos de 25Ah/5h. A bateria de 48 Vcc é constituída por 37 elementos de 25 Ah/5h.

As baterias serão do tipo alcalino, série MP da Tudor, com as seguintes principais características:

1. Manutenção simples e reduzida;
2. Sem libertação de gases corrosivos;
3. Válvula tampão anti-deflagrante;
4. Vaso da bateria de propileno, com alta resistência ao choque, fácil visualização do nível do electrolito e protecção contra corrosão em ambientes desfavoráveis;

As baterias serão instaladas na SET nas seguintes condições:

1. A bateria de 48Vcc será instalada dentro do armário do carregador de baterias que é um armário metálico dedicado e fechado.
2. A bateria de 110 Vcc será instalada numa prateleira, em disposição tal que cumpra o disposto no artigo 313 do RSIUEE.

O documento Refª - 0/17/0/DE/00.00/612/AS/ET/EE0082 – *Baterias de 110 e 48 Vcc – Especificação Técnica* [35] complementa a especificação das baterias.

3.4 DEFINIÇÃO DOS SUBSISTEMAS AUXILIARES

3.4.1 Ventilação

A SET terá um sub-sistema de ventilação forçada, dimensionada tendo em consideração:

- As condições climáticas da zona;
- As características do construtivas e arquitectónicas do edifício;
- As dissipações de energia no interior da SET;
- Necessidades específicas de funcionamento de alguns equipamentos;

Os documentos [43] e [44] dão uma panorâmica do sub-sistema de ventilação, nomeadamente das características dos equipamentos.

3.4.2 Combate e Detecção de Incêndio

O sub-sistema é baseado numa central, modelo Minerva 8 da Microprocessador, com baterias alimentação auxiliar, detectores ópticos, botões de alarme e um sub-sistema sonoro associado.

A actuação do sub-sistema sinaliza na sala de comando (PCC) através do SCADA, permitindo ao operador do despacho desencadear as acções de emergências necessárias, incluindo o eventual isolamento eléctrico (MT e catenária) da Subestação através de comandos ao sub-sistema SCADA e o incluindo o eventual pedido de intervenção para as entidades competentes (Bombeiros).

O tipo de actuação do Despacho, terá em consideração a necessidade de não perturbar o normal funcionamento e a manutenção das condições de segurança nas outras instalações do Metro.

Complementarmente estão colocados, em locais estratégicos, extintores portáteis de CO2 de 5kg.

Os documentos [38], [39], [40], [41] e [42] dão uma panorâmica do sub-sistema de detecção e extinção de incêndio, nomeadamente das características dos equipamentos.

3.5 DEFINIÇÃO DO COMANDO/CONTROLO

A gestão dos aparelhos do MP é feita normalmente através do sistema SCADA em “telecomando”. O sistema é gerido por um único PCC dotado de dois postos de operador e de um posto de operador de manutenção.

O comando local, com o qual todos os aparelhos estão dotados, é utilizado apenas para manutenção ou em caso de emergência.

A escolha entre comando local e telecomando pode ser feita para cada aparelho através de um comutador colocado no mesmo, fornecendo assim uma prioridade local para as operações.

Esta possibilidade de comando individual permite, durante as operações de manutenção num equipamento, o normal funcionamento do telecomando pela restante parte das instalações.

Existe enfim, em cada SET a possibilidade de inibir as operações de telecomando sobre todo o equipamento através de um selector instalado no armário da URT. O operador do PCC continua, também nestas condições, a receber informações sobre o estado dos equipamentos na subestação.

O *software* de gestão SCADA será programado de maneira a poder comandar cada aparelho individualmente ou então efectuar manobras mais complexas que envolvam mais aparelhos

No que respeita às sinalizações locais, o estado de cada aparelho assim como os alarmes principais, serão indicados no painel frontal do armário onde o mesmo está instalado, conforme especificado no projecto de detalhe de cada equipamento.

Excepção a esta regra é constituída pelos alarmes relativos aos circuitos de distribuição auxiliares que, com o objectivo de facilitar a individualização dos defeitos, serão sinalizados no “armário de sinalização e seccionadores da catenária”.

Pela realização das sequências operacionais indicadas, no projecto de detalhe do sistema SCADA são definidos os macro comandos aplicáveis em cada caso. Estes macro comandos, consistirão em sequências de comandos individuais geridos directamente pelo sistema SCADA, separados entre si por tempos programados na configuração inicial.

No projecto de detalhe do SCADA está também estabelecido o comportamento do sistema caso se verifique uma falha de comandos das sequências previstas (abortar sequência, continuar sequência ou outro).

3.5.1 Informações e comandos no armário “Sinalização e seccionadores catenária”

No painel frontal deste armário existe um sinóptico que representa o esquema de ligação entre a SET e a catenária por forma a fornecer a sinalização do estado e possibilitar o comando dos equipamentos instalados na catenária (contactores de paralelo e de *by-pass*).

Em algumas SET, quando nos arredores da mesma estiverem presentes contactores individuais para a reconfiguração ou o seccionamento de emergência das linhas, o estado/comando dos mesmos e o relativo esquema da catenária estão também incluídos no sinóptico acima referido.

3.6 GRUPO GERADOR DE EMERGÊNCIA DO TÚNEL DA LINHA C

O Grupo Electrogéneo que serve as instalações fixas de emergência do túnel da linha C está instalado é na área da Estação de Trindade. É um Grupo Gerador com canópia insonorizada de instalação ao ar livre.

O grupo, com potência em modo continuo de 725 KVA (800KVA em emergência), gera energia em baixa tensão (400/231V) e está incluído na rede com 15 kV através da interposição de um transformador elevador de 800 kVA 0,4/15 kV.

Este Grupo, possuindo um caracter provisório (deve ser implementada uma solução global que também sirva o túnel da linha S), tem o secundário do transformador ligado, através de cabo, ao quadro MT da SET de Trindade, à cela que no futuro fará a ligação ao PDT de Faria Guimarães.

Este Grupo Gerador não tem comando através do SCADA, sendo o arranque e paragem, assim como outras operações, feitos localmente. No que diz respeito à reconfiguração das redes MT e BT, estas já serão poderão ser realizadas do PCC, através do sistema SCADA.

4. DESCRIÇÃO DE PORMENOR

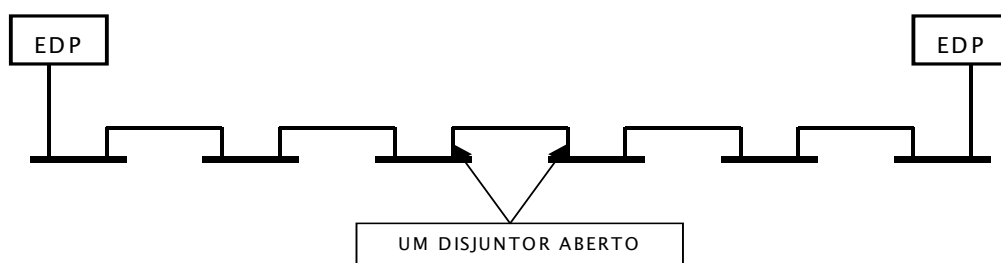
4.1 CONFIGURAÇÃO NORMAL DA ALIMENTAÇÃO DA REDE

Por condições normais de funcionamento (CN) entende-se a situação em que estão disponíveis todas as subestações de tracção e todas as aduções EDP.

Nestas condições, os pontos de interrupção do anel MT serão de modo a que haja ramais radiais de alimentação nas subestações indicadas na seguinte tabela:

Linha	Ponto de entrega	SET terminal na linha	SET terminal na linha	Ponto de entrega
S	G. Torres	S. Bento (PDT)	Aliados	F. Guimarães (PDT)
	F. Guimarães (PDT)	Combatentes (PDT)	Salgueiros	S. João (PDT)
C	Mercado	Est. Mar	Sete Bicas	Francos
	Francos	Trindade	Bolhão (PDT)	Campanhã
	Campanhã	SET Móvel		
P	Vila do Conde	Mindelo	P. Varzim	Vila do Conde
	V. Pinheiro	P. Rubras	Modivas Centro	V. Pinheiro
	F. Cuco	Esposade		
T	ISMAI	Forum	Parque Maia (PDT)	Fonte do Cuco

Consideramos o troço de linha situado entre duas alimentações EDP; o esquema de princípio está indicado na seguinte figura:



Cada uma das duas linhas EDP alimenta metade do circuito independentemente da outra. Não se estabelece o paralelo entre as duas alimentações EDP através do cabo 15 kV, porque dado que as tensões podem ser desfasadas entre elas, pretende-se evitar a transferência de potência de uma fonte para a outra.

As operações e os encravamentos necessários serão geridos através do sistema SCADA.

4.2 RECONFIGURAÇÃO APÓS DEFEITO

4.2.1 Condições de Degradação do Sistema de Alimentação de Energia Eléctrica

O sistema de alimentação assegura o pleno funcionamento nas seguintes condições de degradação:

- Condições de degradação D1: indisponibilidade de uma SET.
- Condições de degradação D2: indisponibilidade de um ponto de alimentação EDP.

Caso se verifiquem outros eventos simultaneamente com uma destas condições, o funcionamento da rede poderá sofrer consequências de degradação dependente do próprio acontecimento e do efectivo intervalo entre os veículos.

4.2.2 Funcionalidade das ligações MT entre as linhas e possibilidade da sua utilização em condições de degradação

As ligações intermédias entre as várias linhas citadas no parágrafo anterior, têm como função fornecer uma maior flexibilidade e um maior nível de segurança na gestão da rede de média tensão, especialmente para o caso de se apresentarem condições de degradação do subsistema. Assim, de forma geral e sem limitar a possibilidade de uma futura definição de outras funções, nos dois parágrafos a seguir estão indicadas as principais funções destas ligações.

4.2.2.1 Ligação entre a SET dos Aliados e a SET da Trindade

Esta ligação em média tensão pode assegurar:

- Alimentação de emergência das SET e estações em túnel na linha S em caso de “blackout”.
- Alimentação recíproca de socorro entre as duas linhas em caso de condições de sobrecarga temporária de uma das duas.

A primeira função refere-se à activação de um fonte de alimentação de emergência. Como nesta fase essa fonte (Grupo Gerador) apenas está indicada para a linha C, esta funcionalidade não é aplicável.

Existe ainda a possibilidade de utilizar esta ligação para a eventualidade de hever um blackout numa das linhas, e na outra haver energia disponível.

A segunda função refere-se à eventualidade de falha de uma das três alimentações EDP previstas para cada uma das duas linhas, no caso da cadência de operação dos comboios ser igual aos valores limites indicados nos documentos de cálculo respectivos.

As operações a efectuar e as consequentes configurações da rede MT estão indicadas no parágrafo 4.2.3.

No entanto, de modo a respeitar as limitações impostas pelas protecções (nomeadamente a condição de curto-circuito mínimo), existirão condições bastante restritas para a utilização destas ligações.

Estas condições serão descritas em documento específico.

4.2.2.2 Ligação entre a SET de Fonte do Cuco e a de Sete Bicas

Esta ligação em média tensão assegura a alimentação recíproca de socorro e entre a linha C e as linhas P e T, vista sobretudo em função de fornecer uma terceira alimentação EDP à SET de Fonte do Cuco, central em relação às linhas P e T, e para ligação ao PMO (reserva suplementar a partir do ponto de entrega EDP em Francos).

No entanto, de modo a respeitar as limitações impostas pelas protecções (nomeadamente a condição de curto-circuito mínimo), existirão condições bastante restritas para a utilização destas ligações.

Estas condições serão descritas em documento específico.

4.2.3 Procedimentos de reconfiguração

4.2.3.1 Colocação de uma linha MT em tensão partindo da situação de “fora de serviço”

Descrevemos aqui toda a sequência tal como deve ser efectuada, dando as devidas advertências ao operador.

1. Começa-se com duas alimentações EDP presentes e com todos os disjuntores abertos.
2. Escolhe-se a separação entre as duas alimentações, ou seja, qual é o disjuntor que deve ser mantido aberto.
3. Verifica-se a abertura dos disjuntores dos grupos rectificadores, já que o transitório de inserção simultânea de todos os grupos poderia provocar uma corrente excessiva. Com este fim, um relé de mínima tensão instalado nos barramentos dos quadros MT comanda a abertura do disjuntor de grupo, garantindo o estado do disjuntor acima referido cada vez que falte a tensão no próprio quadro MT.
4. Fecha-se os disjuntores de entrada colocando os barramentos em tensão e depois fecha-se os disjuntores de partida, os de entrada na subestação adjacente procedendo de igual modo nas restantes SET até se chegar ao disjuntor que se decidiu deixar aberto. Os encravamentos de software previstos permitirão o fecho de cada disjuntor apenas se o último troço colocado em tensão não estiver em avaria e se nos barramentos da SET seguinte não houver tensão.
5. De seguida coloca-se em tensão os grupos de tracção segundo as indicações do parágrafo 4.2.3.4.

Esta sequência pode ser executada passo a passo pelo operador ou através de macro comandos (ver ponto 4.5) que reduzem substancialmente o número de operações a serem executadas. No caso em questão, após a selecção por parte do operador dos disjuntores de separação, o atraso automático a ser introduzido entre um comando e o sucessivo terá que ser aproximadamente de 10 segundos.

4.2.3.2 Reconfiguração em caso de avaria no sistema MT

A avaria que impõe a reconfiguração da rede pode ser ou um defeito no cabo que liga duas subestações, ou então um defeito no barramento principal no quadro MT duma subestação.

De qualquer maneira, sublinhamos que os dois tipos de defeito têm uma probabilidade de acontecimento bastante pequena (ver considerações ao parágrafo 3.2.1.3).

O procedimento de reconfiguração prevê as operações mencionadas de seguida.

1. O isolamento completo do troço com defeito (as protecções apenas abriram o disjuntor a montante).
2. A escolha do troço em avaria como separação entre as duas alimentações EDP.
3. A abertura dos disjuntores dos grupos fora de tensão (operação directa e automática ver ponto 3 do parágrafo 4.2.3.1).
4. O fecho dos disjuntores MT abertos de modo a restabelecer a alimentação a toda a linha.
5. A colocação em tensão dos grupos de tracção que ficaram sem alimentação segundo as indicações do parágrafo 4.2.3.4.

A sequência pode ser executada passo a passo pelo operador, ou então, através de macro comandos ao sistema SCADA (ver ponto 4.5) após a selecção do disjuntor de separação e introduzindo um atraso automático (1 segundo) entre uma operação e a sucessiva.

4.2.3.3 Reconfiguração em caso de falta de uma alimentação MT da EDP

Em caso de falta de uma alimentação EDP, todas as subestações vão ser alimentadas pelas restantes.

A reconfiguração prevê as operações indicadas de seguida.

1. Abertura do disjuntor de chegada do alimentador EDP que está fora de tensão. Esta operação é efectuada manualmente pelo operador do PCC, devendo ser introduzido um bloqueio, que, caso esteja presente tensão no barramento MT, não se pode fechar o disjuntor de entrada da EDP.
2. Abertura dos disjuntores dos grupos que estão fora de tensão (operação automática, ver ponto 3 do parágrafo 4.2.3.1).
3. Abertura dos DUR 750Vcc das SET's com os grupos fora de tensão.
4. Escolha do disjuntor da alimentação EDP fora de serviço como disjuntor de separação.
5. Fecho dos disjuntores MT abertos de maneira a estabelecer a nova configuração.
6. Colocação em tensão dos grupos de tracção que ficaram sem alimentação segundo as indicações do parágrafo 4.2.3.4.
7. Fecho dos DUR das SET que ficaram com os grupos de tracção sem alimentação.

No parágrafo 4.2.3.8 estão representadas as diferentes configurações da rede MT a realizar por cada caso de falha possível.

4.2.3.4 Colocação do grupo rectificador em tensão

Os transformadores de tracção têm uma corrente de inserção bastante alta: colocar em tensão todos os transformadores de uma linha ao mesmo tempo, pode ocasionar correntes muito elevadas.

A colocação em tensão dos transformadores será efectuada, portanto, por um transformador de cada vez. A abertura automática dos disjuntores que alimentam os grupos de tracção que ficam sem alimentação em caso de falta de tensão na rede 15 kV (relé de mínima tensão, ver parágrafo 4.2.3.1) garante de qualquer maneira o respeito deste procedimento.

A colocação em tensão do grupo de tracção é então executada segundo a seguinte sequência:

1. Abrir os disjuntores dos alimentadores c.c. (DUR) para não colocar em tensão a linha de contacto sem o procedimento correcto. Esta operação é automaticamente garantida, em cada caso de abertura do disjuntor MT que alimenta o grupo de tracção, por meio de um comando directo a partir do disjuntor MT mesmo.
2. Fechar o seccionador bipolar 750 V do armário DUR.
3. Fechar o disjuntor do quadro 15 kV pela alimentação ao grupo de tracção.

A operação deverá ser repetida individualmente para cada SET.

A sequência pode ser executada passo a passo pelo operador ou, então, através de macro comandos ao sistema SCADA (ver ponto 4.5). Para a colocação em tensão de mais de um grupo de tracção, é necessário introduzir um atraso automático (cerca de 5 segundos) entre uma colocação em serviço e outra.

4.2.3.5 Colocação em serviço de um troço de linha de contacto

Depois dos barramentos 750 V terem sido colocadas em tensão pelo rectificador, pode-se fechar o disjuntor do alimentador e colocar a linha em tensão. As operações a executar estão detalhadas nos pontos seguintes, quer para a primeira SET como para as outras que alimentam o troço em questão.

1. Verificar o fecho do seccionador manual de linha;
2. Verificar que o DUR esteja na posição de "serviço";

3. Verificar a presença de tensão na linha;
4. Caso a linha não esteja em tensão, testar a integridade da linha com o teste de linha (caso a linha esteja em tensão, a integridade da linha é garantida pela alimentação positiva de uma subestação adjacente);
5. Com a integridade da linha comprovada, fechar o disjuntor de linha;

A sequência pode ser executada passo a passo pelo operador ou, então, através de macro comandos ao sistema SCADA, tal como se descreve no respectivo parágrafo (ver ponto 4.5).

Para evitar o disparo devido à sobrecarga do disjuntor SA instalado no próprio quadro DUR, na sequência de comando deve-se considerar um intervalo de cerca de 10 s entre ordens sucessivas de fecho para os DURs.

4.2.3.6 Colocação fora de serviço de um troço de linha de contacto.

As operações a serem realizadas pelos operadores do PCC implicam as manobras de abertura dos disjuntores DUR e dos contactores de configuração da ligação à catenária de acordo com a configuração final *by-pass* e dos contactores de paralelo.

O facto dos contactores serem manobráveis sob carga permite proceder nas operações sem que seja necessário respeitar sequências especiais.

Caso o objectivo da colocação fora de serviço da linha de contacto seja efectuar operações de manutenção sobre a mesma, os procedimentos a seguir depois da abertura dos DUR e os encravamentos de segurança aplicados estão detalhados no parágrafo 3.2.1.2 e documentos relativos aos encravamentos [4].

4.2.3.7 Condições de degradação do serviço: reconfiguração da rede c.c.(1)

4.2.3.7.1 Indisponibilidade de alimentadores c.c.

Este caso pode acontecer por uma indisponibilidade dos disjuntores DUR ou após uma intervenção local com a abertura dos seccionadores manuais de isolamento.

No caso em que falte um alimentador e esteja disponível o alimentador relativo à mesma via (secção eléctrica a contígua), fechar-se-á o contactor de *by-pass* entre o DUR disponível e o alimentador não disponível.

O facto dos contactores serem manobráveis sob carga permite proceder às operações sem que seja necessário respeitar sequências especiais.

4.2.3.7.2 Indisponibilidade de uma subestação

Se faltar uma subestação, o sistema é capaz de assegurar igualmente o funcionamento dos comboios, alimentando a linha de contacto a partir das duas subestações contíguas.

Nestes casos, é necessário fechar todos contactores de *by-pass* e de paralelo da ligação da SET que está fora de serviço à catenária. O facto dos contactores serem manobráveis sob carga permite proceder nas operações sem que seja necessário respeitar sequências especiais.

4.2.3.7.3 Manobras sobre seccionadores manuais

Tal como referido no parágrafo 3.3.5, estes aparelhos não são manobráveis sob carga.

Porém, a presença do sistema de encravamentos com chaves, detalhado ao parágrafo 3.2.1.2, garante que as operações sobre este equipamento sejam efectuadas correctamente.

¹ Algumas das sequências que de seguida vão ser detalhadas podem ser executadas passo a passo pelo operador ou, então, através de macro comandos ao sistema SCADA (ver ponto 4.5).

4.2.3.7.4 Restabelecimento da configuração normal (CN) de alimentação

Uma vez que as condições que implicaram a configuração da rede diferente da normal sejam ultrapassadas, para fornecer as condições de operação mais apropriadas, voltar-se-á à configuração normal (CN) da rede c.c.

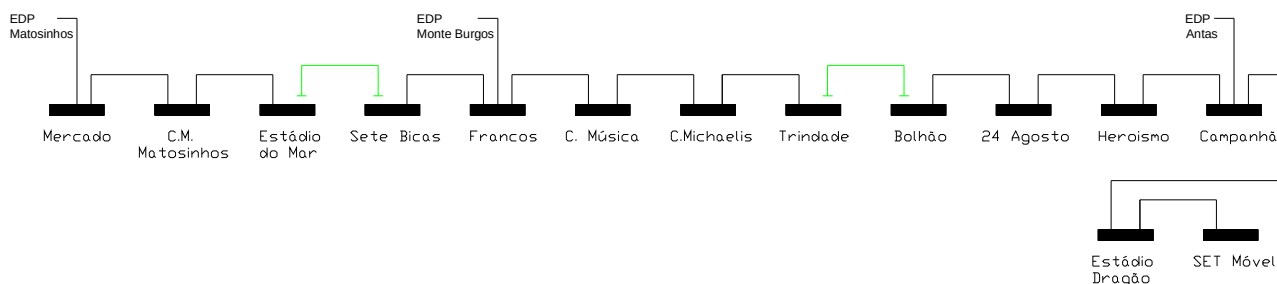
4.2.3.8 Configurações da rede MT a serem implementadas para as linhas C, S, P e T

Nos esquemas a seguir, indicam-se as configurações da rede MT a serem implementadas para as linhas C, S, P e T em condição normal e nas diferentes condições degradadas (falha de uma alimentação EDP).

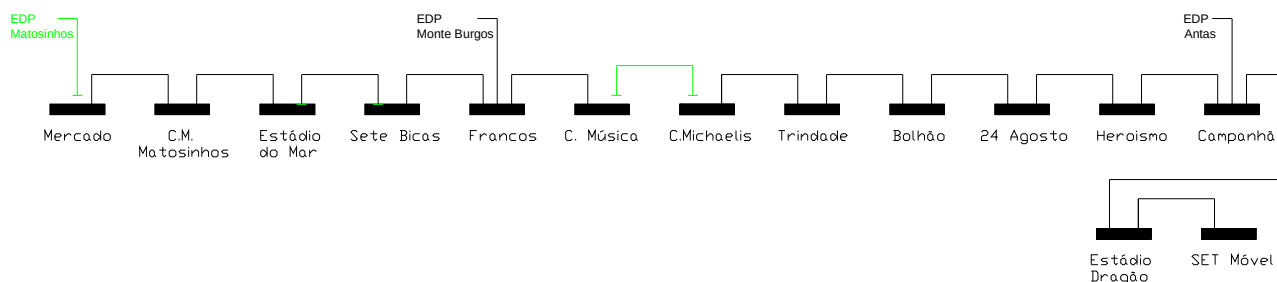
As configurações indicadas representam aquelas que, entre as diferentes escolhas possíveis, garantem o respeito dos limites máximos de consumo nos pontos de entrega e reduzem as quedas de tensão nos ramais MT.

Linha C.

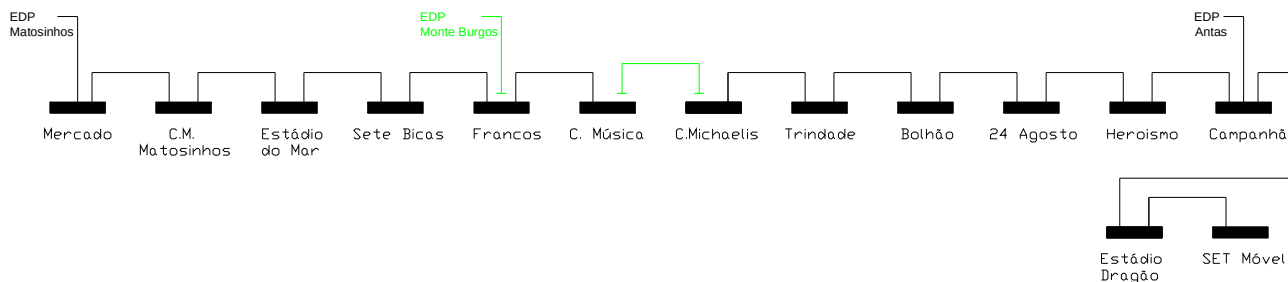
Condição Normal

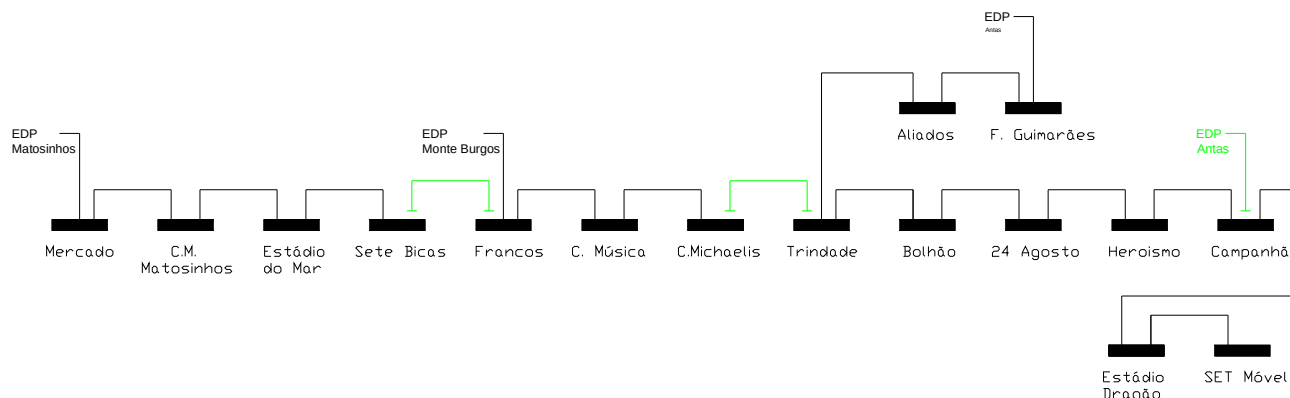
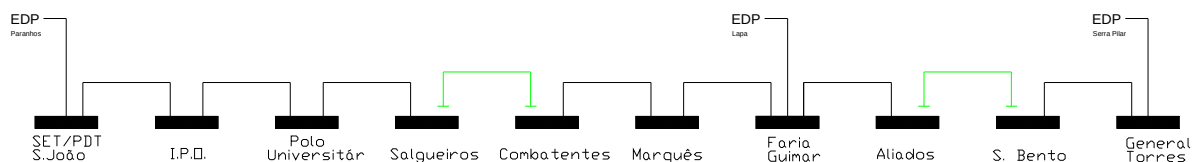
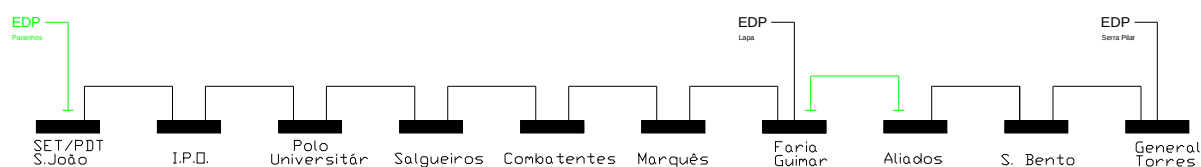
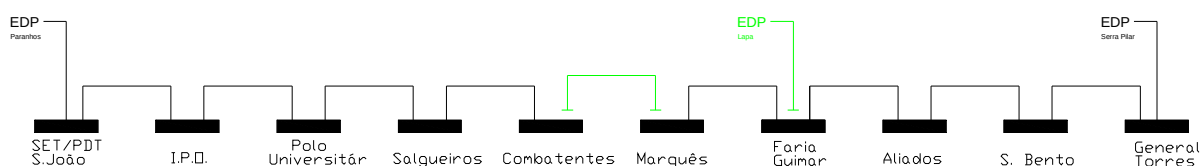
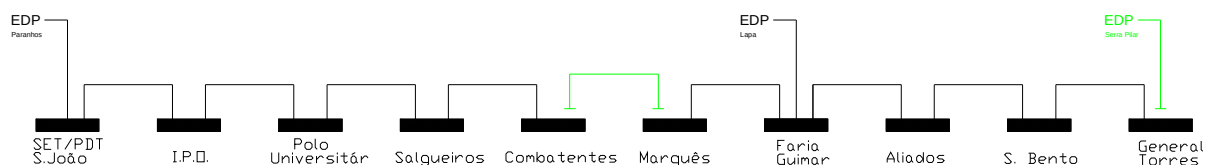


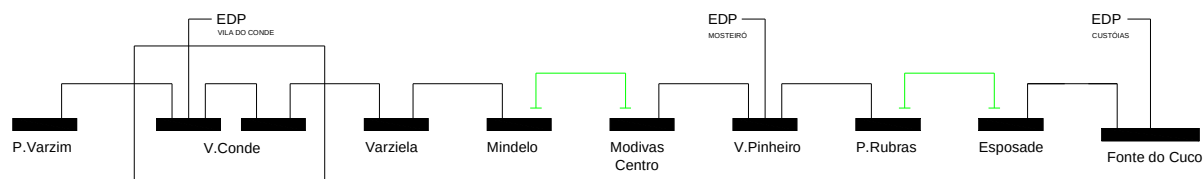
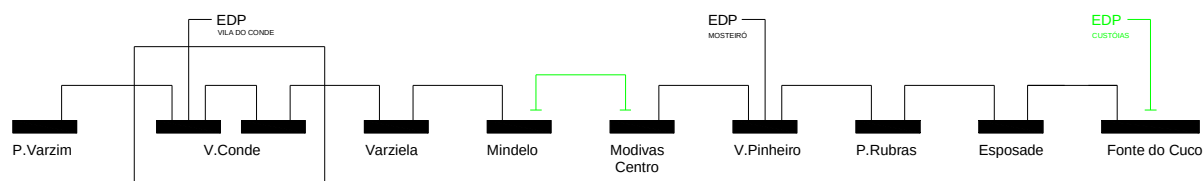
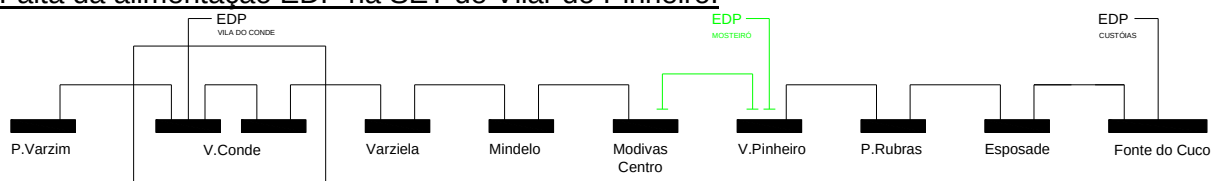
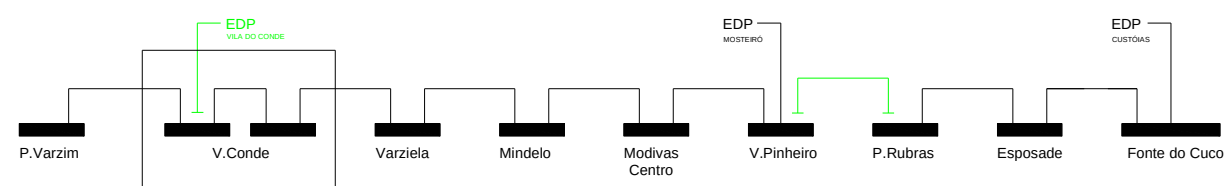
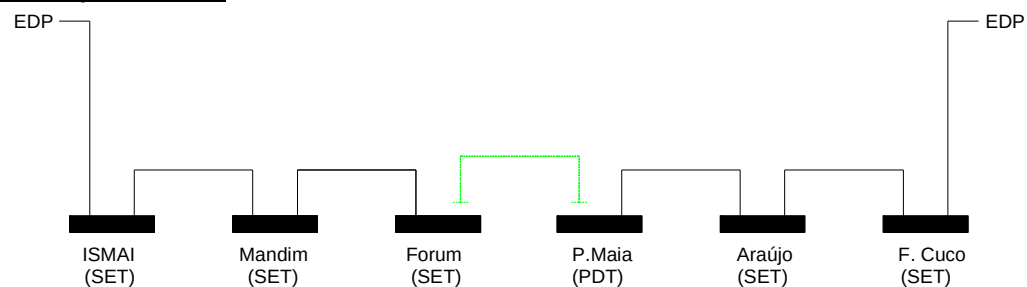
Falta da alimentação EDP na SET de Mercado.



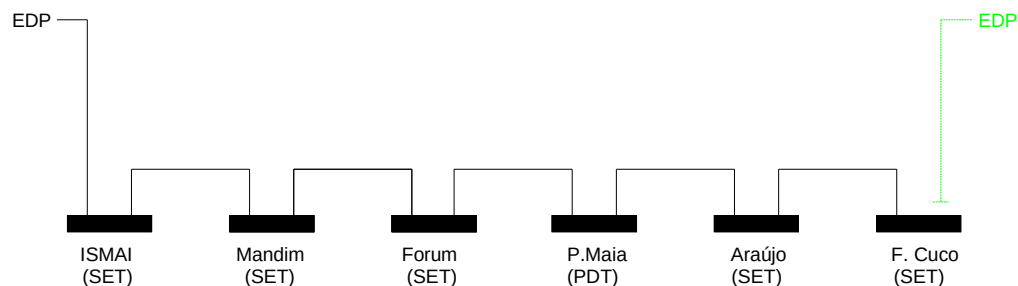
Falta da alimentação EDP na SET de Francos.



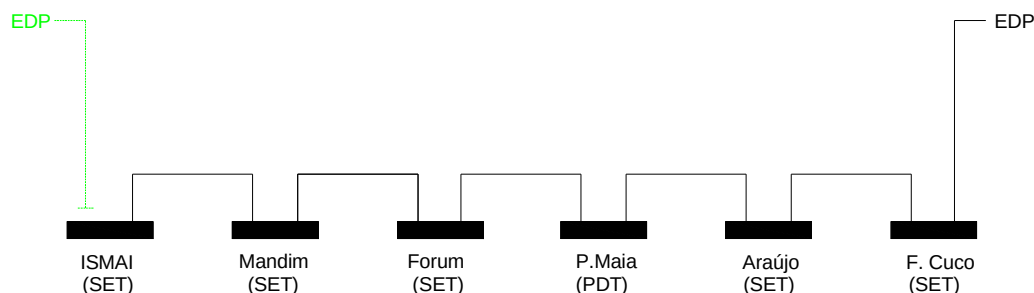
Falta da alimentação EDP na SET de Campanhã.**Linha S.**Condição NormalFalta da alimentação EDP no PDT de S. João.Falta da alimentação EDP no PDT de Faria Guimarães.Falta da alimentação EDP na SET de General Torres.

Linha PCondição NormalFalta da alimentação EDP na SET de Fonte do Cuco.Falta da alimentação EDP na SET de Vilar do Pinheiro.Falta da alimentação EDP na SET de Vila do Conde.**Linha T**Condição Normal

Falta da alimentação EDP na SET de Fonte do Cuco.



Falta da alimentação EDP na SET de ISMAI.



4.3 GRUPO GERADOR DO TÚNEL DA LINHA C

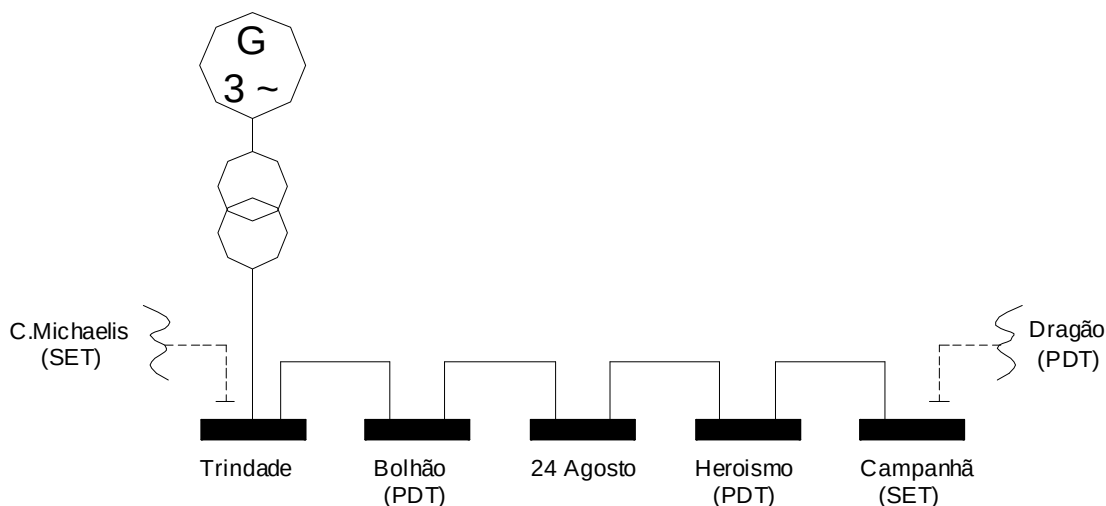
Nos documentos [46] e [48] são detalhadas as condições e procedimentos de modo a que o Grupo de Gerador actualmente situado na Trindade entre em funcionamento.

A seguir são listadas as operações a realizar para colocar o Grupo em operação.

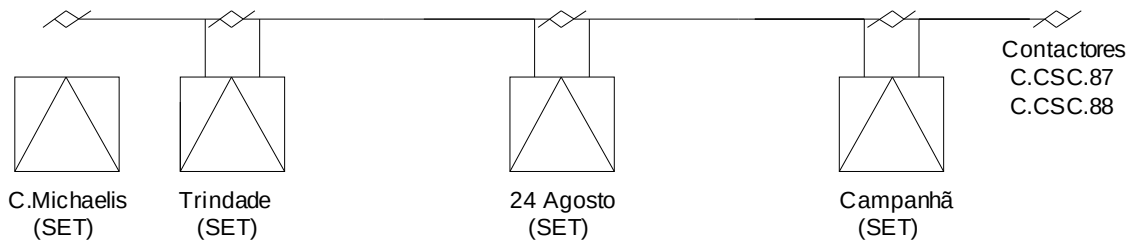
Com a falta de tensão consequente do “blackout”, são abertos através dos relés de tensão mínima os disjuntores de chegada EDP, os disjuntores de alimentação dos grupos rectificadores das SET e os disjuntores ultra rápidos (DUR) para a alimentação em c.c. da linha de contacto a jusante dos rectificadores.

Tendo sido avaliada pelo operador do PCC a necessidade de recorrer ao gerador de emergência, dever-se-á proceder reconfigurando oportunamente a rede segundo o estabelecido no parágrafos seguintes.

A rede de Média Tensão alimentada pelo Grupo Gerador será a seguinte:



A configuração da catenária será a seguinte:



4.3.1 "Blackout " sem incêndio no túnel.

Com referência ao esquema eléctrico [27] terão que ser executadas as seguintes operações:

- 1) Os pantógrafos dos veículos devem ser recolhidos, excepto os veículos que irão ser movimentados na sequência de evacuação.
- 2) É activado o gerador de emergência localmente através de pessoal designado para o efeito (Local, Estação da Trindade). Deve ser verificado que a tensão de saída é 400V.
- 3) É verificado e eventualmente comandado fecho das ligações em média tensão entre as subestações de Trindade e Campanhã, assim como a abertura entre Carolina Michaelis e Trindade e entre Campanhã e Estádio do Dragão (PCC).
- 4) É verificado e eventualmente comandada a abertura dos disjuntores MT de chegada da EDP (PCC).
- 5) É verificado e eventualmente comandada a abertura dos contactores da catenária C.CSC.87 e 88, após o túnel dissuasor de Campanha (PCC).
- 6) Liga-se o gerador de emergência ao anel em média tensão, através da SET de Trindade, alimentando portanto as SET entre Trindade e Campanhã (Local, Cela 8 da SET da Trindade).
- 7) São fechados sequencialmente os disjuntores de alimentação aos Transformadores de serviços auxiliares das SET's, assim como dos transformadores de potência das três Estações (PCC).
- 8) É fornecida a alimentação às instalações fixas identificadas no ponto 5.2.1.1 do documento [46]:
 - 8.1) É verificada e comandada a abertura dos disjuntores de alimentação aos sub-barramentos do QGBT (designados no sinóptico SCADA como Q4, Q5, Q6 e Q8), nas três estações.
 - 8.2) É fornecida a alimentação aos elevadores, verificando e comandando o fecho do do disjuntor de alimentação ao sub-barramento do QGBT (designado no sinóptico SCADA como Q7).
- 9) É accionado o Comando de paragem de emergência que enviará os elevadores para a superfície. Um elevador em cada estação poderá ser utilizado para facilitar uma evacuação assistida de PMR.

- 10) São fechados sequencialmente os disjuntores dos grupos rectificadores das subestações segundo o descrito no parágrafo 4.2.3.4. Deste modo, é alimentada a linha de contacto para todos os troços com túnel (Carolina Michaelis – Campanhã).
- 11) É implementada regulação da tensão de saída do Grupo Gerador para 435V, localmente no regulador de tensão do Quadro de Comando do Grupo, por parte de pessoal designado para o efeito (Local, Grupo Gerador).
- 12) A movimentação e paragem de cada veículo será guiada pelo operador do PCC através das ligações via rádio, fazendo referência a procedimentos oportunos que deverão ser previamente definidos, e tendo em conta o ponto 1).

Caso seja verificado pelo operador a existência de uma inundação poderá ser accionada a bombagem, energizando o barramento do QGBT correspondente (disjuntor Q8), mas neste caso apenas poderá funcionar um veículo de cada vez.

4.3.2 "Blackout" com incêndio no túnel.

Com referência ao esquema eléctrico [3] terão que ser executadas as seguintes operações:

- 1) É activado o gerador de emergência localmente através de pessoal designado para o efeito (Local, Estação da Trindade). Deve ser verificado que a tensão de saída é 400V.
- 2) É verificado e eventualmente comandado fecho das ligações em média tensão entre as subestações de Trindade e Campanhã, assim como a abertura entre Carolina Michaelis e Trindade e entre Campanhã e Estádio do Dragão (PCC).
- 3) É verificado e eventualmente comandada a abertura dos disjuntores MT de chegada da EDP (PCC).
- 4) Liga-se o gerador de emergência ao anel em média tensão, através da SET de Trindade, alimentando portanto as SET entre Trindade e Campanhã (Local, Cela 8 da SET da Trindade).
- 5) São fechados sequencialmente os disjuntores de alimentação aos Transformadores de serviços auxiliares das SET's, assim como dos transformadores de potência das duas Estações adjacentes ao incêndio (PCC).
- 6) É implementada regulação da tensão de saída do Grupo Gerador para 435V, localmente no regulador de tensão do Quadro de Comando do Grupo, por parte de pessoal designado para o efeito (Local, Grupo Gerador).
- 7) Alimentação às instalações fixas (PCC):
 - a) Considera-se o percurso subterrâneo:
Campanhã – Trindade;
 - b) verifica-se e fornece-se a alimentação aos serviços das instalações fixas indicadas no parágrafo 5.2.1.2 do documento [46], incluindo a ligação dos ventiladores para extrair os fumos do túnel entre as duas estações envolvidas:
 - b1) É verificada e comandada a abertura dos disjuntores de alimentação aos sub-barramentos do QGBT (designados no sinóptico SCADA como Q4, Q5 e Q6), nas duas estações adjacentes ao incêndio.

- b2) É fornecida a alimentação às instalações fixas identificadas no ponto 5.2.1.2 do documento [46] (elevadores e desenfumagem), verificando e comandando o fecho dos disjuntores de alimentação aos sub-barramentos do QGBT (designados no sinóptico SCADA como Q7 e Q8), nas duas estações adjacentes ao incêndio.
- c) Os elevadores serão enviados para um piso de evacuação (através do comando de paragem de emergência), onde ficarão imobilizados, com as portas abertas. Nas duas estações envolvidas, um elevador poderá ser utilizado pelos SNB.
- d) É activado o macrocomando adequado de ventilação de desenfumagem.

No que diz respeito à bombagem, o accionamento é automático, pelo que caso a alimentação esteja ligada, as bombas poderão funcionar em qualquer altura.

Assim, poderão funcionar os grupos de bombagem cujo barramento de emergência (no QGBT da Estação) esteja energizado devido à alimentação dos grupos de ventilação.

Conforme descrito anteriormente, caso os ventiladores não estejam a funcionar, poderá ser movimentado um veículo duplo.

Caso o acidente tenha compreendido um incêndio e consequente intervenção dos bombeiros com utilização das colunas de água presentes no túnel, a entrada de água nas tubagens implicará o corte automático da alimentação da catenária entre as subestações nas extremidades do troço em questão.

4.3.3 "Blackout" com incêndio em Estação.

Com referência ao esquema eléctrico [12] terão que ser executadas as seguintes operações:

- 1) É activado o gerador de emergência localmente através de pessoal designado para o efeito (Local, Estação da Trindade). Deve ser verificado que a tensão de saída é 400V.
- 2) É verificado e eventualmente comandado fecho das ligações em média tensão entre as subestações de Trindade e Campanhã, assim como a abertura entre Carolina Michaelis e Trindade e entre Campanhã e Estádio do Dragão (PCC).
- 3) É verificado e eventualmente comandada a abertura dos disjuntores MT de chegada da EDP (PCC).
- 4) Liga-se o gerador de emergência ao anel em média tensão, através da SET de Trindade, alimentando portanto as SET entre Trindade e Campanhã (Local, Cela 8 da SET da Trindade).
- 5) São fechados sequencialmente os disjuntores de alimentação aos Transformadores de serviços auxiliares das SET's, assim como dos transformadores de potência da Estação onde ocorre o incêndio (PCC).
- 6) É implementada regulação da tensão de saída do Grupo Gerador para 435V, localmente no regulador de tensão do Quadro de Comando do Grupo, por parte de pessoal designado para o efeito (Local, Grupo Gerador).
- 7) Alimentação às instalações fixas (PCC):

- a) Considera-se o percurso subterrâneo:
Campanhã – Trindade;

- b) verifica-se e fornece-se a alimentação aos serviços das instalações fixas indicadas no parágrafo 5.2.1.3 do documento [46], incluindo a ligação dos ventiladores para extrair os fumos da estação em causa:
- b1) É verificada e comandada a abertura dos disjuntores de alimentação aos sub-barramentos do QGBT (designados no sinóptico SCADA como Q4, Q5 e Q6), na Estação com incêndio.
 - b2) É fornecida a alimentação às instalações fixas identificadas no ponto 5.2.1.3 do documento [46] (elevadores e desenfumagem), verificando e comandando o fecho dos disjuntores de alimentação aos sub-barramentos do QGBT (designados no sinóptico SCADA como Q7 e Q8), na Estação com incêndio.
- c) Os elevadores serão enviados para um piso de evacuação (através do comando de paragem de emergência), onde ficarão imobilizados, com as portas abertas. Na estação envolvida, um elevador poderá ser utilizado pelos SNB).
- d) É activado o macrocomando adequado de ventilação de desenfumagem.

No que diz respeito à bombagem, o accionamento é automático, pelo que caso a alimentação esteja ligada, as bombas poderão funcionar em qualquer altura.

Assim, poderão funcionar os grupos de bombagem cujo barramento de emergência (no QGBT da Estação) esteja energizado devido à alimentação dos grupos de ventilação.

Conforme descrito anteriormente, caso os ventiladores não estejam a funcionar, poderá ser movimentada um veículo duplo.

Caso o acidente tenha compreendido um incêndio e consequente intervenção dos bombeiros com utilização das colunas de água presentes no túnel, a entrada de água nas tubagens implicará o corte automático da alimentação da catenária entre as subestações nas extremidades do troço em questão.

4.3.4 Reposição da situação normal.

Quando for verificado o fim do blackout, isto é, quando houver energia disponível da EDP, para reposição da rede normal, deverão ser executadas as seguintes operações:

- 1) Desliga-se o gerador de emergência ao anel em média tensão, através da SET de Trindade, alimentando portanto as SET entre Trindade e Campanhã (Local, Cela 8 da SET da Trindade).
- 2) É desactivado o gerador de emergência localmente através de pessoal designado para o efeito (Local, Estação da Trindade). Antes de desactivar, deve ser regulada a tensão de saída para 400V.
- 3) Após estas operações a rede deve ser configurada para a situação normal com alimentações da EDP, conforme procedimentos correspondentes.

4.4 INTERPRETAÇÃO DE SINAIS NUMA SUBESTAÇÃO DE TRACÇÃO

Em anexo apresenta-se uma tabela com os sinais disponibilizados ao SCADA, com a respectiva interpretação e acções que se impõem.

4.5 MACROCOMANDOS VIA SCADA

Através do sistema SCADA é possível realizar automaticamente sequências de comandos unicamente através de um único comando.

As sequências previstas são as seguintes:

Sequência 1 Colocação de uma linha em tensão partindo da situação de “fora de serviço”

Sequência 2 Reconfiguração em caso de falta de uma alimentação EDP

Sequência 4 Colocação do grupo rectificador 1 em tensão

Sequência 5 Colocação do grupo rectificador 2 em tensão

Sequência 6 Abertura de todos os DUR de um quadro 750 Vcc

Sequência 7 Fecho de todos os DUR de um quadro 750 Vcc

Sequência 8 Retirar SET de Serviço

Sequência 9 Fecho dos Contactores de By-pass e paralelo no Armário de Seccionadores da Catenária

Sequência 10 Fecho dos Contactores de By-pass e paralelo no Armário de Seccionadores da Catenária

Sequência 11 Isolar SET

Sequência 12 Abrir rede MT

Sequência 13 Abrir catenária

4.6 INIBIÇÕES DE COMANDOS VIA SCADA

Foram também previstos um tipo de encravamentos a que chamamos Inibições, que são encravamentos via software através do sistema SCADA.

4.6.1 Inibições na rede de Média Tensão

Em cada Quadro de 15KV de todas as SET estão implementadas as seguintes inibições:

1. Disj. MT (tracção) não fechados ao mesmo tempo;
2. Disj. MT (EDP) não fecha se barramento em tensão;
3. Disjuntor de anel não fecha de o seccionador de terra da cela de entrada da SET a alimentar estiver fechado.
4. Disj. Anel não fecha se:
 - tensão no próprio barramento;
 - tensão no barramento adjacente;
 - adjacente fechado;

4.6.2 Encravamentos entre o Quadro de 750Vcc e Armários de Seccionadores da Catenária

Uma SET comum tem normalmente 4 alimentadores (com excepção das SET's fim de linha, que tem dois alimentadores) e tem um modo de funcionamento simples, com as opções de modo normal e de modo degradado. Nessa SET, em modo normal todos os DUR estão fechados e os

contactores de by-pass abertos. Em modo degradado, todos os contactores de by-pass (e eventualmente o de paralelo) fechados e os DUR abertos.

Os encravamentos entre o Quadro de 750Vcc e Armário de Seccionadores da Catenária são os seguintes:

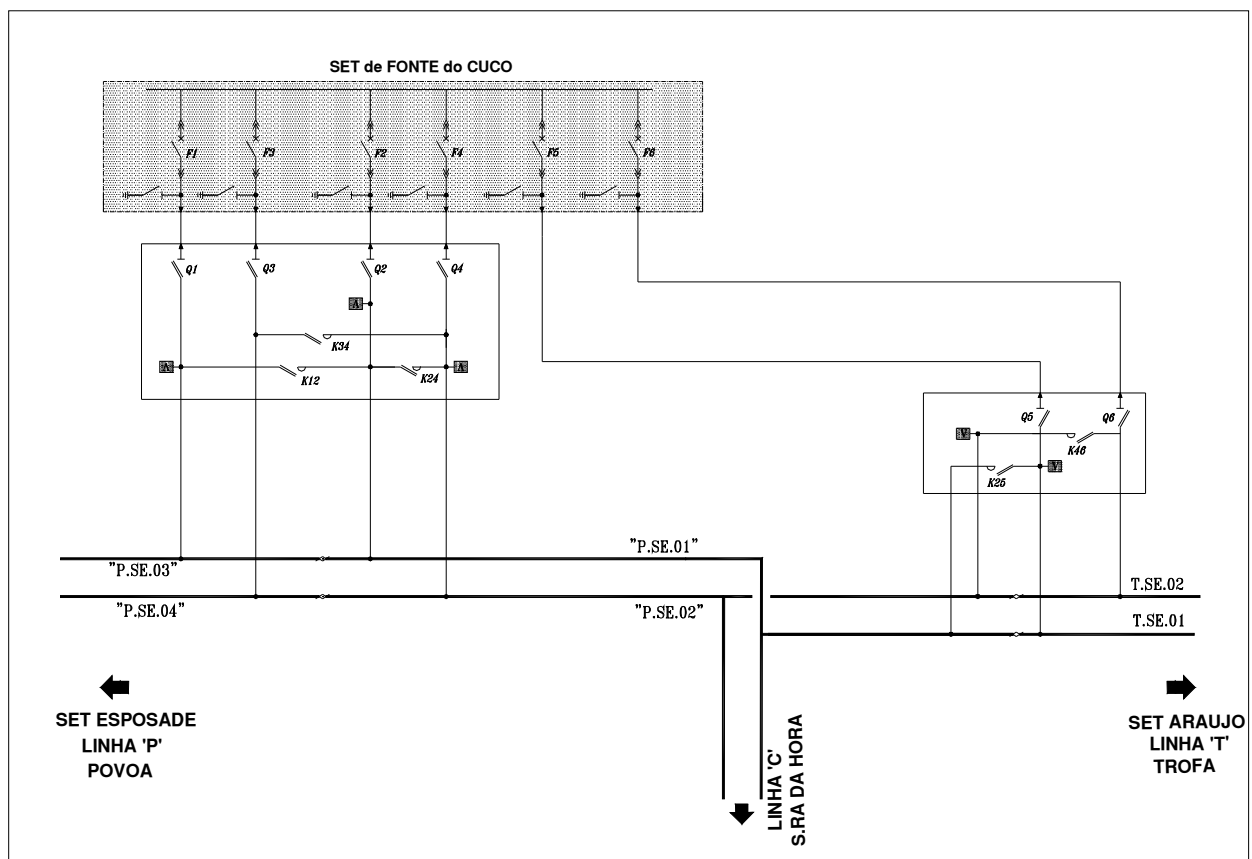
1. K by-pass (xy): não fecha quando DUR x ou y estão fechados;
2. K paralelo (//): não fecha quando um DUR estiver fechado;
3. DUR x e DUR y não fecham quando Kxy também fechado;
4. Nenhum DUR fecha quando K // está fechado;
5. DSn só manobra (abre ou fecha) se Disj. MT aberto e Todos os DUR's abertos;
6. DS1 e DS2 não fechados ao mesmo tempo;
7. Fecho de DUR n inibido se Seccionador Isolamento Qn aberto;

4.6.2.1 Caso de Fonte do Cuco

No caso de Fonte do Cuco, por ter seis alimentadores, e alimentar seis secções da catenária diferentes, existirão diferentes possibilidades de configuração que se apresentam a seguir, o que implica inibições Via SCADA diferentes daquelas que se listam acima.

As inibições que não se aplicam à SET de Fonte do Cuco são 1,2, 3 e 4. Apenas deverão ser tidas em conta as inibições listadas no ponto 3.3. As inibições 5, 6 e 7 mantêm-se.

O esquema final de alimentações do nó de Fonte do Cuco será o seguinte:



Configurações do Sistema de alimentação

Para a SET de Fonte do Cuco, além dos tradicionais modos normal e degradado, de modo a aumentar a disponibilidade do sistema são aceites configurações que possibilitam ter Celas de feeder a alimentar duas secções da catenária em simultâneo. Estes casos são descritos nos pontos abaixo e são as chamadas configurações possíveis.

Modo Normal

Entende-se por condição de exploração em modo normal, quando todos os equipamentos da Subestação estão disponíveis, isto é, todos os feeders estão a alimentar as secções correspondentes e todos os contactores de by-pass estão abertos.

Configuração possível das alimentações entre SET Esposade - SET Fonte do Cuco

Os feeders 2 e 4 podem ser utilizados para operar o sistema de catenária em alimentação dupla, para a SET de Esposade fechando os contactores de by-pass K12 e K34.

Neste caso não poderá ser fechado o contactor de paralelo.

Os feeders 5 e 6 não poderão ser utilizados para alimentar as secções na direcção de Esposade

Esta configuração aumenta a disponibilidade desta SET, já que se houver uma anomalia ou defeito nos DUR 1 ou 3, ou seccionadores 1 ou 3, a SET mantém-se em serviço na totalidade das suas capacidades.

Configuração possível das alimentações entre SET Araújo - SET Fonte do Cuco

Os feeders 2 e 4 podem ser utilizados para operar o sistema de catenária em alimentação dupla, para a SET de Araújo fechando os contactores de by-pass K25 e K46

Neste caso não poderá ser fechado o contactor de paralelo

Os feeders 1 e 3 não poderão ser utilizados para alimentar as secções na direcção de Araújo

Esta configuração aumenta a disponibilidade desta SET, já que se houver uma anomalia ou defeito nos DUR 5 ou 6, ou seccionadores 5 ou 6, a SET mantém-se em serviço na totalidade das suas capacidades, sem ser necessário colocar a mesma fora de serviço.

Configuração possível para alimentação das secções P.SE.01 e P.SE.02

Em caso de falha do alimentador F2, é possível alimentar as duas vias correspondentes às secções P.SE.01 e P.SE.02, através do alimentador F4, fechando o contactor de paralelo K24.

Da mesma forma, em caso de falha do alimentador F4, é possível alimentar as duas vias correspondentes às secções P.SE.01 e P.SE.02, através do alimentador F2, fechando o contactor de paralelo K24.

Esta configuração é possível se os contactores de by-pass K12, K34, K25 e K46 estiverem todos abertos.

Modo Degradado - SET Fonte do Cuco fora de serviço

É possível alimentar todas as secções pelas SET de Esposade e Araújo, fechando todos os contactores de By-pass K12, K34, K25 e K46 e o de paralelo K24, apenas se todos os DUR da SET estiverem abertos

Inibições SCADA

Como já acima descrito, as inibições 5, 6 e 7 mantêm-se (DSn só manobra (abre ou fecha) se Disj. MT aberto e Todos os DUR's abertos; DS1 e DS2 não fechados ao mesmo tempo; Fecho de DUR n inibido se Seccionador Isolamento Qn aberto)

No entanto para a SET de Fonte do Cuco as inibições 1,2, 3 e 4 são substituídas por:

Feeders

F1 não fecha se k12 estiver fechado

F2 não fecha se K12 e K25 estiverem fechados

F3 não fecha se k34 estiver fechado

F4 não fecha se K34 e K46 estiverem fechados

F5 não fecha se k25 estiver fechado

F6 não fecha se k46 estiver fechado

Contactores By-pass

K12 não fecha se F1 estiver fechado

K34 não fecha se F3 estiver fechado

K25 não fecha se F5 estiver fechado

K46 não fecha se F6 estiver fechado

K12 não fecha se F2 e K25 estiverem fechados

K25 não fecha se F2 e K12 estiverem fechados

K34 não fecha se F4 e K46 estiverem fechados

K46 não fecha se F4 e K34 estiverem fechados

Contactor de paralelo

K24 só fecha se K12, K25, k34 e K46 estiverem todos abertos ou se K12, K25, k34 e K46 estiverem todos fechados

K24 não fecha se F2 e F4 estiverem fechados.

4.6.3 Alarmes e inibições e entre os equipamentos das SET e armários de contactores da catenária

4.6.3.1 Introdução

Como já referido, na condição de falta de uma SET, condição de degradação do sistema D1, a alimentação à catenária é possível através das duas SETs adjacentes e, com alimentação bilateral, as prestações do sistema não resultam afectadas.

A condição essencial para a protecção do sistema nesta configuração é a disponibilidade e funcionamento do sistema de intertripping.

Como é descrito nos documentos de referência e esquemas eléctricos do sistema intertripping, o disparo interligado fica inactivo quando são abertos os contactores dos seccionamentos da catenária entre as duas SET.

Por essa razão, no caso de degradação com falta de uma SET, a eventual abertura dos contactores pode invalidar a protecção da catenaria contra curtos-circuitos e é portanto condição ilegal de funcionamento do sistema.

Chama-se também à atenção relativamente ao facto que as resistências de loop encontradas no terreno garantem sempre a detecção directa (sem intertripping) de um curto-circuito apenas para a secção de catenária entre duas SET: a necessidade de não implementar a condição ilegal acima referida deve ser sempre respeitada pelo Operador.

Descrevem-se a seguir os encravamentos por software a implementar no sistema SCADA para impedir que os Operadores, inadvertidamente, estabeleçam uma configuração que implique a ausência da protecção de alguma secção da linha de contacto.

4.6.3.2 Encravamentos e alarmes a implementar

4.6.3.2.1 Alarme Geral

No que diz respeito aos sistemas no interior de uma SET, de modo a sinalizar a ilegalidade da operação de by-pass de uma SET através do barramento do Quadro de 750 Vcc, deve ser aplicado o seguinte alarme:

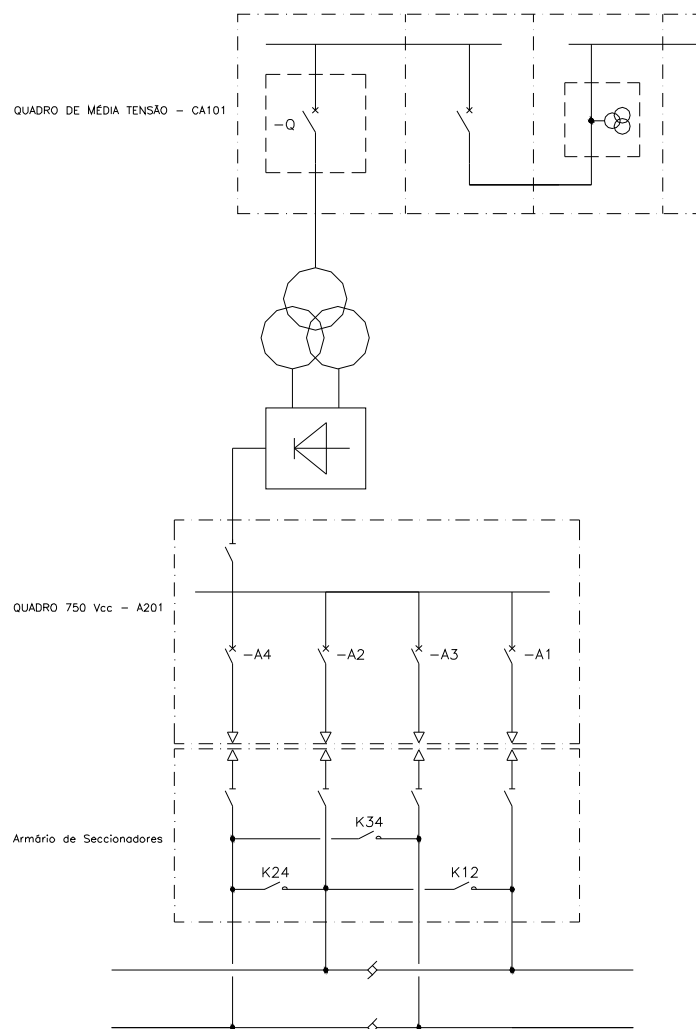
ALARME PRIORITÁRIO A IMPLEMENTAR

Ocorrência: Disjuntor “Q” do Quadro MT que alimenta o Grupo de Tracção da SET “X” aberto
e
pelo menos dois dos feeders “A1”, “A2” “A3” e “A4” fechados



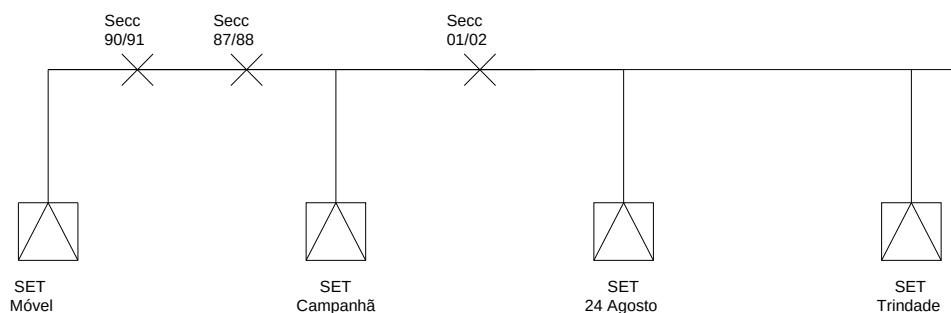
Alarme: CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! Abrir Feeders “A1”, “A2” “A3” e “A4” da SET “X”

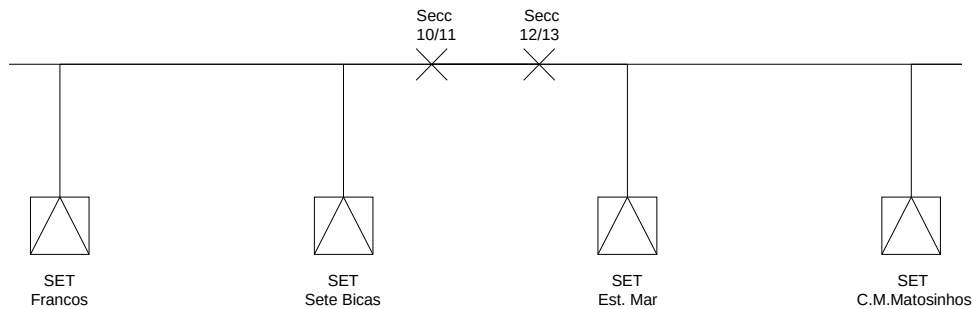
Esquema típico da alimentação ao Grupo de Tracção de uma SET



4.6.3.2.2 Linha C

No que diz respeito aos equipamentos da catenária da linha C, para cumprir os objectivos descritos no ponto 3.1, devem ser aplicados os seguintes encravamentos de software:





ENCRAVAMENTOS SOFTWARE E ALARMES A IMPLEMENTAR

SET Campanhã

1) Encravamento: Contactor de by-pass K12 ou K34 fechado => Não se pode abrir contactores do Seccionamento 90/91, 87/88 ou 01/02

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

2) Encravamento: Contactores do Seccionamento 90/91, 87/88 ou 01/02 abertos => Não se pode fechar contactores de by-pass K12 K34

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

SET 24 Agosto

1) Encravamento: Contactor de by-pass K12 ou K34 fechado => Não se pode abrir contactores do Seccionamento 01/02

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

2) Encravamento: Contactores do Seccionamento 01/02 abertos => Não se pode fechar contactores de by-pass K12 K34

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

SET Sete Bicas

1) Encravamento: Contactor de by-pass K12 ou K34 fechado => Não se pode abrir contactores do Seccionamento 10/11 ou 12/13

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

2) Encravamento: Contactores do Seccionamento 10/11 ou 12/13 abertos => Não se pode fechar contactores de by-pass K12 K34

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

SET Estádio do Mar

1) Encravamento: Contactor de by-pass K12 ou K34 fechado => Não se pode abrir contactores do Seccionamento 10/11 ou 12/13

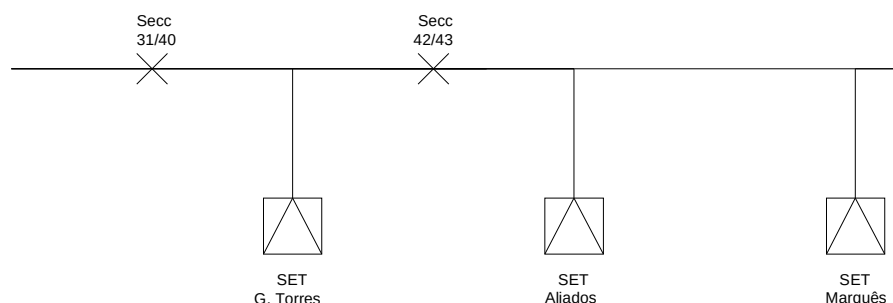
Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

2) Encravamento: Contactores do Seccionamento 10/11 ou 12/13 abertos => Não se pode fechar contactores de by-pass K12 K34

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

4.6.3.2.3 Linha S

ENCRAVAMENTOS SOFTWARE E ALARMES A IMPLEMENTAR

SET Aliados

1) Encravamento: Contactor de by-pass K12 ou K34 fechado => Não se pode abrir contactores do Seccionamento 42/43

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

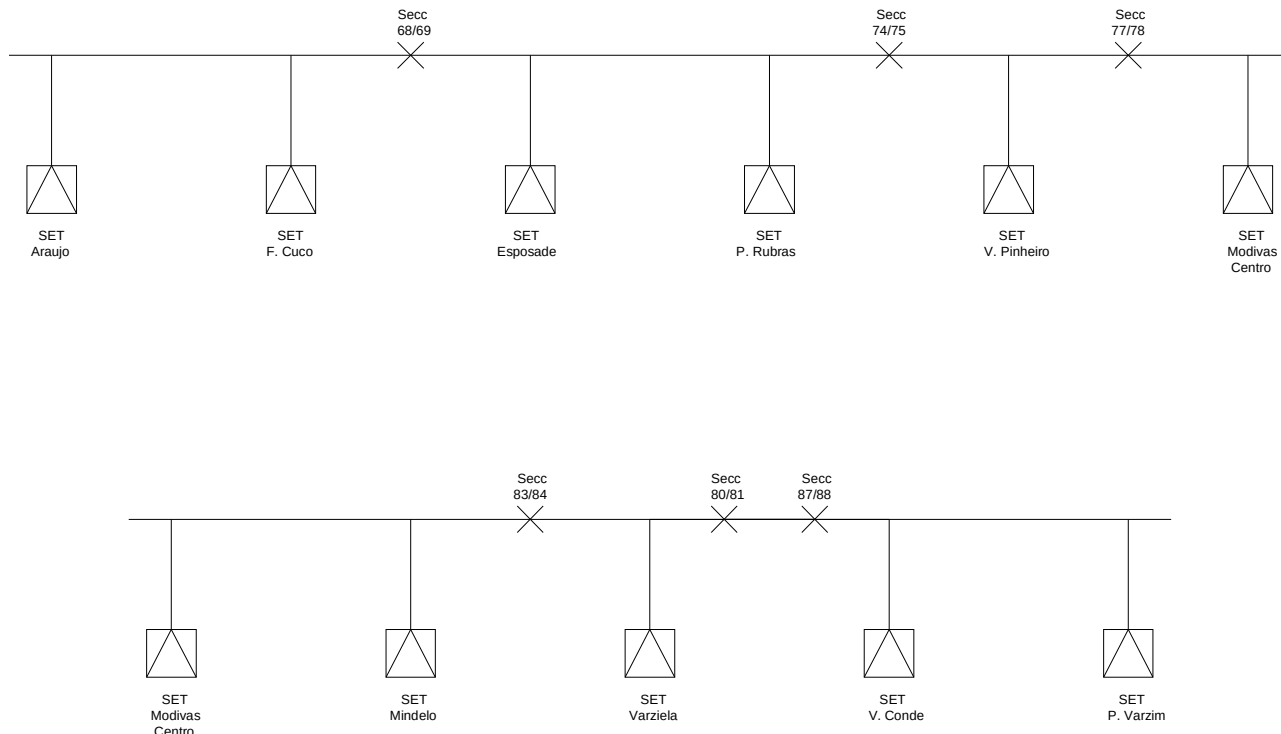
CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

2) Encravamento: Contactores do Seccionamento 42/43 abertos => Não se pode fechar contactores de by-pass K12 e K34

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

4.6.3.2.4 Linha P



ENCRAVAMENTOS SOFTWARE E ALARMES A IMPLEMENTAR

SET Fonte do Cuco

1) Encravamento: Contactor de by-pass K12 ou K34 fechado => Não se pode abrir contactores do Seccionamento 68/69

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

2) Encravamento: Contactores do Seccionamento 68/69 abertos => Não se pode fechar contactores de by-pass K12 e K34

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

SET Esposade

1) Encravamento: Contactor de by-pass K12 ou K34 fechado => Não se pode abrir contactores do Seccionamento 68/69

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

2) Encravamento: Contactores do Seccionamento 68/69 abertos => Não se pode fechar contactores de by-pass K12 e K34

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

SET Pedras Rubras

1) Encravamento: Contactor de by-pass K12 ou K34 fechado => Não se pode abrir contactores do Seccionamento 74/75

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

2) Encravamento: Contactores do Seccionamento 74/75 abertos => Não se pode fechar contactores de by-pass K12 e K34

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

SET Vilar do Pinheiro

1) Encravamento: Contactor de by-pass K12 ou K34 fechado => Não se pode abrir contactores do Seccionamento 74/75 ou 77/78

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

2) Encravamento: Contactores do Seccionamento 74/75 ou 77/78 abertos => Não se pode fechar contactores de by-pass K12 e K34

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

SET Modivas Centro

1) Encravamento: Contactor de by-pass K12 ou K34 fechado => Não se pode abrir contactores do Seccionamento 77/78

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

2) Encravamento: Contactores do Seccionamento 77/78 abertos => Não se pode fechar contactores de by-pass K12 e K34

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

SET Mindelo

1) Encravamento: Contactor de by-pass K12 ou K34 fechado => Não se pode abrir contactores do Seccionamento 83/84

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

2) Encravamento: Contactores do Seccionamento 83/84 abertos => Não se pode fechar contactores de by-pass K12 e K34

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

SET Azurara

1) Encravamento: Contactor de by-pass K12 ou K34 fechado => Não se pode abrir contactores do Seccionamento 83/84, 80/81 ou 87/88

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

2) Encravamento: Contactores do Seccionamento 83/84, 80/81 ou 87/88 abertos => Não se pode fechar contactores de by-pass K12 e K34

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

SET Vila do Conde

1) Encravamento: Contactor de by-pass K12 ou K34 fechado => Não se pode abrir contactores do Seccionamento 80/81 ou 87/88

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

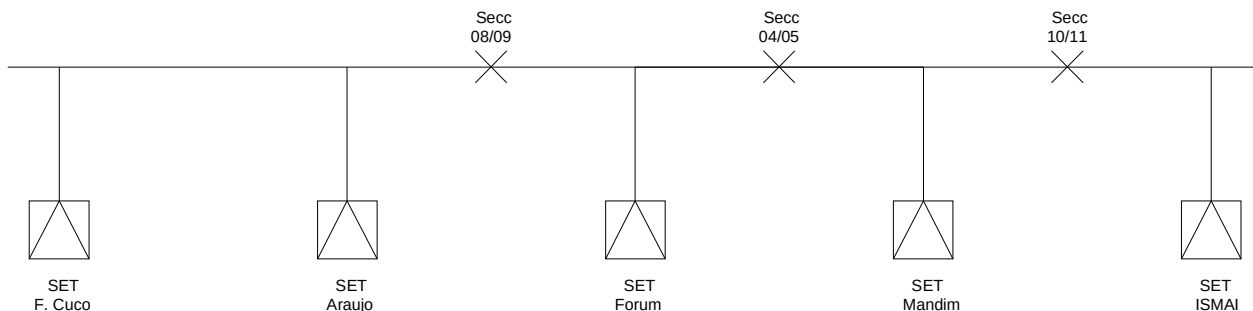
CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

2) Encravamento: Contactores do Seccionamento 80/81 ou 87/88 abertos => Não se pode fechar contactores de by-pass K12 e K34

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

4.6.3.2.5 Linha T

**ENCRAVAMENTOS SOFTWARE E ALARMES A IMPLEMENTAR****SET Araújo**

1) Encravamento: Contactor de by-pass K12 ou K34 fechado => Não se pode abrir contactores do Seccionamento 08/09

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

2) Encravamento: Contactores do Seccionamento 08/09 abertos => Não se pode fechar contactores de by-pass K12 e K34

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

SET Forum

1) Encravamento: Contactor de by-pass K12 ou K34 fechado => Não se pode abrir contactores do Seccionamento 08/09 ou 04/05

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

2) Encravamento: Contactores do Seccionamento 08/09 ou 04/05 abertos => Não se pode fechar contactores de by-pass K12 e K34

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE
ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

SET Mandim

1) Encravamento: Contactor de by-pass K12 ou K34 fechado => Não se pode abrir contactores do Seccionamento 04/05 ou 10/11

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

2) Encravamento: Contactores do Seccionamento 04/05 ou 10/11 abertos => Não se pode fechar contactores de by-pass K12 e K34

Alarme: Caso esta configuração seja implementada em local, deve ser fornecida uma sinalização de alarme ao operador do PCC:

CATENÁRIA NÃO PROTEGIDA! O OPERADOR DEVE ABRIR OS CONTACTORES DE BY-PASS K12 e K34

5. ELEMENTOS DE SEGURANÇA ADICIONAIS A CONSIDERAR

5.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo refere alguns procedimentos adicionais que se devem ter em conta para a manutenção e a operação das instalações das Subestações de tracção.

Estes procedimentos vêm complementar as informações contidas nos capítulos anteriores.

Salienta-se que devem ser respeitados toda a regulamentação de segurança aplicável, nomeadamente:

- Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento
- Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica
- Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão
- Normas Portuguesas e Internacionais

5.2 EXECUÇÃO DE TRABALHOS E OPERAÇÃO DO SISTEMA

À SET apenas poderá aceder pessoal devidamente qualificado e consciente do perigo possível.

Não deverão ser efectuados trabalhos em tensão, devendo-se respeitar todos os procedimentos de segurança.

Na SET existem encravamentos eléctricos e mecânicos (chave), tal como descrito nos capítulos anteriores, que de modo algum poderão ser desactivados, já que estes garantem a protecção contra contactos directos inadvertidos, embora não seja, porém, possível garantir a segurança absoluta das pessoas: a presença dos encravamentos não isenta da criação de procedimentos específicos de intervenção e o pessoal de certificar-se da ausência de tensão e de ligar à terra os condutores sobre os quais devem trabalhar.

Nas SET existem acessórios regulamentares que deverão ser utilizados em caso de acidente ou da normal operação:

- Luvas de protecção para as tensões em causa (17,5 KV) estarão à disposição dos técnicos.
- Um quadro de “Instruções para os Primeiros Socorros em Acidentes Pessoais produzidos por Correntes Eléctricas” está colocado em local visível, assim como a respectiva farmácia portátil.

Na operação do sistema, os operadores que estão no PCC devem ter em conta toda a regulamentação eléctrica aplicável, devendo assim ser criados procedimentos que o garantam, de modo a evitar acidentes que ponham em causa a segurança de pessoas e bens.

5.3 PRECAUÇÕES AO NÍVEL DE PROCEDIMENTOS

5.3.1 Falha da alimentação 110V

No caso de falha de alimentação 110 V às celas de Média Tensão de Protecção ao Transformador de tracção e de Serviços auxiliares, verifica-se que, no caso de defeito no secundário do transformador, o sistema ficará sem protecção, já que a corrente de defeito não é suficientemente elevada para que a protecção a montante (cela de anel na SET ou na SET a montante) actue.

Neste contexto, é absolutamente necessário que, em caso de falha da alimentação 110V, a SET fique fora de serviço e se proceda à reparação do defeito.

Assim, de acordo com o definido no parágrafo 4.2.3.2, dever-se-á proceder de imediato à reconfiguração da rede MT.

Neste caso, a SET fica sem alimentação e os únicos serviços auxiliares 110 e 48Vdc, são aqueles que são assegurados na duração da carga das baterias.

Por forma a não prejudicar o funcionamento das baterias e a alimentação à catenária (pelas SET adjacentes) deverá ser estabelecida uma intervenção de manutenção rápida.

5.3.2 Procedimento para o Fecho do seccionador de terra das celas M.T. de anel

Nas celas M.T. de anel, a altura em que se procede ao fecho do seccionador de terra, dever-se-á obrigatoriamente verificar se origem da alimentação da SET no lado oposto (na outra SET a montante) está desligada.

Se o seccionador for fechado com a linha em tensão, acontecerá um curto-circuito trifásico à terra, que, embora a protecção na origem da alimentação actue e as celas sejam failsafe, não é muito recomendável no que respeita à segurança de pessoas e bens.

Será da responsabilidade do pessoal da manutenção certificar-se da falta de tensão e, logo, da possibilidade de executar a colocação à terra, nomeadamente:

Em local: o operador deverá verificar as sinalizações de presença de tensão na cela. Se estas estiverem ligadas, deverá comunicar ao PCC esta situação, para que ali os operadores cancelem a alimentação da SET a montante.

À distância no PCC: Os operadores no PCC, ao terem conhecimento de uma intervenção numa cela de anel, deverão certificar-se que essa cela está sem tensão.

5.4 QUADRO 750VCC – PROTECÇÃO CONTRA POTENCIAIS PERIGOSOS

A cela de negativo do quadro de 750Vdc está equipada com um contactor limitador de tensão, instalado entre o negativo do rectificador e a terra de modo a evitar tensões de contacto acessíveis não admissíveis (contactor K107, ver nos esquemas dos Quadros 750Vcc das SET).

Devido à acção do contactor, na presença de um defeito negativo – terra, o sistema continuará a funcionar, não bloqueando a SET nem dando origem a qualquer disparo nas alimentações, seja na Média Tensão, nem nos 750Vcc.

Existe um conjunto de relés que assegura a medida, K108 e K109, e um PLC que assegurará o fecho do contactor.

Este contactor também pode ser comandado de forma manual, localmente (para ensaios).

Os relés K108 e K109 são calibrados para representarem dois níveis de defeito, respectivamente: Nível 1, defeito leve, com tensão de defeito superior a 60V AC/DC e inferior a 150V AC/DC, e Nível 2, defeito grave com uma tensão de defeito superior a 150V AC/DC.

O Nível 1 fará fechar o contactor K107 se mantiver por mais de 3 segundos. Se a tensão diminuir para um valor inferior a 60V AC/DC, o contactor voltará a abrir.

De modo a não permitir que se verifiquem ciclos abrir/fechar, está prevista uma função “anti-pumping”, que fará com que, após três detecções consecutivas, separadas por 20 segundos cada, o contactor permaneça fechado.

O Nível 2, com duração superior a 0,1s, fará fechar o contactor K107.

Seja no Nível 1, após acção do “anti-pumping”, seja no Nível 2, para abrir o contactor, dever-se-á efectuar uma ordem de “RESET”, localmente ou à distância (PCC).

De modo a evitar a abertura do contactor em carga, existe um relé de corrente, K110, que, se a corrente a passar pelo contactor, for superior a determinado valor (40A), a abertura do contactor será bloqueada. O contactor apenas poderá ser aberto (através do “RESET”, acima referido, no caso do Nível 1, após acção “anti-pumping”, e Nível 2, ou automaticamente, no caso do Nível 1, sem “anti-pumping”), quando a corrente baixar deste valor.

Neste pressuposto, os procedimentos a executar após defeito serão:

- 1) Verificar, de acordo com todos os dados sinalizados, o evento em causa (defeito ou situação transitória).
- 2) Dar ordem de “reset”.
- 3) Efectuar acções de reparação de modo a cancelar o defeito.

Sublinha-se mais uma vez que, devido à acção do contactor, na presença de um defeito negativo – terra, o sistema continuará a funcionar, não bloqueando a SET nem dando origem a qualquer disparo nas alimentações, seja na Média Tensão, nem nos 750Vcc.

5.5 QUADRO 750VCC –MEDIDAS DOS AMPERIMETROS NA CELA DE NEGATIVO

De modo a detectar problemas das cablagens de ligação ao negativo, deverá, periodicamente ser efectuada uma verificação visual dos valores das medidas nos amperímetros nas duas saídas de ligação da cela do negativo, no interior da SET, ao carril (2 x 3x300mm²).

Deve ser verificado, nas saídas para o negativo, se os valores das medidas indicados nos amperímetros são iguais nas duas saídas.

Se os valores tiverem diferenças significativas, então existe um problema na instalação das cablagens que deverá ser detectado e reparado.

Esta verificação deverá ser realizada mensalmente e após cada intervenção na via.

5.6 DISPARO DA PROTECÇÃO MT AO GRUPO DE TRACÇÃO

Como é referido no ponto 4.6.3, o disparo a protecção de 15KV da cela de protecção ao grupo de tracção (disjuntor Q do esquema abaixo), não impõe nenhum disparo automático dos disjuntores de 750Vcc do Quadro C.C. (disjuntores A1 a A4 do esquema abaixo).

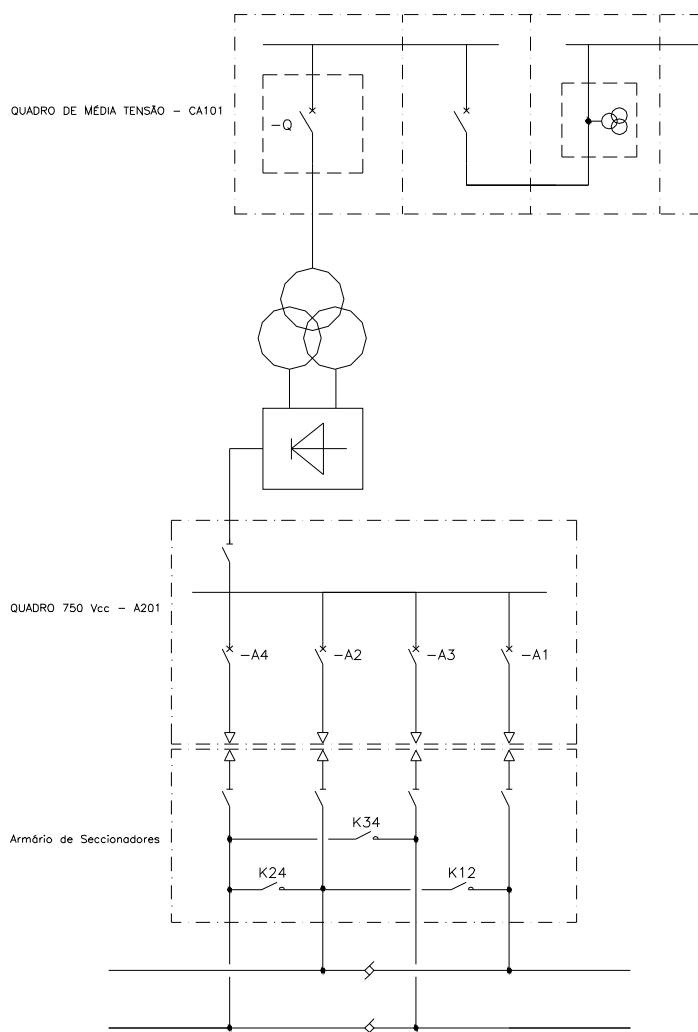
Iste facto implica que o by-pass de uma SET é realizado através do barramento do Quadro de 750 Vcc. A persistencia desta situação é fortemente desaconselhado já que as protecções 750Vcc podem não detectar um eventual defeito na linha de contacto.

Assim, quando há esse disparo (uma das ocorrências mais frequentes é o disparo por minima tensão, quando uma das entradas EDP fica fora de serviço) o operador deve de imediato reconfigurar o sistema de modo a não persistir essa configuração ilegal.

Como descrito no ponto 4.6.3.1, quando ocorre essa situação ilegal, existe a respectiva sinalização de alarme no PCC

Assim, de imediato deve-se proceder às seguintes operações:

- Abrir os Feeders A1 , A2, A3 e A4
- Reconfigurar a rede de Média Tensão de modo a repor a tensão no Quadro MT respectivo
- Fechar o disjuntor Q de alimentação ao Grupo de Tracção
- Fechar os disjuntores A1, A2, A3 a A4 (eventualmente utilizando o macro-comando respectivo)



6. TERMINOLOGIA

3F+N	Três Fases + Neutro
AC	Corrente Alternada
Ah	Ampere-hora
BT	Baixa Tensão
CA	Corrente alternada
CC	Corrente contínua
DC	Corrente Contínua
DZR	Painéis do Equipamento de Sinalização Ferroviária
DUR	Disjuntor Ultra-Rápido
EDP	EDP Distribuição - Energia S.A.
EMEF	Empresa Manutenção Equipamento Ferroviário
EN	Ex. EDP Distribuição - Energia S.A.
ET	Especificação técnica
F+N	Fase + Neutro
MD	Memória Descritiva
MP	Metro do Porto, S.A.
MT	Média Tensão
Ni-Cd	Níquel - Cádmio
PDT	Posto de transformação para a alimentação dos serviços de uma estação subterrânea
PMO	Parque de Manutenção e Oficinas
PNLC	Pólo Negativo e Ligação ao Carril
QSA	Quadro dos Serviços Auxiliares
RMS	Valor eficaz
RSICEE	Regulamento de Segurança de Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas
RSIUEE	Regulamento de Segurança de Instalações de Energia Eléctrica
RSSPTS	Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação de Seccionamento
RT	Rede Terras
PCC	Posto de Central de Comando
SCADA	Sistema de telecomando e gestão técnica - " <i>System Control And Data Acquisition</i> "
SEC	Seccionador
SET	Subestação de tracção (rede do Metro)
SSE	Subestação de transformação da rede da EDP
TSA	Transformador dos Serviços Auxiliares
URT	Unidade Remota de Telecomando
V	Tensão
Vac	Tensão alternada
Vca	Tensão alternada
Vcc	Tensão contínua
SA	Serviços auxiliares

7. ANEXOS

ANEXO A – Tabela de Interpretação de Sinais

ANEXO B – Lista de documentos a emitir para uma SET – Exemplo: SET Fonte do Cuco

7.1 ANEXO A – TABELA DE INTERPRETAÇÃO DE SINAIS

ORIGEM	DESIGNAÇÃO	SIGNIFICADO	IMPLICAÇÕES PARA O SISTEMA	ACÇÕES A TOMAR
CELA 15KV ANEL TIPO I	DISJUNTOR / LIGADO	O disjuntor da cela está na posição de fechado	O sistema está a alimentar a linha MT	-
	DISJUNTOR / DESLIGADO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo ou abertura manual do disjuntor	A linha MT não está a ser alimentada por aquela cela.	-
	DISJUNTOR / EXTRAÍDO	O disjuntor está na posição fora de serviço, extraído	A linha MT não está a ser alimentada por aquela cela e o disjuntor não pode ser manobrado.	-
	MÁX.INTENSIDADE / DISPARO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo do relé I>> (50). Ocorreu um curto-circuito fase-fase na SET a jusante. É possível que a cela/disjuntor ainda esteja operacional.	Alimentação de energia em falta para todas as SET conectadas.	O operador deverá efectuar a reconfiguração da rede MT e se necessário, da catenária, de modo a que o ponto com defeito seja isolado e garantir o mínimo impacto na rede. O operador deverá proceder à reconfiguração das restantes SET's e comunicar para inspecção/ reparação.(Ver ponto 4.2)
	SOBRECARGA / DISPARO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo do relé I> (51). Ocorreu um aumento simultâneo na carga em mais do que uma SET.	Alimentação de energia em falta para todas as SET conectadas.	O operador pode tentar o fecho do disjuntor. Se este volta a falhar, o operador deverá proceder à reconfiguração das restantes SET's e se necessário, da catenária, de modo a que o ponto com defeito seja isolado e garantir o mínimo impacto na rede. e comunicar para inspecção/ reparação(Ver ponto 4.2).
	HOMOPOLAR / DISPARO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo do relé Io> (51N). Se o 51N e 64 não actuaram na SET seguinte, a falha é localizada num dos cabos de ligação.	Alimentação de energia em falta para todas as SET conectadas.	O operador deverá efectuar a reconfiguração da rede MT e se necessário, da catenária, de modo a que o ponto com defeito seja isolado e garantir o mínimo impacto na rede. O operador deverá proceder à reconfiguração das restantes SET's e comunicar para inspecção/ reparação.(Ver ponto 4.2)
	COMUTADOR / LOCAL	O disjuntor está em comando local	O PCC não pode comandar o disjuntor	O operador deverá certificar-se que o comutador está propositadamente em local
	COMUTADOR / REMOTO	O disjuntor está em comando remoto	O comando do disjuntor pode ser feito no PCC	-
	PRESSÃO SF6 / ALARME	Pressão do SF6 fora do limite	Possibilidade de avaria do equipamento	O operador deverá efectuar acções de manutenção
	PRESSÃO SF6 / DISPARO	Disparo da protecção por falha de Pressão do SF6. O disjuntor não está operacional para serviço.	Alimentação de energia em falta para todas as SET conectadas.	O operador deverá efectuar a reconfiguração da rede MT, excluindo a SET em causa e comunicar para inspecção/ reparação.
	SECCION. TERRA / FECHADO	Seccionador de Terra em posição de fechado	O cabo MT está ligado à terra	Tomar precauções no sentido de ter o cabo sem tensão (evitar também a alimentação na outra ponta do cabo)
	DISJ. AUXILIARES / DISPARO	Disparo dos disjuntores auxiliares da cela MT	Não funcionamento dos sistemas auxiliares da cela MT, embora a linha continue a ser alimentada.	O operador deverá reconfigurar a rede MT e se necessário, da catenária e efectuar acções de reparação.

MANUAL DE OPERAÇÃO
ALIMENTAÇÃO SUBESTAÇÕES E CATENARIA
SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉCTRICA

0/17/0/DE/00.00/612/AS/MA/SCZ900/C/04

56/71

ORIGEM	DESIGNAÇÃO	SIGNIFICADO	IMPLICAÇÕES PARA O SISTEMA	ACÇÕES A TOMAR
CELA 15KV ANEL TIPO II	DISJUNTOR / LIGADO	O disjuntor da cela está na posição de fechado	O sistema está a alimentar a linha MT	-
	DISJUNTOR / DESLIGADO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo ou abertura manual do disjuntor	A linha MT não está a ser alimentada por aquela cela.	-
	DISJUNTOR / EXTRAÍDO	O disjuntor está na posição fora de serviço, extraído	A linha MT não está a ser alimentada por aquela cela e o disjuntor não pode ser manobrado.	-
	MÁX.INTENSIDADE / DISPARO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo do relé I>> (50). Ocorreu um curto-circuito fase-fase na SET a jusante. É possível que a cela/disjuntor ainda esteja operacional.	Alimentação de energia em falta para todas as SET conectadas.	O operador deverá efectuar a reconfiguração da rede MT e se necessário, da catenária, de modo a que o ponto com defeito seja isolado e garantir o mínimo impacto na rede. O operador deverá proceder à reconfiguração das restantes SET's e comunicar para inspecção/ reparação.(Ver ponto 4.2)
	SOBRECARGA / DISPARO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo do relé I> (51). Ocorreu um aumento simultâneo na carga em mais do que uma SET.	Alimentação de energia em falta para todas as SET conectadas.	O operador pode tentar o fecho do disjuntor. Se este volta a falhar, o operador deverá proceder à reconfiguração das restantes SET's e se necessário, da catenária, de modo a que o ponto com defeito seja isolado e garantir o mínimo impacto na rede. e comunicar para inspecção/ reparação(Ver ponto 4.2).
	HOMOPOLAR / DISPARO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo do relé Io> (51N). Se o 51N e 64 não actuaram na SET seguinte, a falha é localizada num dos cabos de ligação.	Alimentação de energia em falta para todas as SET conectadas.	O operador deverá efectuar a reconfiguração da rede MT e se necessário, da catenária, de modo a que o ponto com defeito seja isolado e garantir o mínimo impacto na rede. O operador deverá proceder à reconfiguração das restantes SET's e comunicar para inspecção/ reparação.(Ver ponto 4.2)
	COMUTADOR / LOCAL	O disjuntor está em comando local	O PCC não pode comandar o disjuntor	O operador deverá certificar-se que o comutador está propositadamente em local
	COMUTADOR / REMOTO	O disjuntor está em comando remoto	O comando do disjuntor pode ser feito no PCC	-
	PRESSÃO SF6 / ALARME	Pressão do SF6 fora do limite	Possibilidade de avaria do equipamento	O operador deverá efectuar acções de manutenção
	PRESSÃO SF6 / DISPARO	Disparo da protecção por falha de Pressão do SF6. O disjuntor não está operacional para serviço.	Alimentação de energia em falta para todas as SET conectadas.	O operador deverá efectuar a reconfiguração da rede MT, excluindo a SET em causa e comunicar para inspecção/ reparação.
	SECCION. TERRA / FECHADO	Seccionador de Terra em posição de fechado	O cabo MT está ligado à terra	Tomar precauções no sentido de ter o cabo sem tensão (evitar também a alimentação na outra ponta do cabo)

MANUAL DE OPERAÇÃO
ALIMENTAÇÃO SUBESTAÇÕES E CATENARIA
SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉCTRICA

0/17/0/DE/00.00/612/AS/MA/SCZ900/C/04

57/71

ORIGEM	DESIGNAÇÃO	SIGNIFICADO	IMPLICAÇÕES PARA O SISTEMA	ACÇÕES A TOMAR
CELA 15KV ANEL TIPO III	DISJUNTOR / LIGADO	O disjuntor da cela está na posição de fechado	O sistema está a alimentar a linha MT	-
	DISJUNTOR / DESLIGADO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo ou abertura manual do disjuntor	A linha MT não está a ser alimentada por aquela cela.	-
	DISJUNTOR / EXTRAÍDO	O disjuntor está na posição fora de serviço, extraído	A linha MT não está a ser alimentada por aquela cela e o disjuntor não pode ser manobrado.	-
	MÁX.INTENSIDADE / DISPARO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo do relé I>> (50). Ocorreu um curto-circuito fase-fase na SET a jusante. É possível que a cela/disjuntor ainda esteja operacional.	Alimentação de energia em falta para todas as SET conectadas.	O operador deverá efectuar a reconfiguração da rede MT e se necessário, da catenária, de modo a que o ponto com defeito seja isolado e garantir o mínimo impacto na rede. O operador deverá proceder à reconfiguração das restantes SET's e comunicar para inspecção/ reparação.(Ver ponto 4.2)
	SOBRECARGA / DISPARO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo do relé I> (51). Ocorreu um aumento simultâneo na carga em mais do que uma SET.	Alimentação de energia em falta para todas as SET conectadas.	O operador pode tentar o fecho do disjuntor. Se este volta a falhar, o operador deverá proceder à reconfiguração das restantes SET's e se necessário, da catenária, de modo a que o ponto com defeito seja isolado e garantir o mínimo impacto na rede. e comunicar para inspecção/ reparação(Ver ponto 4.2).
	HOMOPOLAR / DISPARO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo do relé Io> (51N), Se o 51N e 64 não actuaram na SET seguinte, a falha é localizada num dos cabos de ligação.	Alimentação de energia em falta para todas as SET conectadas.	O operador deverá efectuar a reconfiguração da rede MT e se necessário, da catenária, de modo a que o ponto com defeito seja isolado e garantir o mínimo impacto na rede. O operador deverá proceder à reconfiguração das restantes SET's e comunicar para inspecção/ reparação.(Ver ponto 4.2)
	COMUTADOR / LOCAL	O disjuntor está em comando local	O PCC não pode comandar o disjuntor	O operador deverá certificar-se que o comutador está propositadamente em local
	COMUTADOR / REMOTO	O disjuntor está em comando remoto	O comando do disjuntor pode ser feito no PCC	-
	PRESSÃO SF6 / ALARME	Pressão do SF6 fora do limite	Possibilidade de avaria do equipamento	O operador deverá efectuar acções de manutenção
	PRESSÃO SF6 / DISPARO	Disparo da protecção por falha de Pressão do SF6. O disjuntor não está operacional para serviço.	Alimentação de energia em falta para todas as SET conectadas.	O operador deverá efectuar a reconfiguração da rede MT, excluindo a SET em causa e comunicar para inspecção/ reparação.
	SECCION. TERRA / FECHADO	Seccionador de Terra em posição de fechado	O cabo MT está ligado à terra	Tomar precauções no sentido de ter o cabo sem tensão (evitar também a alimentação na outra ponta do cabo)

MANUAL DE OPERAÇÃO
ALIMENTAÇÃO SUBESTAÇÕES E CATENARIA
SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉCTRICA

0/17/0/DE/00.00/612/AS/MA/SCZ900/C/04

58/71

ORIGEM	DESIGNAÇÃO	SIGNIFICADO	IMPLICAÇÕES PARA O SISTEMA	ACÇÕES A TOMAR
CELA 15KV ALIMENTAÇÃO TRANSFORMADOR TRACÇÃO	DISJUNTOR / LIGADO	O disjuntor da cela está na posição de fechado	O sistema está a alimentar o transformador de tracção.	-
	DISJUNTOR / DESLIGADO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo ou abertura manual	O Transformador de tracção não está a ser alimentado.	-
	DISJUNTOR / EXTRAÍDO	O disjuntor está na posição fora de serviço, extraído	A cela do transformador de tracção está sem tensão.	-
	MÁX.INTENSIDADE / DISPARO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo do relé I>> (50). Ocorreu um curto-circuito no Transformador de tracção. O transformador não está operacional para serviço.	O Transformador de tracção não está a ser alimentado, pelo que a SET não alimenta a catenária.	O operador deverá efectuar a reconfiguração da catenária de modo a que o ponto com defeito seja isolado e garantir o mínimo impacto na rede. Deverá então comunicar para inspecção/ reparação
	SOBRECARGA / DISPARO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo do relé I> (51). O disparo deveu-se a uma sobrecarga. O transformador ainda está operacional.	O Transformador de tracção não está a ser alimentado, pelo que a SET não alimenta a catenária.	O operador deverá verificar a eventual sobretemperatura do equipamento (disponível no PCC), antes de voltar a fechar o disjuntor de alimentação ao transformador. Deverá também comunicar a sobrecarga ao controlador de tráfego.
	HOMOPOLAR / DISPARO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo do relé Io> (51N). Se o disparo se deveu a actuação de 51N, ocorreu um defeito de isolamento no transformador. Se o 64 e 51N actuaram, então o defeito é na cela do transformador. Em ambos os casos o transformador não está disponível.	O Transformador de tracção não está a ser alimentado, pelo que a SET não alimenta a catenária.	O operador deverá efectuar a reconfiguração da catenária de modo a que o ponto com defeito seja isolado e garantir o mínimo impacto na rede. Deverá então comunicar para inspecção/ reparação
	COMUTADOR / LOCAL	O disjuntor está em comando local	O PCC não pode comandar o disjuntor	O operador deverá certificar-se que o comutador está propositadamente em local
	COMUTADOR / REMOTO	O disjuntor está em comando remoto	O comando do disjuntor pode ser feito no PCC	-
	PRESSÃO SF6 / ALARME	Pressão do SF6 fora do limite	Possibilidade de avaria do equipamento	O operador deverá efectuar acções de manutenção
	PRESSÃO SF6 / DISPARO	Disparo da protecção por falha de Pressão do SF6.	O Transformador de tracção não está a ser alimentado.	O operador deverá efectuar a reconfiguração da catenária de modo a que a linha tenha tensão a partir de outra SET. Deverá então comunicar para inspecção/ reparação
	SECCION. TERRA / FECHADO	Seccionador de Terra em posição de fechado	O cabo MT está ligado à terra	-

MANUAL DE OPERAÇÃO
ALIMENTAÇÃO SUBESTAÇÕES E CATENARIA
SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉCTRICA

0/17/0/DE/00.00/612/AS/MA/SCZ900/C/04

59/71

ORIGEM	DESIGNAÇÃO	SIGNIFICADO	IMPLICAÇÕES PARA O SISTEMA	ACÇÕES A TOMAR
CELA 15KV CORTE GERAL	DISJUNTOR / LIGADO	O disjuntor da cela está na posição de fechado	O sistema está a alimentar a linha MT	-
	DISJUNTOR / DESLIGADO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo ou abertura manual do disjuntor	A linha MT que a cela está a alimentar está sem tensão	-
	DISJUNTOR / EXTRAÍDO	O disjuntor está na posição fora de serviço, extraído	A linha MT que a cela está a alimentar está sem tensão e o disjuntor não pode ser manobrado.	-
	MÁX.INTENSIDADE / DISPARO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo do relé I>> (50)	A linha MT que a cela está a alimentar está sem tensão	O operador deverá efectuar a reconfiguração da catenária de modo a que o ponto com defeito seja isolado e garantir o mínimo impacto na rede. Deverá então comunicar para inspecção/reparação
	SOBRECARGA / DISPARO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo do relé I> (51)	A linha MT que a cela está a alimentar está sem tensão	O operador deverá verificar a eventual sobretemperatura do equipamento (disponível no PCC), antes de voltar a fechar o disjuntor de alimentação ao transformador. Deverá também comunicar a sobrecarga ao controlador de tráfego.
	HOMOPOLAR / DISPARO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo do relé Io> (51N)	A linha MT que a cela está a alimentar está sem tensão	O operador deverá efectuar a reconfiguração da catenária de modo a que o ponto com defeito seja isolado e garantir o mínimo impacto na rede. Deverá então comunicar para inspecção/reparação
	COMUTADOR / LOCAL	O disjuntor está em comando local	O PCC não pode comandar o disjuntor	O operador deverá certificar-se que o comutador está propositadamente em local
	COMUTADOR / REMOTO	O disjuntor está em comando remoto	O comando do disjuntor pode ser feito no PCC	-
	PRESSÃO SF6 / ALARME	Pressão do SF6 fora do limite	Possibilidade de avaria do equipamento	O operador deverá efectuar acções de manutenção
	PRESSÃO SF6 / DISPARO	Disparo da protecção por falha de Pressão do SF6. O disjuntor não está operacional para serviço.	A linha MT que a cela está a alimentar está sem tensão	O operador deverá efectuar a reconfiguração da rede MT, excluindo a SET em causa e comunicar para inspecção/reparação.

MANUAL DE OPERAÇÃO
ALIMENTAÇÃO SUBESTAÇÕES E CATENARIA
SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉCTRICA

0/17/0/DE/00.00/612/AS/MA/SCZ900/C/04

60/71

ORIGEM	DESIGNAÇÃO	SIGNIFICADO	IMPLICAÇÕES PARA O SISTEMA	ACÇÕES A TOMAR
CELA 15KV SUBIDA DE BARRAS	DISJUNTOR TT's / DESLIGADO	Disparo do disjuntor de protecção do relé de mínima tensão. Curto-circuito no secundário dos TT's.	Actuação do relé de mínima tensão e consequente disparo do disjuntor MT. A SET não alimenta a catenária	O operador deverá efectuar a reconfiguração da rede MT e catenária de modo a que o ponto com defeito seja isolado e garantir o mínimo impacto na rede. Deverá investigar a origem do defeito e efectuar acções de reparação.
	MÍNIMA TENSÃO / DISPARO	Actuação do relé de mínima tensão	Disparo do disjuntor MT. A SET não alimenta a catenária	O operador deverá efectuar a reconfiguração da rede MT e catenária de modo a que o ponto com defeito seja isolado e garantir o mínimo impacto na rede. Deverá investigar a origem do defeito e efectuar acções de reparação.
CELA 15KV ALIMENTAÇÃO TRANSFORMADOR SERV. AUX	DISJUNTOR / LIGADO	O disjuntor da cela está na posição de fechado	O sistema está a alimentar o Transformador de Serviços Auxiliares.	-
	DISJUNTOR / DESLIGADO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo ou abertura manual	O Transformador de S.A. não está a ser alimentado.	-
	DISJUNTOR / EXTRAÍDO	O disjuntor está na posição fora de serviço, extraído	A cela S.A. está a sem tensão.	-
	MÁX.INTENSIDADE / DISPARO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo do relé I>> (50). Ocorreu um curto-circuito no Transformador de S.A.. O transformador não está operacional para serviço.	O Transformador de S.A. não está a ser alimentado,	O operador deverá efectuar a reconfiguração da catenária de modo a que o ponto com defeito seja isolado e garantir o mínimo impacto na rede. Deverá então comunicar para inspecção/ reparação
	SOBRECARGA / DISPARO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo do relé I> (51). O disparo deveu-se a uma sobrecarga. O transformador ainda está operacional.	O Transformador de S.A. não está a ser alimentado,	O operador deverá verificar a eventual sobretemperatura do equipamento (disponível no PCC), antes de voltar a fechar o disjuntor de alimentação ao transformador. Deverá então comunicar para inspecção/ reparação
	HOMOPOLAR / DISPARO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo do relé Io> (51N). Ocorreu um defeito de isolamento no transformador, o transformador não está disponível.	O Transformador de S.A. não está a ser alimentado,	O operador deverá efectuar a reconfiguração da catenária de modo a que o ponto com defeito seja isolado e garantir o mínimo impacto na rede. Deverá então comunicar para inspecção/ reparação
	COMUTADOR / LOCAL	O disjuntor está em comando local	O PCC não pode comandar o disjuntor	O operador deverá certificar-se que o comutador está propositadamente em local
	COMUTADOR / REMOTO	O disjuntor está em comando remoto	O comando do disjuntor pode ser feito no PCC	-
	PRESSÃO SF6 / ALARME	Pressão do SF6 fora do limite	Possibilidade de avaria do equipamento	O operador deverá efectuar acções de manutenção
	PRESSÃO SF6 / DISPARO	Disparo da protecção por falha de Pressão do SF6.	O Transformador de tracção não está a ser alimentado.	O operador deverá efectuar a reconfiguração da catenária de modo a que a linha tenha tensão a partir de outra SET. Deverá então comunicar para inspecção/ reparação
	SECCION. TERRA / FECHADO	Seccionador de Terra em posição de fechado	O cabo MT está ligado à terra	-

MANUAL DE OPERAÇÃO
ALIMENTAÇÃO SUBESTAÇÕES E CATENARIA
SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉCTRICA

0/17/0/DE/00.00/612/AS/MA/SCZ900/C/04

61/71

ORIGEM	DESIGNAÇÃO	SIGNIFICADO	IMPLICAÇÕES PARA O SISTEMA	ACÇÕES A TOMAR
CELA 15KV ENTRADA EDP	DISJUNTOR / LIGADO	O disjuntor da cela está na posição de fechado	A cela está em condições de ser alimentada pela EDP.	-
	DISJUNTOR / DESLIGADO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo ou abertura manual do disjuntor	A SET não está a ser alimentada pela EDP.	-
	DISJUNTOR / EXTRAÍDO	O disjuntor está na posição fora de serviço, extraído	A SET não está a ser alimentada pela EDP.	-
	MÁX.INTENSIDADE / DISPARO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo do relé I>> (50).	A SET não está a ser alimentada pela EDP.	O operador deverá efectuar a reconfiguração da rede MT de modo a que a linha tenha tensão a partir de outra SET. O operador deverá proceder à reconfiguração das restantes SET's e comunicar para inspecção/ reparação.(Ver ponto 4.2)
	SOBRECARGA / DISPARO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo do relé I> (51). Ocorreu um aumento simultâneo na carga em mais do que uma SET.	Alimentação de energia em falta para todas as SET conectadas.	O operador pode tentar o fecho do disjuntor. Se este volta a falhar, o operador deverá proceder à reconfiguração das restantes SET's e se necessário, da catenária, de modo a que o ponto com defeito seja isolado e garantir o mínimo impacto na rede. e comunicar para inspecção/ reparação(Ver ponto 4.2).
	HOMOPOLAR / DISPARO	O disjuntor da cela está na posição de aberto, por disparo do relé Io> (51N),.	A SET não está a ser alimentada pela EDP.	O operador deverá efectuar a reconfiguração da rede MT de modo a que a linha tenha tensão a partir de outra SET. O operador deverá proceder à reconfiguração das restantes SET's e comunicar para inspecção/ reparação.(Ver ponto 4.2)
	COMUTADOR / LOCAL	O disjuntor está em comando local	O PCC não pode comandar o disjuntor	O operador deverá certificar-se que o comutador está propositadamente em local
	COMUTADOR / REMOTO	O disjuntor está em comando remoto	O comando do disjuntor pode ser feito no PCC	-
	PRESSÃO SF6 / ALARME	Pressão do SF6 fora do limite	Possibilidade de avaria do equipamento	O operador deverá efectuar acções de manutenção
	PRESSÃO SF6 / DISPARO	Disparo da protecção por falha de Pressão do SF6. O disjuntor não está operacional para serviço.	A SET não está a ser alimentada pela EDP.	O operador deverá efectuar a reconfiguração da rede MT de modo a que a linha tenha tensão a partir de outra SET
	SECCION. TERRA / FECHADO	Seccionador de Terra em posição de fechado	O cabo MT está ligado à terra	Tomar precauções no sentido de ter o cabo sem tensão (Protocolo entre a EDP e o Operador)
	DISJ. AUXILIARES / DISPARO	Disparo dos disjuntores auxiliares da cela MT	Não funcionamento dos sistemas auxiliares da cela de MT, embora a linha MT continue a ser alimentada.	O operador deverá reconfigurar a rede MT e efectuar acções de reparação.
	DISJUNTOR TT's / DISPARO	Interface com EDP		

MANUAL DE OPERAÇÃO
ALIMENTAÇÃO SUBESTAÇÕES E CATENARIA
SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉCTRICA

0/17/0/DE/00.00/612/AS/MA/SCZ900/C/04

62/71

ORIGEM	DESIGNAÇÃO	SIGNIFICADO	IMPLICAÇÕES PARA O SISTEMA	ACÇÕES A TOMAR
CELA 750V SECCIONADOR ISOLAMENTO	DS / ABERTO	Seccionador bipolar de chegada em posição Aberto	A SET não alimenta a catenária	-
	DS / FECHADO	Seccionador bipolar de chegada em posição Fechado	Existe alimentação às celas de negativo e positivo	-
	DEFEITO GERAL	Defeito Geral na cela	Existe possibilidade de danificação dos equipamentos	Reconfigurar a catenária de modo a que a SET possa estar fora de serviço. Efectuar acções de reparação.
	PROT. TÉRMICA MOTORES	Actuação da Protecção Térmica das motorizações	As motorizações dos DS não funcionam	Reconfigurar a catenária de modo a que a SET possa estar fora de serviço. Efectuar acções de reparação.
	COR.RETORNO GR / DEFEITO	Curto-circuito no rectificador	Rectificador em falha.	Reconfigurar a catenária de modo a que a SET possa estar fora de serviço. Efectuar acções de reparação. Efectuar o Reset local
	COMUTADOR / DISTÂNCIA	Seccionador em comando remoto	O PCC pode comandar o Seccionador	-
CELA 750V NEGATIVO	COMUTADOR / DISTÂNCIA	Contactador em comando local.	O contactor pode ser actuado localmente.	-
	CONTACTOR / ABERTO	Contactador de Negativo em posição de aberto, devido à tensão carril/terra inferior aos valores limite	O Negativo está isolado da Terra.	-
	CONTACTOR / FECHADO	Contactador de Negativo em posição de fechado, devido à tensão carril/terra superior aos valores limite ou então por acção manual do operador.	O Negativo está ligado à Terra.	Em caso de fecho manual, verificar se o fecho é deliberado ou accidental. Em caso de fecho automático, proceder de acordo com o sinal de "Negativo/defeito".
	RELÉ DE TERRA / DEFEITO	Defeito à terra no equipamento de tracção (DUR, Rectificador ou transformador)	Abertura do Disjuntor MT. Bloqueio da SET.	Reconfigurar a catenária de modo a que a SET possa estar fora de serviço. Efectuar acções de reparação. Necessidade de Reset local
	NEGATIVO / DEFEITO	Tensão permanente entre negativo e terra.	O contactor limitador de tensão está fechado.	Tentar o reset. Caso abra, registar a ocorrência e informar a manutenção. Se não abrir, reconfigurar a catenária de modo a que a SET possa estar fora de serviço. O operador deverá localizar a causa do defeito e ultrapassar o mesmo.
CELA 750V ALIMENTADOR POSITIVO	DUR / ABERTO	Disjuntor em posição de aberto	A catenária não está a ser alimentado em corrente continua através deste feeder	-
	DUR / FECHADO	Disjuntor em posição de fechado	O sistema tem possibilidade de ser alimentado em corrente continua através deste feeder	-
	DUR / INSERIDO	Disjuntor em posição de serviço, inserido	A posição do disjuntor na cela está correcta para ser manobrado.	-
	COMUTADOR / DISTÂNCIA	Comutador em comando remoto	O PCC pode comandar os DUR	-
	TESTE LINHA / EM SERVIÇO	Teste de linha em serviço	Se este sinal não estiver activo, os DUR não farão o teste de linha.	Reconfigurar a catenária de modo a que a SET possa estar fora de serviço. Efectuar acções de reparação.
	DEFEITO / BLOQUEIO	Alarme Bloqueio com defeito	O DUR está bloqueado. Impossibilidade de manobrar o disjuntor.	Reconfigurar a catenária de modo a que a SET possa estar fora de serviço. Efectuar acções de reparação. Necessidade de Reset local
	DEFEITO / DETECÇÃO	Alarme Detecção de Defeito	Um defeito foi detectado na cela de alimentador positivo. Possibilidade de dano do aparelho	Reconfigurar a catenária de modo a que a SET possa estar fora de serviço. Efectuar acções de reparação.
	SEPCOS/FUS.T.L. /ALARME	Unidade de protecção e controle SEPCOS fora de serviço. Fusão do Fusível do teste de linha.	Se esta unidade não estiver em funcionamento, os DUR não farão a protecção das linhas. Sem o teste de linha os DUR não fecham.	Reconfigurar a catenária de modo a que a SET possa estar fora de serviço. Efectuar acções de reparação.

MANUAL DE OPERAÇÃO
ALIMENTAÇÃO SUBESTAÇÕES E CATENARIA
SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉCTRICA

0/17/0/DE/00.00/612/AS/MA/SCZ900/C/04

63/71

ORIGEM	DESIGNAÇÃO	SIGNIFICADO	IMPLICAÇÕES PARA O SISTEMA	ACÇÕES A TOMAR
INTERTRIPPING BOX	INTERTRIPPING BOX / DEFEITO	Defeito na Intertripping box	Impossibilidade de funcionamento da secção da linha entre as duas subestações próximas daquela que está com defeito. DUR abrem automaticamente e bloqueiam.	Efectuar acções de reparação. Bloqueio da circulação.
RECTIFICADOR	PONTE 1 / FUSÃO 1º FUSÍVEL	Alarme fusão de um Fusível na ponte 1. Um díodo em curto-circuito.	Como um díodo em três é redundante, a operação não é perturbada.	O operador deverá comunicar para substituição dos materiais no final do dia.
	PONTE 1 / FUSÃO 2º FUSÍVEL	Alarme fusão de dois ou mais Fusíveis na ponte 1. Dois ou mais díodos em curto-circuito.	É impossível qualquer operação. Bloqueio da SET.	Reconfigurar a catenária de modo a que a SET possa estar for a de serviço, ou, se aplicável, efectuar a alimentação pelo grupo rectificador de reserva. O operador deverá comunicar para inspecção/reparação o mais cedo possível.
	PONTE 1 TEMP. / ALARME >80°	Alarme de temperatura superior a 80° na Ponte 1	Excesso de temperatura, o rectificador poderá ficar fora de serviço.	O operador deverá verificar possíveis sobrecargas com o controlador de tráfego e notificar o serviço de manutenção para inspecção.
	PONTE 1 TEMP. / DISPARO >110°	Disparo da protecção por temperatura superior a 110° na Ponte 1	O rectificador está for a de serviço, pelo que a SET não alimentará a catenária. Disparo do disjuntor da cela MT e bloqueio da SET.	Deverá ser obstruída qualquer circulação no interior da SET. Reconfigurar a catenária de modo a que a SET possa estar fora de serviço. O operador deverá verificar possíveis sobrecargas com o controlador de tráfego e notificar o serviço de manutenção para inspecção/reparação. Reset local.
	PONTE 1 / INSERIDA	Ponte 1 em posição inserida	Ponte 1 do rectificador pronta a funcionar.	-
	PONTE 1 / EXTRAÍDA	Ponte 1 em posição extraída	Sistema não está pronto a funcionar, pelo que a SET, não alimenta a catenária.	-
	PONTE 2 / FUSÃO 1º FUSÍVEL	Alarme fusão de um Fusível na ponte 2. Um díodo em curto-circuito.	Como um díodo em três é redundante, a operação não é perturbada.	O operador deverá comunicar para substituição dos materiais no final do dia.
	PONTE 2 / FUSÃO 2º FUSÍVEL	Alarme fusão de dois ou mais Fusíveis na ponte 2. Dois ou mais díodos em curto-circuito.	É impossível qualquer operação. Bloqueio da SET.	Reconfigurar a catenária de modo a que a SET possa estar for a de serviço, ou, se aplicável, efectuar a alimentação pelo grupo rectificador de reserva. O operador deverá comunicar para inspecção/reparação o mais cedo possível.
	PONTE 2 TEMP. / ALARME >80°	Alarme de temperatura superior a 80° na Ponte 2.	Excesso de temperatura, o rectificador poderá ficar fora de serviço.	O operador deverá verificar possíveis sobrecargas com o controlador de tráfego e notificar o serviço de manutenção para inspecção.
	PONTE 2 TEMP. / DISPARO >110°	Disparo da protecção por temperatura superior a 110° na Ponte 2.	O rectificador está for a de serviço, pelo que a SET não alimentará a catenária. Disparo do disjuntor da cela MT e bloqueio da SET.	Deverá ser obstruída qualquer circulação no interior da SET. Reconfigurar a catenária de modo a que a SET possa estar fora de serviço. O operador deverá verificar possíveis sobrecargas com o controlador de tráfego e notificar o serviço de manutenção para inspecção/reparação. Reset local.
	RECTIF.1 / PONTE 2 / INSERIDA	Ponte 2 em posição inserida	Ponte 2 do rectificador pronta a funcionar.	-
	PONTE 2 / EXTRAÍDA	Ponte 2 em posição extraída	Sistema não está pronto a funcionar, pelo que a SET, não alimenta a catenária.	-
	ALIMENT. 24VCC / DEFEITO	Falha de alimentação 24Vcc	A lógica de gestão e protecção do rectificador não funciona. Disparo do disjuntor da cela MT e bloqueio da SET.	Reconfigurar a catenária de modo a que a SET possa estar for a de serviço. Efectuar acções de reparação. Reset local.

MANUAL DE OPERAÇÃO
ALIMENTAÇÃO SUBESTAÇÕES E CATENÁRIA
SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉCTRICA

0/17/0/DE/00.00/612/AS/MA/SCZ900/C/04

64/71

ORIGEM	DESIGNAÇÃO	SIGNIFICADO	IMPLICAÇÕES PARA O SISTEMA	ACÇÕES A TOMAR
ARMÁRIOS SECCIONADORES CATENÁRIA	CONTACTOR K / ABERTO	Contactador de isolamento da catenária em posição aberto	Secções da catenária isoladas.	-
	CONTACTOR K / FECHADO	Contactador de isolamento da catenária em posição fechado	Secções da catenária ligadas.	-
	COMUTADOR K / DISTÂNCIA	Comutador Catenária em modo distância	O PCC poderá comandar o comutador.	-
	CONTAC.PARAL.K / ABERTO	Contactador de paralelo da catenária em posição aberto	Linhas paralelas da catenária isoladas.	-
	CONTAC.PARAL.K / FECHADO	Contactador de paralelo da catenária em posição fechado	Linhas paralelas da catenária ligadas.	-
	SECC.ISOLAM. Q / ABERTO	Seccionador de isolamento da catenária em posição aberto	A SET não está a alimentar a Catenária	-
	SECC.ISOLAM. Q / FECHADO	Seccionador de isolamento da catenária em posição fechado	O seccionador de saída da SET está fechado, pelo que a SET poderá alimentar a catenária.	-
TRANSFORMADOR SERV. AUX.	TEMPERATURA / ALARME	Temperatura elevada no transformador de serviços auxiliares	Possibilidade de avaria do equipamento	Reconfigurar a rede MT e catenária de modo a que a SET possa estar for a de serviço, ou, se aplicável, efectuar a alimentação pelo transformador de reserva. Efectuar acções de reparação.
	TEMPERATURA / DISPARO	Disparo da protecção por excesso temperatura	A SET fica sem serviços auxiliares 400/231V. Os 110V e 48V apenas são assegurados pela carga da bateria.	Reconfigurar a rede MT e catenária de modo a que a SET possa estar for a de serviço, ou, se aplicável, efectuar a alimentação pelo transformador de reserva. Efectuar acções de reparação.
TRANSFORMADOR TRACÇÃO	TEMPERATURA / ALARME	Temperatura elevada no transformador de Tracção	Excesso de temperatura, o transformador poderá ficar fora de serviço.	Verificação da sobrecarga efectiva em função da corrente nominal. Verificação local das condições e estado do equipamento.
	TEMPERATURA / DISPARO	Disparo da protecção por excesso temperatura	Disparo do disjuntor da cela MT e bloqueio da SET.	Reconfigurar a catenária de modo a que a SET possa estar for a de serviço. Efectuar acções de reparação. Reset local.

MANUAL DE OPERAÇÃO
ALIMENTAÇÃO SUBESTAÇÕES E CATENARIA
SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉCTRICA

0/17/0/DE/00.00/612/AS/MA/SCZ900/C/04

65/71

ORIGEM	DESIGNAÇÃO	SIGNIFICADO	IMPLICAÇÕES PARA O SISTEMA	ACÇÕES A TOMAR
QUADRO S.AUX. 400/231V	CHEGADA 1 / DISPARO	Disparo de disjuntor de entrada do quadro eléctrico	A SET fica sem serviços auxiliares	Reconfigurar a rede MT e catenária de modo a que a SET possa estar for a de serviço. Efectuar acções de reparação.
	ALIMENT. DZR / DISPARO	Disparo do disjuntor de circuito de alimentação à UPS do DZR	Após descarga da UPS, o troço em causa poderá ficar sem o sistema de sinalização ferroviária	O operador deverá efectuar acções de reparação
	ALIM. ARM. INTERF. / DISPARO	Disparo do disjuntor de circuito de alimentação ao armário de interface	O armário de interface não funcionará e a SET ficará sem comunicações via SCADA	Verificar a razão do disparo e efectuar a reparação, de modo a pôr o sistema novamente em funcionamento (intervenção local).
	ALIM. VENTILAÇÃO / DISPARO	Disparo do disjuntor de circuito de alimentação ao quadro de ventilação	A SET ficará sem ventilação, a temperatura na SET elevar-se-á e alguns equipamentos poderão danificar-se	Verificar a razão do disparo e efectuar a reparação, de modo a pôr o sistema novamente em funcionamento (intervenção local).
	DISJ.CIR.AUXIL. / DISPARO	Disparo de um dos restantes disjuntores do quadro de serviços auxiliares	A SET ficará sem alguns circuitos auxiliares, nomeadamente : -Quadros MT, - Armários Seccionadores Catenária, -Central de Detecção de Incêndio, -URT, -Carregadores Baterias 48 e 110V, -Iluminação da SET, - tomadas da SET, -Sinalização de Saídas (depois de descarregado o kit).	Reconfiguração da rede MT e catenária. Deslocar-se ao local e verificar qual o circuito com defeito e a razão do disparo, e efectuar a reparação, de modo a pôr o sistema novamente em funcionamento.
QUADRO S.AUX. 110V	CHEG.CARREG.BAT. / DISPARO	Disparo de disjuntor de entrada do quadro eléctrico	A SET fica sem alimentações 110V para os circuitos auxiliares. Impossibilidade de manobras. Bloqueio da SET.	O operador deverá efectuar acções de reparação. Reconfiguração da rede MT a partir de outras SET.
	COMANDO Q. 15KV / DISPARO	Disparo do disjuntor de circuito de alimentação aos comandos do quadro 15KV	O quadro de 15KV ficará sem comandos, protecções e medidas. Impossibilidade de abrir/fechar os disjuntores.	Reconfigurar a rede MT e catenária e localmente verificar a razão do disparo e efectuar a reparação, de modo a pôr o sistema novamente em funcionamento
	MOTORES Q. 15KV / DISPARO	Disparo do disjuntor de circuito de alimentação aos motores dos disjuntores do quadro 15KV	Não funcionamento dos sistemas auxiliares da cela de MT, embora a linha MT continue a ser alimentada.	O operador deverá reconfigurar a rede MT (a partir de outras SET) e catenária. Efectuar acções de reparação.
	ALIM.AUX. DUR'S / DISPARO	Disparo do disjuntor de circuito de alimentação aos comandos do quadro 750V	Falta de alimentação à catenária. Bloqueio da SET	O operador deverá reconfigurar a catenária e efectuar acções de reparação. Reset Local.
	ARMÁRIO SECCION. / DISPARO	Disparo do disjuntor de circuito de alimentação aos auxiliares do armário de seccionadores	O armário de seccionadores ficará sem comandos, pelo que não será possível efectuar manobras.	Verificar a razão do disparo e efectuar a reparação, de modo a pôr o sistema novamente em funcionamento
	TEMP. TRF.TRAC. / DISPARO	Disparo do disjuntor de circuito de alimentação sonda de temperatura do Transformador de Tracção	O transformador ficará sem medição e alarme de temperatura, pelo que poderá haver um sobreaquecimento, sem que o operador tenha conhecimento. Disparo MT e bloqueio da SET.	Reconfigurar a catenária de modo a que a SET possa estar fora de serviço, ou, se aplicável, efectuar a alimentação pelo transformador de reserva. Efectuar acções de reparação. Reset local.

MANUAL DE OPERAÇÃO
ALIMENTAÇÃO SUBESTAÇÕES E CATENARIA
SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉCTRICA

0/17/0/DE/00.00/612/AS/MA/SCZ900/C/04

66/71

ORIGEM	DESIGNAÇÃO	SIGNIFICADO	IMPLICAÇÕES PARA O SISTEMA	ACÇÕES A TOMAR
QUADRO S.AUX. 110V	TEMP. TRF.S.AUX. / DISPARO	Disparo do disjuntor de circuito de alimentação sonda de temperatura do Transformador de Serviços Auxiliares	O transformador ficará sem medição e alarme de temperatura, pelo que poderá haver um sobreaquecimento, sem que o operador tenha conhecimento.	Reconfigurar a rede MT e Catenária de modo a que a SET possa estar fora de serviço, ou, se aplicável, efectuar a alimentação pelo transformador de reserva. Efectuar acções de reparação.
	DISJ.CIR.AUXIL. / DISPARO	Disparo de um dos restantes disjuntores do quadro de serviços auxiliares	A SET ficará sem alguns circuitos auxiliares, nomeadamente : - Comando do Q.Sinalização e Seccionadores da Catenária, - Contactor do Negativo à Terra, - Motores do Quadro 750V. Bloqueio da SET	Reconfigurar a Rede MT e catenária. Deslocar-se ao local e verificar qual o circuito com defeito e a razão do disparo, e efectuar a reparação, de modo a pôr o sistema novamente em funcionamento. Reset local.
QUADRO S.AUX. 48V	CHEG. CARREG. BAT. / DISPARO	Disparo de disjuntor de entrada do quadro eléctrico	A SET fica sem alimentações 48V para os circuitos auxiliares, porta URT e armário interface. Bloqueio do rectificador e consequentemente da SET.	Reconfigurar a rede MT a partir das outras SET de modo a que a SET possa estar for a de serviço. Efectuar acções de reparação. Reset local.
	ALIM. ARM. INTERF. / DISPARO	Disparo do disjuntor de circuito de alimentação ao armário de interface	O armário de interface não funcionará e a SET ficará sem comunicações via SCADA	Reconfigurar a rede MT a partir das outras SET de modo a que a SET possa estar for a de serviço. Efectuar acções de reparação.
	ALIM. URT / DISPARO	Disparo do disjuntor de circuito de alimentação aos auxiliares da URT	A URT não funcionará e a SET ficará sem comunicações via SCADA	Reconfigurar a rede MT a partir das outras SET de modo a que a SET possa estar for a de serviço. Efectuar acções de reparação.
	ALIM. RECTIFICAD. / DISPARO	Disparo do disjuntor de circuito de alimentação aos auxiliares do rectificador	Falta dos 24Vcc do Rectificador. Bloqueio da SET.	Verificar a razão do disparo e efectuar a reparação, de modo a pôr o sistema novamente em funcionamento
CARREGADOR BATERIAS 110V	AVARIA	Avaria Geral do carregador	Se falhar a alimentação, o sistema ficará sem uma alimentação de recurso para os circuitos auxiliares de 110V	Verificar a causa do defeito e reparar a avaria
	TENSÃO SAÍDA / BAIXA	Alarme de tensão de saída abaixo do limite	Se falhar a alimentação 400/231V, alimentação de recurso 110V não funcionará em condições aceitáveis	Verificar a causa do defeito e reparar a avaria
	ALIMENT. CA / DEFEITO	Falta da alimentação em CA	As baterias não estão a ser carregadas, pelo que o carregador não funcionará	Verificar a causa do defeito e reparar a avaria
	TEMPERATURA ALTA	Temperatura do carregador de baterias superior ao limite adequado.	O equipamento pode ser danificado.	Verificar a causa do defeito e reparar a avaria

MANUAL DE OPERAÇÃO
ALIMENTAÇÃO SUBESTAÇÕES E CATENARIA
SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉCTRICA

0/17/0/DE/00.00/612/AS/MA/SCZ900/C/04

67/71

ORIGEM	DESIGNAÇÃO	SIGNIFICADO	IMPLICAÇÕES PARA O SISTEMA	ACÇÕES A TOMAR
CARREGADOR BATERIAS 48V	AVARIA	Avaria Geral do carregador	Se falhar a alimentação 400/231V o sistema ficará sem uma alimentação de recurso para os circuitos auxiliares de 48V	Verificar a causa do defeito e reparar a avaria
	TENSÃO SAÍDA / BAIXA	Alarme de tensão de saída abaixo do limite	Se falhar a alimentação 400/231V, alimentação de recurso 48V não funcionará em condições aceitáveis	Verificar a causa do defeito e reparar a avaria
	ALIMENT. CA / DEFEITO	Falta da alimentação em CA	As baterias não estão a ser carregadas, pelo que o carregador não funcionará	Verificar a causa do defeito e reparar a avaria
	TEMPERATURA ALTA	Temperatura do carregador de baterias superior ao limite adequado.	O equipamento pode ser danificado.	Verificar a causa do defeito e reparar a avaria
URT	COMANDO LOCAL	A URT está ser comandada localmente na SET	O PCC não tem possibilidade de comandar o sistema da URT, embora receba informação do estado dos equipamentos	Certificar-se que existe autorização para comando local.
	COMANDO REMOTO	A URT está ser comandada à distância	-	-
	POL. WD PRESENTE	Ver manual do equipamento		
	RELE TESTE ABERTO			
	RELE TESTE FECHADO			
	ALIM. ENT. DIG. UA1			
	ALIM. ENT. DIG. UA2			
	ALIM. ENT. DIG. UA3			
	ALIM. SINAL. INT. URT			
VENTILAÇÃO	UTA VELOCIDADE / PEQUENA	O equipamento de ventilação está a funcionar em 1ª velocidade	-	-
	UTA VELOCIDADE / GRANDE	O equipamento de ventilação está a funcionar em 2ª velocidade	-	-
	TEMPERATURA / ALARME	A temperatura na SET está acima do limite adequado	O ventilador poderá não estar a funcionar correctamente.	O operador deverá deslocar-se ao local e exercer operações de manutenção

MANUAL DE OPERAÇÃO
ALIMENTAÇÃO SUBESTAÇÕES E CATENARIA
SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉCTRICA

0/17/0/DE/00.00/612/AS/MA/SCZ900/C/04

68/71

ORIGEM	DESIGNAÇÃO	SIGNIFICADO	IMPLICAÇÕES PARA O SISTEMA	ACÇÕES A TOMAR
DETECÇÃO DE INCÊNDIO	GERAL / ALARME	Actuação do detector automático de incêndio, possibilidade de incêndio no interior da SET	Possibilidade de destruição de equipamentos no interior da SET. Falta de alimentação à catenária.	Reconfiguração do sistema de modo a isolar electricamente a SET e alimentação do troço da catenária a partir de outras SET Deslocação ao local e tentativa de extinção do foco de incêndio com os meios de 1ª. Intervenção. Chamada para o SNB.
	GERAL / AVARIA	Sistema de detecção de incêndio com avaria	Possibilidade de um foco de incêndio não ser detectado	Deslocação ao local e execução de acções de reparação do sistema

7.2 ANEXO B – LISTA DE DOCUMENTOS A EMITIR PARA UMA SET – EXEMPLO: SET FONTE DO CUÇO

TIPO DE DOCUMENTO	DESCRIÇÃO DO DOCUMENTO	REFERÊNCIA
Detail design - Ventilação - SET - Lista de equipamentos	SET Fonte do Cuco - Lista de equipamentos de Ventilação	0/13/0/DE/07.02/624/AS/MD/EA0040
Detail design - Ventilação - SET - Lista de cabos	SET Fonte do Cuco - Lista de cabos de Ventilação	0/13/P/DE/07.02/624/AS/MD/EA0053
Detail design - Iluminação e F.M. - SET	Iluminação Normal e Emergência	0/16/P/DE/07.02/613/AS/DS/EE0168
Detail design - Iluminação e F.M. - SET	Tomadas	0/16/P/DE/07.02/613/AS/DS/EE0169
Detail design - SET - Esquema Unifilar	Esquema Unifilar SET – Fonte do Cuco	1/17/P/DE/07.02/612/AS/DS/EE0069
Detail design - SET - Esquema Unifilar	Lista de Equipamento	1/17/P/DE/07.02/612/AS/MD/EE0398
Detail design - SET - Rede de Terras	Malha Enterrada - Rede de Terras	1/17/P/DE/07.02/612/AS/DS/EE0154
Detail design - SET - Rede de Terras	Ligação dos Equipamentos - Rede de Terras	1/17/P/DE/07.02/612/AS/DS/EE0155
Detail design - SET - Rede de Terras	SET de Fonte do Cuco - Definição do sistema de terra principal	1/17/P/DE/07.02/612/AS/DS/SCZ047
Detail design - SET - Quadros Auxiliares	Quadro de Serviços Auxiliares 110Vcc e 48Vcc	1/17/P/DE/07.02/612/AS/DS/EE0164
Detail design - SET - Quadros Auxiliares	Quadro de Serviços Auxiliares 400 / 231V	1/17/P/DE/07.02/612/AS/DS/EE0166
Detail design - SET - Quadros Auxiliares	Quadro de Sinalização Secc. Catenária	1/17/P/DE/07.02/612/AS/DS/EE0295
Detail design - SET - Quadros Auxiliares	Sinóptico - Quadro de Sinalização Secc. Catenária	1/17/P/DE/07.02/612/AS/DS/EE0343
Detail design - SET - Quadros Auxiliares	Armário de Interface	1/17/P/DE/07.02/612/AS/DS/EE0109
Detail design - SET - Quadro MT	Quadro de Média Tensão 15kV	1/17/P/DE/07.02/612/AS/DS/EE0172
Detail design - SET - Caminhos e Listas de Cabos e Equipamentos	SET - Caminhos de Cabos - Disposição	1/17/P/DE/07.02/612/AS/DS/EE0263

MANUAL DE OPERAÇÃO
ALIMENTAÇÃO SUBESTAÇÕES E CATENARIA
SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉCTRICA

0/17/0/DE/00.00/612/AS/MA/SCZ900/C/04

70/71

TIPO DE DOCUMENTO	DESCRIÇÃO DO DOCUMENTO	REFERÊNCIA
Detail design - SET - Caminhos e Listas de Cabos e Equipamentos	Listas de Cabos SET – Fonte do Cuco	1/17/P/DE/07.02/612/AS/MD/EE0342
Detail design - SET - Listas de Ligações	Listas de Ligações Quadro Média Tensão 15kV	1/17/P/DE/07.02/612/AS/MD/EE0521
Detail design - SET - Listas de Ligações	Listas de Ligações Armário Interface	1/17/P/DE/07.02/612/AS/MD/EE0522
Detail design - SET - Listas de Ligações	Listas de Ligações Q. Serviços Auxiliares 110Vcc e 48Vcc	1/17/P/DE/07.02/612/AS/MD/EE0429
Detail design - SET - Listas de Ligações	Listas de Ligações Quadro de Sinalização Secc. Catenária	1/17/P/DE/07.02/612/AS/MD/EE0430
Detail design - SET - Listas de Ligações	Listas de Ligações Q. Serviços Auxiliares 400/231V	1/17/P/DE/07.02/612/AS/MD/EE0431
Detail design - SET - Implantação Equipamentos (Layout)	SET de Fonte do Cuco - Implantação dos equipamentos	1/17/P/DE/07.02/612/AS/DS/SDE017
Detail design - SET - Diagrama de Blocos	Diagrama em blocos das ligações e sinais	1/17/P/DE/07.02/612/AS/DS/SDD017
Detail design - SET - Esquemas unifilares Carregadores de Baterias	Carregadores de baterias 48V e Baterias - Esquema unifilar	1/17/P/DE/07.02/612/AS/DS/EE0488
Detail design - SET - Esquemas unifilares Carregadores de Baterias	Carregadores de baterias 110V e Baterias - Esquema unifilar	1/17/P/DE/07.02/612/AS/DS/EE0541
Detail design - SET - Caminhos de Cabos Exteriores	SET de Fonte do Cuco - Caminhos de Cabos exteriores	0/17/P/DE/07.02/612/AS/DS/SDP017
Detail Design - SCADA - Lista de ligações SET	Lista de ligações ao armário de interface	1/19/P/DE/07.02/682/AS/MD/SE0050
Detail Design - SCADA - Plano electrico e implantação SET	Plano Eléctrico da URT500 de SET	1/19/P/DE/07.02/682/AS/DS/SE0025
Detail Design - SCADA - Plano electrico e implantação SET	Plano de Implantação da URT500 de SET	1/19/P/DE/07.02/682/AS/DS/SE0026
Detail design - Detecção a incendios - SET	Implantação de equipamentos– Sistema de Detecção de Incêndio	1/22/P/DE/07.02/636/AS/DS/MS0201
Detail design - Detecção a incendios - SET	Lista de Material - Lista de Cabos - Lista de Pontos	-
Quadro Distribuição C.C.	Quadro Distribuição C.C.–Esquemas Eléctricos e Mecânicos	0/17/P/DE/07.02/612/AI/ET/0S0702

MANUAL DE OPERAÇÃO
ALIMENTAÇÃO SUBESTAÇÕES E CATENARIA
SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉCTRICA

0/17/0/DE/00.00/612/AS/MA/SCZ900/C/04

71/71

TIPO DE DOCUMENTO	DESCRIÇÃO DO DOCUMENTO	REFERÊNCIA
Rectificador de Tracção	Rectificador de Tracção –Esquemas Eléctricos e Mecânicos	2/17/P/DE/07.02/612/AI/ET/0R0702
Transformadores de Tracção	Transformadores de Tracção – Esquema Eléctrico e Esquemas Mecânicos	2/17/P/DE/07.02/612/AI/ET/0T0702
Intertripping Box	Intertripping Box – Especificação Técnica	-



Metro do Porto

ANEXO XIX

APÊNDICE 3D

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COM DESCRIÇÃO DA LINHA
DE CONTACTO

Especificação Técnica com Descrição da Linha de Contacto

Assunto	Nome do Ficheiro	Número de páginas
ET Descrição da Linha de Contacto	Ap3D	18



METRO DO PORTO

ABB

ABB Sae SpA

Agrupamento do Metropolitano do Porto, ACE
Rua Actor Ferreira da Silva,100
4200-298 Porto - Portugal
Tel. : 22 507 22 70 Fax : 22 507 22 99

Via C. Arconati n. 1
20135 Milano – Italy
Tel.: 02 5797.1 – Fax: 02 57977222

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Título

DESCRIÇÃO TÉCNICA DA LINHA DE CONTACTO

Refª. do Projecto <i>Project Ref.</i>	0/17/0/DE/00.00/614/AS/ET/RST022/C/03
Refª. Interna <i>Internal Ref.</i>	11507/A/RST022/03

	Nome <i>Name</i>	Função <i>Function</i>	Assinatura <i>Signature</i>	Data <i>Date</i>
Emitido por <i>Issued by</i>	L. VARALLI	Engenheiro		10.05.2002
Verificado por <i>Checked by</i>	M. FAPPANI	Engº de Subsistema		10.05.2002
Aprovado por <i>Approved by</i>	S. FASCILO	Director Engenharia		10.05.2002

TL80066C

Destinatários:

Addressed persons

Nome <i>Name</i>	Empresa <i>Company</i>
Engº. João Monteiro Prof. Dr. Manuel Oliveira Marques Engº. José Luís Rocha Dorez	Normetro Metro do Porto CGK

Registo de revisões:

Revisions register

Índice <i>Index</i>	Emitido por <i>Issued by</i>	Data <i>Date</i>	Motivo da revisão <i>Revision subject</i>
00	ABB Sae S.p.A	03/08/99	Primeira emissão - Informação
A01	ABB Sae S.p.A	20/09/99	Revisão geral - Aprovação
B02	ABB Sae S.p.A	09/05/00	Depois de comentários de CGK. Modificada paginação segundo procedimento
C03	L. Varalli	10/05/02	0/25/0/00/00.00/914/NM/PQ/060-14/C/15 Revisão geral.

ÍNDICE

1	OBJECTIVO	4
2	ÂMBITO.....	4
3	DADOS DE ENTRADA.....	4
3.1	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	4
4	DESCRIÇÃO GENÉRICA.....	4
5	DESCRIÇÃO DETALHADA.....	6
5.1	DESCRIÇÃO DA LINHA DE CATENÁRIA, TIPO “A”	6
5.1.1	Postes e fundações.....	6
5.1.2	Suspensões	6
5.1.3	Equipamento tensor	6
5.1.4	Isoladores	7
5.1.5	Vãos, lanços e zonas comuns.....	7
5.1.6	Pêndulos.....	8
5.1.7	Isoladores de secção	8
5.1.8	Ligação a terra	8
5.1.9	Alimentação para a linha.....	8
5.2	DESCRIÇÃO DA LINHA DE CATENÁRIA, TIPO “B”	9
5.2.1	Postes e fundações.....	9
5.2.2	Suportes das suspensões em túnel.	9
5.2.3	Suspensões ao ar livre.....	9
5.2.4	Suspensões em túnel.....	10
5.2.5	Equipamento tensor	10
5.2.6	Isoladores	10
5.2.7	Vãos, lanços e zonas comuns.....	10
5.2.8	Pêndulos.....	11
5.2.9	Isoladores de secção	11
5.2.10	Ligação à terra	11
5.2.11	Alimentação para a linha.....	11
5.3	DESCRIÇÃO DA LINHA DE CATENÁRIA, TIPO “C”	12
5.3.1	Postes e fundações.....	12
5.3.2	Suportes das suspensões em túnel.	12
5.3.3	Suspensões ao ar livre.....	12
5.3.4	Suspensões em túnel.....	13
5.3.5	Equipamento tensor	13
5.3.6	Isoladores	13
5.3.7	Vãos, lanços e zonas comuns.....	13
5.3.8	Pêndulos.....	13
5.3.9	Isoladores de secção	14
5.3.10	Ligação à terra	14
5.4	DESCRIÇÃO DA LINHA DE TIPO “D”	15
5.4.1	Postes e fundações ou conexão a edifícios	15
5.4.2	Suspensões dos fios de contacto.....	15
5.4.3	Isoladores	16
5.4.4	Vãos e lanços.	16
5.4.5	Isoladores de secção	16
5.4.6	Ligação à terra	16
5.4.7	Alimentação para a linha.....	16

5.5	DESCRIÇÃO DA LINHA DE TIPO “E”	17
5.5.1	Postes e fundações ou conexão a edifícios	17
5.5.2	Suspensões do fio de contacto	17
5.5.3	Isoladores	17
5.5.4	Vãos e lanços.	17
5.5.5	Isoladores de secção	17
5.5.6	Ligação à terra	18
6	ANEXOS	18

1 OBJECTIVO

O presente documento fornece a descrição das tipologias de linha a ser utilizadas no projecto do Metro do Porto e as suas características construtivas.

2 ÂMBITO

Este documento aplica-se a todas as linhas instaladas no Metro do Porto:

- zona urbana ao ar livre: linhas C e S;
- zona urbana em túnel: linhas C e S;
- zona extra-urbana: linhas P, T e PMO de Guifões.

3 DADOS DE ENTRADA

3.1 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- O contrato, índice 17- Alimentação e catenária

[A]	0/17/0/DE/00.00/614/AS/ET/RST001	Critérios de projecto para linha de contacto.
[B]	0/17/0/DE/00.00/614/AS/MD/RCP001	Dados técnicos: características dos condutores.

4 DESCRIÇÃO GENÉRICA

A linha de alimentação é subdividida em diferentes tipologias, sendo a cada uma delas ligada uma letra identificativa:

a) Linha de catenária de tipo 'A', composta por:

- ♦ 1 cabo de suporte condutor entrançado em cobre de 155 mm², com amarração compensada;
- ♦ 2 fios de contacto em cobre 2x150 mm² com amarração compensada.

Esta linha é utilizada nas linhas suburbanas P de Fonte do Cuco à Póvoa e T de Fonte do Cuco a Trofa.

b) Linha de catenária de tipo 'B', composta por:

- ♦ 1 cabo de suporte condutor entrançado em cobre de 155 mm² com amarração fixa;
- ♦ 2 fios de contacto em cobre 2x150 mm² com amarração compensada.

Esta linha é utilizada em túnel, na linha C de Campanhã à Trindade e na linha S de São Bento a Salgueiros. E' ainda utilizada no ramal de ligação ao PMO de Guifões e no troço de via segregada entre Trindade e Lapa.

c) Linha de catenária de tipo 'C', composta por:

- ♦ 1 cabo de suporte condutor entrançado em cobre de 155 mm² com amarração fixa;
- ♦ 1 fio de contacto em cobre 1x150 mm² com amarração compensada.

Esta linha é utilizada em correspondência das instalações dos aparelhos de mudança de via das linhas P e T, dos troços em túnel e do ramal de ligação ao PMO de Guifões.

d) Linha de fio fixo de tipo 'D', composta por:

- ♦ 2 fios de contacto em cobre 2x150 mm² com amarração fixa.

Esta linha é utilizada em cidade na linha C de Campanhã à entrada do túnel, antes da estação de Heroísmo, e da saída da estação de Lapa ao Sr. de Matosinhos; na linha S é utilizada de S. Ovídeo a S. Bento e de Salgueiros ao S. João nas zonas fora de túnel. E' ainda utilizada no PMO de Guifões e na linha comum da Sra. da Hora à saída da estação de Fonte do Cuco.

e) Linha de fio fixo de tipo 'E', composta por:

- ♦ 1 fio de contacto em cobre 150 mm² com amarração fixa.

Esta linha é utilizada dentro dos Parques de Materiais e Oficinas, na área de parque e da oficina de grande reparação, situada em Guifões e São João; é utilizada também sobre os aparelhos de mudança de via ao longo dos troços das linhas C e S onde não há linha de catenária.

5 DESCRIÇÃO DETALHADA

5.1 DESCRIÇÃO DA LINHA DE CATENÁRIA, TIPO “A”

Esta linha, tal como referido, é utilizada só nas linhas extra-urbanas ao ar livre.

5.1.1 Postes e fundações

Nos troços entre as estações utilizam-se postes do tipo HEA, numa gama que varia do HEA 200 ao HEA 280; a escolha destes depende das acções actuantes, de acordo com a geometria dos vãos em conformidade com os cálculos.

Nas plataformas das estações os postes serão do tipo poligonal.

Todos os tipos de poste serão protegidos por galvanização a quente.

Os equipamentos serão fixados aos postes de tipo HEA através de ligações com cantoneiras e aos postes poligonais através de ganchos fixados por meio de cantoneiras ou fitas de aço. Estas fixações garantem assim a máxima possibilidade de ajuste.

As amarrações da linha de contacto são feitas a postes de tipo HEA, que serão espiados por meio de espigas em varão de aço ancoradas a terra a maciços de amarração ou directamente a ganchos em rocha.

Os postes HEA são directamente embutidos nas fundações, que em condições de solo normal são do tipo bloco; em rocha dura, as fundações são constituídas apenas por um furo quadrado de 50x50 cm com $1 \div 1,2$ m de profundidade e cheias de betão.

Nas estações os postes poligonais, munidos de base soldada, são fixados ao maciço por meio de chumbadouros, de dimensões escolhidas em relação às condições de carga.

5.1.2 Suspensões

As suspensões são do tipo em triângulo, geometricamente idênticas às utilizadas nos caminhos-de-ferro italianos.

A suspensão é constituída por uma consola fixada ao poste ao pé por uma peça metálica de ligação desarticulada e munida dum tirante desarticulado metálico que a suporta. No tubo da consola está montado um estribo de suporte do isolador ao que é fixada a garra do cabo de suporte.

A parte inferior da suspensão está ligada ao tubo da consola mediante um braço de desalinhamento tubular. Este último termina com um isolador ao qual estão ligados os dois braços de chamada. No terminal destes tem-se as pinças de suporte dos fios de contacto estriados.

O tubo da consola e dos braços e o tirante são feitos em aço galvanizado, enquanto as pinças e as garras condutoras são em liga de cobre.

5.1.3 Equipamento tensor

Em este tipo de catenária os fios de contacto e o cabo de suporte estão mantidos a tracção fixa por meio de dispositivos tensores a talha, colocados as extremidades do lanço. Os aparelhos tensores permitem manter sempre constante a tracção dos condutores da linha ao variar da temperatura.

A amarração e a compensação dos condutores é realizada independentemente para o cabo de suporte e para os dois fios de contacto, e é constituída por talha com cinco roldanas complanares e jogo de contrapesos.

A desmultiplicação dos aparelhos tensores é de 1:5. Os contrapesos são realizados com blocos em ferro fundido de 270 mm de diâmetro, pintados de cinzento com produto de protecção contra a ferrugem.

5.1.4 Isoladores

Os isoladores para suspensão ao longo da linha e os reforçados para as estações são do tipo compósito.

O isolador é composto por um núcleo isolador que suporta a carga mecânica, em resina epoxy, reforçado com fibras de vidro e protegido por um invólucro de silicone HTV (Vulcanização a Alta Temperatura), sendo a carga transmitida ao núcleo através dos acessórios metálicos as extremidades.

Os acessórios metálicos são feitos em aço galvanizado ou liga do alumínio.

Em correspondência das extremidades de cada lanço, os condutores que constituam a catenária estão isolados das massas metálicas dos suportes das amarrações ou da talha por meio de isoladores a vara; estes também estão constituídos por um núcleo isolador em fibra de vidro revestida da bainha protectora em borracha siliconica, sendo as cargas mecânicas transmitidas ao núcleo através dos terminais metálicos.

5.1.5 Vãos, lanços e zonas comuns.

O comprimento nominal do vão é de 60 m, utilizado em recta e reduzido de acordo com o raio de curvatura; de qualquer modo o vão nominal não deverá ser superior a 54 m, nas eventuais zonas ventosas.

O comprimento de um lanço contínuo da catenária entre duas amarrações consecutivas não deve ser superior a 1400 m.

Por forma a limitar as deslocações dos condutores por efeito térmico, que possam transmitir deslocações excessivas as consolas por meio do cabo de suporte, é instalada aproximadamente no meio lanço a imobilização do cabo de suporte a um ponto ligado a uma consola que será fixada através de ancoragens fixas a dois postes adjacentes, a qual é designada por antideslizamento. As amarrações da consola de antideslizamento aos postes adjacentes é efectuada em cabo de aço.

No sentido de não haver descontinuidade de captação de corrente por parte do pantógrafo, os dois lanços consecutivos da catenária serão montados lado a lado ao longo de alguns vãos, sendo sua montagem designada zona comum. Esta montagem será executada ao longo de três vãos.

A suspensão dos troços de catenária pertencentes a diferentes lanços nas zonas comuns será executada com apoios independentes.

5.1.6 Pêndulos

Os fios e o cabo de suporte estão ligados entre si ao longo dos vãos por meio de pêndulos tendo corpo em cabo de bronze, fixados superiormente e inferiormente com grampos ou pinças em liga de cobre. A distribuição longitudinal da pendulagem ao longo dos vãos depende do comprimento da mesma, fixando de qualquer modo a máxima distância igual a 6 m.

5.1.7 Isoladores de secção

Com fim de limitar as zonas fora de serviço em caso de falha, é preciso seccionar a linha em porções eléctricas elementares. Os seccionamentos são feitos a curtas distâncias, e executam-se com isoladores de secção suspensos colocados entre duas secções eléctricas. Os isoladores constam de uma vara isoladora fixada ao cabo nas duas extremidades, a qual está suspenso o isolador para fios de contacto mediante pêndulos.

A constituição destes isoladores permite a passagem do pantógrafo à velocidade máxima da composição.

5.1.8 Ligação a terra

Nos troços de linha ao ar livre, os postes ficam ligados entre si através de um cabo em alumínio e, quando possível, cada um destes está ligado à terra com um piquete de terra para evitar tensões perigosas em caso de falhas. Os postes serão ligados ao carril com intervalos máximos de 3 km por meio de díodo.

De qualquer modo, o cabo de terra será interrompido as suas extremidades na entrada das estações, onde é ligado ao carril por meio dum díodo.

Os díodos, fixados aos postes, serão utilizados de acordo com a normativa europeia para evitar problemas de corrosão das massas metálicas, realizando uma ligação aberta desde as massas metálicas até ao circuito de retorno, por forma a permitir o corte de corrente num curto espaço de tempo em caso de falha assim limitando as tensões de passo e de contacto.

O eléctrodo de terra será em aço revestido de cobre, enquanto as ligações serão em cabo de cobre isolado.

5.1.9 Alimentação para a linha

A alimentação da linha, chegando dos armários dos seccionadores, é feita com cabos flexíveis isolados em cobre, que sobem nos postes adjacentes a ponto de alimentação, percorrem longitudinalmente a consola e baixam para a linha aérea. A ligação terminal entre o cabo isolado e os condutores aéreos é realizada com pinças de conexão em liga de cobre.

5.2 DESCRIÇÃO DA LINHA DE CATENÁRIA, TIPO “B”

Conforme referido, esta linha é utilizada em túnel, na linha C de Campanhã à Trindade e na linha S de São Bento a Salgueiros. E' ainda utilizada no ramal de ligação ao PMO de Guifões e no troço de via segregada entre Trindade e Lapa.

As suspensões deste tipo de linha são distintas em dois grupos, segundo que a instalação seja ao ar livre ou em túnel.

5.2.1 Postes e fundações

Para a linha ao ar livre utilizam-se postes do tipo HEA, numa gama que varia do HEA 200 ao HEA 280, ou postes de tipo poligonal; a escolha destes depende das acções actuantes, de acordo com a geometria dos vãos em conformidade com os cálculos.

Todos os tipos de poste serão protegidos por galvanização a quente.

Os equipamentos serão fixados aos postes de tipo HEA através de ligações com cantoneiras, e aos postes poligonais através de ganchos fixados por meio de cantoneiras ou fitas em aço. Estas fixações garantem assim a máxima possibilidade de ajuste.

As amarrações da linha de contacto são feitas a postes de tipo HEA, que serão espiados por meio de espigas em varão de aço ancoradas a maciços de amarração ou directamente a ganchos em rocha.

Os postes HEA são directamente embutidos nas fundações, que em condições de solo normal são do tipo bloco; em rocha dura, as fundações são constituídas apenas por um furo quadrado de 50x50 cm com 1 ÷ 1,2 m de profundidades e cheias de betão.

Os postes poligonais, munidos de base soldada, são fixados na base ao maciço por meio de chumbadouros, escolhidos em relação às condições de carga.

5.2.2 Suportes das suspensões em túnel.

Nos túneis as suspensões são fixadas a estruturas de apoio compostas por vigas HEA com chapas de base soldadas ancoradas à abobada do túnel por parafusos. Além disso, prevêem-se estruturas com consolas de abertura reduzida fixadas directamente a abobada do túnel por meio de pendulares.

Todas estas estruturas serão em aço galvanizado a quente.

As fixações dos pendulares de ancoragem à abobada do túnel serão do tipo químico.

5.2.3 Suspensões ao ar livre

Para a linha ao ar livre, a geometria da consola é igual a da linha de tipo 'A', mas as suspensões são isoladas dos postes de suporte de duplo isolamento: a consola é fixada ao poste por um isolador de pé e por um tirante desarticulado isolado (parafil).

No tubo da consola está montado um estribo de conexão do isolador ao que é fixada a garra do cabo de suporte.

A parte inferior da suspensão está ligada ao tubo da consola mediante um braço de desalinhamento tubular. Este último termina com um isolador ao qual estão ligados os dois braços de chamada. No terminal destes tem-se as pinças de suporte dos fios de contacto estriados.

O tubo da consola e dos braços e o tirante são feitos em aço galvanizado, enquanto as pinças e as garras condutoras são em liga de cobre.

5.2.4 Suspensões em túnel

As suspensões são geometricamente do tipo idêntico ao utilizado na linha exterior, excepto no seguinte:

- A distância entre o cabo de suporte e o fio de contacto é reduzida, devido ao espaço vertical limitado em túnel de acordo com a secção transversal do túnel, sendo as alturas entre o cabo e o fio de contacto 0,44 m ou 0,80 m;
- Para evitar colocar em tensão outros suportes (ver também parágrafo 5.2.10), as suspensões tem duplo isolamento, conseguido através da montagem de um isolador de pé da consola e da utilização de um tirante feito de material isolador (parafil) em vez que do aço; os braços de chamada são de tipo isolado.

Desta forma, consegue-se isolamento duplo em conformidade com a norma EN 50122-1.

O tubo da consola e dos braços são em liga de alumínio, o tirante é feito em cabo sintético, os braços de chamada em material isolador compósito, enquanto as pinças e as garras condutoras são em liga de cobre.

5.2.5 Equipamento tensor

Na catenária de tipo 'B' ao ar livre, os fios de contacto terão tracção fixa por meio de dispositivos tensores a talha, colocados às extremidades do lanço, enquanto o cabo de suporte fica fixado as extremidades. Os aparelhos tensores permitem manter sempre constante a tracção dos dois fios de contacto ao variar da temperatura. A amarração e a compensação dos fios de contacto é constituída por dispositivo a talha com cinco roldanas complanares e jogo de contrapesos. A desmultiplicação dos aparelhos tensores é de 1:5, e os contrapesos são realizados com blocos em ferro fundido de 270 mm de diâmetro, pintados de cinzento com produto de protecção contra a ferrugem.

Para a linha de tipo 'B' em túnel, face à limitação de espaço disponível, o equipamento de compensação não será do tipo contrapeso mas sim de mola; os dispositivos serão fixados superiormente a abobada do túnel.

5.2.6 Isoladores

Os isoladores são idênticos aos utilizados para a linha 'A' antes descrita.

5.2.7 Vãos, lanços e zonas comuns.

Ao ar livre o comprimento máximo do vão será de 58 m, reduzido de acordo com o raio de curva; o comprimento do lanço de catenária normal entre duas amarrações consecutivas é no máximo 1400 m.

Nos túneis tendo suspensões com altura fio-cabo de 0,80 m, o comprimento máximo do vão deverá ser de 40 m, reduzido de acordo com o raio de curva, enquanto no caso de suspensão especial com altura 0,44 m, o máximo comprimento é limitado a 24 m.

Neste caso também o comprimento do lanço de catenária normal entre duas amarrações consecutivas é limitado a 1400 m.

Neste caso, sendo o cabo de suporte fixo, não precisa-se de fixar o cabo a um ponto fixo; é, porem, instalada aproximadamente no meio lanço a imobilização entre o cabo de suporte e os fios de contacto.

No sentido de não haver descontinuidade de captação de corrente por parte do pantógrafo, os dois lanços consecutivos da catenária serão montados lado a lado ao longo de alguns vãos, sendo sua montagem designada zona comum, assim como na linha de tipo 'A'. Esta montagem será executada ao longo de três vãos.

A suspensão dos troços de catenária pertencentes a diferentes lanços nas zonas comuns será executada com apoios independentes.

5.2.8 Pêndulos

Neste tipo de catenária também os fios e o cabo de suporte estão ligados entre si ao longo dos vãos por meio de pêndulos. Dado que o cabo de suporte é fixo e os fios de contacto são compensados, os pêndulos são feitos por forma a não opor-se as deslocções reciprocas devidas ao efeito térmico. Os pêndulos estão, então, com corpo condutor em cabo de bronze e terminal fixado inferiormente por meio de pinça em liga de cobre; superiormente o pêndulo é suspenso ao cabo de suporte com cavaleiro de deslizamento.

A distribuição longitudinal da pendulagem ao longo dos vãos depende do comprimento da mesma, fixando de qualquer modo a máxima distância igual a 8 m.

5.2.9 Isoladores de secção

É aplicada a mesma solução utilizada para a linha de tipo 'A' antes descrita.

5.2.10 Ligação à terra

Na linha ao ar livre os postes de suspensão não são ligados a terra e não são munidos de cabo de terra que liga-os entre si; as suspensões são em isolamento duplo.

Também em túnel, face às limitações de espaço, se for impossível conseguir uma ligação à terra independente entre a via e o reforço do túnel e a necessidade de maior importância para evitar a corrosão electrolítica das correntes parasitas, seria melhor não ligar à terra os suportes de suspensão.

Esta solução é aceitável tendo em conta também a segurança, desde que o isolamento da suspensão seja duplo (ver a norma EN 50122-1 Cláusula 4.2.2.3 Nota 1), conforme descrito no parágrafo 5.2.4 acima.

5.2.11 Alimentação para a linha

A alimentação deste tipo de linha nas zonas ao ar livre actua-se da mesma forma que a linha de tipo 'A'. Em túnel os cabos, chegando dos armários de seccionamento, são suspensos a abobada do túnel ou fixados as consolas, e por fim baixam-se a linha aérea. A ligação terminal entre o cabo isolado e os condutores aéreos é realizada com pinças de conexão em liga de cobre.

5.3 DESCRIÇÃO DA LINHA DE CATENÁRIA, TIPO “C”

Conforme referido, esta linha é utilizada em correspondência das instalações dos aparelhos de mudança de via das linhas P e T, dos troços em túnel e do ramal de ligação ao PMO de Guifões.

5.3.1 Postes e fundações

Para a linha ao ar livre utilizam-se postes do tipo HEA, numa gama que varia do HEA 200 ao HEA 280 ou postes de tipo poligonal; a escolha destes depende das acções actuantes, de acordo com a geometria dos vãos em conformidade com os cálculos.

Todos os tipos de poste serão protegidos por galvanização a quente.

Os equipamentos serão fixados aos postes de tipo HEA através de ligações com cantoneiras.

As amarrações da linha de contacto são feitas a postes de tipo HEA, que serão espiados por meio de espigas em varão de aço ancoradas a maciços de amarração ou directamente a ganchos em rocha.

Os postes HEA são directamente embutidos nas fundações, que em condições de solo normal são do tipo bloco; em rocha dura, as fundações são constituídas apenas por um furo quadrado de 50x50 cm com 1 ÷ 1,2 m de profundidades e cheias de betão.

Os postes poligonais, munidos de base soldada, são fixados na base ao maciço por meio de chumbadouros, escolhidos em relação às condições de carga.

5.3.2 Suportes das suspensões em túnel.

Nos túneis as suspensões são fixadas a estruturas de apoio compostas por vigas HEA com chapas de base soldadas ancoradas à abobada do túnel por parafusos. Além disso, prevêem-se estruturas com consolas de abertura reduzida fixadas directamente a abobada do túnel por meio de pendulares.

Todas estas estruturas serão em aço galvanizado a quente.

As fixações dos pendulares de ancoragem à abobada do túnel serão do tipo químico.

5.3.3 Suspensões ao ar livre

Para a linha de tipo ‘B’ ao ar livre, a geometria da consola é igual a da linha de tipo ‘A’, mas as suspensões são isoladas dos postes de suporte: a consola é fixada ao poste por um isolador de pé e por um tirante desarticulado isolado (parafil).

No tubo da consola está montado um estribo de conexão do isolador ao que é fixada a garra do cabo de suporte.

A parte inferior da suspensão está ligada ao tubo da consola mediante um braço de desalinhamento tubular. Este último termina com um isolador ao qual está ligado o braço de chamada. No terminal deste tem-se as pinças de suporte dos fios de contacto estriados.

O tubo da consola e dos braços e o tirante são feitos em aço galvanizado, enquanto as pinças e as garras condutoras são em liga de cobre.

5.3.4 Suspensões em túnel

As suspensões em túnel são de tipo idêntico ao já descrito para as suspensões em túnel da linha 'B'.

5.3.5 Equipamento tensor

Na catenária de tipo 'C' ao ar livre, o fio de contacto terá tracção fixa por meio de dispositivo tensor a talha, colocados às extremidades do lanço, enquanto o cabo de suporte fica fixado às extremidades. Os aparelhos tensores permitem manter sempre constante a tracção do fio de contacto ao variar da temperatura. A amarração e a compensação do fio é constituída por dispositivo a talha com cinco roldanas complanares e jogo de contrapesos. A desmultiplicação dos aparelhos tensores é de 1:5, e os contrapesos são realizados com blocos em ferro fundido de 270mm de diâmetro, pintados de cinzento com produto de protecção contra a ferrugem.

Para a linha de tipo 'C' em túnel, face à limitação de espaço disponível, o equipamento de compensação não será do tipo contrapeso mas sim de mola; os dispositivos serão fixados superiormente a abobada do túnel.

5.3.6 Isoladores

Os isoladores são do tipo compósito, idênticos aos utilizados para a linha 'A' antes descrita.

5.3.7 Vãos, lanços e zonas comuns.

Ao ar livre o comprimento máximo teórico do vão é de 58 m, reduzido de acordo com o raio de curva; o comprimento do lanço de catenária normal entre duas amarrações consecutivas é no máximo 1400 m.

Nos túneis tendo suspensões com altura fio-cabo de 0,80 m, o comprimento máximo do vão deverá ser de 40 m, reduzido de acordo com o raio de curva, enquanto no caso de suspensão especial com altura 0,44 m, o máximo comprimento é limitado a 24 m.

Neste caso também o comprimento do lanço de catenária normal entre duas amarrações consecutivas é limitado.

Sendo o cabo de suporte fixo, não precisa fixa-lo a um ponto fixo no meio lanço.

No sentido de não haver descontinuidade de captação de corrente por parte do pantógrafo, os dois lanços da catenária que intersectam-se serão montados lado a lado ao longo de alguns vãos.

A suspensão dos troços de catenária pertencentes a diferentes lanços nas zonas de intersecção será executada com apoios independentes.

5.3.8 Pêndulos

Neste tipo de catenária o fio e o cabo de suporte estão ligados entre si ao longo dos vãos por meio de pêndulos. Os pêndulos são feitos da mesma forma que a linha de tipo 'D', e são, então, munidos de corpo condutor em cabo de bronze e terminal fixado inferiormente por meio de pinça em liga de cobre; superiormente o pêndulo é suspenso ao cabo de suporte com cavaleiro de deslizamento.

A distribuição longitudinal da pendulagem ao longo dos vãos depende do comprimento da mesma, fixando ainda a máxima distância igual a 8 m.

5.3.9 Isoladores de secção

Sobre os aparelhos de mudança de via, é aplicada a mesma solução utilizada para a linha antes descrita.

5.3.10 Ligação à terra

Na linha ao ar livre os postes de suspensão não são ligados a terra e não são munidos de cabo de terra que os liga entre si; as suspensões são em isolamento duplo.

Também em túnel, face às limitações de espaço, se for impossível conseguir uma ligação à terra independente entre a via e o reforço do túnel e a necessidade de maior importância para evitar a corrosão electrolítica devida as correntes vagabundas, seria melhor não ligar os suportes de suspensão a terra.

Esta solução é aceitável tendo em conta também a segurança, desde que o isolamento da suspensão seja duplo (ver a norma EN 50122-1 Cláusula 4.2.2.3 Nota 1), conforme descrito no parágrafo 5.2.4 acima.

5.4 DESCRIÇÃO DA LINHA DE TIPO “D”

Esta linha é utilizada em cidade na linha C de Campanhã à entrada do túnel, antes da estação de Heroísmo, e da saída da estação de Lapa ao Sr. de Matosinhos; na linha S é utilizada de S. Ovídeo a S. Bento e de Salgueiros ao S. João nas zonas fora de túnel. E' ainda utilizada no PMO de Guifões e na linha comum da Sra. da Hora à saída da estação de Fonte do Cuco.

Esta linha tem amarração fixa principalmente devido ao facto que por causa das características da via, com curva sucedida por curva, os braços fixos do cabo não estão perpendiculares em relação à tangente da curva, e assim confere-se uma variação da tracção do cabo: a compensação fixa evita este problema;

Devido às curvas e à compensação fixa, o comprimento de vão máximo é de 25 m.

5.4.1 Postes e fundações ou conexão a edifícios

Os postes serão geralmente do tipo poligonal, fixados às suas fundações por meio de chumbadouros de ancoragem.

Poderão ter-se também postes de tipo HEA, que são directamente embutidos nas fundações; em rocha dura, as fundações dos HEA são constituídas apenas por um furo quadrado de 50x50 cm com $1 \div 1,2$ m de profundidade e cheias de betão. Por fim os postes poderão ser fixados directamente a muro por meio de estribos de suporte.

As fundações, em condições de solo normal, são do tipo bloco; todos os postes e os chumbadouros de ancoragem são galvanizados a quente.

Os equipamentos serão fixados aos postes de tipo HEA através de ligações com cantoneiras, e aos postes poligonais através de ganchos fixados por meio de cantoneiras ou fitas em aço. Estas fixações garantem assim a máxima possibilidade de ajuste.

Onde não for possível instalar postes, a linha de contacto fica suspensa nos edifícios adjacentes por meio de pórticos ou tirantes transversais.

5.4.2 Suspensões dos fios de contacto

As suspensões deste tipo de linha, a fio fixo, podem ser de dois tipos: sobre consola ou com transversal em cabo sintético.

As suspensões com consola tem duplo isolamento, sendo a consola fixada ao pé com um isolador e um tirante desarticulado e isolado. No tubo da consola está montado um estribo que suporta o isolador ao qual está montada a suspensão em delta. Os terminais desta suportam as pinças de suspensão dos fios de contacto. Quando a suspensão for em curva, as forças radiais do fio são transmitidas a consola por braços de chamada fixados a consola com isolador de suporte.

Desta forma, é conseguido um isolamento duplo em conformidade com a norma EN 50122-1.

O tubo da consola é feito com liga de alumínio, os grampos de ligação às suspensões em delta e os braços de chamada são em aço, enquanto as pinças condutoras são em liga de cobre.

Nas zonas urbanas, onde não for possível instalar postes, recorre-se também à montagem de suspensões com pórticos transversais ou tirantes em cabo sintético, que por sua vez serão fixos a postes ou fixados com ganchos a muro nas extremidades a

paredes de edifícios existentes nas imediações. Os fios de contacto são depois ligados aos pórticos através de uma suspensão em delta e, quando em curva, dois braços de chamada. Também esta solução é assim caracterizada por isolamento duplo.

5.4.3 Isoladores

Os isoladores são idênticos aos utilizados para as linhas antes descritas.

5.4.4 Vãos e lanços.

O comprimento dos vãos deste tipo de linha não deve ser superior a 25 m, e o comprimento do lanço entre duas amarrações fixas consecutivas será por isso limitado.

Sendo a linha de fios fixos, as extremidades do lanço são fixadas sem dispositivos tensores a postes do tipo poligonal, ou postes HEA ou com ganchos a parede; nestes pontos o isolamento do condutor é realizado por isoladores longitudinais.

5.4.5 Isoladores de secção

As secções eléctricas são separadas por isoladores de secção a patim; o isolador, ao que são fixados os dois fios de contacto, são suspensos com esticadores metálicos a um transversal em cabo isolador. Alternativamente, o isolador de secção pode ser suspenso sobre consola; em este caso o isolador de secção é ligado a consola, por meio dum esticador, um pêndulo isolador e um isolador de conexão a consola.

5.4.6 Ligação à terra

Conforme referido, a linha é fornecida com isolamento duplo, cumprindo assim os requisitos da norma EN 50122-1 Cláusula 4.2.2.3 Nota 1; não há portanto necessidade de ligação a terra.

5.4.7 Alimentação para a linha

Em este tipo de linha os cabos de alimentação, do tipo flexível, chegando dos armários de seccionamento, sobem nos postes adjacentes ao ponto de alimentação, são suspensos a pórticos transversais, e por fim baixam-se a linha aérea. A ligação terminal entre o cabo isolado e os condutores aéreos é realizada com pinças de conexão em liga de cobre.

5.5 DESCRIÇÃO DA LINHA DE TIPO “E”

Este tipo de linha é utilizado dentro dos Parques de Materiais e Oficinas, na área de parque e da oficina de grande reparação, situada em Guifões e São João; é utilizada também sobre os aparelhos de mudança de via ao longo dos troços das linhas C e S que não tem linha de catenária.

Tal como referido para a linha de tipo ‘D’, devido às curvas e à compensação fixa, o comprimento de vão máximo é de 25 m.

5.5.1 Postes e fundações ou conexão a edifícios

Os postes de suspensão serão do tipo poligonal, fixados às suas fundações por meio de chumbadouros de ancoragem.

Poderão ter-se também postes de tipo HEA, que são directamente embutidos nas fundações; em rocha dura, as fundações dos HEA são constituídas apenas por um furo quadrado de 50x50 cm com $1 \div 1,2$ m de profundidade e cheias de betão.

As fundações dos postes são do tipo bloco; todos os postes e os chumbadouros de ancoragem são galvanizados a quente.

Os equipamentos serão fixados aos postes assim como descrito para a linha ‘D’

Onde não for possível instalar postes, a linha de contacto fica suspensa nos edifícios adjacentes por meio de pórticos ou tirantes transversais.

5.5.2 Suspensões do fio de contacto

As suspensões de este tipo de linha, com fio fixo único, geralmente são realizadas com pórticos transversais ou tirantes em cabo sintético.

Os pórticos transversais ou os tirantes serão fixos a postes ou a paredes de edifícios existentes nas imediações. Os fios de contacto são depois ligados aos pórticos através de uma suspensão em delta e, quando em curva, braços de chamada.

Desta forma, é ainda conseguido um isolamento duplo em conformidade com a norma EN 50122-1.

Poderão ser também utilizadas suspensões com consola em duplo isolamento, sendo a consola do mesmo tipo que elas utilizadas na linha de tipo ‘D’.

5.5.3 Isoladores

Os isoladores são idênticos aos utilizados para a linha ‘D’.

5.5.4 Vãos e lanços.

O comprimento dos vãos deste tipo de linha não deve ser superior a 25 m.

Sendo a linha de fio fixo, as extremidades do lanço são fixadas sem dispositivos tensores a postes do tipo poligonal, ou postes HEA; nestes pontos o isolamento do condutor é realizado por isoladores longitudinais, conforme já descrito para a linha ‘D’.

5.5.5 Isoladores de secção

É aplicada a mesma solução utilizada nas linhas de tipo ‘D’, mas o corpo do isolador de secção é adaptado a linha com um só fio de contacto.

5.5.6 Ligação à terra

A linha é fornecida com isolamento duplo, logo, e de acordo com a norma EN 50122-1 Cláusula 4.2.2.3 Nota 1, não há necessidade de ligação à terra.

6 ANEXOS

Sem anexos.



Metro do Porto

ANEXO XIX

APÊNDICE 3E

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COM DESCRIÇÃO GERAL DO
SISTEMA DE VENTILAÇÃO

Especificação Técnica com Descrição Geral do Sistema de Ventilação

Assunto	Nome do Ficheiro	Número de páginas
Descrição Geral Sistema Ventilação	Ap3E	33

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Technical Specifications

DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA DE VENTILAÇÃO

Ventilation System – general Description

Refª. Do Projecto Project Ref.	0/13/0/DE/00.00/624/AS/ET/EA0003/C/03
Refª. Interna Internal Ref.	

	Nome Name	Função Function	Assinatura Signature	Data Date
Emitido por Issued by	Octávio Lourenço	Eng. Projecto		2004-03-27
Verificado por Checked by	Campos Morais	Gestor projecto		2004-03-27
Aprovado por Approved by	G. Ghilardi	Coord. Projecto		2004-03-27

Destinatários:

Addressed persons

Nome Name	Empresa Company
Eng. João Monteiro Prof. Dr. Manuel Oliveira Marques Eng. José Luís Rocha Dorez	Normetro Metro do Porto CGK

Registo de revisões:

Revisions record

Índice Index	Emitido por Issued by	Data Date	Motivo da revisão Revision reason
00	António Pelaez	12-08-99	Emissão Documento
01	António Pelaez	08-10-99	Revisão do Documento
C/03	Octávio Lourenço	2004-03-27	2ª Revisão do Documento

1. Índice

1.	1.1 Introdução	4
2.	Descrição do Sistema	5
2.1	Estações Tipo M1	5
2.2	Estações Tipo M3	5
2.3	Estações de Superfície e Abrigos Urbanos e Rurais	6
2.4	Subestações de Tracção à Superfície	6
3.	Normas Aplicáveis	7
4.	CrITÉrios e requisitos do Projecto	8
4.1	Condições Ambientais Externas e Internas	8
4.2	Qualidade do Ar interior	10
4.3	Renovação do Ar	10
4.4	Velocidade do Ar em Grelhas e Conduas	11
4.5	NÍveis de Ruído	11
4.6	Modos de Funcionamento Normal e / ou Emergência	12
4.7	Pressão diferencial relativamente aos Locais Envolventes	12
4.8	Redundância de Equipamentos e Alimentação	13
5.	Descrição Geral do Sistema de Ventilação Proposto	14
5.1	Descrição dos Componentes do sistema Proposto	14
5.1.1	Ventilação dos Cais das estações Subterrâneas	14
5.1.2	Ventilação dos túneis (Normal e Emergência)	15
5.1.3	Controlo Ambiental nas Áreas Técnicas	15
5.2	Descrição dos Componentes do Sistema	16
5.2.1	Sistemas de Vent. De Extracção nos Cais de Embarque	16
5.2.1.1	Estações Enterradas tipo M1	16
5.2.1.2	Estações Enterradas tipo M3	17
5.2.2	Sistemas de Vent. para Funcionamento em Túneis	18

5.2.3	Sistemas de Vent. Salas Postos de Transf. E	19
	Subestações de Tracção das Estações Enterradas	
5.2.4	Sistemas de Ventilação das Instalações Sanitárias	19
5.3	Descrição dos Modos de Operação do Sistema	20
5.3.1	Funcionamento Normal	20
5.3.2	Funcionamento em Emergência	21
6	Descrição de Interfaces com outros Sistemas	23
6.1	Engenharia Civil	23
6.2	Iluminação e Força Motriz	23
6.3	Telecomunicações	23
6.4	Detecção e Combate a Incêndios	23
6.5	Compatibilidade Electromagnética	24
7	Cálculos	25
7.1	Introdução	25
7.2	Bases de Partida	25
7.3	Cálculos Justificativos	27
8	Procedimentos de Ensaios	33
9	Esquemas Eléctricos	36

1. Introdução

Este documento constitui uma Descrição Geral do Projecto do Sistema de Ventilação Mecânica (partes electromecânicas), inclui descrições gerais e servirá de base de trabalho para o "Projecto de Detalhe" deste Sistema.

São considerados os Sistemas de Ventilação - Normal e Emergência a implementar nas áreas enterradas do Sistema do Metro da A.M.P., nomeadamente:

- Cais de passageiros
- Túneis
- Salas técnicas
- Instalações sanitárias

Estes Sistemas de Ventilação serão estudados tendo em consideração as normas em vigor, e integram diversos aspectos influentes no Conforto e Segurança como velocidades/caudais de ar em movimento, níveis de ruído dos equipamentos, qualidade do ar ambiente, etc.

Definiremos cinco áreas distintas de intervenção, pelas suas especificidades e condicionantes:

- Áreas onde existem pessoas em permanência por períodos curtos, mas continuamente (de acordo com a normal exploração do metro) - os cais das estações.
- Áreas onde ocasionalmente podem existir utentes (situações de emergência), como por exemplo túneis.
- Áreas de equipamentos técnicos onde se pretende limitar temperaturas, tais como salas de transformadores de potência, de transformadores de tracção e similares.
- Áreas onde se pretende remover cheiros como instalações sanitárias.
- Áreas de controlo de temperatura, como salas de correntes fracas.

É importante salientar o significado das soluções de referência apresentadas pelo Dono da Obra, as quais traçam as linhas fundamentais e os critérios pelos quais vamos desenvolver o nosso estudo.

2. Descrição do Sistema

O presente Projecto, diz respeito aos Sistemas de Ventilação Normal e de Emergência, da rede, do Metro Ligeiro de Área Metropolitana do Porto.

Estão previstas intervenções em múltiplos locais de tipo diferenciado.

2.1. ESTAÇÕES Tipo M1:

ALIADOS

24 DE AGOSTO

TRINDADE

SALGUEIROS

2.2. ESTAÇÕES Tipo M3

SÃO BENTO

FARIA GUIMARÃES

MARQUÊS

LIMA

HEROÍSMO

BOLHÃO

2.3 ESTAÇÕES DE SUPERFÍCIE E ABRIGOS URBANOS E RURAIS.

Existe apenas uma climatização simples das Salas Técnicas no caso das Estações de Superfície e nos Armários Eléctricos no que respeita aos Abrigos.

2.4 SUBESTAÇÕES DE TRACÇÃO À SUPERFÍCIE

Possuem um sistema de ventilação que visa limitar a temperatura no interior da Sala.

3. Normas Aplicáveis

O presente Projecto no seu desenvolvimento teve em consideração aspectos das seguintes Normas:

- SMACNA Low Velocity Duct System
- ASHRAE standards
- NFPA 90A "Air Conditioning and Ventilation Systems"
- Sub Way Environmental Design Handbook.
- Regulamento de Segurança das Instalações Eléctricas DL 740/74
- Regulamento Geral do Ruído – Decreto-Lei 72/92, de 28 de Abril
- Directiva Máquinas 89/392/CE
- De uma forma geral serão consideradas as normas ou regulamentos vigentes na legislação e as recomendações dos fabricantes dos componentes.

4. CRITÉRIOS E REQUISITOS DE PROJECTO

Como já atrás foi referido o presente estudo tem como base as soluções apontadas pelo Dono da Obra, na sua Solução de Referência.

No desenvolvimento deste projecto básico considerar-se-ão os seguintes critérios e requisitos como bases de partida.

1.1.1 4.1 Condições Ambientais Externas e Internas

A. Condições Externas

A situação geográfica do Porto (41°.C Latitude Norte) aponta os seguintes valores de temperatura e humidade:

A.1.1. Verão

• Temp. média seca (15 h - Julho)	23,8°C
• Humidade relativa (15 h - Julho)	61%
• Amplitude térmica diária	10°C

A.1.2 Inverno

• Temp. média seca	7,1°C
--------------------	-------

Da leitura dos elementos constantes da publicação “Temperaturas Exteriores de Projecto e Número de Graus-Dias”, do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica / Laboratório Nacional de Engenharia Civil, os valores de temperatura e humidade correspondentes a 97,5% de probabilidade acumulada de ocorrência (Verão) e 2,5% (Inverno), no Porto são:

A.2.1 Verão (Zona V1)

• Temp. seca de projecto	28°C
• Humidade relativa	70%
• Amplitude térmica diária	10°C

A.2.2 Inverno (Zona I2)

• Temp. média seca	1°C
--------------------	-----

Em conclusão, utilizaremos para efeito dos cálculos das temperaturas esperadas no interior das estações os valores constantes em A1, sendo, no entanto, importante referir, que os valores de A2 serão ponto de partida para balizar um eventual valor da temperatura média que ocorrerá nas estações.

B. Condições Internas

De acordo com o tipo áreas e de utentes / ocupação teremos diversos valores para as condições interiores de temperaturas esperadas, partindo das situações exteriores expressas em A1.

B.1 Áreas com ocupação

• Trânsito (cais / átrios)	28°C
----------------------------	------

B.2 Áreas não ocupadas / Ocupação Ocasional

• Locais técnicos	28 a 40°C
• Túneis	Não controlada

Estes valores foram objecto de alguma ponderação e enquadrados nos objectivos principais:

- Conforto dos utentes
- Custos de Instalação
- Custos de exploração.

4.2 Qualidade do Ar Interior

Com vista à obtenção de ar de ventilação de qualidade, as entradas do mesmo, previstas pelos acessos de utentes às estações, foram objecto de estudo aturado. Na sua localização (ver nas peças desenhadas) - privilegiaram-se os locais fora das zonas de influência de cruzamentos com semáforos e grande densidade de tráfego.

4.3 Renovação do Ar

Com base nos elementos postos a concurso e nas normas regulamentares existentes, procurou-se garantir um número de trocas de ar dos locais com ocupação, que seja garante de uma boa qualidade ambiental.

Assim consideramos em zonas de público:

• Caudal de ar novo mínimo por ocupante	10 l/s
---	--------

Em zonas técnicas ou de apoio, os caudais foram considerados por enquadramento de diversos factores, sendo em conclusão:

• Salas Técnicas c/equipamentos que libertam calor	20 ren/h (*)
• Instalações sanitárias	10 ren/h

(*) (ou valor superior definido por diferencial de temperatura)

Nos locais de grande concentração de pessoas, átrios e estações, o caudal de renovação foi estabelecido tendo em consideração não só o número de ocupantes, mas também as cargas térmicas libertadas pelos equipamentos instalados e circulantes e iluminação. Assim, tendo como base o diferencial entre uma temperatura exterior média estimada de 23,8°C e uma temperatura no interior ao nível do cais de 28°C (diferencial de 4°C) será pelo somatório dessas cargas que obteremos o valor do caudal de ventilação.

4.4 Velocidades do Ar em Grelhas e Conduatas

Os diversos elementos terminais e de transporte de ar foram dimensionados por critérios de perda de carga, velocidade e ruído. Estão consideradas:

- Velocidade em conduatas metálicas de 3 m/s até 9 m/s.
- Velocidade em conduatas em construção civil de 5 m/s até 11 m/s..

Os métodos de cálculo nas conduatas com diversas admissões / insuflações de ar, para determinação das dimensões dos troços intermédios, foi o das perdas de carga constante e consideradas entre 0,05 mm ca/m até 0,1 mm ca/m.

Nos elementos terminais consideramos distintas duas áreas:

- Locais com ocupação de utentes
 - Velocidade de insuflação 3 m/s
 - Velocidade de admissão / extracção até 5 m/s
- Locais no exterior (descarga / admissão)
 - Velocidade 5 m/s

Valores aproximados

4.5 Níveis de Ruído

No presente ante projecto, os níveis de ruído esperados, provocados pelos sistemas de ventilação são:

• Em locais ocupados, (Cais) ,valores médios, em ventilação normal a 5 metros .	50 dBA ±5
• Ventilação de Emergência- no exterior a 5 metros	85 dBA ±5
• No exterior "ventilação normal" a 5 metros	70 dBA ±5
• No exterior ventilação " Salas Técnicas" a 5 metros	66 dBA ±5
• Climatizadores Salas Telecom a 3 metros	53 dBA ±5
• Salas técnicas c/ocupação pontual a 3 metros	60 dBA ±5

4.6 Modos de Funcionamento Normal e/ou Emergência

Este projecto considera a existência de sistemas distintos para os dois tipos de funcionamento dos equipamentos.

Assim, em situação normal - situação de exploração - teremos a ventilação de estação, ventilações de salas técnicas, etc.

Em situação de emergência, à paragem dos sistemas de funcionamento normal seguir-se-á o arranque de ventiladores específicos, de desenfumagem e/ou pressurização, construídos por forma assegurar o funcionamento em situações desfavoráveis (alta temperatura).

4.7 Pressão Diferencial relativamente aos Locais Envolventes

Os sentidos dos fluxos de ar, a garantir pelos sistemas de ventilação a implementar, garantem que:

- As estações, átrios e plataformas estarão em depressão, sendo o ar novo admitido pelas entradas de pessoas.
- A influência dos comboios nas estações, nomeadamente o efeito pistão, é algo relativo, dada a superfície frontal do comboio ser muito reduzida quando comparada com a superfície do túnel (de via dupla), e ainda beneficiado pela existência das chaminés de alívio e compensação situadas nos topos das estações.
- Nas áreas técnicas estamos a considerar a sobrepressão, com impulsão de ar a partir do exterior, com saída por grelha.
- Nas instalações sanitárias, teremos depressão, sendo o ar aspirado das zonas de publico/circulações.

4.8 Redundância de Equipamentos e Alimentação

Os equipamentos de funcionamento normal serão alimentados a partir de painéis próprios locais, por sua vez alimentados pelas instalações eléctricas (QGBT).

Os equipamentos de funcionamento em emergência, serão alimentados a partir de quadro próprio, alimentado, por sua vez por duas fontes de alimentação alternativas. O quadro local possui o mecanismo “inter-barras” que possibilita as duas fontes de alimentação alternativas de força electro-motriz.

5. DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA DE VENTILAÇÃO PROPOSTO

5.1. DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES DO SISTEMA PROPOSTO

- 5.1.1 Ventilação dos Cais das Estações Subterrâneas

A ventilação destes locais tem duas componentes:

A primeira, do tipo natural, provocada pelo diferencial de temperaturas de ar e ainda pelo movimento dos comboios, que “empurram” o ar na sua frente ao entrar nas estações e o “aspiram” atrás de si quando saem, provocando (alternadamente) eventuais sobrepressão/depressão sobre o cais e os respectivos acessos. Estes valores não serão significativos, dada a relação reduzida entre a área frontal do comboio e a área do túnel (via dupla).

A criação de duas chaminés de ventilação, entre o túnel e o exterior, nos topos das estações, para além das funções em emergência que mais à frente analisaremos, aliviará, assim, este efeito de sobrepressão/depressão, admitindo alternadamente o escape e a compensação, não sobreinfluenciando os cais da estação.

A Segunda, em paralelo com a ventilação natural acima citada existirá um sistema de ventilação mecânica (forçada), com ranhura de aspiração, ao longo de cada cais, ligadas a ventiladores de extracção, que removerão o calor/ar viciado provocado pelos utentes no cais, e pelos comboios que aí param e respectivos equipamentos. A compensação de ar extraído far-se-á pelos acessos de passageiros assegurando a renovação de ar das áreas ocupadas, garantindo condições de bom estar e higiene.

A arquitectura das diversas estações, impõe a existência de dois sistemas, de idêntica filosofia de funcionamento, mas materialmente diferentes.

Um quadro eléctrico , alimentará os equipamentos associados a este sistema.

5.1.2. Ventilação dos Túneis (Normal e Emergência)

A ventilação normal nos túneis é promovida de forma reduzida pelo movimento dos comboios no seu interior - efeito pistão, compressão do lado posterior e a aspiração pela zona anterior do comboio. Chaminés já atrás citadas, criadas nos topos dos túneis junto das estações, promovem o escape /admissão de ar, num movimento semelhante ao já descrito em 1.3.1.1, através de um “damper” normalmente aberto, provocando assim uma ventilação natural, algo acelerada pelo declive dos túneis e comprimentos variáveis das chaminés de ventilação (estratificação de temperaturas).

A um sinal de alarme, o responsável remoto ou local pela gestão da rede/estação, accionará o sistema de emergência.

Assim, será parada a ventilação normal da estação, fechado o registo de “by-pass” que servia a ventilação natural, abertos os “dampers” dos ventiladores instalados nos poços de ventilação e executado o respectivo arranque dos ventiladores. Ainda remotamente será dada ordem sobre o sentido de rotação dos motores, podendo uma chaminé de ventilação funcionar em pressurização com ar novo e a outra, na extremidade oposta do túnel, em desenfumagem permitindo limpar do túnel os ambientes nocivos e permitindo um caminho preferencial da evacuação de pessoas contrário ao escape do eventual fumo.

Um quadro eléctrico local, em cada poço de ventilação, alimentará os equipamentos de emergência. Este quadro recebe força electromotriz de duas fontes alternativas.

5.1.3. Controlo Ambiental nas Áreas Técnicas

Serão de uma maneira geral implementadas ventilações (renovações de ar) na maioria das áreas técnicas.

Os critérios fundamentais (limite de temperatura máxima) serão garantidos pelo recurso a insuflações de ar recolhido nas áreas comuns, com ventiladores axiais, com remoção de ar para o exterior, por sobrepressão.

Assim os Postos de Transformação e Subestações de Tracção, serão dotadas de grupos de ventilação, com filtragem e atenuação acústica, que insuflarão ar no interior das respectivas áreas. Através de aberturas grelhadas, será assegurado o escape do ar para o exterior das mesmas salas.

As instalações sanitárias e similares serão dotadas de ventiladores de exaustão, que removerão o ar para o exterior.

Estes equipamentos serão alimentados, localmente, a partir das instalações eléctricas das próprias salas.

5.2. DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES DO SISTEMA

5.2.1. Sistemas de Ventilação de Extracção nos Cais de Embarque

5.2.1.1 Estações Enterradas Tipo M1

Nestas estações serão genericamente instalados os seguintes equipamentos:

- 4 Grupos de ventilação incluindo motores, silenciadores, apoios, flanges de ligação, etc. para caudal unitário de 10 m³/s - 30 mmca (externa ao grupo).
- “dampers” de fecho dos ventiladores, em chapa galvanizada, com motores de actuação tudo/nada.
- Rede de condutas de aspiração, em construção civil.
- Ranhura ao longo do cais (Construção Civil)
- Quadro eléctrico, de força electromotriz, comando e respectivas cablagens de interligação, incluindo contactos livres de potencial disponíveis para sinalizar estados e receber comando remotos.
- Controlo de temperatura do funcionamento dos ventiladores,

5.2.1.2. Estações Enterradas Tipo M3

Nestas estações serão genericamente instalados os seguintes equipamentos:

- 2 Grupos de ventilação incluindo motores, atenuadores, etc. para o caudal unitário de 20 m³/s - 40 mm ca .
- “dampers” de fecho dos ventiladores, em chapa galvanizada, com motores de actuação tudo/nada.
- Redes de condutas nos cais, em construção civil.
- Ranhura ao longo do cais (Construção Civil)
- Quadro eléctrico, de força electromotriz, comando e respectivas cablagens e contactos livres de potencial disponíveis para sinalizar estados e receber comandos remotos.
- Controle de temperatura do funcionamento dos ventiladores

5.2.2. Sistemas de Ventilação para Funcionamento em Túneis

Sistemas de Ventilação para Funcionamento em Emergência por Chaminé no Topo da Estação do Túnel e Funcionamento em Ventilação Normal (Tiragem Natural) dos Túneis

- 2 Grupos de ventilação incluindo motores, apoios, flanges de ligação, de funcionamento reversível (70%), para ventilação e desenfumagem 250°C - 1 hora, etc. para caudal unitário de 75 m³/s - 40 mm ca (externa ao grupo).
- “Dampers” de fecho, em chapa galvanizada, para uma pressão diferencial, cerca de 200mmca e baixo caudal de fuga, com motores de actuação tudo/nada a 220 V.
- 1 “Damper” de “by-pass”, em chapa galvanizada, para uma pressão diferencial cerca de 200mmca e baixo caudal de fuga, com motores de actuação tudo/nada a 220v, (abertos por falta de tensão).
- Quadro eléctrico, de força electromotriz e comando, incluindo sistema inter barras para alimentação a partir de dois pontos diferentes e respectivas cablagens de interligação, instalado junto dos ventiladores, com contactos livres de potencial disponíveis para sinalizar estados e receber comando remotos.

5.2.3 Sistemas de Ventilação das Salas dos Postos de Transformação e Subestações de Tracção, das Estações Enterradas

- 1 Grupo de ventilação incluindo motor, silenciadores, apoios, flanges de ligação.
- 1 Pannel de filtração, com material filtrante sintético, substituível, eficiência EU 3, respectiva estrutura de fixação, pressostato diferencial para indicação de filtro colmatado.
- 1 Grelha de admissão em alumínio anodizado, de laminas fixas, com rede protecção, conforme especificado.
- 1 Grelha de passagem de ar em alumínio anodizado.
- Pannel eléctrico, de força electromotriz e comando, incluindo termostato e respectivas cablagens de interligação, instalado na própria sala, com saída disponível para alarme remoto (excesso de temperatura).

5.2.4.Sistema de Ventilação das Instalações Sanitárias das Estações

Nestes locais serão instalados:

- Redes de condutas circulares "spiro" , sobre o tecto falso, ligadas a bocas de extracção de disco central regulável.
- Ventilador do tipo "in-line" intercalado na conduta.
- Pannel de comando com controlo horário.

O ar exaurido será rejeitado para o exterior.

5.3. DESCRIÇÃO DOS MODOS DE OPERAÇÃO DO SISTEMA

5.3.1. FUNCIONAMENTO NORMAL

5.3.1.1 Sistema de Ventilação das Estações

A ventilação forçada funcionará durante os períodos de exploração normal das estações.

Estão previstas duas redes de exaustão de ar poluído em cada sub cais (2 por estação), ou 4 redes, uma em cada cais e em cada extremo da estação, conforme o tipo construtivo da estação, M3 e M1.

As redes de condutas em construção civil serão montadas a uma cota superior à cabeça dos utentes e ao nível superior dos comboios e farão a remoção do ar viciado e carregado com o calor libertado no interior da estação pelos diversos componentes do sistema.

Estes sistemas de ventilação, estão ligados a grupos de ventilação, munidos de atenuadores de som, que farão a expulsão para o exterior do ar contaminado. Registos de lâminas fecharão os sistemas quando não em funcionamento.

O controlo da temperatura far-se-á por sonda remota, com actuação sobre o número de ventiladores, de acordo com as cargas térmicas instaladas.

A admissão far-se-á pelas galerias de acesso dos utentes.

Um quadro eléctrico local assegurará a alimentação de f.e.m., os comandos e os alarmes básicos do sistema.

5.3.1.2. Sistema de Ventilação dos Túneis - Normal

Será garantida pelo movimento dos comboios, nas chaminés de ventilação com saída natural, colocadas nos topos das linhas enterradas. As pendentes das linhas e as alturas variáveis das chaminés promoverão, também, ventilação por efeito de estratificação térmica.

As chaminés, dispostas de cada lado da estação e junto destas, serão comunicantes com o exterior e possuem um local técnico na sua base com a comporta de “by-pass”, que aberta em funcionamento normal. Os ventiladores montados neste local

técnico (e que servirão a emergência) serão dotados de registos motorizados, fechados na posição normal.

5.3.1.3. Sistemas de Ventilação de Salas Técnicas (SET e PDT)

Um ventilador axial situado nas próprias salas, ou em local anexo apropriado, munido de um filtro de ar, atenuadores na aspiração e na descarga, fará a impulsão de ar dos espaços gerais para as Salas dos Transformadores, etc.

O comando desta ventilação será feito por termostato e o caudal calculado para garantir uma temperatura limite máxima, no interior das salas.

5.3.1.4 Sistemas de Ventilação das Instalações Sanitárias

Uma rede de condutas em tecto falso, com bocas de extracção de tipo disco central regulável, será ligada a um ventilador intercalado na conduta, que descarregará o ar para as chaminés ligadas ao exterior.

A admissão de ar far-se-á a partir das zonas públicas e entrará nos "halls" das instalações sanitárias por grelhas de porta ou por friesta da porta c/ o pavimento.

O período de funcionamento será controlado por relógio e relacionado com o tempo de abertura das instalações.

5.3.2 Funcionamento em Emergência

A situação de funcionamento em emergência será seguidamente descrita:

Nas chaminés já descritas, com dois ventiladores cada uma, reversíveis, estabelecem-se os fluxos de ar adequados que permitem a evacuação em emergência. O caudal de cada chaminé, extraído ou insuflado, permite o fluxo adequado para a evacuação de túneis e estações. Como complemento, far-se-ão funcionar de acordo com a situação várias chaminés de cada lado do ponto de fogo, em estações sucessivas.

Os ventiladores de emergência serão reversíveis, podendo actuar como insufladores ou extractores de ar. A sua situação de funcionamento será definida perante a situação de emergência, podendo sempre ventilar um túnel em que esteja imobilizado um comboio, criando uma corrente de ar que ajude a melhorar a respiração dos utentes durante uma hipotética evacuação das pessoas ao longo do túnel.

Em princípio, deverá ser introduzido ar fresco através da chaminé pelo troço de túnel que venha a servir de via de evacuação, em caso de necessidade e expulsar-se-á o

ar viciado pelo troço do túnel e chaminé opostos, ou criando-se em caso de incêndio uma corrente de ar fresco em sentido contrário aos fumos, que serão aspirados pelo sentido contrário dos ventiladores (extractores) na chaminé adjacente.

Os ventiladores de emergência estão previstos para funcionar até uma temperatura de 250°C durante 1 hora, evacuando o fumo que se produza em situação de emergência por fogo.

Os quadros das Salas Técnicas das ventilações dos túneis serão alimentados a partir de duas fontes de alimentação alternativas, para evitar que a avaria de uma delas ponha todos os sistemas em serviço. Em caso de queda de tensão será garantida a abertura da comporta de "by-pass".

Os caudais previstos são suficientes para que o fluxo do ar contrarie o caminho dos fumos, sem dificultar as manobras de evacuação de pessoas.

O Projecto Geral de Segurança definirá os procedimentos a implementar em caso de sinistro, ou avaria.

6. DESCRIÇÃO DE INTERFACES COM OUTROS SISTEMAS

6.1 Engenharia Civil

Os interfaces com esta área dos trabalhos dizem respeito aos dimensionamentos de passagens de ar, áreas técnicas, acessos de equipamentos para manutenção, etc.

Todos os equipamentos são compatíveis com as dimensões e as quotas dos locais técnicos e dos túneis. Ver ponto 7. para os dimensionamentos técnicos.

6.2. Iluminação e Força Motriz

Os interfaces com esta actividade dizem respeito às alimentações em força electromotriz dos painéis (quadros) que alimentarão os equipamentos de ventilação normal e de emergência, como definido no documento 16 - Iluminação e Força Motriz.

6.3 Telecomunicações

Os interfaces com esta área de trabalho dizem respeito ao envio de alarmes de estado/avaria e recepção das ordens de funcionamento, através das fontes de comando da rede.

Os quadros eléctricos associados à ventilação dispõem de contactos secos onde estão disponíveis as informações de estado e onde serão recebidas as ordens remotas de funcionamento pretendido, como definido .

6.4 Detecção e Combate a Incêndio

Os interfaces disponíveis com esta área de trabalhos dizem respeito à recepção de sinais remotos que ditarão o modo de operar o sistema em emergência.

Também em locais definidos (nos quadros eléctricos) estão localizados os comandos que permitam o arranque / paragem de sistemas pelas autoridades de segurança (bombeiros).

6.5 Compatibilidade Electromagnética

A definir de maneira pormenorizada, na correspondente fase do projecto de execução. De qualquer modo, adianta-se que, quer nos painéis eléctricos, quer em eventuais caminhos de cabos, prevê-se a separação física dos equipamentos e catálogos de preferências dos equipamentos e das cablagens do comando/sinalização.

7. CÁLCULOS

7.1. INTRODUÇÃO

Nesta fase de desenvolvimento do projecto foram considerados os diversos parâmetros de cálculo utilizados na solução de referência do caderno de encargos.

A filosofia do sistema proposto tem em consideração todos os requisitos e critérios mínimos de caderno de encargos e permitirá todas as modificações ou adaptações que se venham a verificar necessárias em fase de projecto de detalhe.

7.2. BASES DE PARTIDA

Da aplicação dos critérios e requisitos atrás apresentados e constantes na solução de referência, resultam os elementos seguintes que vão definir o dimensionamento do projecto, de acordo com as respectivas soluções arquitectónicas.

- Estações

Estações	Tipo M1	Tipo M3
Comprimento do cais	70m	70 m
Área do átrio e plataforma	2 060m ²	1 176 m ²
Volume da estação	20 355 m ³	17 000 m ³
Ocupação/espera	1093 pessoas	1192 pessoas
Ocupantes/2 comboios	1160 pessoas	1160 pessoas
Tempo entre comboios (ponta)	2,5 min	2,5 min
Iluminação da estação	20 W/m ²	20 W/m ²
Equipamentos da estação	10 W/m ²	10 W/m ²
Carga térmica dissipada por comboio	100 Kwh	100 Kwh
Temperatura exterior	23,8°C	23,8°C
Acessos de pessoas	2	2
Área total dos acessos (frontal)	24 m ²	24 m ²
Ar novo mínimo/pessoa	10 l/s	10 l/s

- Túneis

Em face dos elementos construtivos conhecidos teremos relativamente aos túneis constantes deste projecto:

• Área frontal	33,7 m ²
• Diâmetro	8,0 m
•	

Assumindo o caudal de referência da solução apresentada a concurso pelo Dono da Obra teremos:

- Caudal de ar a movimentar em cada chaminé 150 m³/s

Considerando que os ventiladores a instalar serão reversíveis (a 70%) teremos que a velocidade do ar, no interior do túnel, variará entre:

4,45 m/s a 3,11 m/s

de acordo com o sentido de rotação, valores aceitáveis e algo longe das velocidades consideradas críticas de 11 m/s (máxima) e 2 m/s (mínima).

Áreas Técnicas

Local	Potência Equipamento
• Salas dos transformadores	1 x 30 kW
• Salas das Subestações de tracção	1 x 30 kW

Instalações Sanitárias

Consideramos um caudal de exaustão de 10 ren./hora

7.3 Cálculos Justificativos

Estações - Cargas Térmicas / Caudais de Ar

Considerando a estação mais desfavorável, vamos efectuar os cálculos:

A - Carga térmica devido à ocupação

- Calor sensível/pessoa 75W
- Ocupação - 1250 pessoas no cais

B - Carga devida à iluminação (fluorescente)

- $20 \text{ W/m}^2 \times \text{Área} \times 1,25$

C - Carga devida a equipamentos de estação

- $10 \text{ W/m}^2 \times \text{Área}$

D - Carga térmica devida aos comboios

- $100\,000 \text{ W} \times \text{tempo permanência (Comboios/hora)} \times 2 \text{ cais}$

Em resumo teremos:

- Ocupação = 1 250 pessoas x 75 W = 93 750 W
- Iluminação = 2 219 m² x 20 W x 1,25 = 53 225 W
- Equipamentos = 2 219 m² x 10 W = 22 190 W
- Comboio = 100 000 x (20 seg/3600 seg)
x 24(comboio/hora) x 2 cais = 27 000 W
- Carga total = 196 165 W

Temperatura interior pretendida de 28°C

Diferencial entre temperatura interior e temperatura exterior - 4°C

Caudal de ar de ventilação para remover a carga

$$\bullet \quad V \text{ (m}^3\text{/s)} \times \frac{Q \text{ (W)}}{0,34 \times 4^\circ\text{C} \times 3600} = \frac{196\,165}{0,34 \times 4 \times 3600} = 40,06 \text{ m}^3\text{/s}$$

Caudal de ar mínimo higiénico

- Número ocupantes x 10 l/s
- Ocupantes (ponta) = 1250 + 1160 = 2410

$$V \text{ (m}^3\text{/s)} = 10 \times 2410/1000 = 24,1 \text{ m}^3\text{/s}$$

Valores adoptados:

Vamos considerar os seguintes caudais globais de ventilação nas estações:

- Caudal máximo exaustão 40 m³/s
- Caudal mínimo exaustão 20 m³/s

Salas Técnicas

De acordo com o atrás definido teremos:

- Caudal de ar de ventilação = Pot. a dissipar
0,34 (ΔT)
- Diferencial de temperatura 8°C
- Potência dissipada 30 kW

- Outras perdas 5 kW
- Total de perdas considerado 35 kW

Tomando como base o valor de 35 kW teremos de instalar em cada local:

$$V(\text{m}^3/\text{s}) = \frac{35 \times 1\,000}{0,34 \times (8^\circ\text{C}) \times 3600} = 3,57 \text{ m}^3/\text{s}$$

Vamos adoptar como caudal de ventilação em cada local técnico 3,6 m³/s.

Redes de Conduatas

Existirão, do ponto de vista construtivo dois tipos, de conduatas:

- Metálicas em chapa galvanizada
- Construção civil

As conduatas de chapa galvanizada serão dimensionadas de acordo com as velocidades / perda de carga previstas no ponto atrás referido.

As dimensões mínimas previstas para as chaminés de ventilação serão:

- Ventilação dos túneis 14 m²
- Ventilação das estações 4 m²

Instalações Sanitárias

A extracção está prevista para assegurar 10 ren/h nas áreas de sanitários.

- Compartmento (sanita) 100 m³/h
- Compartmentos (lavabos) 200 m³/h

Ventilação Estação Desenfumagem

- Número de renovações 15/hora
- Ventiladores de exaustão 2 x 70% x 75 m³/s

Resumo de Dados de Operação dos Componentes Principais

Local	Funcionamento	Tratamento	Equipamentos	Alimentação/Comando	OBS
Estação M1	Normal	Exaustão forçada	• 4xVentilador axial 10 m³/s e 30 mmca • 8xAtenuadores de som • 4xRegistos motorizados de fecho • Conduitas de extracção (Construção Civil)	Quadro ventilação estação • Comutação manual automática • Alarmes disparo térmico e posição dos registos	Comando por controlo termostático
Estação M1	Emergência - Desenfumagem	Aspiração forçada dos átrios com "damper" corta fogo ligado à ventilação de túneis	• "Damper" corta fogo • 2 ventiladores de túnel reversíveis c/ 2 * 75 m³/s	Quadro ventilação dos túneis • Comutação manual automática • Sinal de abertura/fecho do registo	Comando remoto pela detecção de incêndio/PCC

Local	Funcionamento	Tratamento	Equipamentos	Alimentação/Comando	OBS
Estação M3	Normal	Exaustão forçada	• 2xVentilador axial 20 m³/s • 4xAtenuadores de som • 2Xregistos motorizados de fecho • Conduatas de extracção (construção Civil)	Quadro ventilação estação • Comutação manual automático • Alarmes disparo térmico e posição dos registos	Comando por controlo termostático
Estação M3	Emergência – Desenfumagem	Aspiração forçada dos átrios com damper corta fogo ligado à ventilação de túneis	• “Damper” corta fogo • 2 ventiladores de túnel reversíveis c/ 2 * 75 m³/s	Quadro ventilação dos túneis • Comutação manual automático • Sinal de abertura/fecho do registo	Comando remoto pela detecção de incêndio/PCC via operador

Local	Funcionamento	Tratamento	Equipamentos	Alimentação/Comando	OBS
Túneis/Chaminés	Normal	Ventilação natural	“Damper by-pass”, para 250°C, c/actuadores tudo/nada	Quadro ventilação dos túneis - Comutação manual automática - Indicador posição com os “dampers” aberto/fechado	Comando remoto a partir do PCC via operador
Túneis/Chaminés	Emergência	Ventilação forçada Pressurização o Desenfumagem	2 ventiladores axiais c/75 m3/s cada, reversíveis (70%) “Damper” 250°C c/actuadores tudo/nada de fecho dos ventiladores	Quadro ventilação dos túneis - Comutador manual automático - Indicação de “damper” aberto/fechado	Comando remoto a partir do PCC via operador
Salas Técnicas	Normal	Ventilação forçada Pressurização o	1 ventilador axial para 3,6 m3/s c/2 velocidades - Filtro de ar - Atenuadores de ruído - Grelha aspiração - Grelha descarga	Quadro local - Comutador manual automático - Alarme falta de caudal	Comando termostático

8. PROCEDIMENTOS DE ENSAIOS

Durante toda a fase de aprovisionamento serão realizados todos os ensaios parciais e controlos de recepção de todos os equipamentos de acordo com o “Plano de Controlo de Qualidade” previsto para esta instalação:

Controlo prévio:

- Verificação de características dos equipamentos e registos fornecidos pelo fabricante contemplando os principais parâmetros.
- Verificação dos materiais utilizados relativamente a características químicas e mecânicas.
- Verificação de dimensões de acordo com desenhos aprovados.
- Controlo visual do estado de conservação, pintura e protecções e embalagem aquando da recepção dos equipamentos e materiais.

Ensaio parciais

Durante a execução da obra serão realizados todos os ensaios parciais constantes do “Plano de Controlo de Qualidade”

9. ESQUEMAS DE QUADROS ELÉCTRICOS

Apresentados com o projecto da especialidade.



Metro do Porto

ANEXO XIX

APÊNDICE 3F

DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA DE COMBATE A
INCÊNDIOS

Descrição Geral do Sistema de Combate a Incêndios

Assunto	Nome do Ficheiro	Número de páginas
Descrição Geral Sistema Combate incêndios	Ap3F	10

ESPECIFICAÇÕES

Specifications

Descrição Geral do Sistema de Combate a Incêndios

Fire Fighting System – General description

Refª. do Projecto **622/-/D/AS/M/636/EA0001/-/00**
Project Ref.
Refª. Interna **622-FF-00**
Internal Ref.

	Nome <i>Name</i>	Função <i>Function</i>	Assinatura <i>Signature</i>	Data <i>Date</i>
Emitido por <i>Issued by</i>	A. Pelaez	Engº Projecto		06-10-99
Verificado por <i>Checked by</i>	C. Morais	Responsável D.Ob.		06-10-99
Aprovado por <i>Approved by</i>	C. Morais	Engº Coordenador		06-10-99
	P.P.Polita	Engº Coordenador		08-10-99

TL80066C

Destinatários:

Addressed persons

Empresa <i>Company</i>	Nome <i>Name</i>	Distribuição <i>Distribution</i>	Distribuição complementar interna <i>Internal complementary distribution</i>

Registo de revisões:

Revisions register

Índice <i>Index</i>	Emitido por <i>Issued by</i>	Data <i>Date</i>	Motivo da revisão <i>Revision subject</i>
00	P. P. Polita	08-10-99	Emissão do documento

ÍNDICE

1 MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

1.1 INTRODUÇÃO	3
1.2 DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS	3
1.3 CRITÉRIOS E REQUISITOS DO SISTEMA	4
1.3.2 Regulamentação e Normativas Aplicáveis	4
1.4 INTERFACES COM OUTROS SISTEMAS	5
1.4.1 Rede Pública de Águas e Esgotos	5
1.4.2 Engenharia Civil	5

2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS 5

2.2 Bocas de Incendio Armadas (BIA's)	6
2.3 Siamesas	7
2.4 Tubagem, e Acessórios	7
2.5 Testes Parciais e Finais em Obra	8

3. ESQUEMA DE PRINCIPIO..... 9

1 MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

1.1 INTRODUÇÃO

Esta especificação tem por objecto definir as condições técnicas de fornecimento dos Sistemas de Combate e Extinção para ser instalados nos troços subterrâneos da Rede de metro Ligeiro da A.M.P.

1.2 DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS

Em complemento aos dispositivos de detecção e extinção automática, descritos em projectos autónomos, serão instalados equipamentos e sistemas que permitem o ataque contra incêndios nas estações e nos túneis:

1.2.1 Coluna Seca e Sistemas de Combate a Incêndios nas Estações

Será efectuada uma tomada da rede pública de abastecimento público de água (a mesma que abastece de a rede de abastecimento de agua da estação), no acesso à estação. Esta picagem dimensão DN 100, será levada até á parede ou parapeito de protecção das escadas de acesso onde, pelo lado exterior haverá acesso a uma válvula de seccionamento, tipo comporta e fuso e uma válvula siamesa de 70mm para possível ligação dos Bombeiros.

A partir deste ponto a coluna seca em tubo de aço Din 2440, com a dimensão DN100, entra na edificação da estação descendo ao nível dos cais e túneis. Nos cais haverá picagens para 4 carretéis, dois de cada lado da via, instalados em caixa metálica com chave de manutenção e manípulo de abertura selado, com enrolador basculante, equipados com mangueira semi-rígida de 1 "de diâmetro e 25m de comprimento e válvula de macho esférico.

A tubagem DN 100 aqui considerada pintada, vai apenas até á válvula de seccionamento prevista na entrada dos túneis.

1.2.2 Sistema de Combates a Incêndios nos Túneis

A protecção contra incêndios nos Túneis será feita a partir pelo estabelecimento de uma coluna seca em tubo de aço galvanizado DIN2440 de 4", aérea no tecto das estações, e que ao nível dos cais de embarque acede aos túneis, para a alimentação dos carretéis distribuídos ao longo da via alternadamente de um e outro lado a intervalos de 50 metros (100metros de cada lado) . Os carretéis serão instalados em nichos, encerrados em caixas com porta, contendo o carretel, equipadas com chave de manutenção e manípulo de abertura. As mangueiras serão de tipo semi-rígido de 1" com agulheta de 3 posições.

Cada troço considerado será equipado com válvulas de seccionamento no inicio dos túneis.

1.2.3 Bocas de Incêndio Armadas

As bocas de incêndio armadas instalar-se-ão nas alimentações de água contra incêndios previstas nas estações e nos nichos ao longo dos túneis.

A alimentação às bocas de incêndio deverá ser realizada mediante tubagem de 1" de diâmetro.

Compor-se-ão de caixas metálicas de protecção, contendo válvula com corpo de latão para ligar tubagem de alimentação de 1" de diâmetro, indicador de pressão (manómetro) e adaptador tipo "STORZ" com tampão roscado, suporte de mangueira metálico de eixo de rotação horizontal, de fixação a paramento vertical, mangueira de semi-rígida de 1" (pressão de 15 kg/cm²), ligação rápida para ponteira, e ponteira de latão com boquilha.

Em cada boca de incêndio armada, colocar-se-á um cartaz advertindo a proibição de descarregar água em direcção à catenária depois de se ter desligado previamente a corrente eléctrica de tracção.

1.3 CRITÉRIOS E REQUISITOS DO SISTEMA

1.3.1 Cálculos

O dimensionamento foi feito admitindo um máximo de 4 bocas de incêndio em funcionamento simultâneo, em qualquer local da rede associada a uma estação enterrada.

O caudal estimado para uma boca de incêndio é 3,5l/s, uma vez que existe junto destas uma tomada de água suplementar para mangueira de bombeiro, sendo que a velocidade de deslocamento da água no ramal de alimentação seja inferior a 1,6 m/s, donde teremos na alimentação a uma boca de incêndio DN 50.

Nas restantes situações prevemos DN 65 para alimentar 2 bocas (velocidade de deslocamento de 1,9m/s) , e DN 100 para 3 e 4 bocas (velocidade de deslocamento de 1,61 m/s).

Ao longo dos túneis, a tubagem será de DN 100, prevendo uma alimentação de 4 carreteis em simultâneo.

1.3.2 Regulamentação e Normativas Aplicáveis

Serão aplicados os códigos e normas vigentes, as regras de boa arte, e no aplicável, as normas NFPA. Os equipamentos e materiais a aplicar serão os mais apropriados para o desenvolvimento das funções previstas, de fabricantes reconhecidos.

- Normas Britânicas BS 5839 e BS 8539
- Regra Técnica nº 4 para o SADI do Instituto Português de Seguros
- Decreto Lei nº 66/95 de 8 de Abril
- NFPA 130

1.4 INTERFACES COM OUTROS SISTEMAS

1.4.1 Rede Pública de Águas e Esgotos

Os interfaces deste sistema com as Redes Municipais de Águas e Esgotos prendem-se basicamente com as suas ligações que serão caracterizadas em função da localização quer planimétrica, quer altimétrica daquelas redes.

Face aos levantamentos efectuados junto dos serviços competentes são enquadradas já na fase de projecto todas as situações conhecidas.

Serão executadas picagens na rede pública de abastecimento, na proximidade do acesso ao interior da estação subterrânea, exigindo-se mínimo de 6" de diâmetro e 6 Kg de pressão.

Outro ponto a ter em consideração será o da drenagem das águas utilizadas no combate a incêndio, quer dentro das estações, quer nos túneis.

1.4.2 Engenharia Civil

Os interfaces ligados com esta actividade prendem-se com:

- execução das caixas de recepção de águas usadas, e com as redes gerais de combate a incêndios.
- estabelecimento de picagens da Rede Pública de abastecimento de águas e acesso destes ramais ao interior das estações ao armário onde será instalada a Válvula de seccionamento e ligação siamesa para os Bombeiros.
- estabelecimento dos percursos e formas de fixação das canalizações de combate a incêndio no interior das estações e túneis.
- estabelecimento dos nichos do serviço de Incêndios no interior dos túneis.

2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

2.1 Coluna Seca nas Estações

Serão efectuadas em tubo de aço Din 2440, com costura, ferro preto, e ligarão a rede de abastecimento público de água, até á parede ou parapeito de protecção das escadas de acesso onde, pelo lado exterior haverá acesso a uma válvula de seccionamento, tipo comporta e fuso DN 100, e uma válvula siamesa de 70mm para possível ligação dos Bombeiros, sendo depois encaminhada na estação descendo ao nível dos cais e túneis.

Nos cais haverá picagens para 4 carretéis, dois de cada lado da via

2.2 Bocas de Incendio Armadas (BIA's)

A alimentação às bocas de incêndio deverá ser realizada mediante tubagem de DN50 de diâmetro.

Compor-se-ão de caixas metálicas de protecção, instalados a uma altura tal que o centro do mesmo fique aproximadamente a 1,5 m de altura do chão. Cada caixa conterá os seguintes elementos:

A) Nas Estações Enterradas:

- válvula com corpo de latão para ligar tubagem de alimentação de 1" de diâmetro, contendo indicador de pressão (manómetro) com esfera graduada de 0 a 15 kg/cm²;
- suporte de mangueira metálico de eixo de rotação horizontal na qual irá enrolada a mesma. Irá unida a um suporte de eixo de rotação vertical, contendo de elementos de fixação a paramento vertical;
- mangueira semi-rígida de 1" capaz de suportar uma pressão de 15 kg/cm², conectada à rede de fornecimento de água através da válvula macho esférico. No seu outro extremo disporá de uma ligação rápida para a fixar à ponteira. A mangueira terá 25 m de comprimento;
- ponteira de latão com fixação rápida. Disporá de boquilha com 3 posições de jacto –nevoeiro – fechado.
- tomada para bombeiros com adaptador tipo "STORZ" com tampão roscado;

Em cada boca de incêndio armada, colocar-se-á um cartaz advertindo a proibição de descarregar água em direcção à catenária depois de se ter desligado previamente a corrente eléctrica de tracção.

As bocas de incêndio armadas estão localizadas nas peças desenhadas.

B) Nos Tuneis:

- válvula com corpo de latão para ligar tubagem de alimentação de 1" de diâmetro, contendo indicador de pressão (manómetro) com esfera graduada de 0 a 15 kg/;
- suporte de mangueira metálico de eixo de rotação horizontal na qual irá enrolada a mesma. Irá unida a um suporte de eixo de rotação vertical, contendo de elementos de fixação a paramento vertical;
- mangueira semi-rígida de 1" capaz de suportar uma pressão de 15 kg/cm², conectada à rede de fornecimento de água através da válvula macho esférico. No seu outro extremo disporá de uma ligação rápida para a fixar à ponteira. A mangueira terá 30 m de comprimento;

- ponteira de latão com fixação rápida. Disporá de boquilha com 3 posições de jacto –nevoeiro – fechado.
- tomada para bombeiros com adaptador tipo “STORZ” com tampão roscado;

Em cada boca de incêndio armada, colocar-se-á um cartaz advertindo a proibição de descarregar água em direcção à catenária depois de se ter desligado previamente a corrente eléctrica de tracção.

As bocas de incêndio armadas estão localizadas ao longo dos túneis, nos dois lados, alternadas, com afastamento entre si de 100 m quando do mesmo lado.

2.3 Siamesas

As siamesas serão instalados de acordo com o previsto no projecto da especialidade e ligados à rede pública dos Serviços Municipalizados de Águas e Saneamento.

São constituídas por um corpo em GG25, base e racord de ligação semelhantes, cobertura, dotado de tomadas de água, obturador e veio em bronze, com vedantes em borracha natural e três saídas de 70/70/90 mm.

2.4 Tubagem, e Acessórios

A tubagem da rede de combate a incêndios será de ferro galvanizado a quente será da série média, obedecendo ao prescrito nas normas DIN 2440 e ISOR 65 e possuirá as seguintes espessuras mínimas de parede:

Diâmetro Nominal em Polegadas	Espessura Parede em milímetros
$\frac{1}{2}$	2,65
$\frac{3}{4}$	2,65
1	3,25
1 $\frac{1}{4}$	3,25
1 $\frac{1}{2}$	3,25
2	3,65
2 $\frac{1}{2}$	3,65
3	4,05
3 $\frac{1}{2}$	4,05
4	4,50
5	4,85
6	4,85

As ligações serão para diâmetros inferiores a 3", roscadas, As roscas obedecerão à norma DIN 2950. Os acessórios de ligação serão com o mesmo acabamento superficial das tubagens.

Para diâmetros nominais superiores a 3 1/2", as ligações serão flangeadas, podendo ser a flange soldada à tubagem. A furação das flanges será de acordo com a norma DIN 2632.

Serão colocadas juntas de dilatação no mesmo local das juntas do edifício, tipo U ou lira, adequadamente dimensionadas para absorverem os esforços longitudinais e transversais.

As tubagens à vista serão fixadas por abraçadeiras que permitam a sua livre dilatação, excepto nos pontos fixos, quando houver.

As distâncias entre abraçadeiras ou quaisquer outros apoios variarão com os respectivos diâmetros e não sendo superiores, para trajectos horizontais ou verticais, até DN50 a 3 m e superior a DN 50 de 5 m.

Nas montagens à vista as tubagens ficarão afastadas das paredes ou tectos, cerca de 5 cm, e, nos atravessamentos de paredes, tectos ou pavimentos serão envolvidas por mangas metálicas de protecção de chapa zincada ou bainha de PVC, que permitam a sua livre dilatação.

O acabamento da tubagem montada à vista será realizada por pintura com duas demãos de tinta de esmalte, na cor prevista pela norma NP 182.

As válvulas que equipam os dispositivos de combate a incêndios serão incluídos no fornecimento dos equipamentos.

Nos ramais de tubagem de alimentação aos túneis serão instalados botões de desengate em caixa metálica com fecho à chave ou com segredo colocados nas áreas vizinhas das entradas dos túneis, em correspondência a cada válvula de seccionamento (situadas a nível plataformas) das condutas anti-incêndio destinadas ao túnel. O comando e alimentação destes sistemas é da responsabilidade dos Sistemas de Detecção.

2.5 Testes Parciais e Finais em Obra

De acordo com o tipo de equipamento e sistemas, serão executados todos os testes de ensaios necessários após instalação, nomeadamente os testes de fugas em tubagem.

Depois das tubagens e das válvulas montadas, as redes deverão ser submetidas a ensaios hidráulicos comprovativos da sua resistência e da sua estanqueidade.

As instalações serão submetidas durante 24 horas a um ensaio de pressão hidráulica igual a duas vezes a máxima pressão a que possam estar submetidas, num mínimo de 10 Kg/cm².

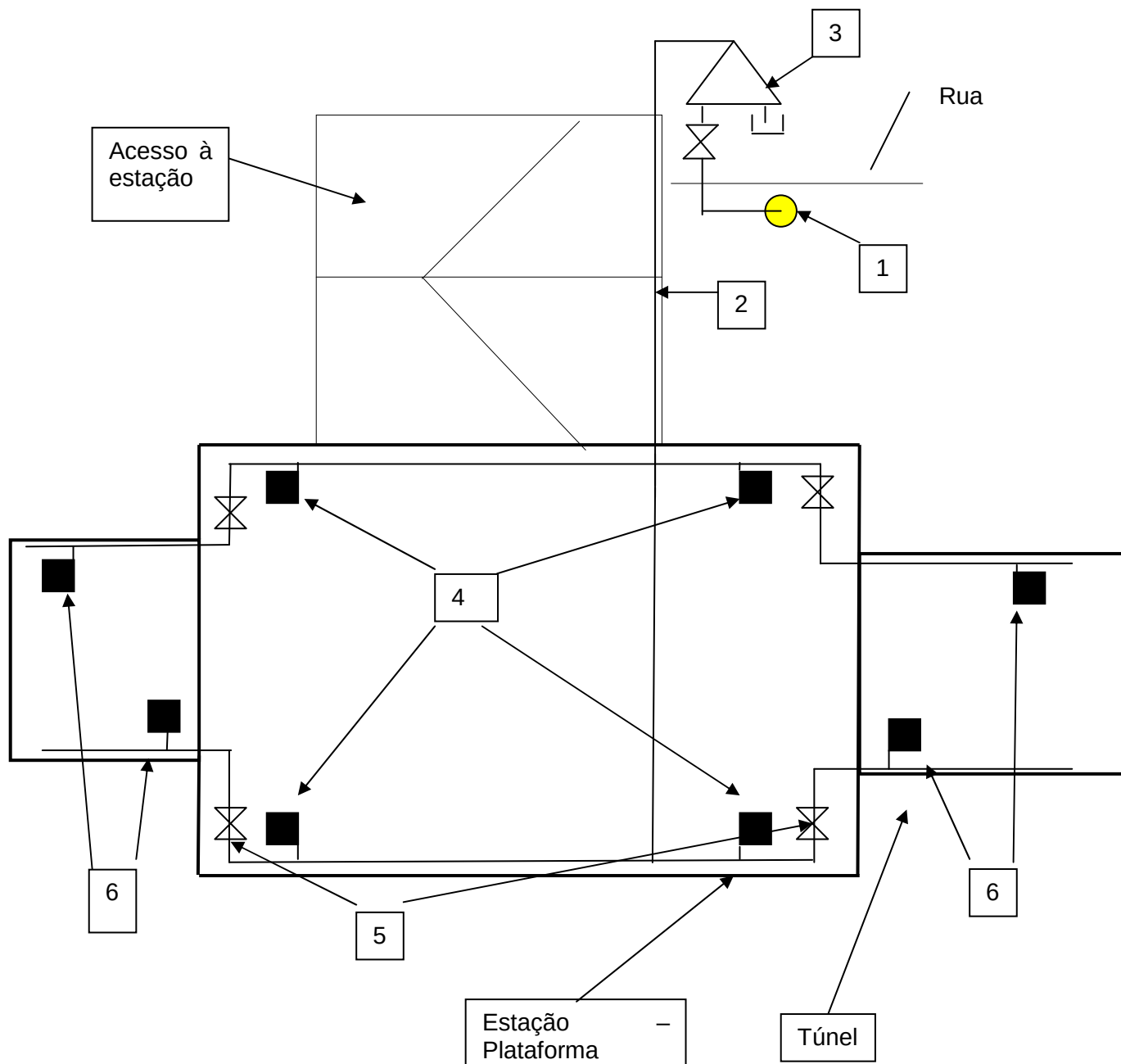
NOTA: A bomba para a prova hidráulica será colocada o mais próximo possível do ponto de menor cota do troço a ensaiar.

O enchimento das canalizações para a prova hidráulica deverá ser feito de modo a purgá-la de todo o ar, cuja existência no seu interior falsearia os resultados.

A bomba será munida de manómetro. Para o ensaio obturar-se-ão todos os pontos extremos das canalizações. Elevada a pressão interna da canalização ao valor P da pressão de prova, considerar-se-á que está satisfatoriamente assente quando o manómetro não acuse em meia hora descida superior a $(P/10)^{1/2}$.

3. ESQUEMA DE PRINCIPIO

Desenvolvimento da rede de combate a incêndios nas estações enterradas



LEGENDA:

- 1 - Tubagem da Rede Pública
- 2 - Tubagem de acesso ao cais de estação DN 100
- 3 - Siamesa com 2 tomadas de água (uma ligada à rede pública com válvula de fecho, outra com adaptador de ligação rápida de um autotanque dos bombeiros) e uma saída para a estação
- 4 - Carretel de cais de estação com mangueira de 25 m, agulheta, e válvula de fecho, e adaptação tipo Storz, com tampão roscado para ligação de mangueira adicional – Instalados com um afastamento máximo de 50 metros

- 5 - Válvula de fecho da linha de túnel
- 6 - Carretel de cais de estação com mangueira de 30 m, agulheta, e válvula de fecho, e adaptação tipo Storz, com tampão roscado para ligação de mangueira adicional – Instalados com um afastamento de 50 metros em lados alternados
- 7 - Tubagem de distribuição no túnel DN 100