

António Augusto Araújo Gomes
José António Beleza Carvalho

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE MÉDIA TENSÃO

POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO E SECCIONAMENTO

ENGEBOOK **ELETROTECNIA**

Sobre o livro

Esta obra pretende ser, acima de tudo, uma ferramenta didática de apoio aos alunos de cursos de engenharia eletrotécnica, bem como a técnicos responsáveis pelo projeto, execução e exploração de instalações elétricas. Pretende ser ainda uma ferramenta prática de estudo e de trabalho, capaz de transmitir conhecimentos técnicos, normativos e regulamentares sobre o projeto, execução e exploração de postos de transformação e seccionamento aos diversos agentes eletrotécnicos, tornando-os capazes de, para cada instalação na qual sejam intervenientes, maximizar a segurança, a fiabilidade e a funcionalidade, assim como reduzir os custos de execução e exploração das instalações.

Sobre os autores

António Augusto Araújo Gomes

Bacharel em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas de Energia pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto. Licenciado e Mestre (pré-Bolonha) em Engenharia Eletrotécnica e Computadores pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Professor adjunto no Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 1999. Coordenador de Obras na CERBERUS – Engenharia de Segurança, entre 1997 e 1999. Sócio da empresa Neutro à Terra – Gabinete de Engenharia Lda (2002 a 2006). Prestação de serviços de formação e/ou projeto e/ou assessoria e/ou consultoria no âmbito das instalações elétricas, telecomunicações, segurança, gestão de energia, eficiência energética, a diversas entidades, nomeadamente: NORVIA – Consultores de Engenharia, S.A.; Schumal – Engenharia e Serviços, Lda.; ENERKO – Consultores de Engenharia, Lda.; ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade; Quitérios – Fábrica de Quadros Elétricos, S.A.; IEP – Instituto Eletrotécnico Português; CENERTEC – Centro de Energia e Tecnologia; ANACOM – Autoridade Nacional das Telecomunicações; IDT – Instituto para o Desenvolvimento Tecnológico; EDV – Agência de Energia Entre Douro e Vouga.

José António Beleza Carvalho

Bacharel e Licenciado em Engenharia Eletrotécnica pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto, Mestre e Doutor em Engenharia Eletrotécnica na especialidade de sistemas de energia pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Professor Coordenador no Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto, desempenhando atualmente as funções de Diretor do Departamento. É autor de vários artigos publicados em conferências nacionais e internacionais, diretor da revista Neutro-à-Terra e integrou vários júris de provas públicas de doutoramento e para a carreira do ensino superior.

Apoio à edição



Também disponível em formato e-book



www.engebook.com

engebook



engebook

ANTÓNIO AUGUSTO ARAÚJO GOMES
JOSÉ ANTÓNIO BELEZA CARVALHO

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE MÉDIA TENSÃO
POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO E SECCIONAMENTO

2.ª Edição

António Augusto Araújo Gomes
José António Beleza Carvalho

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE MÉDIA TENSÃO

POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO E SECCIONAMENTO

ENGEBOOK **ELETROTECNIA**



ÍNDICE

1. ASPETOS GERAIS	1
2. SISTEMA ELÉTRICO DE ENERGIA	5
3. REGULAMENTOS, PROJETOS-TIPO, GUIAS TÉCNICOS, DOCUMENTOS NORMATIVOS	13
3.1. Aspectos gerais	13
3.2. Regulamentos.....	14
3.3. Projetos-tipo	15
3.4. Documentos normativos do concessionário da rede nacional de distribuição de energia elétrica.....	17
4. EQUIPAMENTOS, APARELHAGEM E MATERIAIS.....	23
4.1. Aspectos gerais	23
4.2. Transformador de potência	24
4.2.1. Aspectos gerais	24
4.2.2. Classificação quanto ao tipo de isolamento	26
4.2.3. Classificação quanto à montagem.....	30
4.2.4. Características elétricas	31
4.2.5. Regulação da tensão.....	32
4.2.6. Refrigeração.....	34
4.2.7. Grupo de ligação	34
4.2.8. Proteção	35
4.3. Transformadores de medida.....	36
4.3.1. Generalidades.....	36
4.3.2. Transformadores de corrente	37
4.3.3. Transformadores de tensão	38
4.4. Seccionador.....	39
4.5. Interruptor.....	42
4.6. Interruptor-seccionador	42
4.7. Corta-circuito fusível	45
4.8. Interruptor-seccionador-fusível.....	46
4.9. Disjuntor.....	48
4.10. Aparelho Extraível.....	51
4.11. Descarregadores de sobretensões.....	52
4.12. Isoladores.....	53

4.13.	Barramentos.....	55
4.14.	Quadros metálicos pré-fabricados.....	56
4.14.1.	Aspetos Gerais.....	56
4.14.2.	Quadros modulares.....	57
4.14.3.	Quadros modulares compactos.....	59
5.	TIPO DE POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO	63
5.1.	Aspetos gerais.....	63
5.2.	Classificação.....	63
5.2.1.	Classificação quanto ao serviço prestado.....	64
5.2.2.	Classificação quanto à função desempenhada.....	64
5.2.3.	Classificação quanto à instalação.....	64
5.2.4.	Classificação quanto ao tipo de alimentação.....	65
5.2.5.	Classificação quanto ao modo de alimentação.....	66
5.2.6.	Classificação quanto ao modo de exploração.....	66
5.2.7.	Classificação quanto ao tipo de aparelhagem de média tensão.....	66
5.3.	Soluções normalizadas pela Direção-Geral de Energia e Geologia.....	67
6.	POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO DE EXTERIOR (AÉREOS)	69
6.1.	Aspetos gerais.....	69
6.2.	Tipo de postos.....	70
6.2.1.	Aspetos gerais.....	70
6.2.2.	Postos de transformação aéreos do tipo A.....	71
6.2.3.	Posto de transformação aéreo do tipo AS.....	74
6.2.4.	Posto de transformação aéreo do tipo AI.....	77
6.3.	Aparelhagem e equipamentos de média tensão.....	81
6.3.1.	Aspetos gerais.....	81
6.3.2.	Níveis de isolamento estipulados.....	81
6.3.3.	Seccionadores.....	81
6.3.4.	Interruptor-Seccionador.....	82
6.3.5.	Transformadores.....	82
6.3.6.	Proteção contra sobretensões.....	83
6.4.	Quadro geral de baixa tensão.....	83
6.4.1.	Aspetos gerais.....	83
6.4.2.	Postos de transformação aéreos do tipo A e AS.....	84
6.4.3.	Postos de transformação aéreos do tipo AI.....	86
6.5.	Plataformas de manobra.....	88
6.6.	Terras.....	89
6.6.1.	Aspetos gerais.....	89

6.6.2.	Terra de proteção.....	90
6.6.3.	Terra de serviço.....	91
6.6.4.	Eléctrodos de terra.....	93
7.	POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO DE INTERIOR.....	95
7.1.	Aspetos gerais.....	95
7.2.	Postos de transformação em cabina alta.....	96
7.2.1.	Aspetos gerais.....	96
7.2.2.	Tipo de postos.....	97
7.2.2.1.	Aspetos gerais.....	97
7.2.2.2.	Cabina alta do tipo CA1.....	97
7.2.2.3.	Cabina alta do tipo CA2.....	101
7.2.3.	Observações finais.....	103
7.3.	Postos de transformação em cabina baixa.....	107
7.3.1.	Aspetos gerais.....	107
7.3.2.	Postos de transformação em cabina baixa de construção tradicional.....	108
7.3.2.1.	Aspetos gerais.....	108
7.3.2.2.	Postos de transformação do tipo CBU.....	109
7.3.2.3.	Postos de transformação do tipo CBL.....	109
7.3.2.4.	Esquema eléctrico.....	110
7.3.2.5.	Quadro geral de baixa tensão.....	111
7.3.2.6.	Observações finais.....	111
7.3.3.	Postos de transformação em cabina baixa pré-fabricados compactos.....	112
7.3.3.1.	Generalidades.....	112
7.3.3.2.	Esquema eléctrico.....	113
7.3.3.3.	Quadro geral de baixa tensão.....	114
7.3.3.4.	Observações finais.....	114
7.3.4.	Postos de transformação em cabina baixa em edifício de outros usos.....	114
7.3.4.1.	Esquema eléctrico.....	117
7.3.4.2.	Quadro geral de baixa tensão.....	117
7.3.4.3.	Observações finais.....	117
7.3.5.	Postos de transformação em cabina baixa subterrâneos.....	117
7.3.5.1.	Esquema eléctrico.....	122
7.3.5.2.	Quadro geral de baixa tensão.....	122
7.3.5.3.	Observações finais.....	122
7.4.	Cabinas.....	123
7.4.1.	Postos de transformação de cabina alta.....	123
7.4.2.	Postos de transformação em cabina baixa de construção tradicional.....	124
7.4.3.	Postos de transformação em cabina baixa pré-fabricado compacto.....	125

7.5.	Instalação elétrica.....	127
7.5.1.	Entrada e saídas no posto de transformação.....	127
7.5.2.	Aparelhagem e equipamentos de média tensão.....	128
7.5.3.	Quadro geral de baixa tensão.....	130
7.6.	Proteção contra contatos diretos.....	133
7.7.	Terras.....	133
7.8.	Acessórios de sinalização e segurança.....	136
8.	PROJETO DE POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO.....	141
8.1.	Aspetos gerais.....	141
8.2.	Local de instalação.....	142
8.3.	Dados de projeto.....	142
8.4.	Potência a instalar no posto de transformação.....	146
8.5.	Projeto de postos de transformação por recurso a software comercial.....	150
9.	LIGAÇÃO DE POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO DE CLIENTE.....	155
9.1.	Aspetos gerais.....	155
9.2.	Síntese do processo de ligação.....	156
9.2.1.	Ações a desenvolver previamente ao pedido de ligação.....	156
9.2.2.	Procedimento de pedido de ligação.....	157
9.2.3.	Execução da ligação à rede.....	158
9.2.3.1.	Início do fornecimento de energia elétrica.....	158
9.2.3.2.	Resumo da tramitação de ligação à rede.....	159
9.2.4.	Conceitos técnicos.....	159
9.3.	Pontos de fronteira EDP Distribuição/Cliente.....	160
9.3.1.	Ligação em aéreo à rede de média tensão.....	160
9.3.1.1.	Posto de transformação aéreo – Tipo AI / AS.....	161
9.3.1.2.	Posto de Transformação em Cabine Alta – CA2 (entrada por isolador de travessia).....	162
9.4.	Ligação em subterrâneo à rede de média tensão.....	162
9.4.1.	Ligação em antena.....	162
9.4.1.1.	Posto de Transformação em Cabina Baixa – CB (contagem em Baixa Tensão).....	163
9.4.1.2.	Posto de Transformação em Cabine Baixa – CB (Contagem em Média Tensão).....	164
9.4.2.	Ligação em anel.....	165
9.4.2.1.	Aspetos gerais.....	165
9.4.2.2.	Posto de Transformação em Cabine Baixa com Posto de Seccionamento anexo (contagem em Baixa Tensão).....	166
9.4.2.3.	Posto de Transformação em Cabine Baixa com Posto de Seccionamento anexo (contagem em Média Tensão).....	166
9.4.3.	Ligação mista.....	167
9.4.3.1.	Aspetos gerais.....	167

9.4.3.2.	Posto de Transformação em Cabine Baixa – ramal média tensão de transição Aéreo-Subterrâneo, propriedade do cliente.....	168
9.4.3.3.	Posto de Transformação em Cabine Baixa – ramal média tensão de transição Aéreo-Subterrâneo, propriedade do EDP.....	169
10.	EXPLORAÇÃO E MANUTENÇÃO.....	171
10.1.	Generalidades.....	171
10.2.	Disposições legais aplicáveis.....	172
10.3.	Procedimento de exploração.....	177
10.3.1.	Generalidades.....	177
10.3.2.	Manutenção preventiva sistemática.....	177
10.3.2.1.	Procedimento de manutenção.....	177
10.3.2.2.	Periodicidade das ações.....	181
10.3.2.3.	Documentos de suporte.....	181
10.3.3.	Manutenção preventiva condicionada.....	183
10.3.4.	Recomendações de exploração.....	183
11.	NOTAS COMPLEMENTARES.....	185
11.1.	Nota complementar I – Grau de proteção assegurado pelos invólucros (Código IP).....	185
11.2.	Nota complementar II – Grau de proteção contra os impactos mecânicos (Código IK).....	188
11.3.	Nota complementares III – Esquemas de ligação à terra.....	189
11.4.	Nota complementar IV – Resistividade elétrica do solo.....	192

Norma internacional

Norma adotada por uma organização internacional com atividades normativas/ de normalização e colocadas à disposição do público.

Norma nacional

Norma adotada por um Organismo Nacional de Normalização (ONN) e colocada à disposição do público.

Regulamento técnico

Regulamento que contém requisitos técnicos quer direta quer por referência a uma norma, especificação técnica ou código de boa prática, ou integrando o seu conteúdo.

Regras técnicas

Conjunto de princípios reguladores de um processo destinado à obtenção de resultados considerados úteis para uma decisão ou ação de caráter técnico.

Trata-se de uma área de atividade extremamente vasta e diferenciada, requerendo a intervenção numa diversificada área de instalações e sistemas, profundos conhecimentos técnicos, assim como um conhecimento atualizado relativamente a normas, regulamentos, soluções técnicas e tecnologias, materiais, equipamentos e aparelhagem.

Norma Portuguesa (NP)

Documento, estabelecido por consenso, aprovado e editado pelo Organismo Nacional de Normalização (ONN), que fornece, para utilizações comuns e repetidas, regras, orientações ou características, para atividades ou para os seus resultados, garantindo um nível de ordem ótimo num determinado contexto. Como documento técnico de referência, as normas deverão ser fundamentadas em conhecimentos da ciência, da técnica e da experiência e deverão fornecer regras, linhas de orientação, características ou requisitos para as atividades ou para os seus resultados visando atingir uma solução ótima para a comunidade, no respetivo contexto específico da sua aplicação.

Organismo Nacional de Normalização (ONN)

Organismo de normalização reconhecido a nível nacional, que reúne as condições para se tornar o membro nacional das correspondentes organizações internacionais e regionais de normalização. O Instituto Português da Qualidade (IPQ) é o Organismo Nacional de Normalização (ONN) em Portugal.

A segurança dos utilizadores, das instalações e dos equipamentos elétricos é a preocupação primeira e fundamental dos técnicos responsáveis pelo projeto, pela execução e pela exploração das instalações elétricas.

Ao técnico responsável pelo projeto de instalações elétricas (projetista), é exigido encontrar a melhor solução técnico-económica para a instalação em questão, considerando como fator preponderante a segurança de pessoas e bens.

O projeto de instalações elétricas deverá ser objeto de um estudo específico para que o mesmo não seja uma mera cópia adaptada de um outro, de uma instalação semelhante, mas que a solução final proposta traduza as necessidades e características próprias da instalação. O projeto deverá funcionar ainda como um elemento dinamizador da aplicação de novos aparelhos, equipamentos e conceitos até então desconhecidos ou pouco aplicados, bem como uma garantia superiormente fornecida acerca da correta utilização dos aparelhos, bom senso na conceção das instalações e adequada segurança e conforto dos utilizadores.

A existência de um projeto de instalações elétricas, de licenciamento ou de execução, deve conferir, por si só, uma garantia de qualidade, segurança e funcionalidade, flexibilidade e fiabilidade das instalações, bem como, por vezes, a diminuição dos custos de execução e exploração das mesmas.

Ao técnico responsável pela execução das instalações elétricas, é exigido a execução das instalações em conformidade com o definido no projeto, cumprindo a regulamentação e demais legislação aplicável, observando as boas regras da arte e da técnica.

Ao técnico responsável pela execução caberá também realizar a verificação das instalações antes da entrada em funcionamento de modo a garantir a qualidade e a segurança das mesmas.

Ao técnico responsável pela exploração, é exigido verificar, através da realização de verificações periódicas, que as instalações mantêm as condições de segurança e funcionamento, objeto de verificação aquando da realização da verificação inicial, antes da sua entrada em funcionamento.

Projeto de licenciamento

Documento requerido às instalações que obrigam à existência de projeto de licenciamento. Consiste num projeto realizado de acordo com o definido nos regulamentos, por forma a permitir o licenciamento das instalações, perante as entidades competentes.

Projeto de execução

Constituído por um conjunto coordenado das informações escritas e desenhadas de fácil e inequívoca interpretação por parte das entidades intervenientes na execução da obra, obedecendo ao disposto na legislação e regulamentação aplicável.

O projeto, de licenciamento ou de execução, deverá ser constituído por um conjunto coordenado das informações escritas e desenhadas de fácil e inequívoca interpretação por parte das entidades intervenientes na execução da obra, obedecendo ao disposto na legislação e regulamentação aplicável.

Verificação

Conjunto de medidas que permitem aferir que a instalação elétrica foi executada de acordo com o respetivo projeto e regulamentos. A verificação compreende a inspeção, ensaios e relatório.

Ensaios

Realização de medidas nas instalações elétricas que permitam verificar a eficácia das medidas implementadas.

Tabela 1. Níveis de tensão normalizados (continuação)

Tensão (V)			Classes (Decreto Regulamentar n.º 1/92, de 18 de fevereiro)	Designação	
Nominal	Mais elevada para o equipamento			EN 60038	Nacional
Tensão (kV) Série I			2ª	Alta Tensão	Média Tensão
3,3	3	3,6			
6,6	6	7,2			
11	10	12			
-	(15)	(17,5)			
22	20	24			
33	30	36			
-	35	40,5			
(45)	-	(52)			
66	69	72,5			
90	-	100	3ª	Alta Tensão	Muito Alta Tensão
110	115	123			
132	138	145			
(150)	(154)	(170)			
220	230	245			
-	-	(300)			
-	-	362			
-	-	420			
-	-	550			
-	-	800			
-	-	1 100			
-	-	1 200			

Os valores indicados entre parêntesis devem ser considerados como valores não preferenciais. É recomendada a sua não utilização em novos sistemas.

Em Portugal os níveis de tensão mais utilizados são:

TRANSPORTE

No transporte são utilizadas linhas de muito alta tensão, sendo os níveis de tensão mais utilizados em Portugal: 150, 220 e 400 kV;

A Tabela 2 apresenta os principais dados característicos da Rede Nacional de Transporte em 31 de dezembro de 2016.

Tabela 2. Principais dados característicos da Rede Nacional de Transporte em 31 de dezembro de 2016

Nível de tensão (kV)	Comprimento de linhas em serviço (km)
400	2 670
220*	3 611
150**	2 582

* Inclui 95,2 km em circuitos subterrâneos.
** Inclui 9,0 km do troço português da linha de interligação internacional a 132 kV Lindoso-Conchas.

A Figura 2 mostra o mapa da Rede Nacional de Transporte de Eletricidade, situação em 2016.

**Figura 2.** Mapa da Rede Nacional de Transporte

DISTRIBUIÇÃO EM ALTA TENSÃO

Na distribuição em alta tensão o nível de tensão utilizado em Portugal é: 60 kV.

DISTRIBUIÇÃO EM MÉDIA TENSÃO

Na distribuição em média tensão os níveis de tensão mais utilizados em Portugal: 10, 15 e 30 kV.

A Tabela 3 apresenta os principais dados característicos das linhas da Rede Nacional de Distribuição.

Tabela 3. Principais dados característicos das linhas da Rede Nacional de Distribuição em 31 de dezembro de 2016

Linhas (Incluindo ramais)	Alta Tensão (60/130/150 kV) (km)	Média Tensão (< 6/10/15/30/40 kV) (km)
Aéreas	8 990	58 606
Cabos subterrâneos	526	14 336

A Figura 3 mostra o mapa simplificado da Rede Nacional de Distribuição, com o qual se pretende, fundamentalmente, ilustrar os níveis de média tensão em uso em Portugal continental.

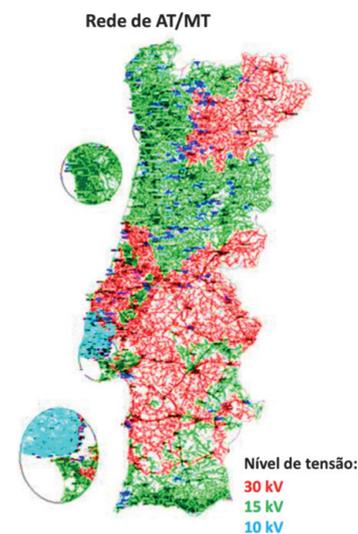


Figura 3. Mapa indicativo dos níveis de tensão em uso na Rede Nacional de Distribuição

DISTRIBUIÇÃO EM BAIXA TENSÃO

Na distribuição em baixa tensão o nível de tensão utilizado em Portugal é: 400 V (230/400 V).

A obtenção dos referidos níveis de tensão é realizada em instalações de transformação, que atendendo à regulamentação Portuguesa se podem dividir em:

POSTO ELÉTRICO

Posto elétrico é definido pelo Regulamento de Segurança de Linhas Aéreas de Alta Tensão como:

Parte de uma rede elétrica, situada num mesmo local, englobando principalmente as extremidades das linhas de transporte ou de distribuição, a aparelhagem elétrica, eventualmente transformadores e os edifícios.

SUBESTAÇÃO

O Regulamento de Segurança de Subestações, Postos de Transformação e de Seccionamento, define subestação como:

Instalação de alta tensão destinada a algum ou alguns dos seguintes fins:

- Transformação da corrente elétrica por um ou mais transformadores estáticos, quando o secundário de um ou mais desses transformadores se destine a alimentar postos de transformação ou outras subestações;
- Transformação da corrente por retificadores, onduladores, conversores ou máquinas conjugadas;
- Compensação do fator de potência por compensadores síncronos ou condensadores.

POSTO DE TRANSFORMAÇÃO

O Regulamento de Segurança de Subestações, Postos de Transformação e de Seccionamento, define posto de transformação como:

4.2.6. Refrigeração

O tipo de arrefecimento do transformador é codificado por um conjunto de quatro letras, indicando as duas primeiras o meio refrigerante e o respetivo processo de refrigeração quanto aos enrolamentos, e as duas últimas o meio refrigerante e os respetivo processo de refrigeração quanto ao processo de arrefecimento exterior.

A Tabela 5 mostra o significado da referida codificação.

Tabela 5. Significado da codificação da refrigeração dos transformadores

Refrigerante	Símbolo	Modo de circulação do refrigerante	Símbolo
Óleo mineral	O	Natural	N
Gás	G	Forçada	F
Água	W		
Ar	A		

Normalmente os transformadores de distribuição que equipam os postos de transformação tem arrefecimento tipo ONAN, isto é, arrefecimento dos enrolamentos por óleo, com circulação natural e, arrefecimento exterior pelo ar, de circulação natural.

4.2.7. Grupo de ligação

O grupo de ligação identifica a forma como estão interligadas as bobinagens do lado da alta e da baixa tensão em cada fase.

O grupo de ligação dos enrolamentos do transformador é realizado pela indicação de uma letra maiúscula que representa a forma de ligação da bobinagem da alta tensão, seguida de uma letra minúscula que representa a forma de ligação da bobinagem do lado da baixa tensão do transformador.

Se o neutro for acessível, adiciona-se a letra N ou n, consoante se trate do lado da alta ou da baixa tensão.

A Tabela 6 mostra a simbologia normalizada internacionalmente para definição do grupo de ligação dos enrolamentos do transformador.

Tabela 6. Grupos de ligação dos enrolamentos dos transformadores

Ligação	Símbolo	Letras do grupo de ligação	
		Lado da tensão mais elevada	Lado da tensão mais baixa
Triângulo	Δ	D	d
Estrela	\star	Y	y
Zigue-zague	\curvearrowright	Z	z

Associado ao grupo de ligações aparece a indicação do índice horário que representa o desfasamento das tensões simples do lado da baixa tensão relativamente às tensões simples do lado da alta tensão dos enrolamentos de cada fase do transformador, estando o fasor do lado da tensão mais elevada colocado nas 12 horas.

A indicação do grupo de ligações é realizado através da colocação de um número após a codificação relativa ao grupo de ligação, indicando, quando multiplicado por 30°, o desfasamento, em atraso, da tensão do lado da baixa relativamente à tensão do lado da alta, da mesma fase.

Normalmente os transformadores de distribuição que equipam os postos de transformação tem o grupo de ligações: Dyn5, isto é, tem o enrolamento da tensão mais elevada em triângulo e o da tensão mais baixa em estrela, com neutro acessível e no qual as tensões da mesma fase estão desfasadas entre si de um ângulo de 150°, com a tensão do lado da baixa com avanço de 150° relativamente à do lado da alta tensão.

4.2.8. Proteção

A forma como é realizada a proteção do transformador, vai depender do tipo de transformador em questão.

I. TRANSFORMADORES EM BANHO DE ÓLEO

A proteção dos transformadores em banho de óleo pode ser realizada com recurso aos seguintes elementos:

UNIDADE DE "DETEÇÃO DE GÁS PRESSÃO TEMPERATURA 2 CONTACTOS (DGPT2)"

Este tipo de aparelho de proteção realiza as funções de deteção de gás, aumento de pressão e termómetro de dois contactos.

Relé Buchholz

Em transformadores a óleo e possuindo recipiente de dilatação (conservador) é possível empregar um dispositivo de proteção por deteção de emissão de gás com dois flutuadores, correntemente designado por "relés Buchholz", para detetar defeitos internos no transformador.

O relé deverá detetar libertações mais ou menos importantes de gases provenientes da decomposição dos isolantes sólidos e líquidos provocados pela ação do calor ou do arco elétrico, detetar o aparecimento de gases não combustíveis provenientes de infiltrações ou libertações, detetar o abaixamento do nível do fluido abaixo do nível admissível para o bom funcionamento da aparelhagem e detetar movimentos importantes do fluido dielétrico no sentido cuba-conservador e, que é capaz de sinalizar e emitir ordem para interromper a alimentação do transformador, em situação de desprendimento de gases, quando estes resultam da decomposição do dielétrico por efeito de avaria interna – arco elétrico entre espiras.



Os relés Buchholz a instalar em instalações propriedade do distribuidor vinculado, deverão observar a normalização aplicável, mas também os aspetos normativos definidos pelo concessionário da rede de distribuição, nomeadamente:

**DMA-C52-113/N, EDP
Distribuição**

Dispositivos de proteção por deteção de emissão de gás com dois flutuadores (Buchholz).

Objetivo

Destina-se a definir as características a que deverão obedecer os dispositivos de proteção por deteção de emissão de gás com dois flutuadores, correntemente designados por “relés Buchholz”.

Realiza as funções de:

- › Deteção de emissão de gases do líquido dielétrico devido a uma decomposição provocada pelo calor ou arco elétrico que se poderá produzir no interior da cuba;
- › Deteção de uma descida accidental do nível do dielétrico (disparo);
- › Deteção de um aumento excessivo da pressão que se exerce sobre a cuba (disparo);
- › Leitura da temperatura do líquido dielétrico (contactos de alarme e disparo reguláveis);
- › Visualização do nível de líquido por meio de um pequeno flutuador.

TERMÓMETRO

Os termómetros instalam-se para indicar a temperatura do óleo do transformador.

Normalmente montam-se termómetros de dois contactos, um de alarme, atingida uma temperatura predeterminada e outro de disparo dando ordem de interrupção da alimentação ao aparelho de corte da instalação.

- › Proteção de temperatura (alarme);
- › Proteção de temperatura (disparo).

II. TRANSFORMADORES DO TIPO SECO

A proteção dos transformadores do tipo seco é realizada normalmente com recurso a sondas de temperatura do tipo PTC 100.

As sondas de temperatura são colocadas nos enrolamentos de baixa tensão, duas sondas por enrolamento.

- › Alarme (150°);
- › Disparo (170°).

4.3. Transformadores de medida

4.3.1. Generalidades

Nas instalações de muito alta, alta e média tensão não é possível ligar um circuito diretamente à aparelhagem de medida, porque os níveis de isolamento e as correntes de estipuladas dessa aparelhagem de medida não o permitem.

Os transformadores de medida são assim aparelhos utilizados para efetuar, por um lado, a separação da muito alta/alta/média tensão dos circuitos e aparelhagem de medida, proteção ou sinalização e, por outro lado, reduzirem as grandezas a medir a valores convenientes e uniformizados, compatíveis com os aparelhos de medida ou proteções existentes.

4.3.2. Transformadores de corrente

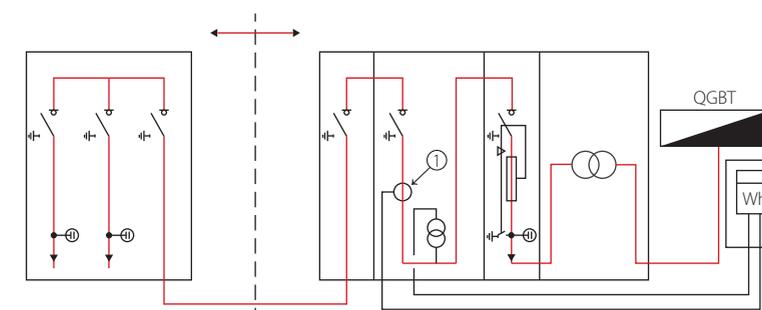
São utilizados quando é necessário medir e utilizar correntes. Para tal, o primário é colocado em série nos respetivos circuitos.

A Figura 10 apresenta um exemplo de um transformador de corrente.



Figura 10. Transformador de corrente (Iso-Sigma)

A Figura 11 apresenta a utilização de um transformador de corrente numa cela de contagem de um posto de transformação.



1 - Transformador de corrente.

Figura 11. Transformador de corrente num posto de transformação

IEC 60044-2

Transformadores de medida - Parte 1: Transformadores de corrente.

Os transformadores de corrente que equipam os postos de transformação de serviço público (PTD), propriedade de um distribuidor vinculado, deverão observar a normalização aplicável, mas também os aspetos normativos definidos pelo concessionário da rede de distribuição, nomeadamente:

**DMA-C42-550/N, EDP
Distribuição**

Transformadores de medida. Transformadores de corrente MT e de 60 KV Características e ensaios.

Objeto

Destina-se a fixar as características técnicas a que devem obedecer os transformadores de corrente de média tensão e de 60 kV, a adquirir pela EDP e destinados a equipar as suas redes de distribuição.

Pode dizer-se que em termos elétricos os transformadores de intensidade trabalham quase sempre em regime de curto-circuito.

**DMA-C42-552/N, EDP
Distribuição**

Transformadores de medida. Transformadores de corrente de baixa tensão. Características e ensaios.

Objeto e campo de aplicação

Destina-se a estabelecer as características dos transformadores de corrente de baixa tensão e a fixar os ensaios a que devem ser sujeitos para a sua verificação. Estes transformadores destinam-se às equipas de contagem da EDP Distribuição.

Legenda

- 1 - Descarregador de sobretensões
- 2 - Terra de proteção
- 3 - Interruptor-seccionador
- 4 - Transformador de potência
- 5 - Disjuntor de baixa tensão
- 6 - Saídas de usos gerais
- 7 - Saída iluminação pública
- 8 - Contador de energia – Iluminação pública
- 9 - Terra de proteção
- 10 - Controle e comando da iluminação pública
- 11 - Contador de energia – Usos gerais

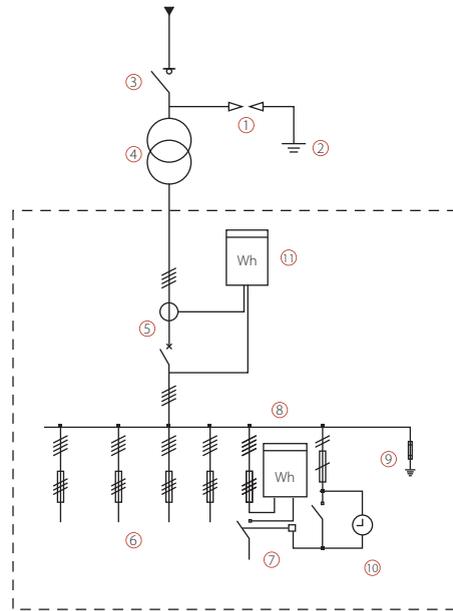


Figura 54. Esquema unifilar simplificado do posto de transformação aéreo do tipo AI

A Figura 55 ilustra os principais elementos constituintes do posto de transformação aéreo do tipo AI-1.

Legenda

- 1 - Travessa e tirante de amarração completa
- 2 - Alongadores de cadeia
- 3 - Interruptor-Seccionador
- 4 - Descarregador de sobretensões
- 5 - Transformador de potência
- 6 - Quadro geral de baixa tensão (QGBT)
- 7 - Plataforma de manobra
- 8 - Saídas aéreas de baixa tensão (Podem também ser saídas subterrâneas)
- 9 - Poste

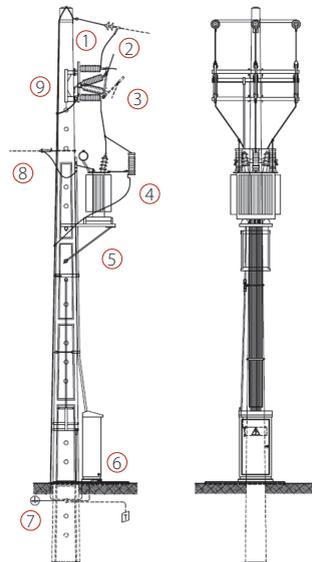


Figura 55. Principais elementos constituintes do posto de transformação aéreo do tipo AI-1

6.3. Aparelhagem e equipamentos de média tensão

6.3.1. Aspetos gerais

Neste parágrafo pretende-se realizar uma caracterização sucinta da principal aparelhagem e equipamentos de média tensão, que estão presentes nos postos de transformação aéreos.

Tratando-se de postos de transformação exteriores, sujeitos às condições atmosféricas, toda esta aparelhagem deverá ser do tipo exterior.

6.3.2. Níveis de isolamento estipulados

Conforme indicado nos projeto tipo de postos de transformação aéreos da Direção-Geral de Energia, a aparelhagem de média tensão que equipa os postos de transformação aéreos deverá ter os níveis de isolamento estipulados indicados na Tabela 8.

Tabela 8. Níveis de isolamento estipulados do equipamento de média tensão dos postos de transformação aéreos

Tensão nominal da rede kV	Tensão estipulada do equipamento (Um) (valor eficaz) kV	
	Tipo A e AS	Tipo AI
3	-	3,6
6	7,2	7,2
10	12	12
15	17,5	17,5
20	-	24
30	36	36

Tensão estipulada
Tensão atribuída ao equipamento pelo fabricante

6.3.3. Seccionadores

O seccionador equipa os postos de transformação aéreos do tipo AS e deverá ter uma intensidade nominal não inferior a 200A.

Para um conhecimento mais exaustivo das características deste tipo de postos de transformação aconselha-se a consultar os referidos projetos-tipo.

O seccionador deve ser comandado mecanicamente por meio de vara de comando e ser colocado, em regra, na face do poste oposta à do Quadro Geral de Baixa Tensão do posto de transformação.

6.3.4. Interruptor-seccionador

O interruptor-seccionador equipa os postos de transformação aéreos do tipo AI e deverá ter uma intensidade nominal não inferior a 200 A e deverá possuir um poder de fecho adequado à potência de curto-circuito da rede de média tensão previsível no ponto de instalação do posto de transformação. Deve ter um poder de corte nominal mínimo de cargas principalmente ativas de 31,5 A.

O interruptor-seccionador deve ser comandado mecanicamente através de vara de comando e ser colocado, preferencialmente, na face do poste oposta à do Quadro Geral de Baixa Tensão.

6.3.5. Transformadores

De acordo com o definido nos projetos tipo de postos de transformação aéreos da Direção-Geral de Energia, as potências nominais dos transformadores a instalar em cada um dos diversos tipos de postos de transformação aéreos, são os indicados na Tabela 9.

Tabela 9. Potência dos transformadores a instalar nos postos de transformação aéreos

Tipo de Posto de Transformação	Potência dos transformadores a utilizar kVA				
A	25	50	100	-	-
AS	25	50	100	-	-
AI	-	-	-	160	250

As características principais dos transformadores são:

- › Trifásicos, para montagem exterior;
- › Tensões primárias de 6, 10, 15 e 30 kV e secundárias de 230/400 V;
- › Dotados de comutador em vazio, do lado do primário, para $\pm 5\%$.

Poder de feixe

Valor da corrente presumida de feixe que num equipamento de conexão é capaz de estabelecer sob uma dada tensão e nas condições prescritas de utilização e de comportamento.

Poder de corte

Valor da corrente presumida de corte que um aparelho de conexão é capaz de interromper sob uma dada tensão e nas condições prescritas de utilização e comportamento.

6.3.6. Proteção contra sobretensões

No que se refere à proteção contra sobretensões, de acordo com o definido nos projetos tipo de postos de transformação aéreos da Direção-Geral de Energia, a escolha da solução a adotar deverá ser realizada tendo por base o definido na Tabela 10.

Tabela 10. Escolha das proteções contra sobretensões

Tipo de posto de transformação	Para-raios do tipo autoválvulas Poder de descarga nominal kA		Disruptores de hastes (em substituição das autoválvulas)
A	5	10	Sim, se a)
AS	5	10	Sim, se a)
AI	5	10	Sim, se a)

a) Sendo satisfeitas simultaneamente as seguintes condições:

1. A linha de alimentação dispuser de proteções de defeito fase-terra rápidas e eficientes, com religação automática;
2. O valor da resistência de terra for inferior a 20 Ω , nas condições mais desfavoráveis e se o posto não estiver em zonas particularmente expostas a trovoadas;
3. O posto não for implantado em zona frequentada pelo público (vizinhança de escolas, praças públicas, etc.).

6.4. Quadro geral de baixa tensão

6.4.1. Aspetos gerais

Os invólucros dos quadros gerais de baixa tensão (QGBT) dos postos de transformação aéreos, de acordo com o definido no projeto tipo de postos de transformação aéreos da Direção-Geral de Energia e Geologia, deverão ser realizados em chapa galvanizada de espessura mínima de 2 mm, chapa de aço polida de espessura mínima de 2 mm ou em poliéster reforçado com fibra de vidro e assegurar um índice de proteção mínimo de IP45 IK10.

Graus de proteção

Nível de proteção assegurado por um invólucro contra o acesso a partes perigosas, contra a penetração de corpos sólidos estranhos e/o contra a penetração de água, verificado por métodos de ensaio normalizados. O grau de proteção assegurado pelos invólucros (código IP) consiste num sistema de codificação para indicar os graus de proteção assegurados por um invólucro contra o acesso a partes perigosas, a penetração de corpos sólidos estranhos, a penetração de água e para fornecer uma informação adicional relacionada com a referida proteção. Os graus de proteção assegurados pelos invólucros (Código IP) de tensão estipulada igual ou inferior a 72,5 kV são definidos pela norma portuguesa, NP EN 60529.

NP EN 60529

Graus de proteção assegurados pelos invólucros (Código IP). Substitui a norma NP 999:1979 (Ed. 2) - Aparelhos para instalações elétricas. Tipos de proteção assegurada pelos invólucros.

Grau de proteção assegurado pelos invólucros (Código IP)

Ver Nota complementar I, parágrafo 13.1 do presente trabalho.

EN 62262:200

+CORRIGENDUM Jul:2002

Graus de segurança assegurada pelos invólucros para equipamentos elétricos contra impactos mecânicos externos (código IK). A norma EN 62262 aplica-se à classificação dos graus de proteção contra os impactos mecânicos (Código IK) assegurados pelos invólucros de tensão estipulada igual ou inferior a 72,5 kV.

Grau de proteção contra os impactos mecânicos (Código IK):

Ver Nota complementar II, parágrafo 13.2 do presente trabalho.

Elétrodos de terra eletricamente distintos (Elétrodos de terra independentes)

Elétrodos de terra suficientemente afastados uns dos outros para que a corrente máxima suscetível de ser escoada por um deles não modifique, de forma significativa, o potencial dos outros.

Quando o posto servir uma rede subterrânea o elétrodo ou elétrodos serão localizados em terreno que ofereça condições aceitáveis à sua implantação e seja suficientemente afastado da terra de proteção para garantir a sua distinção (≈ 20 m).

A Figura 64 mostra um exemplo simplificado de realização da terra de serviço num posto de transformação aéreo com saídas de baixa tensão subterrâneas, do tipo AI-1.

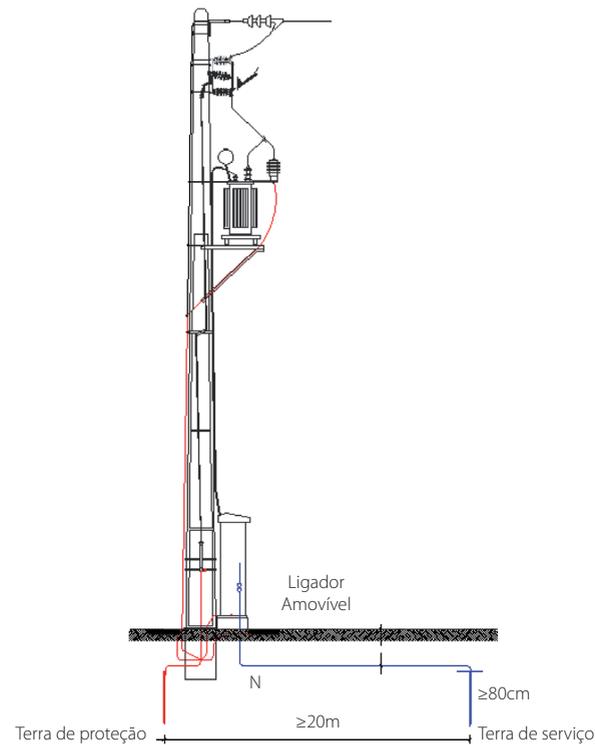


Figura 64. Terra de serviço num posto de transformação aéreo com saídas de baixa tensão subterrâneas do tipo AI-1

A Figura 65 mostra um exemplo simplificado de realização da terra de serviço num posto de transformação aéreo com saídas de baixa tensão aéreas, do tipo AI-1.

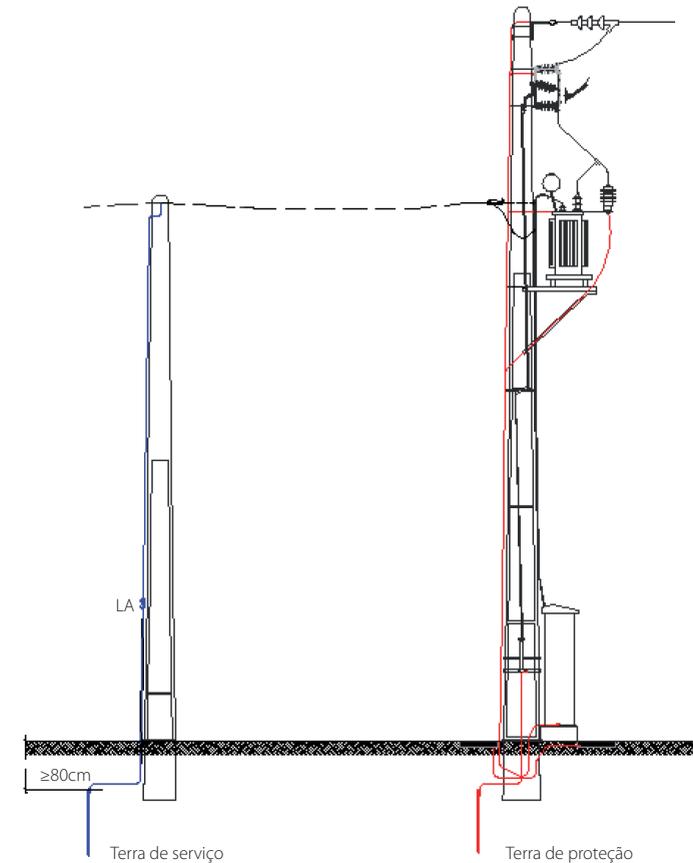


Figura 65. Terra de serviço num posto de transformação aéreo com saídas de baixa tensão aéreas do tipo AI-1

6.6.4. Elétrodos de terra

A Tabela 11 indica os tipos e características dos elétrodos utilizados nos postos de transformação aéreos.

Elétrodo de terra
Conductor ou conjunto de conductores enterrados destinados a estabelecer bom contacto com a terra.

Sobrecarga

Condição de operação de um circuito eletricamente sem defeito, que causa uma sobreintensidade.

Interruptor-seccionador

Interruptor em que a separação dos contactos é visível, dotado, em geral, de poder de corte reduzido, mas suficiente para a manobra em carga.

Relé (elétrico)

Aparelho destinado a produzir modificações súbitas pré-determinadas num ou em vários circuitos elétricos de saída, quando certas condições estão preenchidas nos circuitos elétricos de entrada, a cuja ação está sujeito.

Legenda

- 1 - Alimentação (do transformador de potência)
- 2 - Seccionador tripolar para interior
- 3 - Descarregador de sobretensões
- 4 - Terra de proteção da média tensão
- 5 - Transformador de potência
- 6 - Transformadores de corrente
- 7 - Contador de usos gerais
- 8 - Circuito de tomadas e iluminação da cabina
- 9 - Interruptor
- 10 - Fusíveis
- 11 - Terra de proteção da baixa tensão
- 12 - Barramentos
- 13 - Saídas de usos gerais
- 14 - Saídas de iluminação pública
- 15 - Contador de iluminação pública
- 16 - Controlo e comando da iluminação pública
- 17 - Sistema de proteção contra sobrecargas

II. Proteção contra sobrecargas assegurada por uma das seguintes soluções:

- › Termómetro com contacto de disparo, atuando no interruptor-seccionador de alta tensão;
- › Relés térmicos indiretos alimentados por transformadores de intensidade, instalados no secundário do transformador, atuando no interruptor-seccionador de alta tensão.

A Figura 69 mostra o esquema elétrico simplificado do posto de transformação em cabina alta do tipo CA1 – variante.

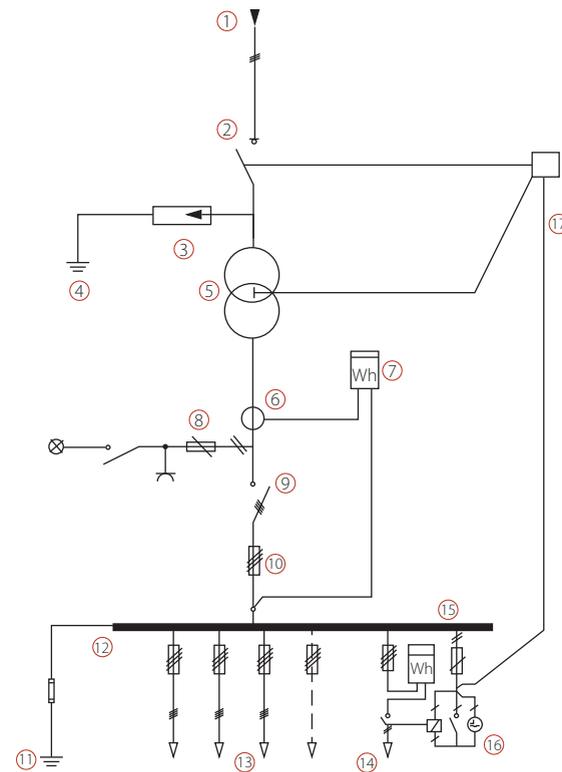


Figura 69. Esquema elétrico simplificado do posto de transformação em cabina alta do tipo CA1 (Variante)

QUADRO GERAL DE BAIXA TENSÃO

Os postos de transformação em cabina alta do tipo CA1 são equipados com um quadro geral de baixa tensão equipado com quatro saídas de usos gerais e uma saída de iluminação pública.

Os quadros gerais de baixa tensão que equipam os postos de transformação de serviço público (PTD), propriedade de um distribuidor vinculado, deverão observar a normalização aplicável, mas também os aspetos normativos definidos pelo concessionário da rede de distribuição, nomeadamente:

DMA-C62-813/N, EDP Distribuição

Materiais para derivações e entrada de baixa tensão. Quadro geral de baixa tensão R630 CIP. Características e ensaios.

Objeto

Destina-se a definir as características e os ensaios a que devem obedecer os quadros gerais de baixa tensão, do tipo R630 com iluminação pública, à frente designado por R630 CIP, para instalação em postos de transformação de cabina de distribuição pública da EDP Distribuição, até 630 kVA.

Campo de aplicação

Aplica-se a quadros gerais de baixa tensão para instalação em postos de transformação até 630 kVA, cujo campo de aplicação é a instalação nas redes de distribuição de energia elétrica em baixa tensão.

DMA-C62-811/N, EDP**Distribuição**

Materiais para derivações e entrada de baixa tensão. Quadro geral de baixa tensão R630 SIP. Características e ensaios.

Objeto

Destina-se a definir as características e os ensaios a que devem obedecer os quadros gerais de baixa tensão, do tipo R630 sem iluminação pública, à frente designado por R630 SIP, para instalação em postos de transformação de cabina de distribuição pública da EDP Distribuição, até 630 kVA.

Campo de aplicação

Aplica-se a quadros gerais de baixa tensão para instalação em postos de transformação até 630 kVA, cujo campo de aplicação é a instalação nas redes de distribuição de energia elétrica em baixa tensão.

DMA

Documento normativo de Materiais, Aparelhagem, Equipamentos e Ferramentas.

7.2.2.3. Cabina alta do tipo CA2

O posto de transformação de cabina alta do tipo CA2 distingue-se do posto de transformação do tipo CA1, fundamentalmente, pelas suas potências normalizadas e pela forma como nestes é realizada a proteção contra sobreintensidades, sendo que esta é realizada da seguinte forma:

PROTEÇÃO CONTRA CURTO-CIRCUITOS

A proteção contra curto-circuitos é realizada através de corta-circuitos fusíveis, do lado da alta tensão.

PROTEÇÃO CONTRA SOBRECARGAS

O relé térmico indireto deverá ter uma curva de atuação adequada à curva de fadiga térmica do transformador.

A proteção contra sobrecargas é realizada através de um termómetro com um contacto de disparo ou através de relés térmicos indiretos alimentados por transformadores de intensidade, do lado da baixa tensão, atuando no interruptor-seccionador de alta tensão.

A Figura 70 mostra o esquema elétrico simplificado de um posto de transformação em cabina alta do tipo CA2.

Legenda

- 1 - Alimentação (do transformador de potência)
- 2 - Seccionador tripolar para interior
- 3 - Fusíveis de média tensão
- 4 - Descarregadores de sobretensões
- 5 - Terra de proteção da média tensão
- 6 - Transformador de potência
- 7 - Transformadores de corrente
- 8 - Contador de usos gerais
- 9 - Circuito de tomadas e iluminação da cabina
- 10 - Interruptor
- 11 - Terra de proteção da baixa tensão
- 12 - Barramentos
- 13 - Saídas de usos gerais
- 14 - Saídas de iluminação pública
- 15 - Contador de iluminação pública
- 16 - Controlo e comando da iluminação pública
- 17 - Sistema de proteção contra sobrecargas

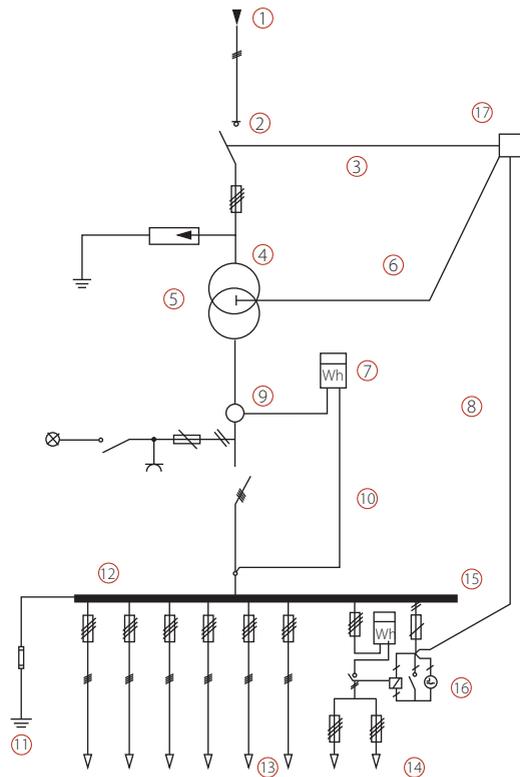
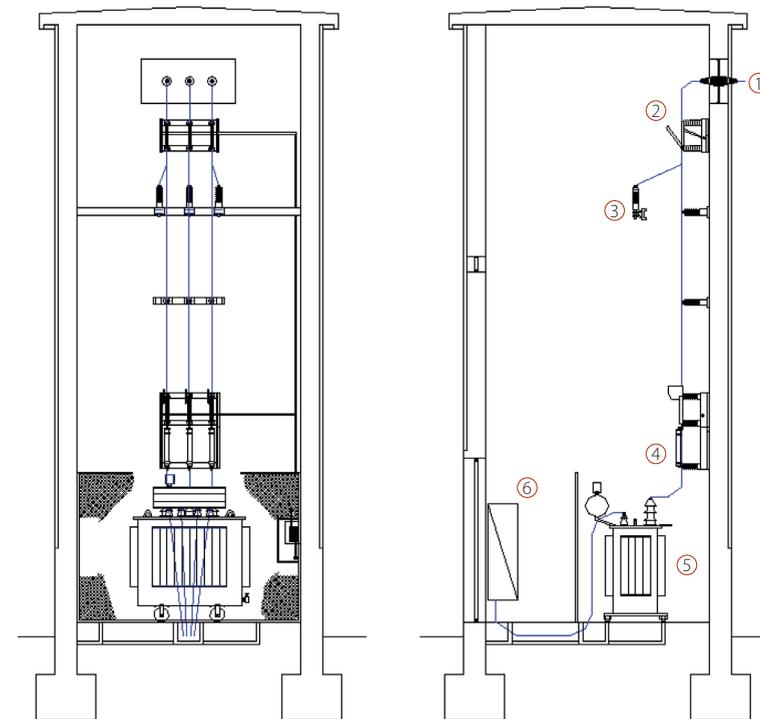


Figura 70. Esquema elétrico simplificado do posto de transformação em cabina alta do tipo CA2

A Figura 71 ilustra os principais elementos constituintes de um posto de transformação em cabina alta do tipo CA2.



Legenda

- 1 - Isolador de travessia
- 2 - Seccionador de linha
- 3 - Descarregadores de sobretensões
- 4 - Interruptor-seccionador-fusível
- 5 - Transformador de potência
- 6 - Quadro Geral de Baixa Tensão

Figura 71. Principais elementos constituintes do posto de transformação em cabina alta do tipo CA2

QUADRO GERAL DE BAIXA TENSÃO

Os postos de transformação em cabina alta do tipo CA2 são equipados com um quadro geral de baixa tensão equipado com seis saídas de usos gerais e duas saídas de iluminação pública.

7.2.3. Observações finais

Atualmente pode dizer-se já não se justificar a instalação de postos de transformação de cabina alta pois é muito fácil e económico proceder-se à passagem da linha aérea a cabo subterrâneo e alimentar-se um posto de transformação de cabina baixa, sendo esta a prática corrente aquando da realização de novas instalações.

As transições de linha aérea para linha subterrânea podem ser realizadas das seguintes formas:

No entanto como ainda se encontra em funcionamento um número muito significativo deste tipo de postos de transformação, quer em funções de serviço público, como de serviço particular, julgamos ser importante que no presente trabalho, os mesmos fossem referenciados.

Por se tratar de um posto de transformação instalado num edifício de outros usos, a sua instalação exige o cumprimento dos requisitos vertidos no Regulamento de Segurança Contra Incêndios em Edifícios.

Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de novembro

Estabelece o regime jurídico da segurança contra incêndios em edifícios.

Objeto

Estabelece o regime jurídico da segurança contra incêndios em edifícios, abreviadamente designado por SCIE.

Revoga

- a) O capítulo III do título V do Regulamento Geral das Edificações Urbanas, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 38 382, de 7 de agosto de 1951;
- b) A Resolução do Conselho de Ministros n.º 31/89, de 15 de setembro;
- c) O Decreto-Lei n.º 426/89, de 6 de dezembro;
- d) O Decreto-Lei n.º 64/90, de 21 fevereiro;
- e) O Decreto-Lei n.º 66/95, de 8 abril;
- f) O Regulamento das Condições Técnicas e de Segurança dos Recintos de Espetáculos e Divertimentos Públicos, anexo ao Decreto Regulamentar n.º 34/95, de 16 de dezembro, com exceção dos artigos 1.º a 4.º, dos n.ºs 1 e 2 do artigo 6.º, do artigo 13.º, do artigo 15.º, dos n.ºs 1, 2 e 4 do artigo 24.º, dos artigos 53.º a 60.º, dos artigos 64.º a 66.º, dos n.ºs 1, 3 e 4 do artigo 84.º, do artigo 85.º, dos n.ºs 1 e 4 do artigo 86.º, do artigo 87.º, dos artigos 89.º e 90.º, das alíneas b) e d) do n.º 6 do artigo 91.º, do n.º 1 do artigo 92.º, dos artigos 93.º a 98.º, do artigo 100.º, do artigo 102.º, do artigo 105.º, dos artigos 107.º a 109.º, dos artigos 111.º a 114.º, do artigo 118.º, dos artigos 154.º a 157.º, do artigo 173.º, do artigo 180.º, do artigo 257.º, do n.º 1 do artigo 259.º, do artigo 260.º, das alíneas e), p) e v) do artigo 261.º e do artigo 264.º;
- g) O n.º 3 do artigo 10.º do Decreto-Lei n.º 167/97, de 4 de julho;
- h) A Portaria n.º 1063/97, de 21 outubro;
- i) O Decreto-Lei n.º 409/98, de 23 de dezembro;
- j) O Decreto-Lei n.º 410/98, de 23 de dezembro;
- l) O Decreto-Lei n.º 414/98, de 31 de dezembro;
- m) O Decreto-Lei n.º 368/99, de 18 setembro;
- n) As alíneas g) e h) do n.º 2 e o n.º 3 do artigo 3.º da Portaria n.º 1064/97, de 21 de outubro;
- o) A Portaria n.º 1299/2001, de 21 de novembro;
- p) A Portaria n.º 1275/2002, de 19 de setembro;
- q) A Portaria n.º 1276/2002, de 19 de setembro;
- r) A Portaria n.º 1444/2002, de 7 de novembro;
- s) O artigo 6.º da Portaria n.º 586/2004, de 2 de junho

Portaria n.º 1532/2008, 29 de dezembro

Aprova o Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (SCIE).

Objeto

Tem por objeto a regulamentação técnica das condições de segurança contra incêndio em edifícios e recintos, a que devem obedecer os projetos de arquitetura, os projetos de SCIE e os projetos das restantes especialidades a concretizar em obra, designadamente no que se refere às condições gerais e específicas de SCIE referentes às condições exteriores comuns, às condições de comportamento ao fogo, isolamento e proteção, às condições de evacuação, às condições das instalações técnicas, às condições dos equipamentos e sistemas de segurança e às condições de autoproteção, sendo estas últimas igualmente aplicáveis aos edifícios e recintos já existentes à data de entrada em vigor do Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de novembro.

7.3.4.1. Esquema elétrico

O esquema elétrico destes postos de transformação é igual ao esquema elétrico dos postos de transformação em cabina baixa de construção tradicional.

7.3.4.2. Quadro geral de baixa tensão

Os postos de transformação em edifícios de outros usos são equipados com um quadro geral de baixa tensão equipado com seis saídas de usos gerais e duas saídas de iluminação pública.

7.3.4.3. Observações finais

Nos postos de transformação em edifícios de outros usos de cliente poderão ser outras características que não as definidas nos projetos tipo da Direção-Geral de Energia e Geologia, nomeadamente no que se refere ao esquema de média tensão, à potência do transformador e tipo e características do quadro geral de baixa tensão, adequando-se às necessidades e características das instalações nos quais estão inseridos.

7.3.5. Postos de transformação em cabina baixa subterrâneos

Os postos de transformação em cabina baixa subterrâneos não são uma solução muito comum, devido aos custos de implantação, exploração e manutenção mais elevados que os demais tipos de postos de transformação. No entanto, em casos excepcionais, por questões ambientais, estéticas ou de disponibilidade de terreno, poder-se-á optar pela utilização deste tipo de postos de transformação.

A Figura 83 mostra um exemplo de um posto de transformação em cabina baixa subterrâneo.

Para o caso de infraestruturas elétricas de loteamento ou urbanizações de iniciativa privada, o Guia Técnico de Urbanizações da EDP Distribuição, publicado pela DIT-C11-010/N, de maio de 2006, e de infraestruturas elétricas de condomínios fechados, o documento normativo DIT-C11-030/N, julho de 2005, determinam que no cálculo da potência total da urbanização/loteamento/condomínio poderá aplicar-se à potência total do conjunto das instalações de utilização (antes da aplicação dos coeficientes de simultaneidade da Portaria n.º 949-A/2006, de 11 de setembro, um coeficiente de simultaneidade mínimo “C” (aplicados individualmente a cada conjunto/ tipo de instalações – habitações, comércio, etc.), dado pelas fórmulas:

- › Locais residenciais ou de uso profissional (incluindo serviços comuns dos edifícios):

$$C_1 = 0,2 + \frac{0,8}{\sqrt{n}}$$

C₁ Coeficiente de simultaneidade para locais residenciais ou de uso profissional;
n Número de instalações de utilização residenciais e serviços comuns alimentadas pelo posto de transformação.

- › Restantes casos:

$$C_2 = 0,5 + \frac{0,5}{\sqrt{n}}$$

C₂ Coeficiente de simultaneidade para locais que não residenciais ou de uso profissional;
n Número de instalações de utilização que não residenciais ou serviços comuns alimentadas pelo posto de transformação.

- › Áreas de serviços e comerciais, sempre que não seja possível determinar “n” e a potência a considerar seja em VA/m²:

$$C_3 = 1$$

C₃ Coeficiente de simultaneidade a aplicar em áreas de serviços e comerciais, sempre que não seja possível determinar o número de instalações de utilização e a potência a considerar seja em VA/mm².

B) OUTRAS INSTALAÇÕES

Para outras instalações como unidades industriais, unidades hospitalares, ... a potência a instalar no posto de transformação será definida da seguinte forma:

I. POTÊNCIA TOTAL INSTALADA

A potência instalada corresponde à soma das potências consumidas à plena carga, por todos os equipamentos da instalação e é dada pela expressão:

$$C_3 = \sqrt{P_i^2 + Q_i^2}$$

II. POTÊNCIA EM UTILIZAÇÃO

A potência em utilização é a potência elétrica que realmente vai ser consumida por todos os equipamentos instalados.

A potência em utilização total é, normalmente, inferior à potência total instalada por dois motivos:

- › Porque alguns recetores (por exemplo os motores) não costumam trabalhar à plena carga.

Esta situação permite a especificação de um Coeficiente de Utilização (Ku) - Relação entre a potência efetivamente absorvida por um dado aparelho de utilização e a sua potência estipulada.

- › Porque os recetores raramente funcionam todos em simultâneo.

Esta situação permite a especificação de um Coeficiente de Simultaneidade (Ks) - Relação entre o somatório das potências estipuladas dos equipamentos suscetíveis de funcionarem simultaneamente e o somatório das potências estipuladas de todos os equipamentos alimentados pelo mesmo circuito ou pela mesma instalação.

A potência em utilização é assim obtida pela expressão:

$$S_u = \sqrt{P_u^2 + Q_u^2} \quad \begin{aligned} P_u &= P_i \times K_u \times K_s \\ Q_u &= Q_i \times K_s \end{aligned}$$

III. POTÊNCIA A CONTRATAR

A potência a contratar pode ser superior à potência de utilização, quando exista uma perspectiva de evolução da potência de utilização.

Coeficiente de Evolução de Cargas (Ke) - Caracteriza a margem de ampliação da potência instalada, tendo também em conta a eventual alteração dos coeficientes de simultaneidade

A potência a contratar é assim obtida pela expressão:

$$S_c = S_u \times K_e$$

A potência em utilização é a potência elétrica que realmente vai ser consumida por todos os equipamentos instalados.

A potência a contratar é a potência a contratar ao distribuidor público ou a instalar em PT/SE, de valor igual ou superior à potência de utilização.

Orçamento

Previsão do custo final e parcial de uma obra, incluindo materiais, mão de obra, transportes e encargos gerais a executar em condições pré-determinadas.

Caso o requisitante não apresente o projeto aprovado ou um estudo preliminar que defina as características do ponto de receção de energia, não será apresentado orçamento. No entanto, o requisitante poderá obter uma estimativa de custos em www.edpdistribuicao.pt.

- › Orçamento;
- › Prazos de validade de condições e pagamento;
- › Prazos e opções de execução;
- › Informações sobre as dimensões e características técnicas da ligação;
- › Materiais a utilizar.

Para potências requisitadas inferiores a 2 MVA os encargos da ligação são calculados com base em valores regulados, sendo que para potências requisitadas iguais ou superiores a 2 MVA são com base em custos reais de obra.

9.2.3. Execução da ligação à rede

Após aceitação das condições de ligação e pagamento dos encargos constantes do orçamento, será executada a ligação à rede pela EDP Distribuição ou pelo próprio requisitante, mediante acordo prévio com a EDP Distribuição.

Sendo a construção dos elementos de ligação à rede feita pelo requisitante, este deverá solicitar à EDP Distribuição instruções ou o estudo preliminar que serviu de base à elaboração do orçamento que inclui, designadamente:

- › As condições técnicas da ligação e as normas construtivas aplicáveis;
- › A utilização de materiais aprovados pela EDP Distribuição.

A execução da obra, por administração direta do requisitante, implica ter uma empresa prestadora do serviço com capacidade para tal certificada de acordo com o Sistema Português de Qualidade ou ser reconhecida pela EDP Distribuição com capacidade para a execução de tais obras, sendo que o requisitante obriga-se a prestar uma garantia, ainda que por escrito, por um prazo de dois anos para suprir eventuais deficiências de construção.

Depois de construídos, os elementos de ligação passam a fazer parte integrante da rede, cuja exploração e manutenção é da responsabilidade da EDP Distribuição.

9.2.3.1. Início do fornecimento de energia elétrica

O início do fornecimento de energia elétrica só poderá concretizar-se após:

- › Execução da ligação à rede;
- › Liquidação dos encargos de ligação à rede;
- › Licenciamento, vistoria e autorização da entrada em exploração pela Direção-Geral de Energia e Geologia:
 - › Instalação do Requisitante;
 - › Elementos de ligação à rede.
- › Protocolo de Exploração assinado;
- › Contrato de fornecimento de energia elétrica em comercializador de mercado.

9.2.3.2. Resumo da tramitação de ligação à rede

A tramitação necessária para se efetuar a ligação à rede de média tensão encontra-se definida no Manual de Ligações à rede elétrica de serviço público - Guia técnico e logístico de boas práticas, junho 2017, 6.ª edição, EDP Distribuição, que se apresenta na Figura 102, retirada do referido manual.

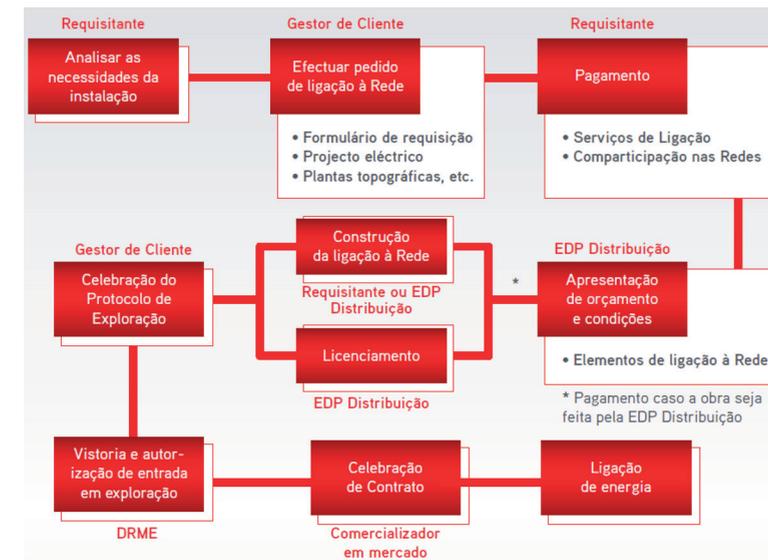


Figura 102. Resumo da tramitação de ligação à rede de média tensão

9.2.4. Conceitos técnicos

A ligação em média tensão pressupõe a existência de um posto de transformação de cliente (PTC) para receção de energia (ponto de receção).

Posto de Transformação de Cliente (PTC)

Posto de transformação de serviço particular, propriedade de um cliente.

Posto de Seccionamento (PS)

Instalação de alta tensão destinada a operar o seccionamento de linhas elétricas.

No caso de PS associado a PTC de cliente, dentro ou fora do mesmo edifício, a ligação elétrica entre ambos é feita através de cabo isolado a licenciar pela EDP Distribuição. Deverá existir uma separação em rede metálica com porta de abrir para o lado do PS, para acesso exclusivo da EDP Distribuição.

POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO - AÉREOS

RELATÓRIO DE INSPEÇÃO N.º _____

Entidade: _____ PTC _____

Empresa: _____ O Técnico Responsável: _____
 Envolvente: _____ Data: _____ / ____ / ____
 Nº Insc. DGE: _____ Rubrica / Data: _____ / ____ / ____

TRAVESSA	PERÍODO DE INTERV. Nº			OBSERVAÇÕES
	1	2	3	
1 PINTURA - ESTADO GERAL				
APOIO				
2 ESTADO GERAL				
3 ACESSOS				
PLATAFORMA				
4 DO SECCIONADOR - ESTADO GERAL				
5 DO QUADRO - ESTADO GERAL				
6 LIGAÇÃO A TERRA DE PROTECÇÃO				
SECCIONADOR / INTERRUPTOR - SECCIONADOR				
7 PINTURA - ESTADO GERAL				
8 ISOLADORES - BELAS				
9 FACAS - MOLEDES				
10 COMANDO - RELEVOS				
BARRAMENTO				
11 BARRAMENTO - ESTADO GERAL				
TRANSFORMADOR				
12 ESTADO GERAL DA PINTURA				
13 ISOLADORES - PRIMÁRIO				
14 ISOLADORES - SECUNDÁRIO				
15 NÍVEL DE ÓLEO - FUGAS				
16 SUPORTE				
DST (Pára-Raios)				
17 ESTADO GERAL				
18 CONSOLA - ESTADO GERAL				
TUBOS DE PROTECÇÃO				
19 ESTADO GERAL				
20 FIXAÇÃO AO APOIO				

QUADRO GERAL BT	PERÍODO DE INTERV. Nº			OBSERVAÇÕES
	1	2	3	
31 INVÓLUCRO - ESTADO GERAL				
32 INVÓLUCRO - PINTURA				
33 PLACA DE IDENTIFICAÇÃO E DE "PERIGO DE MORTE"				
34 CADEADO / CHAVE				
35 COFIMENTAÇÕES				
36 INTERRUPTOR GERAL				
37 RELES TERMICOS				
38 IDENTIFICAÇÃO DE BARRAS BT				
39 BARRAS FUSÍVEIS				
40 FUSÍVEIS				
41 ENSAIO DO COMANDO DA ILUMINAÇÃO EXTERIOR				
42 CELULA FOTOELECTRICA				
43 INTERRUPTOR HORARIO				
44 CONTACTORES				
45 EXISTÊNCIA DE PONTOS QUENTES BARRAMENTO / LIGAÇÕES (B)				
SISTEMAS DE PROTECÇÃO				
46 VERIFICAÇÃO DE ENSAIOS				
MAPAS				
47 MAPA DE REGISTO DE TERRAS (T)				
48 MAPA DE PRIMEIROS SOCORROS				
EQUIPAS DE CONTAGEM PRÓPRIAS				
49 CONTADOR				
50 CONTADOR				
41 TI				
LIMPEZA				
42 ESTADO GERAL - LIMPEZA				

INSTRUÇÕES DE PREENCHIMENTO
 A - Avaliar com 1 a 3 pontos (1, 2, 3) no quadro respectivo, para a resolução das anomalias detetadas.
 Prazos de resolução (dias): 1 - imediato, 2 - 30, 3 - 60.
 B - Identificar, em observações, a localização exata dos pontos quentes.
 C - Tensão (TP e TS) normal e 300V, necessita de intervenção > 200V.

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

Figura 116. Modelo de relatório de inspeção para postos de transformação aéreos

A Figura 117 mostra o modelo do relatório de inspeção para postos de transformação em cabina que consta no documento normativo da EDP Distribuição, DRE-C13-100/R, Postos de transformação de clientes. Recomendações/ orientações para manutenção.

POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO - CABINAS

RELATÓRIO DE INSPEÇÃO N.º _____

Entidade: _____ PTC _____

Empresa: _____ O Técnico Responsável: _____
 Envolvente: _____ Data: _____ / ____ / ____
 Nº Insc. DGE: _____ Rubrica / Data: _____ / ____ / ____

EDIFÍCIO / INVÓLUCRO	PERÍODO DE INTERV. Nº			OBSERVAÇÕES
	1	2	3	
1 ACESSO AO P.T.				
2 ESTADO GERAL COMET. CIVIL (RACHAS / FURCADES)				
3 PINTURA EXTERIOR				
4 VENTILAÇÃO				
5 JANELAS / VIDROS				
6 PORTAIS / FECHADURAS / FUNDADORES (PINTURA)				
7 COMET. CONDUTORES				
8 PLACA DE IDENTIFICAÇÃO E DE "PERIGO DE MORTE"				
9 PINTURA INTERIOR				
10 LIMPEZA INTERIOR				
11 VERIFICAÇÃO DAS CELAS				
12 TUBOS DAS CABINAS				
13 PLACA PASSA-MAROS				
14 PASSA-MAROS				
15 ILUMINAÇÃO DO P.T.				
16 MAPA DE REGISTO DE TERRAS (T)				
17 QUADRO DE PRIMEIROS SOCORROS				
18 ESTACIONAMENTO ISOLANTE				

DISJUNTORES	PERÍODO DE INTERV. Nº			OBSERVAÇÕES
	1	2	3	
27 NÍVEL DE ÓLEO ANTEREFLUGAS DE ÓLEO				
28 COMANDO - ESTADO GERAL / LIMPEZA				
29 CORROSÃO NAS PARTES METÁLICAS				
30 EXISTÊNCIA DE PONTOS QUENTES				
BARRAMENTO BT				
31 ESTADO GERAL DE CONSERVAÇÃO				
32 ISOLADORES DE SUPORTE RACHADOS/CONTORNADOS				
33 EXISTÊNCIA DE PONTOS QUENTES NAS LIGAÇÕES (B)				
TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA (MT/BT)				
34 NÍVEL DE ÓLEO ISOLANTE NO CONSERVADOR				
35 FUGAS DE ÓLEO E ESTADO DAS JUNTAS DE VEDGAÇÃO				
36 ESTADO DA SILICAGEM (S)				
37 EXISTÊNCIA DE FOCO DE CORROSÃO				
38 EXISTÊNCIA DE PONTOS QUENTES - LIGAÇÕES MT/BT (B)				
QUADRO GERAL BT				
39 ESTADO GERAL - LIMPEZA, APERTOS				
40 INTERRUPTOR GERAL				
41 ESTADO DAS BARRAS FUSÍVEIS				
42 ENSAIO DO COMANDO DA ILUMINAÇÃO EXTERIOR				
43 EXISTÊNCIA DE PONTOS QUENTES NAS LIGAÇÕES (B)				
SISTEMAS DE PROTECÇÃO				
44 VERIFICAÇÃO / ENSAIO				
EQUIPAS DE CONTAGEM PRÓPRIAS				
45 CONTADOR				
46 CONTADOR				
47 ESTADO GERAL DOS TITIS				

INSTRUÇÕES DE PREENCHIMENTO
 A - Avaliar com 1 a 3 pontos (1, 2, 3) no quadro respectivo, para a resolução das anomalias detetadas.
 Prazos de resolução (dias): 1 - imediato, 2 - 30, 3 - 60.
 B - Identificar, em observações, a localização exata dos pontos quentes.
 C - Estado da silicagem normal e 40% qual, necessita de intervenção < 40% qual.
 D - Tensão (TP e TS) normal e 200V, necessita de intervenção > 200V.

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

Figura 117. Modelo de relatório de inspeção para postos de transformação em cabina

10.3.3. Manutenção preventiva condicionada

A Manutenção Preventiva Condicionada (MPC) consiste na resolução das anomalias detetadas no âmbito das ações de Manutenção Preventiva Sistemática, nomeadamente na Inspeção.

Essas anomalias deverão ser resolvidas, com a maior brevidade possível, podendo contudo, em função da sua gravidade, definir-se uma prioridade de resolução, que deverá ser estabelecida com base nos seguintes critérios:

1. Anomalias graves com forte probabilidade de originar, no curto prazo, uma avaria com interrupção de corrente;
2. Anomalias de média gravidade que não evoluam, no curto prazo, para uma situação de risco de avaria;
3. Anomalias menos graves que não ponham em risco a segurança das instalações e pessoas.

A título de exemplo, indicam-se na Tabela 22 os prazos máximos de resolução de anomalias em função das prioridades indicadas, sugeridos pelo documento normativo da EDP Distribuição, DRE-C13-100/R, Postos de transformação de clientes. Recomendações/orientações para manutenção.

Tabela 22. Periodicidade das ações de manutenção

Prioridades	1	2	3
Prazos de resolução (dias)	Imediata	≤ 30	≤ 60

10.3.4. Recomendações de exploração

Para além dos procedimentos de inspeção e manutenção descritos anteriormente, recomenda-se também a realização dos seguintes procedimentos:

- › Verificar se a ponta máxima (kW) atingida pelo Transformador de Potência, se enquadra nos parâmetros do seu dimensionamento (kVA);
- › Controlar a energia reativa (cos φ);
- › Efetuar periodicamente a medição das tensões secundárias e, se necessário, adequar a respetiva tomada.

A operação de alteração da tomada deve ser executada sem tensão e, por pessoal habilitado.

Codificação do grau de proteção assegurado pelos invólucros

Posição	1	2	3	4	5
	Letras do código (Proteção internacional)	1º Algarismo característico Grau de proteção dos invólucros de equipamentos elétricos contra a penetração de corpos sólidos	2º Algarismo característico Grau de proteção dos invólucros de equipamentos elétricos contra a penetração de água	Letra adicional (facultativa)	Letra suplementar (facultativa)
Codificação	IP	Algarismo de 0 a 6 ou letra X	Algarismo de 0 a 8 ou letra X	Letras A, B, C, D	Letras H, M, S, W
<p>Se não for exigida a especificação de um algarismo característico, este deverá ser substituído pela letra "X" (ou "XX" se forem omitidos os dois algarismos). As letras adicionais e/ou as letras suplementares podem ser omitidas sem substituição. Se for utilizada mais do que uma letra suplementar deve aplicar-se a ordem alfabética.</p>					

A tabela seguinte indica os elementos do código IP e os seus significados.

Significado da codificação do grau de proteção assegurado pelos invólucros

Letras do código	IP	Significado para a proteção		
		do equipamento	de pessoas	
Primeiro algarismo característico	Grau de proteção dos invólucros de equipamentos elétricos contra a penetração de corpos sólidos	0	(Não protegido)	(Não protegido)
		1	Protegido contra a penetração de corpos sólidos estranhos de diâmetro ≥ 50 mm	Protegido contra o acesso às partes perigosas com as costas da mão
		2	Protegido contra a penetração de corpos sólidos estranhos de diâmetro $\geq 12,5$ mm	Protegido contra o acesso às partes perigosas com um dedo
		3	Protegido contra a penetração de corpos sólidos estranhos de diâmetro $\geq 2,5$ mm	Protegido contra o acesso às partes perigosas com uma ferramenta
		4	Protegido contra a penetração de corpos sólidos estranhos de diâmetro ≥ 1 mm	Protegido contra o acesso às partes perigosas com um fio
		5	Protegido contra a penetração de poeira	Protegido contra o acesso às partes perigosas com um fio
		6	Estanque à poeira	Protegido contra o acesso às partes perigosas com um fio

Letras do código	IP	Significado para a proteção		
		do equipamento	de pessoas	
Segundo algarismo característico	Grau de proteção dos invólucros de equipamentos elétricos contra a penetração de água	0	(Não protegido)	--
		1	Protegido contra a queda vertical de gotas de água	--
		2	Protegido contra a queda vertical de gotas de água com o invólucro inclinado no máximo 15º	--
		3	Protegido contra a chuva	--
		4	Protegido contra as projeções de água	--
		5	Protegido contra os jatos de água	--
		6	Protegido contra fortes jatos de água	--
		7	Protegido contra os efeitos de imersão temporária em água	--
	8	Protegido contra os efeitos da imersão permanente em água	--	
Letra adicional (facultativa)		A	Protegido contra o acesso a partes perigosas com as costas da mão	
		B	Protegido contra o acesso a partes perigosas com o dedo	
		C	Protegido contra o acesso a partes perigosas com uma ferramenta	
		D	Protegido contra o acesso a partes perigosas com um fio	
Letra suplementar (facultativa)		H	Informação suplementar específica a: Equipamento de alta tensão	
		M	Informação suplementar específica a: Movimento durante o ensaio de água	
		S	Informação suplementar específica a: Estacionário durante o ensaio de água	
		W	Informação suplementar específica a: Intempéries	

11.2. Nota complementar II – Grau de proteção contra os impactos mecânicos (Código IK)

EN62262

Graus de segurança assegurada pelos invólucros para equipamentos elétricos contra impactos mecânicos externos (código IK).

A norma EN 62262 aplica-se à classificação dos graus de proteção contra os impactos mecânicos (Código IK) assegurados pelos invólucros de tensão estipulada igual ou inferior a 72,5 kV.

A designação do invólucro de um aparelho em relação ao grau de proteção contra os impactos mecânicos deverá ser realizada da seguinte forma: IK XX.

A tabela seguinte indica a metodologia de codificação do grau de proteção contra os impactos mecânicos (código IK).

Codificação do grau de proteção contra os impactos mecânicos (código IK)

Posição	1	2
	Letras do código (Proteção mecânica internacional)	Grupo de números característico
Codificação	IK	De 00 a 10

A tabela seguinte indica o significado dos grupos de números característicos do código IK.

Significado dos grupos de números característicos do grau de proteção contra os impactos mecânicos (código IK)

Código IK	Energia de impacto (Joule)
00	Não protegido
01	0.14
02	0.20
03	0.35
04	0.50
05	0.70
06	1
07	2
08	5
09	10
10	20

Quando for necessário um valor de energia de impacto superior, é recomendado a utilização do valor de 50 Joule.

11.3. Nota complementares III – Esquemas de ligação à terra

O Esquema de Ligação à Terra (ELT) caracteriza:

- › O modo de ligação à terra de um dos pontos da alimentação (em geral o neutro);
- › O meio de colocação à terra das massas dos equipamentos de utilização.

A escolha do Esquema de Ligação à Terra condiciona as medidas de proteção de pessoas contra os contactos indiretos.

TERRA DAS MASSAS

Circuito de terra a que são ligados todos os elementos condutores da instalação normalmente sem tensão ou com tensões não perigosas, mas sujeitos a uma passagem fortuita de corrente que provoque diferenças de potencial perigosas e não previstas entre esses elementos (solo incluído).

TERRA DA ALIMENTAÇÃO

Circuito de terra a que são ligados unicamente pontos dos circuitos elétricos para influenciar as suas condições de exploração, quer limitando o potencial dos condutores em relação ao solo, quer permitindo o funcionamento das proteções.

Os Esquemas de Ligação à Terra são:

- › Equivalentes no que diz respeito à garantia de proteção de pessoas contra os contactos indiretos;
- › Diferentes no que diz respeito aos custos iniciais, custos de exploração, disponibilidade de energia, medidas a implementar para garantir a proteção de pessoas e animais contra contactos indiretos e exigências aquando da alteração/expansão futura das instalações.

Codificação:

- › Primeira letra – Situação da alimentação em relação à terra:
 - T – Ligação direta de um ponto à terra;
 - I – Isolamento de todas as partes ativas em relação à terra, ou ligação de um ponto à terra por meio de uma impedância.
- › Segunda letra – Situação das massas da instalação em relação à terra:
 - T – Massas ligadas diretamente à terra, independentemente da eventual ligação à terra de um ponto da alimentação;
 - N – Ligação elétrica das massas ao ponto de alimentação ligado à terra.