ÍNDICE

1- FINALIDADE

2- ÂMBITO DE APLICAÇÃO

3- NORMAS COMPLEMENTARES

4- CONSIDERAÇÕES GERAIS
4.1- QUEDA DE TENSÃO NO CIRCUITO PRIMÁRIO
4.2- QUEDA DE TENSÃO NO CIRCUITO SECUNDÁRIO
4.3- LIMITES TÉRMICOS DOS CONDUTORES PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO

5- INSTALAÇÃO DE EQUIPAMENTOS
5.1- TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS
5.2- EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTE
5.3- PÁRA-RAIOS
5.4- EQUIPAMENTOS DE MANOBRA

6- INSTALAÇÃO DE NEUTRO E ATERRAMENTO NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO URBANA

7- REGISTRO DE REVISÃO

ANEXOS

ANEXO 1 - REDE SECUNDÁRIA - PARÂMETROS DOS CABOS UTILIZADOS NOS CÁLCULOS ELÉTRICOS

ANEXO 2 - REDE PRIMÁRIA - PARÂMETROS DOS CABOS UTILIZADOS NOS CÁLCULOS ELÉTRICOS

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

1- Finalidade

A presente norma tem como objetivo estabelecer os procedimentos básicos para a elaboração, pela CPFL ou por terceiros, do dimensionamento elétrico de condutores e equipamentos a serem instalados nas redes aéreas de distribuição urbanas.

2- Âmbito de Aplicação

Departamento de Engenharia e Planejamento;
Departamento de Serviço de Rede Sudeste, Nordeste, Noroeste, Oeste e Baixada Santista;
Departamento de Gestão de Ativos Sudeste, Nordeste, Noroeste e Piratininga.

3- Normas Complementares

- CPFL - GED 3668 - Projeto de Rede de Distribuição - Terminologia

- CPFL - GED 3650 - Projeto de Rede de Distribuição - Condições Gerais

- CPFL - GED 2912 - Proteção de redes aéreas de distribuição - sobrecorrente

- ANEEL - Resolução No 505, de 26 de novembro de 2001

4- Considerações Gerais

Para as redes de distribuição áreas urbanas, o cálculo elétrico dos projetos para os circuitos primários e secundários é sempre feito pelo método de máxima queda de tensão admissível, respeitando-se o limite térmico dos cabos.

4.1- Queda de Tensão no Circuito Primário

- O circuito primário urbano é representado pelos troncos e laterais dos alimentadores com seus respectivos ramais e sub-ramais, delimitado pelo último transformador de distribuição;

- Ramais e sub-ramais de comprimentos normais e alimentando somente transformadores de distribuição não necessitam de cálculo de queda de tensão;

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

- Somente ramais mais longos, ligação de cargas comerciais ou industriais de maior vulto (potência instalada igual ou superior a 300kVA) ou a eletrificação de núcleos habitacionais e loteamentos (potência instalada de trafos igual ou superior a 300VA) podem necessitar de cálculo de queda de tensão. Nesses casos, o projeto deve ser submetido à análise técnica da área de Planejamento da CPFL.

- Quedas de Tensão Admissíveis (adequadas) na Rede Primária

  Os valores de tensão de atendimento adequadas na rede primária de distribuição são definidos pela Área de Planejamento da CPFL, em conformidade com a Resolução n° 505, de 26 de Novembro de 2001 (ANEEL), que pode variar de acordo com a faixa:

$$\mathbf{0{,}95\ TC \leq TL \leq 1{,}03\ TC}$$

sendo: TL = Tensão de Leitura
TC - Tensão Contratada no Ponto de Entrega

4.2- Queda de Tensão no Circuito Secundário

- No caso de extensão de rede ou de reforma, deve ser feito o cálculo de queda de tensão para o circuito ou para a extremidade da rede secundária de maior queda. Havendo dúvida na identificação deste circuito, deverão ser feitos os cálculos de queda de tensão para tantos circuitos quantos forem necessários para garantir que o circuito de maior queda foi calculado.

  O cálculo de queda de tensão deverá considerar somente a no horário de maior demanda (no caso do periodo ser noturno deve ser acrescido da iluminação pública).

- No caso de extensão de rede recomenda-se usar o método da superposição de efeitos.

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

Faz-se o cálculo da quedas de tensão do circuito completo, incluindo as novas cargas. A carga em kVA das novas cargas deve ser obtida conforme os critérios nas respectivas normas (Iluminação Pública e Ligação de Clientes)

- Para consumidores residenciais, utilizar os coeficientes de queda de tensão com fator de potência unitário; para consumidores comerciais e industriais utilizar os coeficientes de QT para FP = 0,92.

- Coeficientes de queda de tensão unitária constam da Tabela II.

- Nas redes secundárias das cidades de Lins e Piratininga, utilizar os coeficientes de queda de tensão unitária para o sistema 380/220V.

- Quedas de Tensão Admissíveis na Rede Secundária

De acordo com a Resolução n° 505, de 26 de Novembro de 2001 (ANEEL), a tensão secundária, no ponto de entrega, pode variar de acordo com a Tabela I.

TABELA I
LIMITES DE VARIAÇÃO DA TENSÃO SECUNDÁRIA

Tensão Nominal (V)	Limites adequados de variação da tensão	
	MÍNIMO (V)	MÁXIMO (V)
220 / 127	200,2 / 115,6	228,8 / 132,1
380 / 220	345,8 / 200,2	395,2 / 228,8
230 / 115	211,6 / 105,8	241,5 / 120,8

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

TABELA II
COEFICIENTES DE QUEDA DE TENSÃO UNITÁRIA
REDE SECUNDÁRIA 380/220 e 220/127 V
CONDUTORES DE ALUMÍNIO NU - CA

REDE	SISTEMA 380/220 V		SISTEMA 220/127 V	
AWG-MCM	FP = 0,92	FP = 1,00	FP = 0,92	FP = 1,00
	TRIFÁSICO - 50° C - ee = 252 mm			
3A02(02)	0,0706	0,0667	0,2108	0,1990
3A10(04)	-	-	0,1412	0,1249
3A10(02)	0,0473	0,0419	0,1412	0,1249
3A10(10)	0,0473	0,0419	0,1412	0,1249
3A20(10)	0,0391	0,0332	0,1166	0,0990
3A20(20)	0,0391	0,0332	0,1166	0,0990
3A30(10)	-	-	0,0918	0,0720
3A40(10)	0,0273	0,0209	0,0816	0,0624
3A40(20)	0,0273	0,0209	0,0816	0,0624
3A40(40)	0,0273	0,0209	0,0816	0,0624
3A33(30)	-	-	0,0582	0,0361
2A02(02)	0,1590	0,1501	0,4743	0,4478
2A10(04)	-	-	0,4516	0,4242
2A10(02)	0,1240	0,1128	0,3699	0,3366
2A10(10)	0,1065	0,0942	0,3177	0,2810
2A20(10)	0,0941	0,0812	0,2808	0,2422
2A20(20)	0,0879	0,0747	0,2624	0,2227
2A30(10)	-	-	0,2349	0,1938
2A40(10)	0,0765	0,0628	0,2282	0,1873
2A40(20)	0,0763	0,0563	0,2098	0,1678
2A40(40)	0,0615	0,0471	0,1835	0,1404
2A33(30)	-	-	0,1562	0,1081

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

TABELA II (continuação)

REDE AWG-MCM	SISTEMA 380/220 V		SISTEMA 220/127 V	
	FP = 0,92	FP = 1,00	FP = 0,92	FP = 1,00
	MONOFÁSICO - 50° C - ee = 200 mm			
1A02(02)	0,4239	0,4002	1,2647	1,1940
1A10(04)	-	-	1,3828	1,3221
1A10(02)	0,3539	0,3257	1,0560	0,9717
1A10(10)	0,2840	0,2512	0,8473	0,7494
1A20(10)	0,2593	0,2251	0,7735	0,6717
1A20(20)	0,2345	0,1991	0,6997	0,5939
1A30(10)	-	-	0,6640	0,5590
1A40(10)	0,2240	0,1883	0,6683	0,5619
1A40(20)	0,1993	0,1623	0,5945	0,4842
1A40(40)	0,1640	0,1255	0,4894	0,3744
1A33(30)	-	-	0,4502	0,3243

Obs: somente deve ser utilizados condutores de aluminio nus, para complementação de circuitos existentes

CONDUTORES DE ALUMÍNIO ISOLADO MULTIPLEXADOS

REDE (mm^2)	SISTEMA 380/220 V		SISTEMA 220/127 V	
	FP = 0,92	FP = 1,00	FP = 0,92	FP = 1,00
3P12(70)	0,0213	0,0204	0,0635	0,0607
3P70(70)	0,0388	0,0393	0,1156	0,1174
3P50(50)	0,0504	0,0515	0,1503	0,1537
3P35(35) (*)	0,0674	0,0699	0,2012	0,2087

(*) para serem utilizados somente em circuitos exclusivos de iluminação pública

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

- Planilha de Cálculo de Queda de Tensão

Para cálculo da queda de tensão nos circuitos secundários de distribuição, utilizar a planilha do modelo da Figura I apresentada a seguir:

As cargas devem ser distribuídas poste a poste.

FIGURA I

PLANILHA PARA CÁLCULO DE QUEDA DE TENSÃO EM CIRCUITOS SECUNDÁRIOS

TRECHO		CARGA				QUEDA DE TENSÃO		
DESIGNAÇÃO	COMPRIMENTO	DISTRIBUIDA NO TRECHO	ACUMULADA NO FIM DO TRECHO	TOTAL (C/2+D)xB	CONDUTORES	UNITÁRIA	NO TRECHO (ExG)	TOTAL
A	B	C	D	E	F	G	H	I
	100 m	KVA	KVA	KVAx100m	AWG / mm^2	%	%	%

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

4.3- Limites Térmicos dos Condutores para Redes de Distribuição

A tabela III, a seguir, contém as correntes máximas admissíveis para cada bitola de condutor a ser utilizado nas redes de distribuição aéreas primárias e secundárias da CPFL.

Os cabos nus para circuitos secundários devem ser usados somente em situações específicas, previstas nesta Norma.

TABELA III
CORRENTES MÁXIMAS ADMISSÍVEIS
Condutores de alumínio cobertos em XLPE
(Rede Primária Compacta - "Spacer Cables")

BITOLA (mm^2)	I MAX (A)
70	266
185	510

Corrente admissível para a máxima temperatura de operação (90ºC)

Condutores Isolados Multiplexados (0,6/1kV)
(Rede Secundária Isolada)

BITOLA (mm^2)	I MAX (A)
3P35(35)	129
3P50(50)	168
3P70(70)	227
3P12(70)	311

Corrente máxima para 40ºC de temperatura ambiente
e temperatura máxima de operação de 90ºC

Condutores de Alumínio Nu (CA)
(Rede Secundária)

BITOLA (AWG ou MCM)	I MAX (A)
02	138
1/0	184
2/0	234
4/0	293
336,4	395

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

Condutores de Alumínio Nu (CA)
(Rede Primária)

BITOLA (AWG ou MCM)	I MAX (A)
02	138
1/0	184
4/0	293
336,4	395
477	485

Corrente máxima para 20ºC de temperatura ambiente e 30ºC de elevação (temperatura total 50ºC)

5- Instalação de Equipamentos

5.1- Transformadores Trifásicos

a) O carregamento dos transformadores deve ser de acordo com a Tabela IV, em que são escolhidos os transformadores de capacidade nominal dentro das faixas de demanda calculada (kVAS), tanto para carga diurna como noturna.

As capacidades padronizadas para transformadores trifásicos para instalação em postes, nas tensões de 15 e 23 kV, são: 30; 45; 75; 112,5; 150; 225 e 300kVA, porém a instalação de transformadores de 225 e 300 kVA na rede de distribuição fica condicionada ao atendimento de grandes blocos de carga que justifiquem a utilização dessas potências de transformadores, por exemplo: Ligação de Edificios Residenciais e / ou Comerciais.

Obs: Para núcleos habitacionais e loteamentos, consultar a respectiva Norma Técnica

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

TABELA IV
CARREGAMENTO DE TRANSFORMADORES

Horário de Pico de Carga	Transformador Capacidade Nominal (kVA)	Demanda Máxima dos Transformadores (KVAS)
Carga Noturna (*)	15	até 23
	30	23,1 a 56,2
	45	56,3 a 83,7
	75	83,8 a 140,0
	112,5	140,1 a 210,0
	150	210,1 a 280,0
Carga Diurna (*)	15	até 23
	30	23,1 a 52,5
	45	52,6 a 78,7
	75	78,8 a 131,2
	112,5	131,3 a 196,2
	150	196,3 a 261,0

Nota (*): para efeito de KVAT, considera-se:
KVAT diurno = 1,4 x KVA nominal
KVAT noturno = 1,5 x KVA nominal

b) Os cabos de ligação dos transformadores à rede deverão ser conforme indicado abaixo, com cabos de cobre com isolação para 0,6/1,0 kV XLPE.

TRANSFORMADOR (kVA)	BITOLA (mm^2)
30 / 45	50
75 / 112,5	185
150	2x185
225 / 300	2x185

NOTAS: 1) Nas redes secundárias para Lins e Piratininga, onde a tensão nominal é de 380/220 V, devem ser projetados cabos de ligação de bitola 50 mm^2 por fase e neutro.

2) Nas demais localidades, onde a tensão nominal é de 220/127 V, na substituição de transformador de potência de 30 ou 45 kVA, por 75 kVA, os cabos de ligação 50 mm^2 devem ser substituídos por 185 mm^2;

c) A proteção de transformadores para sobrecorrente (GED 2912) é feita através de elos fusíveis (conforme tabela a seguir), instalados em chaves fusíveis no lado da alta tensão de capacidade nominal 100 A (GED 926).

POTÊNCIA (kVA)	ELO FUSÍVEL		
	11,9 kV	**13,8 kV**	**23 kV**
15 (*)	2 H	2 H	1 H
30	2 H	2 H	1 H
45	3 H	3 H	2 H
75	5 H	5 H	3 H
112,5	6 K	6 K	5 H
150	8 K	8 K	5 H
225 (**)	12 K	12 K	8 K
300 (**)	20 K	20 K	10 K

(*) utilizar apenas na área rural
(**) casos especiais

5.2- Equipamentos de Proteção contra Sobrecorrente

A proteção contra sobrecorrente na rede primária aérea urbana, está definida na Norma Técnica - GED 2912 - Proteção de Redes Aéreas de Distribuição - Sobrecorrente onde, em função do sistema, são estabelecidos critérios a serem observados para a aplicação, localização e dimensionamento dos equipamentos de proteção (chave fusível / elo fusível, disjuntor / relé, religador e seccionalizador).

No caso do planejamento de novos alimentadores e estudos avaliativos de alimentadores existentes, a área de Planejamento da CPFL define os pontos para a instalação destes equipamentos, conforme critérios e procedimentos específicos.

Nas redes de distribuição de loteamentos e núcleos habitacionais, deve ser proposto a instalação de chaves (fusíveis ou de faca) para grupos de no máximo cinco transformadores, visando facilitar a futura operação das redes primárias.

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

5.3- Equipamentos de Proteção contra Sobretensões

Para proteção contra descargas atmosféricas, devem ser utilizados jogos de pára-raios de invólucro polimérico, a óxidos metálicos, sem centelhador, providos de desligador automático, para uso em redes de distribuição aérea, corrente de descarga nominal 10 kA, tensão nominal 12 kV (para redes em 11,9 ou 13,8 kV) e 21 kV (para redes em 23 kV).

a) Transformador

Instalar um jogo de pára-raios em todos os transformadores de distribuição, seguindo as seguintes orientações:

1- Instalar o jogo de pára-raios, no mesmo nível de cruzeta das chaves fusíveis ou na cruzeta de linha, dependendo da estrutura, em todos os transformadores de distribuição de obras novas.

2- Instalar ou substituir o jogo de pára-raios em transformadores de redes existentes, quando de reformas completas dos postos transformadores.

b) Reguladores de Tensão

Instalar dois jogos de pára-raios, sendo um do lado da fonte e outro no lado da carga, na própria estrutura do regulador, conforme padrão de instalação específico.

c) Religadores e Seccionalizadores

Instalar dois jogos de pára-raios, sendo um do lado da fonte e outro no lado da carga, na própria estrutura do religador ou seccionalizador, conforme padrão de instalação específico.

d) Banco de Capacitores

Instalar um jogo de pára-raios em todos os bancos de capacitores, conforme padrão de instalação específico

e) Entradas Primárias Subterrâneas

Instalar um jogo de pára-raios em toda entrada primária subterrânea.

f) Chaves Tripolares com operação em carga

- Não instalar pára-raios nas chaves "normalmente fechadas" ;
- No caso de chaves "normalmente abertas", instalar pára-raios nos postes adjacentes ao da chave ;

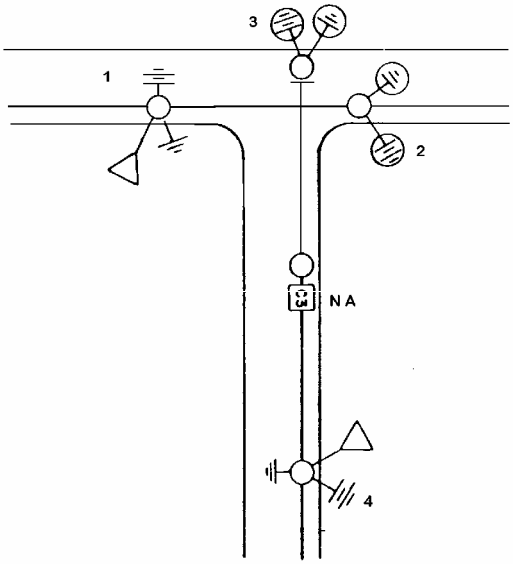
IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

- Chaves "normalmente abertas" e em postes junto a derivações em meio de vão, deverão ser protegidas de acordo com a Figura II.

g) Finais de redes primárias

Instalar um jogo de pára-raios no final definitivo de redes primárias, ou seja, onde não houver continuidade da rede primária. No caso de cruzamento entre redes compactas, não devem ser instalados pára-raios. Quando houver cruzamento entre rede compacta e rede nua, seguir a orientação do item h).

FIGURA II



NOTA: Para a proteção da chave a óleo ou seccionadora tripolar, deve-se instalar pára-raios na posição 1 ou 2 ou 3, bem como na posição 4.

h) Cruzamento entre Redes Primárias Compactas e de Cabos Nus

Nos cruzamentos de rede primária compacta com rede primária com cabos nus, instalar um jogo de pára-raios em cada um dos postes adjacentes ao cruzamento, na rede compacta.

Nos cruzamentos entre redes compactas, não devem ser instalados pára-raios.

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

5.4- Equipamentos de Manobra

A definição de localização, tipo e capacidade das chaves a serem instaladas na rede de distribuição para manobras, é dada pela Área de Planejamento - Investimentos da Gestão de Ativos com a colaboração das Áreas de Operação da CPFL.

Os critérios seguidos são os seguintes:

- Na saída de cada alimentador deve ser instalado um jogo de chaves faca. Estas chaves podem ser instaladas no primeiro poste ou, caso sejam melhoradas as condições para sua manobra, nos postes seguintes, antes porém da ligação atual ou futura de qualquer carga na rede primária ;

- Nas interligações de troncos de alimentadores, quando se prevê inversão do fluxo de carga por manobras entre alimentadores, no mesmo alimentador ou entre subestações, devem ser instaladas chaves trifásicas de abertura em carga;

- Não instalar equipamentos de manobra em postes que sustentam mais de um alimentador. Nesses casos deve-se instalar a chave no primeiro poste após a saída da derivação primária.

6- Instalação de Neutro e Aterramento na Rede de Distribuição Urbana

O padrão da CPFL determina a existência do neutro contínuo e multiaterrado em toda a área urbana com rede primária e/ou secundária.

6.1- Alimentadores

6.1.1- Em alimentadores deve ser instalado o neutro, com bitola mínima de acordo com a Tabela V , desde a subestação (o neutro deve ser interligado ao sistema de terra da subestação) até uma distância de 500m da mesma. Em locais onde ainda não existe a rede secundária instalada, como em trechos rurais de alimentadores, deve ser utilizado somente o neutro de cabo nu de alumínio, de acordo com a Tabela V.

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

TABELA V

BITOLA MÍNIMA DO NEUTRO EM FUNÇÃO DA BITOLA DOS CONDUTORES DA REDE PRIMÁRIA

REDE PRIMÁRIA 15 ou 23 kV	NEUTRO DA REDE SECUNDÁRIA
1/0 AWG	1/0 AWG
4/0 AWG	2/0 AWG
336,4 MCM	2/0 AWG
477 MCM	2/0 AWG
70 mm^2 (rede compacta)	1/0 AWG ou 50 mm^2
185 mm^2 (rede compacta)	2/0 AWG ou 70 mm^2
3x240 + 1x120 mm^2 (multiplexado)	2/0 AWG ou 70 mm^2

NOTAS :

1- As bitolas indicadas em mm^2 do NEUTRO, referem-se às seções dos condutores neutros dos cabos isolados multiplexados das redes secundárias;

2- Os condutores nus poderão ser utilizados para trechos de alimentadores ligando subestações fora das cidades a estas últimas ou que se estendam além da área urbanizada para alimentar indústrias ou urbanizações separadas das cidades de origem destes alimentadores;

3- O cabo de aço (mensageiro) de 9,5 mm da Rede Compacta não deve considerado como neutro

6.1.2- Os trechos de alimentadores construídos com cabos nus e com comprimentos não superiores a 10 ou 15 km, ligando subestações fora das cidades a estas últimas, ou que se estendam além da área urbanizada para alimentar indústrias ou urbanizações separadas das cidades de origem destes alimentadores, que percorrem áreas onde seja possível a locação definitiva dos postes, devem ser construídos conforme padrão urbano, com vãos de 80 m, sempre que possível, e com neutro de acordo com a Tabela V. Caso mesmo esse tipo de trecho de alimentador seja construído com rede primária compacta, o vão máximo deve ser de 40m.

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

6.1.3- Em alimentadores rurais ou linhas de distribuição rurais, exceção feita aos casos acima citados, não é lançado o condutor neutro, sendo obedecido o padrão rural.

6.2- Nos casos onde não existe neutro contínuo e multiaterrado, o aterramento local deve ser auto-suficiente, utilizando-se aterramentos especiais, conforme especificado no item 6.3.c.

6.3- Tipos de Aterramento (vide padrão de montagem para a área urbana)

a) **Aterramento Simples**: Constitui-se basicamente de um determinado comprimento de arame de aço zincado de 6,05 mm de diâmetro (4 BWG) conectado a 1 (uma) haste cantoneira perfilada de aço zincado de 2,40 m de comprimento.

- É aplicado somente onde existe o neutro contínuo e multiaterrado.

- Deve ser instalado nos seguintes pontos da rede de distribuição urbana:

a.1) nos transformadores de distribuição e nos pára raios;

a.2) nos seccionamentos e fins de linhas definitivos das redes secundárias, excluindo-se os construídos unicamente para sustentação mecânica do cruzamento secundário ;

a.3) a cada 300 m, aproximadamente, de modo que nenhum ponto da rede fique a mais de 200 m de um ponto de aterramento, seja este aterramento simples ou especial ;

NOTA: Tendo sido projetados os aterramentos conforme os itens a.1 e a.2, se faz a verificação do item a.3 adicionando aterramentos intermediários caso for necessário ou mesmo em um fim de linha não definitivo, se estiver a mais de 200 m do último aterramento.

b) **Aterramento com três Hastes de aço galvanizado em Linha:** Constitui-se basicamente de um determinado comprimento de arame de aço zincado de 6,05 mm de diâmetro (4 BWG) conectado a 3 (três) hastes cantoneira perfilada de aço zincado de 2,40 m de comprimento em linha. Vide figura 9 do GED 3613, aterramento e montagem.

- É aplicado somente onde existe o neutro contínuo e multiaterrado.

- Adotar sua instalação na rede de distribuição urbana, para transformadores de distribuição em fim de linha e nos pára-raios em fim de linha.

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

c) **<u>Aterramento Especial na rede com Neutro Multiaterrado</u>**: Constitui-se basicamente de um determinado comprimento de cabo de cobre nu 02 AWG conectado a 3 (três) hastes cilíndricas cobreadas de 14,5 mm de diâmetro e 3,00 m de comprimento.

Deve ser instalado nos seguintes pontos da rede de distribuição urbana:

b.1) Chaves tripolares com operação em carga (com ou sem controle remoto de operação)

b.2) Bancos de capacitores

b.3) Reguladores de tensão em poste

b.4) Religadores

b.5) Seccionalizadores

d) **<u>Aterramento Especial na rede sem Neutro Multiaterrado</u>**: Constitui-se basicamente de dois anéis concêntricos de cabo de cobre nu 02 AWG, enterrados a profundidades diferentes, conectado a 4 (quatro) hastes cilíndricas cobreadas, emendadas ou não, de 14,5 mm de diâmetro e 3,00 m de comprimento, que poderá ser complementado (caso não se obter o valor mínimo de aterramento), por módulos adicionais, constituídos de 2 (duas) hastes, emendáveis ou não, e 6 m de cabo de cobre nu 02 AWG.

Nota: o projetista poderá orçar, além do aterramento básico, 1 a 8 módulos adicionais, dependendo do projeto de aterramento, sendo que o número de hastes não poderá ser maior que 20 (vinte). Caso com 20 hastes não se conseguir a resistência máxima admissível, deve ser consultado o Departamento de Engenharia da CPFL ;

- Deve ser instalado nos mesmos equipamentos citados no item 6.3.c, sempre que no local do aterramento não houver neutro contínuo e multiaterrado, bem como em pára-raios em áreas rurais;

- Quando os referidos equipamentos forem instalados próximos à malha do neutro multiaterrado, deve ser feita a extensão do neutro, através da posteação existente, até o poste do equipamento e interligar com o aterramento especial .

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

6.4- Aterramento de Transformadores de Pequenas Localidades

- Se uma pequena localidade possuir mais de 4 transformadores de distribuição, com os neutros interligados, serão utilizados aterramentos com três hastes de aço galvanizado alinhadas;

- Se uma pequena localidade possuir até 4 transformadores, deverão ser aplicados aterramentos com três hastes de aço galvanizado alinhadas, e o transformador que estiver no local de mais fácil aterramento deverá ser aterrado conforme o item "Aterramento Especial na rede sem Neutro Multiaterrado", e os neutros devem ser interligados a ele.

6.5- Aterramento de Transformadores em Loteamentos Isolados

No caso de loteamentos isolados, normalmente de características urbanas mas construído na área rural e alimentado por trecho de alimentador ou rede primária sem neutro contínuo e multiaterrado, devem ser utilizados o sistema de aterramento com três hastes de aço galvanizado alinhadas.

Obs: Em áreas mais críticas, mesmo com neutro contínuo e multiaterrado, os transformadores poderão ser aterrados com três hastes de aço galvanizado alinhadas.

6.6- Outros Aterramentos

a) aterramento de consumidores secundários: vide Norma Técnica para Fornecimento de Energia a Edificações Individuais (GED 13)

b) aterramento de quadros de medidores coletivos: vide Norma Técnica para Fornecimento de Energia em Edificações de Uso Coletivo (GED 119)

c) aterramento de cabinas, câmaras transformadoras e outras instalações com Fornecimento em tensão primária de distribuição: vide Norma Técnica (GED 2855)

d) aterramento de transformadores rurais: vide Norma Técnica para Projetos de Linhas de Distribuição Rural (GED 120)

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

6.7- Valores Admissíveis de Resistência de Aterramento

Tipo de Aterramento	Resistência de Aterramento (Ω)	Tolerância (Ω)
Simples	qualquer	-
Especial com Neutro Multiaterrado	qualquer	-
Especial sem Neutro Multiaterrado	25	+ 25
Trafo de distribuição em localidade que possui: - mais de 4 trafos - menos de 4 trafos	 qualquer 25	 - + 25

Nota: valores máximos para terreno seco (não pode ser medido em período de chuvas)

7- Registro de Revisão

Versão anterior	Data da publicação	Alteração
1.2	12/12/2003	Inclusão do item 7 – Registro de Revisão.
1.4	26/04/2007	Incluido o transformador de 15 kVA

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

ANEXO 1

REDE SECUNDÁRIA
PARÂMETROS DOS CABOS UTILIZADOS NOS CÁLCULOS ELÉTRICOS

Material	Código	Bitola	Resistência (ohm/km)	Reatância (ohm/km)
ALUMINIO SEM ALMA DE AÇO	A04	04 AWG	1,5285	0,3603
	A02	02 AWG	0,9632	0,3420
	A10	1/0 AWG	0,6045	0,3249
	A20	2/0 AWG	0,4791	0,3155
	A40	4/0 AWG	0,3020	0,2983
	A33	336,4 MCM	0,1907	0,2765
COBRE NU	C06	06 AWG	1,3765	0,3822
	C02	02 AWG	0,5561	0,3467
	C10	1/0 AWG	0,3504	0,3257
	C20	2/0 AWG	0,2783	0,3170
MULTIPLEXADO	P12	120 mm^2	0,2940	0,0942
	P25	25 mm^2	1,3900	0,1055
	P35	35 mm^2	1,0100	0,1138
	P50	50 mm^2	0,7440	0,1092
	P70	70 mm^2	0,5680	0,0945
TRIPLEX	M63	06 AWG / 16 mm^2	2,6550	0,0999
QUADRUPLEX	M64	06 AWG / 16 mm^2	2,6550	0,1189
TRIPLEX	M43	04 AWG / 25 mm^2	1,6710	0,0963

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA

ANEXO 2
REDE PRIMÁRIA
PARÂMETROS DOS CABOS UTILIZADOS NOS CÁLCULOS ELÉTRICOS

Código	Bitola	R1 (ohm/km)	X1 (ohm/km)	Ro (ohm/km)	Xo (ohm/km)	Iadm (A)
15 kV						
A04	04 AWG	1,5040	0,4861	1,9768	1,6666	100
A02	02 AWG	0,9477	0,4687	1,4205	1,6492	138
A10	1/0 AWG	0,5954	0,4513	1,0682	1,6312	184
A30	3/0 AWG	0,3810	0,4019	0,7531	1,4380	275
A40	4/0 AWG	0,2977	0,4249	0,7705	1,6054	293
A33	336,4 MCM	0,1876	0,4033	0,6604	2,5837	395
A47	477 MCM	0,1330	0,3901	0,6058	1,5706	485
C06	06 AWG	1,4854	0,5078	1,9547	1,8512	97
C04	04 AWG	0,9341	0,4904	1,4034	1,8338	130
C02	02 AWG	0,5935	0,4671	1,0628	1,8105	188
C10	1/0 AWG	0,3766	0,4513	0,7778	1,4824	242
C20	2/0 AWG	0,2989	0,4431	0,2989	0,4431	281
C40	4/0 AWG	0,1876	0,4249	0,4983	1,3583	378
U10 (*)	1/0 AWG	0,6912	0,1510	1,7110	0,9534	183
U75 (*)	750 MCM / 500 mm^2	0,0659	0,1140	1,5194	0,7540	370
P24	240 mm^2	0,1622	0,1142	0,6400	0,4350	430
P35	35 mm^2	1,1068	0,1515	1,5846	0,8946	140
E70 (**)	70 mm^2	0,5682	0,3077	1,2205	1,6989	266
E18 (**)	185 mm^2	0,2112	0,2666	0,8635	1,6579	510
23 kV						
A04	04 AWG	1,5289	0,4924	1,9496	1,7117	100
A10	1/0 AWG	0,6047	0,4447	1,0254	1,6641	184
A30	3/0 AWG	0,3810	0,4288	0,7622	1,3671	275
A33	336,4 MCM	0,1908	0,3984	0,4918	1,2395	395

(*) cabos isolados em trechos subterrâneos
(**) rede primária compacta

IMPRESSÃO NÃO CONTROLADA