COPEL
Companhia Paranaense de Energia

PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

NORMA TÉCNICA COPEL - NTC

MATERIAIS DE DISTRIBUIÇÃO - ESPECIFICAÇÃO

CONECTORES PARA CABOS CA, CAA, AÇO E AÇO-AL E ALUMÍNIO COBERTO

810059

Maio/2014

ÓRGÃO EMISSOR: **COPEL DISTRIBUIÇÃO**

SUPERINTENDÊNCIA DE ENGENHARIA DE EXPANSÃO DA DISTRIBUIÇÃO - **SEE**
DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO E OBRAS DE REDES DA DIS – **DPRD**
DIVISÃO DE PROJETOS, OBRAS E NORMALIZAÇÃO - **VPON**

APRESENTAÇÃO

Esta Norma tem por objetivo estabelecer as condições mínimas exigíveis para o fornecimento do material em referência a ser utilizado nas Redes Aéreas de Distribuição Urbana e Rural na área de concessão da Companhia Paranaense de Energia - COPEL.

Para tanto foram consideradas as especificações e os padrões do material em referência, definidos nas Normas Brasileiras Registradas - NBR da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, particularizando-os para as Normas Técnicas COPEL - NTC, acrescidos das modificações baseadas nos resultados de desempenho destes materiais na COPEL.

Com a emissão deste documento, a COPEL procura atualizar as suas Normas Técnicas de acordo com a tecnologia mais avançada no Setor Elétrico.

Em caso de divergência esta Norma deve prevalecer sobre as outras de mesma finalidade editadas anteriormente.

Esta Norma encontra-se na INTERNET:

www.copel.com

- para sua empresa
- normas técnicas
- materiais de distribuição : consulta ou
- especificações de materiais

Fernando Antônio Gruppelli Jr
Superintendência de Engenharia de Expansão da Distribuição
COPEL DISTRIBUIÇÃO S.A.

ÍNDICE

1. OBJETIVO

2. NORMAS E/OU DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

3. DEFINIÇÕES

4. CONDIÇÕES GERAIS

4.1 CONDIÇÕES DE SERVIÇO
4.2 IDENTIFICAÇÃO
4.3 ACABAMENTO
4.4 EMBALAGEM

5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 MATERIAL
5.2 CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS
5.3 CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS
5.4 TEOR DE COBRE NAS LIGAS DE ALUMÍNIO

6. ENSAIOS

6.1 RELAÇÃO DOS ENSAIOS
6.2 CLASSIFICAÇÃO DOS ENSAIOS
6.3 EXECUÇÃO DOS ENSAIOS

7. INSPEÇÃO, ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

7.1 GENERALIDADES
7.2 FORMAÇÃO DA AMOSTRA
7.3 ACEITAÇÃO OU REJEIÇÃO

8. GARANTIA DO FABRICANTE

9. FICHA TÉCNICA

10. ANEXOS

TABELAS E FIGURA

1. OBJETIVO

Esta NTC fixa as condições exigíveis que devem ser atendidas no fornecimento de conectores de alumínio aplicáveis a condutores de alumínio, cobre, aço e aço-alumínio e na ligação de equipamentos elétricos destinados às Redes de Distribuição da COPEL.

2. NORMAS E/OU DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Para fins de projeto, seleção de matéria prima, fabricação, controle de qualidade, inspeção, utilização e acondicionamento dos conectores a serem fornecidos, esta NTC adota as normas abaixo relacionadas, bem como as normas nelas citadas, nas revisões indicadas ou mais recentes.

(*)

ABNT - NBR 5426/89 Planos de Amostragem e Procedimentos na inspeção por Atributos - Procedimento;
ABNT - NBR 5456 – Eletricidade geral - Terminologia
ABNT - NBR 5460 – Sistemas elétricos de potência
ABNT - NBR 5474/86 Conectores Elétricos - Terminologia;
ABNT - NBR 5854/2013 Arruelas de pressão simples com extremidades dobradas ou retas formas e dimensões;
ABNT - NBR 6323/2007 Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido - Especificação;
ABNT -- NBR 6366/82 Ligas de cobre - Análise química - Método de Ensaio
ABNT - NBR 6392/88 Arruelas de Pressão - Especificação;
ABNT NBR NM ISO 6506-1:2010 Errata 1:2010 - Materiais metálicos – Ensaio de dureza Brinell - Parte 1: Método de ensaio (ISO 6506-1:2005, IDT)
ABNT - NBR 7397/2007 Produtos de Aço ou Ferro Fundido - Verificação do Revestimento de Zinco - Determinação da Massa por Unidade de Área - Método de Ensaio;
ABNT - NBR 7398/2009 Produto de aço ou ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio;
ABNT - NBR 7399/2009 Produto de aço ou ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não-destrutivo - Método de ensaio;
ABNT - NBR 7400/2009 Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio;
ABNT - NBR 8094/83 Materiais Metálicos Revestidos e não Revestidos - Corrosão por Exposição a Névoa Salina - Método de Ensaio;
ABNT - NBR 8855/91 Propriedades mecânicas de elementos de fixação - Parafusos e prisioneiros - Especificação;
ABNT - NBR 9326/86 Conectores para Cabos de Potência - Ensaios de Ciclos Térmicos e Curtos-Circuitos - Método de Ensaio;
ABNT - NBR 11788 - Conectores de alumínio para ligações aéreas de condutores elétricos em sistemas de potência - Especificação
ABNT NBR ISO 261:2004 - Rosca métrica ISO de uso geral - Plano geral
IEC 61238-1 - Compression and mechanical connectors for power cables for rated voltages up to 30 kV (Um = 36 kV) - Part 1: Test methods and requirements
ASTM - B-26 "Specification for aluminum - Alloy sand castings";
ASTM - B179 – “Standard Specification for Aluminum Alloys in Ingot and Molten Forms for Castings from All Casting Processes”
ASTM - B221 "Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Extruded Bars, Rods, Wire, Profiles, and Tubes”
ANSI/UL - 486B Wire connectors for use with aluminum conductors";
ANSI/NEMA CC3/73 Connectors for use between aluminum or aluminum copper overhead conductors;
CISPR/TR 18-2, Radio interference characteristics of overhead power lines and hoghvoltage equipment – Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits

COPEL NTC 810100 a 819999 - Materiais de Distribuição.
COPEL NTC 855 000 a 190 - Montagem de Redes de Distribuição Compacta Protegida 13,8 e 34,5 k V.
COPEL NTC 855 210 a 235 - Montagem de Redes de Distribuição Secundária e Isolada.
COPEL NTC 856 000 a 900 - Montagem de Redes de Distribuição Aérea - RDA.

As siglas acima referem-se a:

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.
NBR - Norma Brasileira Registrada.
NTC - Norma Técnica COPEL.
ASTM - American Society for Testing and Materials.
ANSI - American National Standards Institute.
NEMA - National Eletrical Manufacturers Association.

(*) - Os últimos dígitos separados por uma barra do número da NBR indicam o ano de publicação da mesma.

A ausência de tais dígitos indica que a referida norma está em fase final de revisão, estando indicado entre parênteses o número do projeto da referida norma. No caso das NTCs a versão em vigor é indicada pela data (mês/ano) de revisão.

As normas mencionadas não excluem outras reconhecidas desde que, concomitantemente:

a) Assegurem qualidade igual ou superior;
b) Sejam mencionadas pelo Proponente na Proposta;
c) Sejam anexadas à Proposta;
d) Sejam aceitas pela COPEL.

Em caso de dúvida ou omissão prevalecem:

1º Esta NTC - Especificação;
2º Demais Normas Técnicas COPEL;
3º As Normas citadas no capítulo 2 desta NTC;
4º As Normas apresentadas pelo Proponente e aprovadas pela COPEL.

3. DEFINIÇÕES.

Os termos técnicos utilizados nesta NTC estão definidos na NBR 5474 e nas normas mencionadas no item 2 desta NTC.

4. CONDIÇÕES GERAIS.

4.1 Condições de Serviço:

Os conectores abrangidos por esta NTC devem ser adequados para operar a uma altitude de até 1000 metros, em clima tropical com temperatura ambiente de -5°C até 40°C, média diária não superior a 35°C, umidade relativa de até 100%, precipitação pluviométrica média anual de 1500 a 3000 milímetros, sendo que ficarão expostos ao sol, à chuva e à poeira, instalados de acordo com as NTC de Montagem de Redes de Distribuição, citadas no item 2 desta NTC.

O clima contribui para a formação de fungos e acelera a deterioração e a corrosão. O Fornecedor deve providenciar a tropicalização e tudo mais que for necessário para o bom desempenho do conector nas condições objeto deste item.

Os conectores aqui especificados são aplicáveis a sistemas elétricos de freqüência nominal 60Hz, com as características dadas na Tabela 15 do Anexo A e configurações dadas na Figura 10 do Anexo B desta NTC.

4.2 Identificação:

A identificação dos conectores e parafusos utilizados nesta especificação devem atender às respectivas NTCs de cada conector.

4.3 Acabamento:

O acabamento dos conectores deve atender aos requisitos especificados nas respectivas NTCs de cada conector.

O composto antióxido deve ter características que atendam à NTC 814900.

4.4 Embalagem:

Consultar a internet no seguinte endereço:

www.copel.com

- Fornecedores
- Informações
- Guia para confecção de embalagens unitizadas

5. CONDIÇÕES ESPECíFICAS

5.1 Material:

Os materiais utilizados para confeccionar os conectores e parafusos desta NTC devem atender ao especificado nas respectivas NTCs.

5.2 Características Mecânicas:

5.2.1 Resistência à tração: Os conectores devem suportar, sem escorregamento do condutor ou ruptura do conector ou do condutor no trecho da conexão, os valores mínimos de tração indicadas nas respectivas tabelas do Anexo A.

5.2.2 Resistência ao torque: Os conectores que forem fornecidos com parafusos, estes devem suportar sem ruptura ou deformação permanente a aplicação do torque de ensaio de seus parafusos estabelecidos no Anexo A Tabela 8. Após a aplicação do torque e desmontado o conector, a porca deve deslizar manualmente ao longo do parafuso sem apresentar problemas de agarramento.

5.3 Características Elétricas:

5.3.1 Resistência elétrica e aquecimento.

5.3.1.1 A resistência elétrica do conector deve ser no máximo igual a resistência elétrica do condutor a que se aplica, quando medida como indicado em 6.3.9.

5.3.1.2 A elevação de temperatura em qualquer ponto do conector não deve exceder a elevação de temperatura do condutor que apresenta a maior elevação de temperatura para o qual foi projetado, quando ensaiado como indicado em 6.3.8.

5.3.2 Ciclos térmicos com curtos-circuitos.

Os conectores devem ser ensaiados conforme item 6.3.10 desta NTC e NBR 9326, atendendo aos critérios de desempenho mencionados em 5.3.2.1 e 5.3.2.2 desta NTC, relacionados à resistência elétrica e à elevação de temperatura, respectivamente.

5.3.2.1 Critérios de desempenho quanto a resistência elétrica

a. A resistência elétrica inicial de montagem da conexão deve ser no máximo igual à resistência elétrica do condutor de referência.
b. Nos primeiros 200 ciclos de aquecimento, antes da aplicação do conjunto de curtos-circuitos, devem ser feitas leituras dos valores de resistência da conexão de 10 em 10 ciclos, não devendo nenhum desses valores superar em 5% o valor médio obtido para esses valores. Os 20 primeiros ciclos devem ser utilizados para estabilizar a corrente de ensaio.
c. Após a série de curtos-circuitos devem ser feitas leituras de resistência da conexão de 25 em 25 ciclos, não devendo nenhum dos valores medidos ultrapassar em 5% o valor médio obtido para esses valores.
d. O valor médio das 10 últimas leituras efetuadas conforme a alínea c pode ultrapassar em 5% no máximo, o valor médio das 10 últimas leituras efetuadas conforme a alínea b deste item.

5.3.2.2 Critérios de desempenho quanto a temperatura

a. A temperatura dos conectores não deve exceder a temperatura do condutor de referência ao final do período de aquecimento de cada ciclo.
b. Nos primeiros 200 ciclos de aquecimento, antes da aplicação do conjunto de curtos-circuitos, devem ser feitas leituras dos valores de temperatura dos conectores de 10 em 10 ciclos e a variação máxima das elevações de temperatura da conexão em relação ao valor médio obtido para esses valores deve ser de 5ºC. A elevação da temperatura deve ser considerada em relação a temperatura ambiente da sala de ensaio.
c. Após a série de curtos-circuitos devem ser feitas leituras de temperatura dos conectores de 25 em 25 ciclos e a variação máxima das elevações de temperatura da conexão em relação ao valor médio obtido para esses valores deve ser de 5ºC.
d. O valor médio das 10 últimas leituras efetuadas conforme a alínea c deste item pode ultrapassar em 5°C, no máximo, o valor médio das 10 últimas leituras efetuadas conforme a alínea b deste item.

5.3.3 Após o término do ensaio, se o conector não for do tipo compressão, a conexão deve ser desfeita e o conector avaliado visualmente, não devendo apresentar sinais visíveis de aquecimento local ou partes fundidas ou danificadas, especialmente nos pontos de contato elétrico.

5.4 Teor de cobre nas ligas de alumínio:

A porcentagem de cobre na composição das ligas de alumínio utilizadas nos conectores, a ser verificada conforme o item 6.3.12, deve ser no máximo de 0,2%.

6. ENSAIOS.

6.1 Relação dos Ensaios.

Para a comprovação das características de projeto, material e mão-de-obra são exigidos os seguintes ensaios:

a) inspeção geral;
b) verificação dimensional;
c) ensaio de resistência à tração do conector;
d) ensaio de resistência ao torque dos parafusos;
e) ensaio de tração com cunha nos parafusos;
f) ensaio de medição da espessura da camada de estanho;
g) ensaio de aquecimento;
h) ensaio de medição da resistência elétrica;
i) ensaio de ciclos térmicos com curtos-circuitos;
j) ensaio de radiointerferência;
k) ensaio para determinação da composição química;
l) ensaio de névoa salina;
m) ensaio de efeito mecânico sobre o condutor tronco.

Os ensaios relacionados neste item não invalidam a realização, por parte do Fornecedor, daqueles que julgar necessário ao controle de qualidade do seu produto.

6.2 Classificação dos Ensaios:

Os ensaios previstos nesta NTC são classificados em:

- ensaios de tipo;
- ensaios de recebimento;
- ensaios complementares de recebimento;

6.2.1 Ensaios de tipo:

São os ensaios relacionados na Tabela 9 do Anexo A, a serem realizados pelo Fornecedor, no mínimo em uma unidade, retirada das primeiras unidades construídas de cada lote, para verificação de determinadas características de projeto e do material. Estes ensaios devem ter seus resultados devidamente comprovados, através de Relatórios de Ensaios emitidos por órgãos tecnicamente capacitados, devendo o relatório de ensaio atender ao item 7.4.4. Estes ensaios devem ser realizados conforme o item 6.3.

6.2.2 Ensaios de recebimento:

São os ensaios relacionados na Tabela 9 do Anexo A, realizados nas instalações do Fornecedor ou da COPEL, na presença de Inspetor da COPEL, por ocasião do recebimento de cada lote. Estes ensaios devem ser realizados conforme o item 6.3.

6.2.3 Ensaios complementares de recebimento:

São os ensaios relacionados na Tabela 9 do Anexo A, realizados nas instalações do Fornecedor ou em órgão tecnicamente capacitado, na presença do Inspetor da COPEL, por ocasião do recebimento de cada lote. A realização destes ensaios fica a critério da COPEL.

6.3 Execução dos Ensaios:

Os métodos de ensaio dos conectores devem obedecer o descrito a seguir e estar de acordo com as normas e/ou documentos complementares citados no item 2.

As características dos equipamentos, aparelhos e instrumentos utilizados durante os ensaios devem ser estáveis e estar aferidas.

6.3.1 Geral:

6.3.1.1 Antes de se iniciar os ensaios elétricos e mecânicos as partes dos condutores a serem inseridas no conector devem ser limpas com escova de cerdas de aço e impregnada com composto antióxido nas superfícies de contato dos condutores e do conector.

6.3.1.2 Os conectores de compressão devem ser instalados utilizando-se a matriz e o número de compressões adequadas a cada conector, recomendados nas respectivas Tabelas do Anexo A.

6.3.1.3 Os condutores a serem utilizados nos ensaios elétricos e mecânicos devem ter formação e características conforme as NTC de Materiais de Distribuição - Especificação, NTCs 810005, 810006, 810007, 810009 e 810010.

6.3.2 Inspeção geral:

Antes de serem iniciados os ensaios, o inspetor deve verificar o ajuste e deslizamentos das porcas nos parafusos bem como verificar se os conectores de compressão contêm composto antióxido para realizar a conexão nas quantidades indicadas no Anexo A.

Deve-se também verificar os seguintes requisitos de acordo com as respectivas NTCs:

a) Material;
b) Acabamento;
c) Identificação; e
d) Embalagem e acondicionamento.

Constitui falha a não conformidade de qualquer uma das características verificadas com as especificadas.

6.3.3 Verificação dimensional: Devem ser verificadas as dimensões correspondentes de cada conector bem como as dimensões dos parafusos, porcas, arruelas lisa, de pressão e da presilha e estas devem estar de acordo com as indicadas nas figuras das respectivas NTCs. Constitui falha a não conformidade de qualquer uma das características verificadas com as especificadas.

6.3.4 Ensaio de resistência à tração do conector:

6.3.4.1 Os conectores devem ser ensaiados estando o conector ligando os condutores de mesma seção nominal para os quais foram projetados.

6.3.4.2 As trações mecânicas a serem aplicadas no ensaio são as indicadas nas respectivas Tabelas do Anexo A e estas devem ser aplicadas gradualmente a uma velocidade das garras da máquina de tração de 15 a 20 milímetros por minuto por metro de distância entre garras. As trações devem ser mantidas nos valores especificados durante 1 minuto, no mínimo.

6.3.4.3 O comprimento livre do condutor entre o conector e a garra da máquina de tração deve ser no mínimo de 4000 mm.

6.3.4.4 O valor da tração mecânica deve ser medida com uma precisão de 1% para conectores de tração total e de 5% para os conectores de tração parcial e mínima.

6.3.4.5 O valor do torque de instalação a ser aplicado deve ser medido com uma precisão de 5%. Constitui falha se ocorrer escorregamento do condutor(es), deformação permanente ou ruptura do conector e/ou do(s) condutor(es) no trecho da conexão.

6.3.5 Ensaio de resistência ao torque dos parafusos:

6.3.5.1 Os conectores de aperto devem ser ensaiados aplicando em seu(s) parafuso(s) os torques de ensaio indicados no Anexo A Tabela 8.

6.3.5.2 O valor do torque de ensaio aplicado deve ser medido com uma precisão de 5%. Esta medição deve ser realizada utilizando-se todas as combinações extremas de bitolas de condutores admitidos pelo conector.

Constitui falha:

a) se ocorrer deformação permanente ou ruptura do conector, ou do(s) condutor(es), ou;
b) se após a aplicação do torque e desmontado o conector a(s) porca(s) não deslizar(em) manualmente ao longo do(s) parafuso(s), ocasionado problemas de agarramento.

6.3.6 Ensaio de tração com cunha nos parafusos: Este ensaio é aplicado ao conector terminal de compressão, conforme método descrito na NBR 8855.

Constitui falha:

a) se o(s) parafuso(s) se romper(em) antes de se alcançar a carga de tração mínima especificada nas normas mencionadas neste item;
b) se a ruptura do(s) parafuso(s) ocorrer(em) no raio de concordância com a cabeça do parafuso.

6.3.7 Ensaio de medição da espessura da camada de estanho: Aplica-se este ensaio aos parafusos do conector terminal de compressão. Este ensaio deve ser executado conforme procedimento usuais do Fornecedor. O Fornecedor deve apresentar a descrição do método utilizado, para aprovação prévia pela COPEL junto com a Ficha Técnica. Constitui falha o não atendimento à espessura mínima da camada de estanho de 8µm para qualquer amostra e de 12 um para a média das amostras.

6.3.8 Ensaio de aquecimento:

6.3.8.1 Aplica-se este ensaio a todos os conectores desta NTC:

6.3.8.2 Os conectores devem ser ensaiados com os condutores de maior capacidade de condução de corrente para os quais foram projetados. Se o conector é aplicável a ligações de condutores de alumínio com alumínio e de alumínio com cobre, o mesmo deve ser ensaiado nas diversas combinações dessas duas alternativas.

6.3.8.3 Aplica-se no(s) parafuso(s) dos conectores terminais de compressão os torques de instalação especificados na Tabela 4 do Anexo A.

6.3.8.4 A distância entre o conector e a fonte de tensão ou outro conector deve ser no mínimo de 1000 mm ou 100 vezes o diâmetro do condutor, prevalecendo o maior valor. A extremidade do condutor, quando for o caso, deve sobressair 12 mm para além da borda da canaleta de contato do conector.

6.3.8.5 O ensaio deve ser feito à temperatura ambiente, em local abrigado, livre de correntes de ar, aplicando-se gradualmente a corrente alternada de ensaio até se atingir o valor indicado na Tabela 10 do Anexo A, que deve ser mantido até a estabilização da temperatura.

6.3.8.6 Devem ser medidas as temperaturas dos pontos mais quentes no conector e no condutor. No condutor este ponto está localizado a uma distância mínima do conector igual a 50 vezes o diâmetro do condutor e não inferior a 500 mm. Constitui falha o não atendimento ao item 5.3.1.2 desta NTC.

6.3.9 Ensaio de medição da resistência elétrica:

6.3.9.1 Este ensaio deve ser aplicado a todos os conectores desta NTC. Aplica-se aos conectores terminais de compressão os torques de instalação especificados na Tabelas 4 do Anexo A.

6.3.9.2 Devem ser comparadas as resistências elétricas de uma parte contínua do condutor e de um conjunto de mesmo comprimento total formado por duas partes do mesmo condutor ligadas pelo conector sob ensaio, tendo cada uma comprimento "L" igual ao valor indicado no Anexo A Tabela 11 desta NTC, de acordo com a área da seção reta do condutor. Os condutores utilizados neste ensaio devem ser o de maior e o de menor seção admitidos pelo conector.

6.3.9.3 Deve ser utilizada corrente contínua de intensidade inferior a um vigésimo (1/20) da corrente utilizada para o aquecimento, conforme o Anexo A Tabela 10 desta NTC. A medição deve ser efetuada com as indicações dos instrumentos devidamente estabilizados e estando as conexões e condutores à mesma temperatura do ambiente. O valor da resistência deve ser tomado como a média aritmética de duas medidas efetuadas com polaridade oposta. Constitui falha o não atendimento ao item 5.3.1.1 desta NTC.

6.3.10 Ensaio de ciclos térmicos com curtos-circuitos:

6.3.10.1 Aplica-se nos conectores terminais de compressão os torques de instalação especificados na Tabela 4 do Anexo A.

6.3.10.2 O ensaio deve ser executado de acordo com NBR-9326, sendo que as duas séries de ciclos térmicos de envelhecimento e o conjunto intercalado de curtos-circuitos devem ser definidos da seguinte forma, para os conectores referenciados nesta NTC.

a) aplicação da 1ª série com duração de 200 ciclos térmicos;
b) aplicação, a seguir, do conjunto de quatro curtos-circuitos;
c) aplicação da 2ª série com a duração de 500 ciclos térmicos.

6.3.10.3 A elevação de temperatura do condutor de referência em relação à temperatura ambiente, em cada período de aquecimento das duas séries de ciclos térmicos de envelhecimento, deve ser igual a (100±2)°C e ser mantida estabilizada nesse valor durante 15 minutos, pelo menos. O resfriamento subseqüente poderá ser obtido através de resfriamento natural ou ventilação forçada, com a finalidade de se reduzir a duração de cada ciclo e deve ser prolongado até que a temperatura do condutor de referência atinja no máximo 5°C acima da temperatura ambiente.

6.3.10.4 Na aplicação do conjunto de quatro curtos-circuitos, para cada um deles, deve ser aplicada, com duração de 1s, a corrente com densidade de 100 A/mm² para condutores de até 300mm² de seção útil efetiva. Na aplicação do primeiro curto-circuito o condutor de referência deve estar na temperatura ambiente para condutores de seção útil efetiva de até 300mm². O intervalo de tempo entre duas aplicações sucessivas de curtos-circuitos deve ser suficiente para que a temperatura do conector atinja o máximo de 5°C acima de sua temperatura inicial de aplicação dos curtos-circuitos. Constitui falha o não atendimento aos itens 5.3.1, 5.3.2 e 5.3.3 desta NTC.

6.3.11 Ensaio de radiointerferência: Este ensaio deve ser executado conforme a CISPR/TR 18-2.

Constitui falha se o nível de radiointerferência medido em laboratório ultrapassar o limite estabelecido no Anexo A Tabela 12 desta NTC, para a tensão de ensaio especificada.

6.3.12 Ensaio para determinação da composição química: Este ensaio deve ser executado conforme a norma NBR 6366.

Constitui falha se o percentual de cobre encontrado nas ligas de alumínio for superior aos especificados no item 5.4.

6.3.13 Ensaio de névoa salina: Os conectores desta NTC devem ser ensaiados de acordo com a NBR 8094, devendo suportar uma exposição de 15 dias (360 horas), no mínimo. Os conectores, após esta exposição, devem apresentar as seguintes condições:

a) resistir aos ensaios dos itens 6.3.8, 6.3.9, 6.3.10 e 6.3.4 desta NTC;
b) estar isento de quaisquer pontos de corrosão profunda localizada em sua superfície e de manchas características distribuídas de corrosão, visíveis a olho nu, nas áreas de contato elétrico do conector.

Esta verificação deve ser efetuada desfazendo-se a conexão e examinando-se o conector.

Constitui falha o não atendimento as alíneas "a" e "b" deste item e se os valores de temperatura e resistência elétrica forem superiores aos valores encontrados nos ensaios dos itens 6.3.8 e 6.3.9 desta NTC.

6.3.14 Ensaio de efeito mecânico sobre o condutor tronco: Este ensaio deve ser executado de acordo com a norma NEMA CC3. Constitui falha se ocorrer rompimento do condutor tronco no ponto da conexão.

7 INSPEÇÃO, ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

7.1 Generalidades:

A COPEL reserva-se o direito de inspecionar e ensaiar os conectores abrangidos por esta NTC, quer no período de fabricação quer na época de embarque ou a qualquer momento que julgar necessário.

O Fornecedor tomará às suas expensas, todas as providências para que a inspeção dos conectores, por parte da COPEL, se realize em condições adequadas, de acordo com as normas recomendadas e com esta NTC.

Assim o Fornecedor deverá propiciar todas as facilidades para o livre acesso aos laboratórios, às dependências onde estão sendo fabricados os conectores em questão, ao local de embarque, etc, bem como fornecer pessoal habilitado a prestar informações e executar os ensaios, além de todos os dispositivos, instrumentos, etc, para realizá-los.

O Fornecedor deve avisar a COPEL, com antecedência mínima de 15 (quinze) dias para Fornecedor nacional e de 30 (trinta) dias para Fornecedor estrangeiro , sobre as datas em que os conectores estarão prontos para inspeção. O período para inspeção deve ser dimensionado pelo Fornecedor, de tal forma que esteja contido nos prazos de entrega estabelecidos na Ordem de Compra.

7.2 Formação da Amostra:

As amostras devem ser colhidas pelo Inspetor da COPEL, nos lotes prontos para embarque.

7.2.1 O tamanho da amostra para os ensaios de recebimento deve estar de acordo com o Anexo A Tabela 13 desta NTC.

7.2.2 O tamanho da amostra para efetuar os ensaios complementares de recebimento será fixado pela COPEL de comum acordo com o Fornecedor.

7.3 Aceitação ou Rejeição:

A aceitação dos conectores pela COPEL, seja pela comprovação dos valores, seja por eventual dispensa de inspeção, não eximirá o Fornecedor de sua responsabilidade em fornecer os conectores em plena concordância com a Ordem de Compra e com esta NTC, nem invalidará ou comprometerá qualquer reclamação que a COPEL venha a fazer baseada na exigência de conectores inadequados ou defeituosos.

Por outro lado, a rejeição de conectores em virtude de falhas constatadas através da Inspeção, durante os ensaios ou em virtude da discordância com a Ordem de Compra ou com esta NTC, não eximirá o Fornecedor de sua responsabilidade em fornecer os conectores na data de entrega prometida. Se, na opinião da COPEL, a rejeição tornar impraticável a entrega na data prometida ou se tudo indicar que o Fornecedor será incapaz de satisfazer os requisitos exigidos, a COPEL reserva-se o direito de rescindir todas as suas obrigações e adquirir os conectores em outra fonte, sendo o Fornecedor considerado como infrator da Ordem de Compra, estando sujeito às penalidades aplicáveis ao caso.

7.3.1 Critérios para aceitação ou rejeição: Os critérios para aceitação ou rejeição dos lotes, quando da realização dos ensaios, são os seguintes:

7.3.1.1 Ensaios de recebimento: Deve ser de acordo com os critérios estabelecidos na Tabela 13 do Anexo A desta NTC.

7.3.1.2 Ensaios complementares de recebimento: A reprovação do conector em qualquer um dos ensaios determina a sua rejeição, não sendo permitida contraprova.

7.3.2 Todos os conectores rejeitados nos ensaios de recebimento, integrantes de lotes aceitos, devem ser substituídos por unidades novas e perfeitas pelo Fornecedor, sem qualquer ônus para a COPEL.

8 GARANTIA DO FABRICANTE

A aceitação de um lote de conectores dentro do sistema de amostragem adotado, não isenta o fabricante da responsabilidade de substituir qualquer unidade que não estiver de acordo com a presente especificação no período de, no mínimo, 24 (vinte e quatro) meses.

9 FICHA TÉCNICA

O fornecimento à Copel deste material fica condicionado à homologação da Ficha Técnica do mesmo pela SEE/DPRD/VPON. Para maiores informações consultar a Internet no seguinte endereço:

www.copel.com

- Acesso Rápido

- Normas Técnicas

10 ANEXOS

10.1Anexo A – TABELAS

TABELA 1 - MASSA E ESPESSURA DO REVESTIMENTO DE ZINCO DE PARAFUSOS, PORCAS E ARRUELAS DE AÇO

MATERIAL	MASSA MÍNIMA DO REVESTIMENTO (g/m²) MÉDIA/INDIVIDUAL	ESPESSURA MÍNIMA DO REVESTIMENTO (μm) MÉDIA/INDIVIDUAL
PORCAS E PARAFUSOS $\phi \geq$ 9,5mm ARRUELAS ENTRE 4,8 E 6,4mm DE ESPESSURA	380 / 300	54 / 43
PORCAS E PARAFUSOS $\phi <$ 9,5mm ARRUELAS COM ESPESSURA < 4,8mm	300 / 260	43 / 37

TABELA 2 - CARACTERÍSTICAS DA LUVA DE EMENDA TRAÇÃO TOTAL PARA CABOS CA (referência **A**)

NTC	APLICAÇÃO		COMPRESSOR (*)		resistência mínima à tração (daN)	capacidade mínima de condução de corrente (A) (**)	composto anti-óxido peso aproximado (g)
	CABO CA		mecânico 40kN	hidráulico 120 kN			
	Escala (AWG/ MCM)	Diâmetro da envoltória (mm)	Índice da matriz	Índice da matriz			
812561	4	5,88 ± 0,06	162	162	351	114	1
812562	2	7,41 ± 0,07	163	163	536	152	2
812563	1/0	9,36 ± 0,09	243	243	802	203	8
812564	2/0	10,50 ± 0,10	245	245	997	235	8
812565	4/0	13,26 ± 0,13	249	249	1541	314	8
812567	336,4	16,90 ± 0,17	-	321	2523	419	10
812570	35 mm2	6,8 a 7,3	163	163	433	187	2
812571	70 mm2	9,5 a 10,0	243	243	865	282	8
812572	120 mm2	12,8 a 13,3	249	249	1482	381	8
812573	185 mm2	15,8 a 16,3	-	321	2285	525	10

(*) - Compressor - Índice da matriz - Referência BURNDY
(**) - Condutor a 75°C 60Hz, temperatura ambiente de 40°C e vento de 2,2km/h.

A N E X O A

TABELA 3 - CARACTERÍSTICAS DA LUVA DE EMENDA TRAÇÃO TOTAL PARA CABOS CAA
(referência **B**)

NTC Padrão	APLICAÇÃO			C O M P R E S S O R (*)				Resistência mínima à tração (daN)	Capacidade mínima de condução de corrente (A) (**)
	CABOS CAA			mecânico 40 kN		hidráulico 120 kN			
	Escala (AWG/ MCM)	Diâmetro da envoltória do cabo (mm)	diâmetro da envoltória da alma de aço (mm)	Luva interna índice da matriz	Luva externa índice da matriz	Luva interna Índice da matriz	Luva externa Índice da matriz		
812581	4	6,36 ± 0,06	2,12 ± 0,04	236	237	236	237	771	125
812584	2/0	11,34 ± 0,11	3,78 ± 0,07	242	245	242	245	2180	250
812585	4/0	14,31 ± 0,14	4,77 ± 0,10	248	249	248	249	3462	330

(*) - Compressor - Índice da matriz: Referência BURNDY.
(**) - Condutor a 75°C, 60Hz, temperatura ambiente de 40°C e vento de 2,2km/h

TABELA 4 - CARACTERÍSTICAS DO CONECTOR TERMINAL DE COMPRESSÃO BIMETÁLICO
(referência **C**)

NTC	Aplicação			Compressor		Dimensões (mm)						Resistência mínima à tração "F" (daN)	Capacidade mínima de condução de corrente (A) (*)	Composto antióxido peso aproximado (g)
	Cabos (AWG/MCM ou multiplex. em mm^2)			Mecânico 40 Kn	Hidráulico 120 Kn	A±2,0	B±1,0	D±3,0	E±1,0	H±2,0	L			
	CA	CAA	mult mm2	Índice da Matriz	Índice da Matriz									
2800	-	-	16	B** ou 243	B** ou 243	23	13,5	27,5	7,0	24,5	65±5,0	90	90	1
2803	4	4	-									90	125	
2804	2	2	-									90	160	
2805	1/0	1/0	-	249	249	23	16,0	32,5	7,0	35,0	83±5,0	91	220	2
2806	2/0	2/0	-									112	250	
2807	4/0	-	-							40,0		176	330	4
2808	4/0	4/0	-			30	16,0	76,0	6,5	40,0	143±7,0	176	330	
2810	350 e 336,4	-	-	-	317	32	16,0	33,0	9,5	55,0	114±5,0	295	426	14
2811	350 e 336,4	-	-			38		76,0			165±8,5			
2813	2/0	2/0	-	249	249	30	16,0	76,0	7,0	40,0	143±7,0	112	250	2
2814	-	-	240	-	316	42	16,0	33,0	9,5	94	150 ± 10,0	185	340	10
2816	-	-	240	-	316	42	16,0	76,0	9,5	94	194 ± 10,0	185	611	10
2817	-	-	300	-	261	51	16,0	76,0	9,5	105	205 ± 10,0	237	708	10
2818	-	-	300	-	261	51	16,0	33,0	9,5	105	160 ± 10,0	237	385	10

A N E X O A

TABELA 5 - CONECTOR TERMINAL DE PRESSÃO COM EFEITO MOLA
(referência **D**)

NTC	Aplicação	Dimensões (mm)					Resistência mínima à tração "F" (daN)	Capacid. de condução de corrente (A)
	Cabos	A±2,0	B±1,0	C±3,0	D±1,0	E±2,0		
812930	2/0 CA ou 70 mm2	106	29	22	11,5	44,5	112	250
812931	4/0 CA ou 120 mm2	123	36	25	15	44,5	176	330

TABELA 6 – TERMINAIS TORQUIMÉTRICOS
(referência **E**)

NTC	Seção nominal do cabo (mm^2)	Número de furos p/ o conector terminal	Capacidade mínima de condução de corrente (A)
812935	50	1	182
812934	120		315
812933	185		426
812932	240		611
812944	300		611
812945	120	2	315
812936	185		426
812937	240		611
812939	300		611
812938	400		708

TABELA 7 – LUVAS DE EMENDA TORQUIMÉTRICAS
(referência **F**)

NTC	Seção nominal do cabo (mm^2)	Capacidade mínima de condução de corrente (A)
812940	50	182
812941	70	210
812942	120	315
812943	400	708

A N E X O A

TABELA 8 - TORQUE DE ENSAIO DOS PARAFUSOS

PARAFUSO	TORQUE (daN x m)	
	LIGA DE ALUMÍNIO	AÇO OU BRONZE
M10	1,80	3,60
M12	3,60	5,64

OBS.: Os torque da Tabela 8 são os torques de instalação dos parafusos estabelecidos no Anexo A Tabelas 5 e 6 desta NTC, acrescidos de mais vinte por cento destes valores.

TABELA 9 - RELAÇÃO DOS ENSAIOS DE TIPO, RECEBIMENTO E COMPLEMENTARES DE RECEBIMENTO

Nº	DESCRIÇÃO	Tipo de conector (referência)	E N S A I O S		
			Tipo	Recebimento	Complementares de recebimento
1	INSPEÇÃO GERAL	**T**	X	X	-
2	VERIFICAÇÃO DIMENSIONAL	**T**	X	X	-
3	ENSAIO DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DO CONECTOR	**T**	X	X	-
4	ENSAIO DE RESISTÊNCIA AO TORQUE DOS PARAFUSOS	**C e D**	X	X	-
5	ENSAIO DE TRAÇÃO COM CUNHA NOS PARAFUSOS	**C**	X	X	-
6	ENSAIO DE MEDIÇÃO DA ESPESSURA DA CAMADA DE ESTANHO (CONECTOR DE REFERÊNCIA F DESTA NTC)	**C**	X	X	-
7	ENSAIO DE AQUECIMENTO	**T**	X	X	-
8	ENSAIO DE MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA ELÉTRICA	**T**	X	X	-
9	ENSAIO DE CICLOS TÉRMICOS COM CURTOS-CIRCUITOS	**T**	X	-	X
10	ENSAIOS DE RADIOINTERFERÊNCIA	**T**	X	-	X
11	ENSAIO PARA DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA	**T**	X	-	X
12	ENSAIO DE NÉVOA SALINA	**T**	X	-	X
13	ENSAIO DE EFEITO MECÂNICO SOBRE O CONDUTOR TRONCO	**T**	X	X	-

Obs.: A coluna “Tipo de conector” indica a referência dos conectores que deverão realizar cada tipo de ensaio. A referência de cada conector está indicada nas respectivas tabelas do Anexo A. Quando a referência informada for “T”, significa que o ensaio deve ser realizado para todos os tipos de conectores.

A N E X O A

TABELA 10 - CORRENTES PARA O ENSAIO DE AQUECIMENTO

CONDUTORES		CORRENTE (A)	
SEÇÃO NOMINAL		ALUMÍNIO	COBRE
ESCALA			
AWG / MCM	MÉTRICA (mm²)		
8	-	-	106
-	10	-	122
6	-	114	142
-	16	-	164
4	-	153	191
-	25	-	220
2	-	206	273
-	35	-	271
1/0	-	277	354
-	50	-	330
2/0	-	322	411
-	70	-	417
3/0	-	373	476
-	95	-	515
4/0	-	433	553
-	120	-	598
250	-	-	624
300	-	542	700
336,4	-	583	-
400	-	-	831
477	-	729	-

NOTAS:

a) As correntes indicadas correspondem a uma elevação de temperatura do conector de 35°C sobre uma temperatura ambiente de 40°C, medida após estabilização da temperatura, em local abrigado (laboratório).

b) Os valores de corrente estão calculados no base de condutividades 98% IACS para o cobre e 61% IACS para o alumínio a 20°C.

c) A velocidade do vento para o dimensionamento da corrente foi considerada em 2,2 km/h, que corresponde ao efeito de convecção vertical natural, causada pelo aquecimento do condutor, dentro do laboratório.

d) O fator de emissividade superficial para condutores novos foi definido em 0,5.

TABELA 11 - COMPRIMENTO L DE ACORDO COM A SEÇÃO RETA DO CONDUTOR

SEÇÃO DO CONDUTOR (mm²)	≤ 25	> 25 ≤ 50	> 50 ≤ 120	> 120 ≤ 240	> 240 ≤ 400	> 400 ≤ 630	> 630 ≤ 1000	≥ 1300
L (mm)	150	200	300	400	500	650	750	950

A N E X O A

TABELA 12 - LIMITE DE TENSÃO PARA O ENSAIO DE RADIOINTERFERÊNCIA

Tensão máxima de operação do sistema (kV - eficaz)	R A D I O I N T E R F E R Ê N C I A	
	Tensão aplicada no ensaio (kV)	T.R.I máxima referida a 300Ω-1MHz (μV)
13,8	8,8	250
34,5	21,9	250

TABELA 13 - PLANO DE AMOSTRAGEM E CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO PARA OS ENSAIOS DE RECEBIMENTO

Tamanho do lote	- inspeção geral - verificação dimensional				- resistência à tração - resistência ao torque - efeito mecânico sobre o condutor tronco				- dureza - aquecimento - resistência elétrica - espessura da camada de estanho				- tração com cunha nos parafusos		
	dupla, nível II, NQA 1,0%				dupla, nível S4, NQA 1,0%				dupla, nível S3, NQA 1,5%				simples, nível S3, NQA 2,5%		
	amostra		Ac	Re	amostra		Ac	Re	amostra		Ac	Re	amostra	Ac	Re
	seqüência	tamanho			seqüência	tamanho			seqüência	tamanho					
até 50	-	13	0	1	-	13	0	1	-	8	0	1			
151 a 500	1ª	32	0	2	-	13	0	1	-	8	0	1	5	0	1
	2ª	32	1	2											
501 a 1200	1ª	50	0	3	-	13	0	1	-	8	0	1			
	2ª	50	3	4											
1201 a 3200	1ª	80	1	4	1ª	32	0	2	-	8	0	1			
	2ª	80	4	5	2ª	32	1	2							
3201 a 10000	1ª	125	2	5	1ª	32	0	2	1ª	20	0	2	20	1	2
	2ª	125	6	7	2ª	32	1	2	2ª	20	1	2			
10001 a 35000	1ª	200	3	7	1ª	32	0	2	1ª	20	0	2			
	2ª	200	8	9	2ª	32	1	2	2ª	20	1	2			

NOTAS:

a) A_c - número de conectores defeituosos que ainda permite aceitar o lote.
R_e - número de conectores defeituosos que implica na rejeição do lote.

b) Para a amostragem dupla o procedimento deve ser o seguinte: ensaia-se um número inicial de unidades igual ao da primeira amostra obtida na Tabela 13.
Se o número de unidades defeituosas encontrado estiver compreendido entre A_c e R_e (excluindo estes valores), deve-se ensaiar a segundo amostra.
O total de unidades defeituosas encontrado após ensaiadas as duas amostras, deve ser igual ou inferior ao maior A_c especificado.

c) A amostra dos parafusos para o ensaio de tração com cunha nos parafusos deve ser constituída retirando-se, aleatoriamente, um parafuso de cada conector pertencente ao lote.

A N E X O A

TABELA 14 - APRESENTAÇÃO DOS DESENHOS

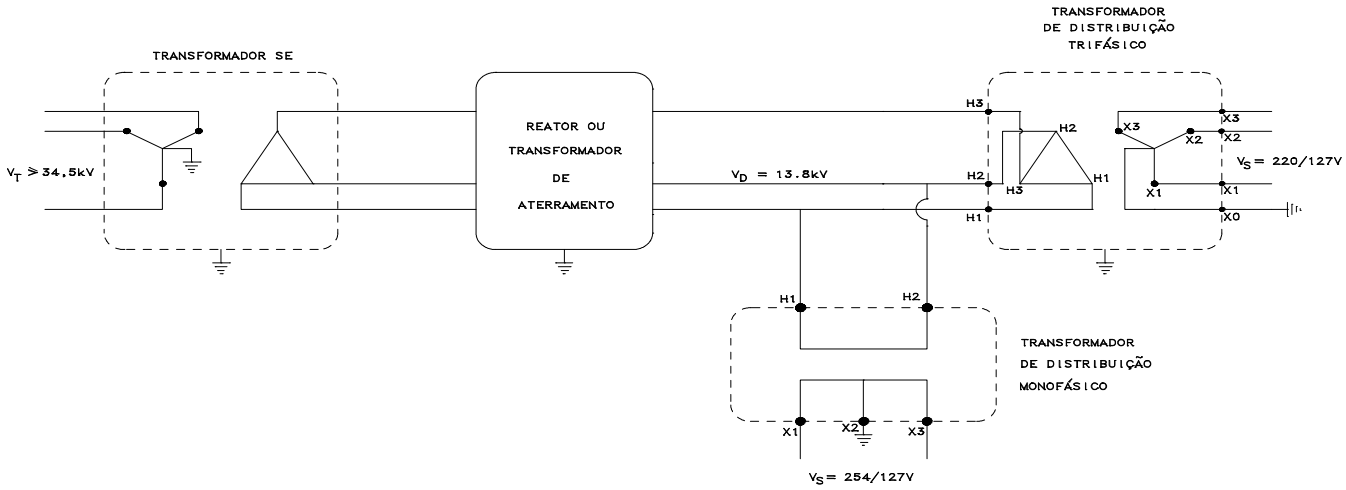
F O R M A T O		ESPESSURA MÍNIMA DE TRAÇOS (mm)	TAMANHO MÍNIMO DE LETRAS (mm)
M O D E L O	D I M E N S Õ E S (mm)		
A0	841 x 1189	0,2	3
A1	594 x 841	0,2	3
A2	420 x 594	0,1	2
A3	297 x 420	0,1	2
A4	210 x 297	0,1	2

TABELA 15 - CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ELÉTRICO DA COPEL

TENSÃO NOMINAL DO SISTEMA	13,8 kV	34,5 kV
TENSÃO MÁXIMA DE OPERAÇÃO DO SISTEMA (FASE-FASE)	13,8 kV	34,5 kV
NEUTRO	ATERRAMENTO POR REATÂNCIA $\frac{X_O}{X_1} \leq 10$	MULTIATERRADO $\frac{X_O}{X_1} \leq 3$ $\frac{R_O}{R_1} \leq 1$
TENSÃO MÁXIMA ADMISSÍVEL FASE-TERRA EM CASO DE FALTA	15 kV	27 kV
NÍVEL DE ISOLAÇÃO DO ISOLADOR (NBI)	95 kV	125 kV
POTÊNCIA MÁXIMA DE CURTO-CIRCUITO DO SISTEMA	250 MVA	500 MVA

A N E X O B

a) SISTEMA 13,8kV - Sistema de Neutro Isolado, aterrado através de Reator ou Transformador Trifásico de Aterramento para proteção contra faltas de fase-terra, sendo permitida apenas a ligação entre fases de transformadores de distribuição monofásicos e os trifásicos com enrolamento em triângulo.



b) SISTEMA 34,5kV - Sistema de Neutro Aterrado, conforme configuração abaixo, sendo os transformadores de distribuição monofásicos ligados entre fase e terra e os trifásicos em estrela aterrada.

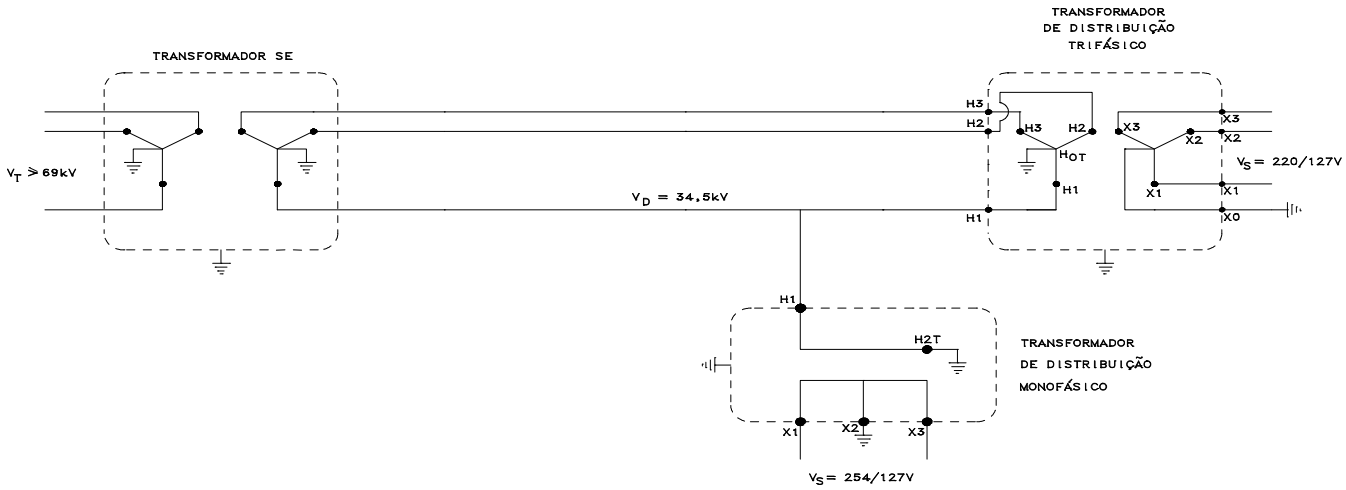


FIGURA 1 - CONFIGURAÇÃO DOS SISTEMAS ELÉTRICOS DA COPEL