NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR 14373

Segunda edição
29.12.2006

Válida a partir de
29.01.2007

Estabilizadores de tensão de corrente alternada — Potências até 3 kVA/3 kW

Stabilized voltage a.c. current – Up to 3 kVA/3 kW

Palavra-chave: Voltagem estabilizada.
Descriptor: Stabilized voltage.

ICS 29.200

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 14373:2006
82 páginas

©ABNT 2006

Impresso por: PETROBRAS

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

© ABNT 2006
Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito pela ABNT.

Sede da ABNT
Av.Treze de Maio, 13 - 28º andar
20031-901 - Rio de Janeiro - RJ
Tel.: + 55 21 3974-2300
Fax: + 55 21 2220-1762
abnt@abnt.org.br
www.abnt.org.br

Impresso no Brasil

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

Sumário

Página

Prefácio v

1 Objetivo 1

2 Referências normativas 2

3 Definições 2
3.51 mobilidade dos equipamentos 6

4 Requisitos 10
4.1 Riscos 10
4.1.1 Choque elétrico 11
4.1.2 Fogo 12
4.1.3 Riscos mecânicos e de aquecimento 13
4.2 Materiais 13
4.3 Componentes 13
4.4 Exigências mínimas de desempenho 18
4.5 Marcação e instruções (ver anexo G) 19
4.6 Proteção contra choques elétricos e riscos de energia 22
4.7 Isolação 22
4.8 Circuitos de segurança de tensão extrabaixa - SELV 22
4.9 Circuito de corrente limitada 24
4.10 Exigências para aterramento de proteção 24
4.11 isolação da alimentação primária 25
4.12 Proteção da fiação interna 26
4.13 Protetor contra surtos na linha telefônica 28
4.14 Fiação interna 28
4.15 Conexão à alimentação primária 29
4.16 Terminais para condutores externos de alimentação primária 31
4.17 Estabilidade e perigos mecânicos 33
4.18 Rigidez mecânica e alívio à fadiga 33
4.19 Detalhes de construção 33
4.20 Resistência ao fogo 35
4.20.1 Exigências gerais 35
4.20.2 Materiais para gabinetes de proteção, tampas ou coberturas decorativas 36
4.21 Especificação térmica dos materiais 36
4.22 Aquecimento 36
4.23 Corrente de fuga de terra 37
4.24 Rigidez dielétrica 37
4.25 Operação anormal 37

5 Inspeção 38
5.1 Condições gerais dos requisitos e ensaios 38
5.2 Componentes 39
5.3 Exigências mínimas de desempenho 40
5.4 Marcação e instruções 42
5.5 Proteção contra choques elétricos e riscos de energia 42
5.6 Isolação 44
5.7 Circuitos de segurança de tensão extrabaixa - SELV 44
5.8 Circuito de corrente limitada 44
5.9 Exigências para aterramento de proteção 44
5.10 Proteção da fiação interna 44
5.11 Protetor contra surtos na linha telefônica 45
5.12 Fiação interna 48
5.13 Conexão à alimentação primária 48
5.14 Terminais para condutores externos de alimentação primária 49

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

5.15 Estabilidade e perigos mecânicos 49
5.16 Rigidez mecânica e alívio à fadiga 50
5.17 Detalhes de construção 51
5.18 Resistência ao fogo 52
5.19 Aquecimento 52
5.20 Corrente de fuga 53
5.21 Rigidez dielétrica 53
5.22 Operação anormal 54

Anexo A (normativo) Ensaios de resistência ao calor e fogo 56
A.1 Ensaio de inflamabilidade para gabinetes de proteção 56
A.2 Ensaios de ignição por arco de alta corrente 57
A.3 Ensaios de inflamabilidade para materiais de classe V-0, V-1 ou V-2 58
A.4 Ensaio de inflamabilidade para espumas plásticas, classe HF-1, HF-2 ou HBF 59
A.5 Ensaio de inflamabilidade para materiais de classe HB 61

Anexo B (normativo) Graus de proteção para gabinetes (Código IP) 63

Anexo C (normativo) Corrente de fuga de terra para sistema IT 64
C.1 Equipamentos excedendo 3,5 mA de corrente de fuga 64

Anexo D (normativo) Elevação de temperatura de um enrolamento 65
D.1 Objetivo 65
D.2 Cálculo 65
D.3 Equipamentos necessários 65
D.4 Preparação do ensaio 65
D.5 Ensaio 68
D.6 Observações importantes 69

Anexo E (normativo) Carga normal (carga não linear) 70
E.1 Simulação de carga 70
E.2 Método de cálculo 70
E.3 Cálculo do resistor “Re” conforme 5.3.1.1 71

Anexo F (normativo) Medição das distâncias de escoamento e de separação 72

Anexo G (normativo) Marcação e instruções 81

Anexo H (normativo) Ensaios específicos em componentes 82

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Fórum Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais Temporárias (ABNT/CEET), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

A ABNT NBR 14373 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-03), pela Comissão de Estudo de Fontes Estabilizadas de Alimentação (CE-03:022.02). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 04, de 03.04.2006, com o número de Projeto ABNT NBR 14373.

Esta segunda edição cancela e substitui a edição anterior (ABNT NBR 14373:1999), a qual foi tecnicamente revisada.

Esta Norma contém os anexos A a H, de caráter normativo.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

Impresso por: PETROBRAS

Estabilizadores de tensão de corrente alternada — Potências até 3 kVA/3 kW

1 Objetivo

1.1 Esta Norma fixa os requisitos mínimos exigíveis de desempenho e segurança para estabilizadores de tensão monofásica ou bifásica, com saída de tensão alternada, com tensão nominal até 250 V em potências de até 3 kVA/3 kW, destinados a equipamentos eletrônicos, de informática e de telecomunicações.

NOTA Estabilizadores de tensão monofásica ou bifásica com saída de tensão alternada e com tensão nominal de até 250 V em potências maiores que 3 kVA, porém que apresentam potência em Watts menor ou igual a 3 kW, também estão abrangidos pelo escopo desta Norma.

1.1.1 Exemplos de equipamentos que podem ser alimentados pelo estabilizador de tensão definido nesta Norma:

a) equipamentos de processamento de dados;

b) computadores pessoais;

c) equipamento de preparação de dados e *scanners*;

d) equipamento terminal de dados e *modems*;

e) máquinas de escrever e de somar;

f) calculadoras;

g) caixa registradora e terminal de ponto de venda (PDV);

h) máquinas de copiar;

i) projetores;

j) máquinas de processar dinheiro;

k) *plotters* e impressoras;

l) equipamentos de áudio e vídeo;

m) equipamentos de telefonia, PABX, FAX.

1.1.2 Exemplos de equipamentos que não podem ser alimentados pelo estabilizador de tensão definido nesta Norma:

a) equipamentos com motores c.a. como principal fonte de consumo;

b) equipamento para operação sob exposição a temperaturas extremas, pó excessivo, umidade, vibração, gases inflamáveis, atmosfera corrosiva ou explosiva;

c) equipamentos de sustentação da vida;

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

d) eletrodomésticos em geral, como: geladeiras, refrigeradores, máquinas de lavar, liquidificadores, entre outros aparelhos com mecanismo motor.

1.2 Deve-se observar que alguns equipamentos podem impor exigências adicionais às estabelecidas nesta Norma.

2 Referências normativas

As normas relacionadas a seguir contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem prescrições para esta Norma. As edições indicadas estavam em vigor no momento desta publicação. Como toda norma está sujeita a revisão, recomenda-se àqueles que realizam acordos com base nesta que verifiquem a conveniência de se usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir. A ABNT possui a informação das normas em vigor em um dado momento.

ABNT NBR 12519:1992 – Símbolos gráficos de elementos de símbolos, símbolos qualificativos e outros símbolos de aplicação geral

ABNT NBR 14136:2002 – Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250 V em corrente alternada – Padronização

ABNT NBR IEC 60529:2005 – Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP)

ABNT NBR IEC 60695-11-5:2006 – Ensaios relativos ao risco de fogo – Parte 11-5: Ensaio de chama – Método de ensaio de chama de agulha – Aparelhagem, dispositivo de ensaio de verificação e diretrizes

ABNT NBR IEC 61058-1:2004 – Interruptores para aparelhos – Parte 1: Requisitos gerais

ABNT NBR NM 60884-1:2004 – Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo – Parte 1: Requisitos gerais (IEC 60884-1:1994, MOD)

IEC 60127-6: Miniature fuses – Part 6: Fuse-holders for miniature cartridge fuse-links

IEC 60417-1:2004 – Graphical symbols for use on equipment

IEC 60664-1:2002 – Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests

ISO 261:1998 – ISO general purpose metric screw threads - General plan

ISO 262:1998 – ISO general purpose metric screw threads - Selected sizes, for screws, bolts and nuts

3 Definições

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se as seguintes definições:

3.1 área de acesso do operador: Área para a qual, sob condições normais de operação, o acesso pode ser obtido:

a) sem o uso de uma ferramenta; ou

b) pelos meios deliberados para o operador; ou

c) através da definição do fabricante, como uma área de acesso ao operador.

NOTA Nesta Norma os termos “acesso” e “acessível”, a menos que qualificados, se relacionam ao acesso do operador, como definido acima.

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

Impresso por: PETROBRAS

3.2 carga nominal: Carga que consome a potência em VA especificada na condição de tensão nominal de saída.

3.2.1 carga linear: Carga cuja corrente é definida segundo a relação I = V/Z, onde I é a corrente na carga, V é a tensão de alimentação e Z é a impedância da carga (constante em função do tempo e da tensão).

3.2.2 carga não linear: Carga onde a impedância Z não é constante em função do tempo ou da tensão.

3.3 carga normal: Carga não linear, de acordo com o anexo E, que consome a potência em VA especificada na condição de tensão nominal de saída.

3.4 circuito de corrente limitada: Circuito que é de tal forma projetado e protegido que, tanto sob condições normais como sob uma condição de falha, a corrente que pode ser atingida não é perigosa. Os valores limites são especificados em 4.9.

3.5 circuito de segurança de tensão extrabaixa, SELV (*safety extra-low voltage*): Circuito que é de tal forma projetado e protegido que, sob condições normais de falha única, a tensão entre quaisquer duas partes acessíveis (uma delas pode ser o corpo ou terra) não exceda um valor seguro.

NOTAS

1 Sob condições normais este limite é 42,4 Vpico ou 60 Vcc.

2 Sob condições de falha, são especificados limites mais altos nesta Norma.

3.6 circuito primário: Circuito interno que é diretamente ligado ao condutor da fonte externa c.a. ou outra fonte equivalente (tal como motor-gerador), que fornece energia elétrica c.a. Inclui bobinas primárias de transformadores, motores, outros aparelhos de carga e os meios de conexão ao condutor da fonte.

3.7 circuito secundário: Circuito que não tem nenhuma conexão direta à alimentação primária e se alimenta através de um transformador, conversor ou dispositivo separador equivalente.

NOTA Alguns dispositivos de estado sólido podem fornecer separação equivalente.

3.8 classificação de inflamabilidade de materiais: Identificação das características de combustão e de resistência ao fogo dos materiais não metálicos ou cerâmicos. Os materiais são classificados conforme 3.45 a 3.56 e 3.47, quando ensaiados de acordo com o anexo A.

3.9 cobertura: Inclui proteções externas, internas e gabinetes decorativos.

3.10 cordão de alimentação destacável: Cabo flexível com plugue para alimentação, a ser ligado ao equipamento por meio de uma conexão adequada.

3.11 cordão de alimentação não destacável: Cabo flexível para alimentação, fixo ou montado com o equipamento.

3.12 corpo: Todas as partes condutoras acessíveis, hastes de cabos, botões, alças e semelhantes, e chapa de metal em contato com todas as superfícies acessíveis do material de isolação; não inclui partes não acessíveis.

3.13 corrente nominal de entrada: Corrente de entrada do equipamento, como especificado pelo fabricante, sob tensão nominal de entrada e carga nominal de saída.

3.14 distância de escoamento: Trajetória mais curta entre duas partes condutoras, ou entre uma peça condutora e a superfície de contorno, medidas ao longo da superfície de isolação.

3.15 distâncias de separação: Menor distância entre duas partes condutoras, ou entre uma parte condutora e a superfície de contato do equipamento, medidas através do ar.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

3.16 ensaio de tipo: Ensaio de uma amostra representativa do equipamento, com o objetivo de determinar se o equipamento, como projetado e fabricado, está de acordo com as exigências desta Norma.

3.17 equipamento classe I: Equipamento no qual a proteção contra choque elétrico não conta apenas com isolação básica, mas inclui precaução de segurança adicional nas partes condutoras acessíveis, que possam assumir uma tensão perigosa no caso de falha da isolação básica. Esta precaução consiste na ligação das partes ao condutor de aterramento para proteção da fiação do prédio.

NOTAS

1 Equipamento classe I pode ter partes com isolação dupla ou reforçada, ou partes operando a uma tensão extrabaixa de segurança.

2 Para equipamento a ser usado com cabo de alimentação elétrica (cordão de alimentação), este recurso inclui o condutor de aterramento para proteção como parte integrante do cabo flexível.

3.18 equipamento classe II: Equipamento no qual a proteção contra choques elétricos não conta apenas com isolação básica, mas no qual se fornece precaução de segurança adicional, tais como isolação dupla ou reforçada, não havendo qualquer recurso de aterramento para proteção ou confiança nas condições de instalação. Tal equipamento pode ser de um dos seguintes tipos:

a) equipamento com um gabinete de proteção durável e substancialmente contínuo de material de isolação que envolve todas as partes condutoras, com exceção de partes pequenas, tais como placas de identificação, parafusos e rebites, que sejam isoladas de partes sob tensão perigosa através de isolação pelo menos equivalente à isolação reforçada; tal equipamento é chamado classe II de isolação envolvente;

b) equipamento com um gabinete de proteção de metal substancialmente contínuo, no qual a isolação dupla ou reforçada é usada em toda parte; tal equipamento é chamado classe II de metal-envolvente;

c) equipamento no qual a combinação dos dois tipos acima mencionados é usada.

3.19 equipamento conectável à tomada: Equipamento para ligação à fiação da fonte de alimentação c.a. da instalação através de plugues.

3.20 equipamento de controle remoto ou automático: Equipamento que está fora das vistas ou alcance de um operador, ou onde a energização de uma unidade, ou parte de uma unidade, pode ocorrer sem intervenção manual.

3.21 equipamento estacionário: Equipamento nas seguintes condições:

a) fixo;

b) com massa que exceda 18 kg;

c) que se pretenda mover de um lugar para outro, apenas quando desenergizado e com pessoal técnico autorizado.

3.22 equipamento fixo: Equipamento que é preso ou fixado de outra maneira em um local específico.

3.23 equipamento ligado permanentemente: Equipamento para ligação à fiação da fonte de alimentação c.a. da instalação, através de terminais aparafusados ou outro meio que não seja removível.

3.24 equipamento para montagem interna: Equipamento a ser instalado em um recinto, tal como em uma parede ou situação similar.

NOTA Em geral, equipamento para montagem interna não tem um acabamento externo em todos os lados, já que alguns dos lados são protegidos contra contato acidental depois da instalação.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

3.25 estabilizador de tensão: Equipamento que não tem fonte própria de energia e tem como função manter regulada/estabilizada a tensão alternada de saída para uma determinada variação de tensão alternada de entrada. Alguns exemplos de denominações que podem ser utilizadas: estabilizador, condicionador, regulador, entre outros.

3.26 faixa da tensão de entrada: Faixa da tensão da alimentação primária, como especificado pelo fabricante, expressa por seus limites inferiores e superiores, excluindo tolerâncias.

3.27 faixa de freqüência nominal: Faixa de freqüência nominal primária, como especificado pelo fabricante, expressa pelos seus limites superiores e inferiores, excluindo tolerâncias.

3.28 faixa de tensão de saída: Faixa de tensão de saída, como especificado pelo fabricante, expressa em porcentagem em relação à tensão nominal de saída, excluindo tolerâncias.

3.29 fator de crista (FC): Razão entre o valor de pico e o valor *r.m.s.* (valor eficaz) de uma forma de onda.

3.30 fator de potência (FP): Razão entre a potência ativa (watts) e a potência aparente (volt-ampères).

3.31 ferramenta: Chave de fenda ou qualquer outro objeto que possa ser usado para abrir tampas fixadas ou travadas, para operar um parafuso, trinco ou meio semelhante de fixação.

3.32 freqüência nominal: Freqüência de alimentação nominal, como especificado pelo fabricante.

3.33 gabinete de proteção: Construção que protege contra contato com partes perigosas e serve para minimizar a propagação de fogo ou chama de seu interior.

3.34 gabinete decorativo: Parte do gabinete de proteção sem função de segurança e localizada externamente ao gabinete de proteção ou à proteção externa.

3.35 grau de proteção (IPXX): Classificação do grau de proteção de entrada de partícula e água como definido na ABNT NBR IEC 60529.

3.36 interruptor de separação: Chave mecânica que, na posição aberta, proporciona isolação adequada e que também pode ser capaz de estabelecer, conduzir e interromper corrente como disjuntor ou seccionador.

3.37 interruptor térmico: Controle com sensor de temperatura projetado para atuar sob condições anormais de operação e que não tem previsão de ajuste pelo usuário. Um interruptor térmico pode ser do tipo de rearme manual ou automático.

3.38 interruptor térmico de rearme automático: Interruptor térmico que automaticamente restitui a corrente depois de a peça pertinente do equipamento ter diminuído de temperatura suficiente.

3.39 interruptor térmico de rearme manual: Interruptor térmico que necessita de rearme manual ou reposição de uma peça, a fim de restituir a corrente.

3.40 isolação básica: Isolação para fornecer proteção básica contra choque elétrico.

NOTA Verniz isolante não é considerado isolação básica.

3.41 isolação dupla: Isolação que abrange tanto a isolação básica quanto a suplementar.

3.42 isolação operacional: Isolação necessária para a operação correta do equipamento.

3.43 isolação reforçada: Sistema de isolação única que fornece um grau de proteção contra choque elétrico equivalente à isolação dupla, sob as condições especificadas nesta Norma.

NOTA O termo “sistema de isolação” não implica que a isolação tenha que ser uma única parte homogênea. Pode abranger diversas camadas, as quais não podem ser ensaiadas como isolação suplementar ou básica.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

3.44 isolação suplementar: Isolação independente aplicada adicionalmente à isolação básica, a fim de reduzir o risco de choque elétrico, caso haja falha da isolação básica.

3.45 material classe V-1: Material que, quando ensaiado de acordo com A.3, pode queimar ou incandescer, mas se extingue dentro do período de tempo previsto; as partículas incandescentes e gotas flamejantes liberadas não queimam algodão cirúrgico.

3.46 material classe V-2: Material que, quando ensaiado de acordo com A.3, pode queimar ou incandescer, mas se extingue dentro de um período de tempo previsto; as partículas incandescentes e as gotas flamejantes liberadas podem queimar algodão cirúrgico.

3.47 material com classe de inflamabilidade V-0: Material que, quando ensaiado de acordo com A.3 pode queimar ou incandescer, mas se extingue dentro do período de tempo que não exceda 10 s. As partículas incandescentes ou gotas flamejantes liberadas não queimam algodão cirúrgico.

3.48 material esponjoso classe HF-1: Material plástico esponjoso que, quando ensaiado de acordo com A.4, pode queimar ou incandescer, mas se extingue dentro de um período de tempo previsto; as partículas flamejantes ou incandescentes ou gotas flamejantes liberadas não queimam algodão cirúrgico.

3.49 material esponjoso classe HF-2: Material plástico esponjoso que, quando ensaiado de acordo com A.4, pode queimar ou incandescer, mas se extingue dentro de um período de tempo previsto, e as partículas flamejantes ou incandescentes ou gotas flamejantes liberadas podem queimar algodão cirúrgico.

3.50 material isolante impregnado: O material isolante é considerado impregnado se os interstícios entre as fibras do material estiverem praticamente preenchidos com os isolantes apropriados.

3.51 mobilidade dos equipamentos

3.51.1 equipamento móvel: Equipamento nas seguintes condições:

a) com 18 kg ou menos em massa e não fixo; ou

b) com rodas ou rodízios, ou outros meios para facilitar os movimentos pelo operador, como exigido para cumprir a função a que se destina.

3.51.2 equipamento portátil: Equipamento móvel que se segura com a mão durante o seu uso normal.

3.51.3 equipamento transportável: Equipamento móvel que é rotineiramente transportado pelo usuário, por exemplo, *notebook.*

3.52 operação contínua: Operação sob carga nominal para um período ilimitado.

3.53 operação de curto tempo: Operação sob carga nominal para um período especificado, começando do frio; os intervalos após cada período de operação são suficientes para permitir que o equipamento resfrie até a temperatura ambiente.

3.54 operação intermitente: Operação em uma série de ciclos idênticos especificados, cada um composto de um período de operação sob carga nominal, seguido por um período de descanso com o equipamento desligado ou ligado e não ativo.

3.55 plástico classe HB: Material que, quando ensaiado como indicado em A.5, segue um índice de queima máximo especificado.

3.56 plástico esponjoso classe HBF: Material plástico esponjoso que, quando ensaiado como indicado em A.4, segue um índice de queima máximo especificado.

3.57 potência nominal: Potência de saída (VA), como especificado pelo fabricante, para operação contínua.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

3.58 protetor interno: Protetor localizado dentro do gabinete de proteção, com a finalidade de fornecer proteção ao operador ou ao pessoal de manutenção contra o acesso às partes elétricas ou mecânicas perigosas, mas não contra perigos de fogo.

3.59 risco de energia: Nível de energia armazenada de 20 J ou mais, ou nível de potência contínua disponível de 240 VA ou maior, sob um potencial de 2 V ou mais.

3.60 sistema de distribuição de energia IT: Sistema de distribuição de energia que não tem nenhuma conexão direta à terra; as partes condutoras expostas da instalação elétrica são aterradas conforme figura 1.

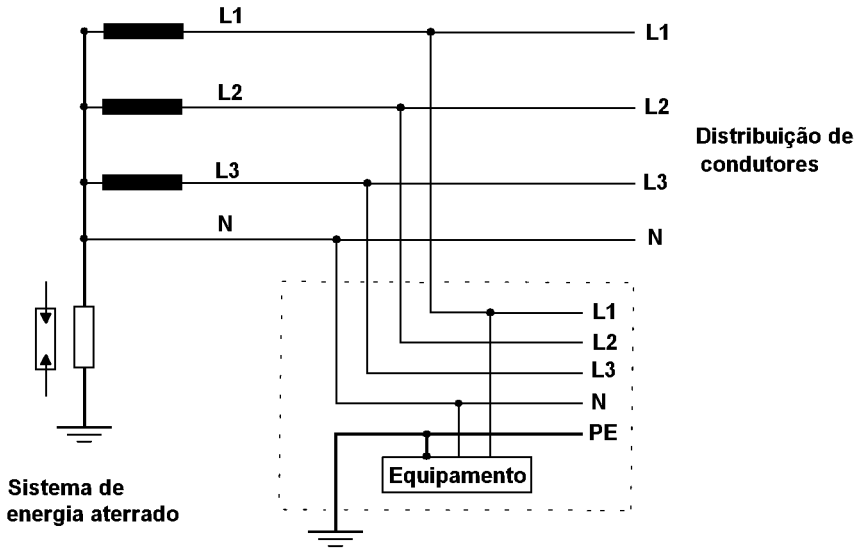


Figura 1 — Sistema IT

3.61 sistema de distribuição de energia TN: Sistema de distribuição de energia tendo um ponto diretamente ligado à terra. As partes condutoras expostas da instalação são ligadas a este ponto pelos condutores terra de proteção. São reconhecidos três tipos de sistemas TN (conforme figura 2), de acordo com as disposições dos condutores neutros e de proteção terra, como segue:

a) sistema TN-S: tendo condutores de proteção terra e neutro separados através do sistema;

b) sistema TN-C-S: no qual as funções neutro e proteção são combinados em um condutor único em uma parte do sistema;

c) sistema TN-C: no qual as funções neutro e de proteção são combinadas em um condutor único ao longo do sistema.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

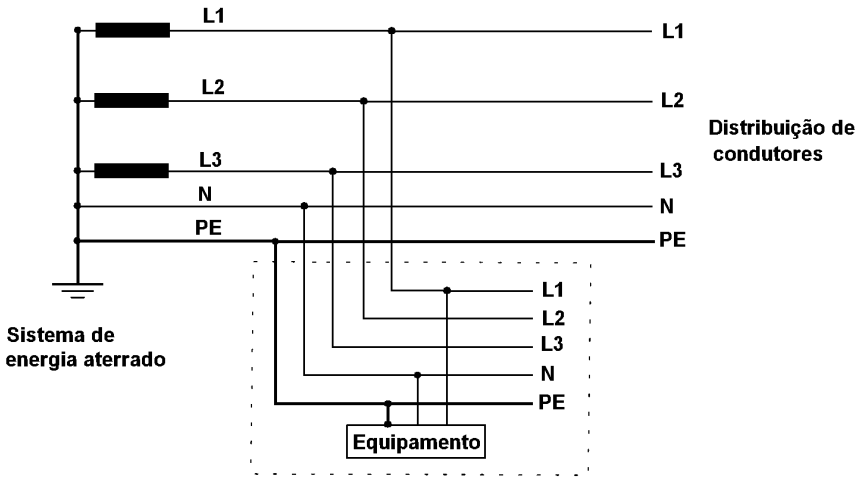
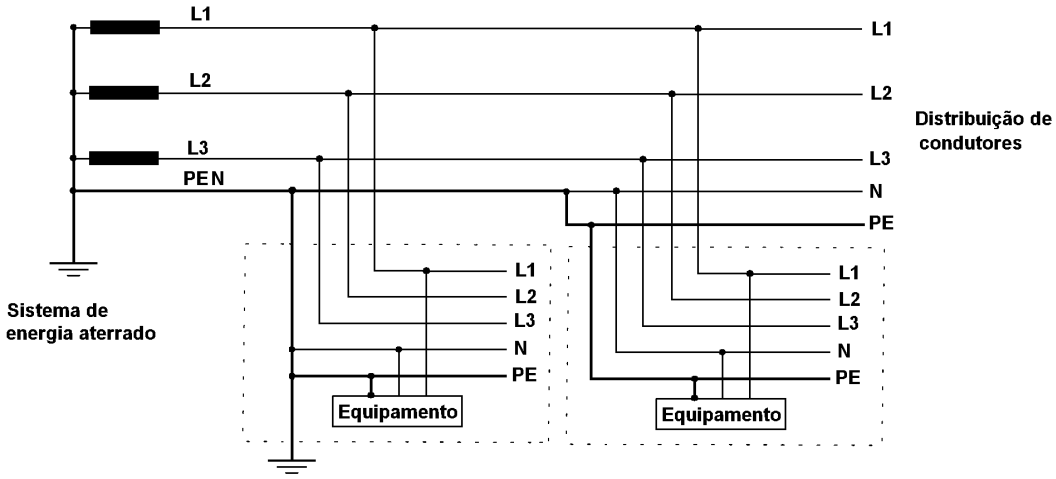


Figura 2a – Sistemas TN-S



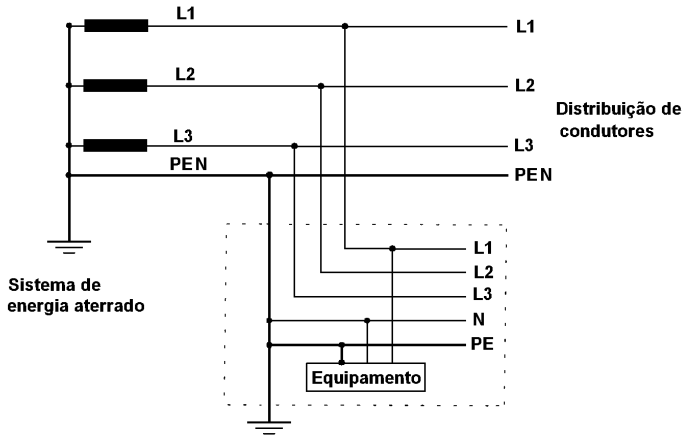


Figura 2b – Sistema TN-C-S

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

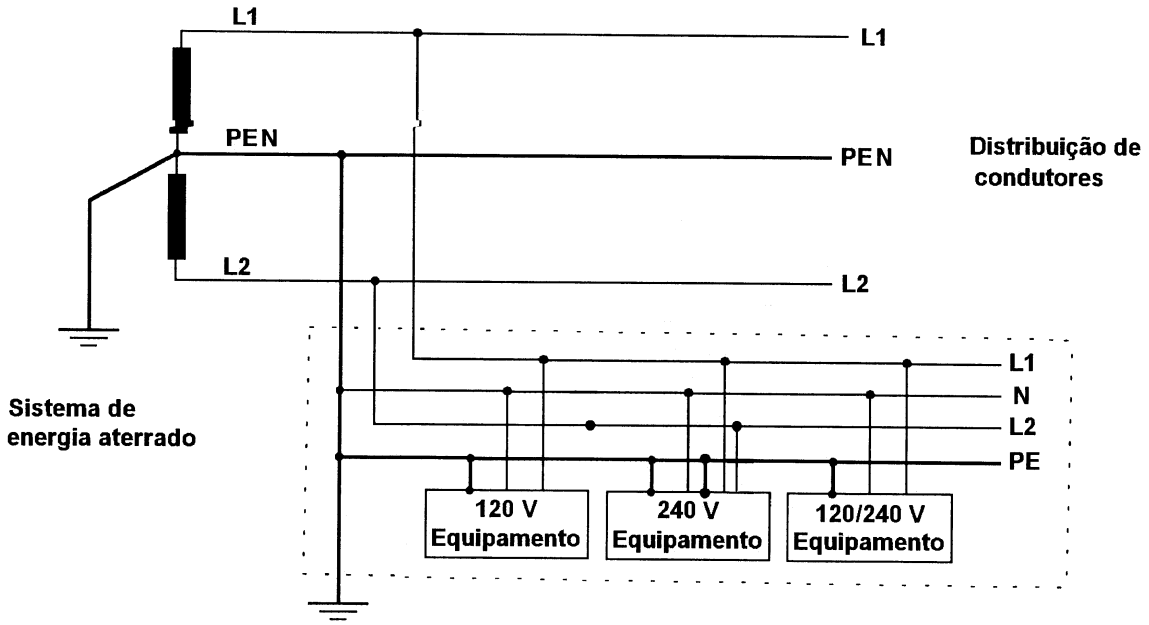


Figura 2c – Sistemas TN-C

Figura 2 — Sistemas TN

3.62 sistema de distribuição de energia TT: Sistema de distribuição de energia que tem um ponto diretamente ligado à terra; as partes condutoras expostas da instalação são ligadas a eletrodos terra eletricamente independentes dos eletrodos terra do sistema de energia, conforme figura 3.

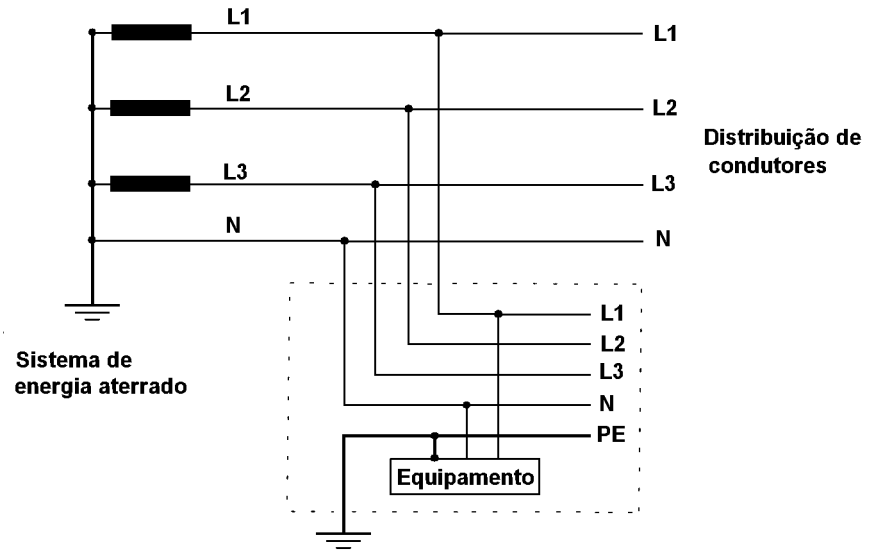


Figura 3 — Sistema TT

3.63 superfície de contato: Superfície externa do gabinete, considerada como se uma folha de metal (100 mm x 200 mm no mínimo) fosse pressionada em contato com superfícies acessíveis do material de isolação.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

3.64 tensão extrabaixa, ELV (*extra-low voltage*): Tensão entre condutores ou entre um condutor e terra não excedendo 42,4 Vpico ou 60 Vcc, existente em um circuito secundário que é separado das tensões perigosas por pelo menos isolação básica, mas que não segue as exigências para um circuito SELV nem para um circuito de corrente limitada.

3.65 tensão nominal de entrada: Tensão de alimentação primária, como especificado pelo fabricante.

3.66 tensão nominal de saída: Valor da tensão de saída declarada pelo fabricante.

3.67 tensão perigosa: Tensão que exceda 42,4 Vpico ou 60 Vcc, existente em um circuito que não siga as exigências para um circuito de corrente limitada.

3.68 transformador de separação classe II: Transformador com enrolamentos de entrada separados dos enrolamentos de saída por pelo menos isolação dupla ou reforçada.

NOTA O transformador de separação classe II deve ser projetado de forma que não seja possível a redução da distância de separação entre os enrolamentos.

3.69 transformador separador de segurança: Transformador no qual os enrolamentos fornecendo circuitos SELV são isolados de outras bobinas, de forma que uma falha da isolação seja improvável ou não cause uma condição de risco nas bobinas SELV.

3.70 trilhamento: Formação progressiva de caminhos condutores que são produzidos na superfície de um material de isolação sólida, devido aos efeitos combinados da tensão elétrica e contaminação eletrolítica nesta superfície.

4 Requisitos

É essencial que os projetistas de equipamentos e de instalações compreendam os princípios que fundamentam as exigências de segurança, a fim de que possam projetar equipamentos e instalações seguros.

O equipamento deve ser de tal forma projetado e construído que sob qualquer condição de uso normal e sob uma condição provável de falha, de acordo com as exigências desta Norma, proteja contra riscos de danos pessoais provenientes de choques elétricos ou outros riscos e de fogo severo originados no equipamento.

NOTA Quando for envolvida qualquer situação ou circunstância de segurança no equipamento, não totalmente coberta em sua abrangência, o projeto deve fornecer um nível de segurança não inferior ao assegurado por esta Norma.

O equipamento deve ser classificado de acordo com sua proteção ao choque elétrico como:

a) classe I; ou

b) classe II.

Deve-se fornecer ao usuário informação suficiente para assegurar que, quando usado conforme especificado pelo fabricante, o equipamento não apresente risco dentro do âmbito desta Norma.

4.1 Riscos

A intenção desta Norma é prevenir danos e prejuízos devidos aos seguintes riscos:

a) choque elétrico;

b) fogo;

c) energia;

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

Impresso por: PETROBRAS

d) mecânico e de aquecimento.

4.1.1 Choque elétrico

4.1.1.1 Correntes elétricas da ordem de miliampère, passando no corpo humano, podem causar uma reação em pessoas saudáveis e podem causar perigo indireto devido a reações involuntárias. Correntes mais altas podem ter efeitos mais prejudiciais. Tensões até 42,4 Vpico ou 60 Vcc geralmente não são consideradas perigosas sob condições secas, mas as partes que têm que ser tocadas ou manuseadas devem estar no potencial terra ou ter isolação apropriada.

4.1.1.2 Existem dois tipos de pessoas normalmente envolvidas com equipamentos para tecnologia da informação, que são os operadores e as pessoas de manutenção.

4.1.1.3 "Operador" é o termo aplicado a todos, exceto pessoas de manutenção, e as exigências para proteção assumem que operadores e pessoas de manutenção sejam desatentos, mas não ajam intencionalmente de modo a criar um perigo.

4.1.1.4 Conseqüentemente, as exigências fornecem proteção para pessoal e visitantes casuais, assim como os operadores designados.

4.1.1.5 Assume-se que o pessoal de manutenção seja razoavelmente cuidadoso ao lidar com riscos óbvios, mas o projeto deve protegê-lo contra acidentes, usando-se símbolos de advertência , proteção em terminais de tensão elétrica perigosa, segregação de tensões ou potenciais perigosos. O mais importante é que o pessoal de manutenção deve ser protegido contra riscos inesperados. O uso do símbolo de advertência é obrigatório.

4.1.1.6 É normal estabelecer dois níveis de proteção aos operadores para prevenir choque elétrico causado por uma falha. Portanto, uma falha única e suas falhas resultantes não criam um perigo. Entretanto, o estabelecimento de medidas protetoras adicionais, tais como fio terra de proteção ou isolação suplementar, não é considerado uma providência que substitua a isolação básica projetada apropriadamente, nem que a dispense.

4.1.1.7 Considera-se que equipamento portátil ou transportável apresenta um risco de choque levemente maior, devido à possível solicitação extra do cordão de alimentação, conduzindo à ruptura do condutor terra e um conseqüente risco de corrente de fuga.

4.1.1.8 As causas e prevenções de choques elétricos são dadas na tabela 1.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

Tabela 1 — Causas e prevenções de choque elétrico

Causa	Prevenção
Contato com partes normalmente sob tensão perigosa	Evitar o acesso do operador às partes sob tensão perigosa (ou níveis de energia perigoso) através de tampas fixadas ou travadas etc. Descarregar capacitores sob tensões perigosas
Ruptura da isolação entre partes normalmente sob tensão perigosa e partes condutivas acessíveis	Ligar as partes condutivas acessíveis a terra, a fim de que a tensão que possa desenvolver-se seja limitada a um valor seguro e a proteção de sobrecorrente do circuito atue; ou usar isolação dupla ou reforçada entre partes normalmente sob tensão perigosa e partes condutivas acessíveis, de modo que não seja provável a ocorrência de ruptura da isolação
Ruptura de isolação entre partes normalmente sob tensão perigosa e circuitos SELV (ver 3.5), colocando-se, assim, partes acessíveis sob tensões perigosas	Segregar circuitos de segurança de tensão extrabaixa “SELV” e circuitos perigosos. Separar por tela de metal aterrada ou isolação dupla ou reforçada. Aterrar circuitos “SELV” se forem capazes de suportar possíveis correntes de falha
Ruptura da isolação que protege partes sob tensão perigosa	A isolação para partes sob tensão perigosa acessível ao operador deve ter rigidez elétrica e mecânica adequada para eliminar este risco
Corrente de fuga das partes sob tensão perigosa, para o corpo do equipamento classe II Falha de conexão à terra de proteção que conduz corrente de fuga (corrente de fuga inclui corrente devido a componentes de filtro RFI ligados entre circuitos de alimentação primários e o corpo do equipamento)	Limitar a corrente de fuga a um valor seguro, ou fornecer conexão à terra de proteção com alta integridade

4.1.2 Fogo

4.1.2.1 Temperaturas que possam causar um perigo de fogo podem resultar de sobrecargas, falha nos componentes, ruptura da isolação, alta resistência ou soltura de conexões. Entretanto, fogo com origem interna não deve espalhar além das áreas vizinhas imediatas da fonte do fogo, nem causar dano nas adjacências do equipamento.

4.1.2.2 Devem-se ter os seguintes objetivos no projeto:

a) tomar todas as providências razoáveis para evitar alta temperatura que possa causar ignição;

b) controlar a posição de materiais combustíveis em relação a fontes de possível ignição;

c) limitar a quantidade de materiais combustíveis usada;

d) assegurar que tais materiais combustíveis, da forma que são usados, tenham inflamabilidade tão baixa quanto possível;

e) usar gabinetes de proteção ou barreiras, se necessário, para limitar a expansão do fogo dentro do equipamento;

f) usar materiais adequados para os gabinetes de proteção.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

4.1.3 Riscos mecânicos e de aquecimento

Incluem-se exigências para os seguintes fins: prevenir contra danos devidos a altas temperaturas de partes acessíveis ao operador; assegurar que o equipamento seja mecanicamente estável e estruturalmente firme; evitar a presença de cantos vivos e pontas.

4.2 Materiais

Os materiais utilizados na construção do equipamento devem ser selecionados e dispostos de forma que se possa esperar um desempenho confiável sem risco de energia ou choque elétrico, e de forma que não contribuam significativamente para um sério risco de fogo.

4.3 Componentes

4.3.1 Quando envolver segurança, os componentes devem estar de acordo com os anexos A a H.

4.3.2 Os transformadores devem ser de um tipo adequado para a aplicação desejada e devem preencher as exigências pertinentes desta Norma. Um transformador de separação de segurança deve ser construído de tal forma que uma só falha na isolação e suas conseqüências não torne possível que uma tensão perigosa possa aparecer nas bobinas SELV.

NOTA Isto pode ser alcançado separando-se as bobinas SELV de todas as outras bobinas, de acordo com os princípios estabelecidos em 4.8.

4.3.3 O filtro de linha deve ser incorporado ao estabilizador e deve atender às seguintes exigências mínimas:

a) deve ter um capacitor conectado entre fase a fase ou fase a neutro. Este deve ser do tipo X com tensão apropriada e capacitância mínima de 0,1µF;

b) deve ter dois capacitores do tipo Y um deles conectado entre a fase 1 e o terra e o outro entre a fase 2 (ou neutro) e o terra. A tensão de isolação deve ser apropriada e em conformidade com 4.4.2 e 4.4.4.

NOTA Em estabilizador classe II, os capacitores tipo Y podem ser suprimidos.

4.3.4 Protetor contra surtos na rede elétrica deve ser incorporado ao estabilizador e deve ter capacidade de corrente suficiente para provocar a atuação do dispositivo de proteção de sobrecorrente.

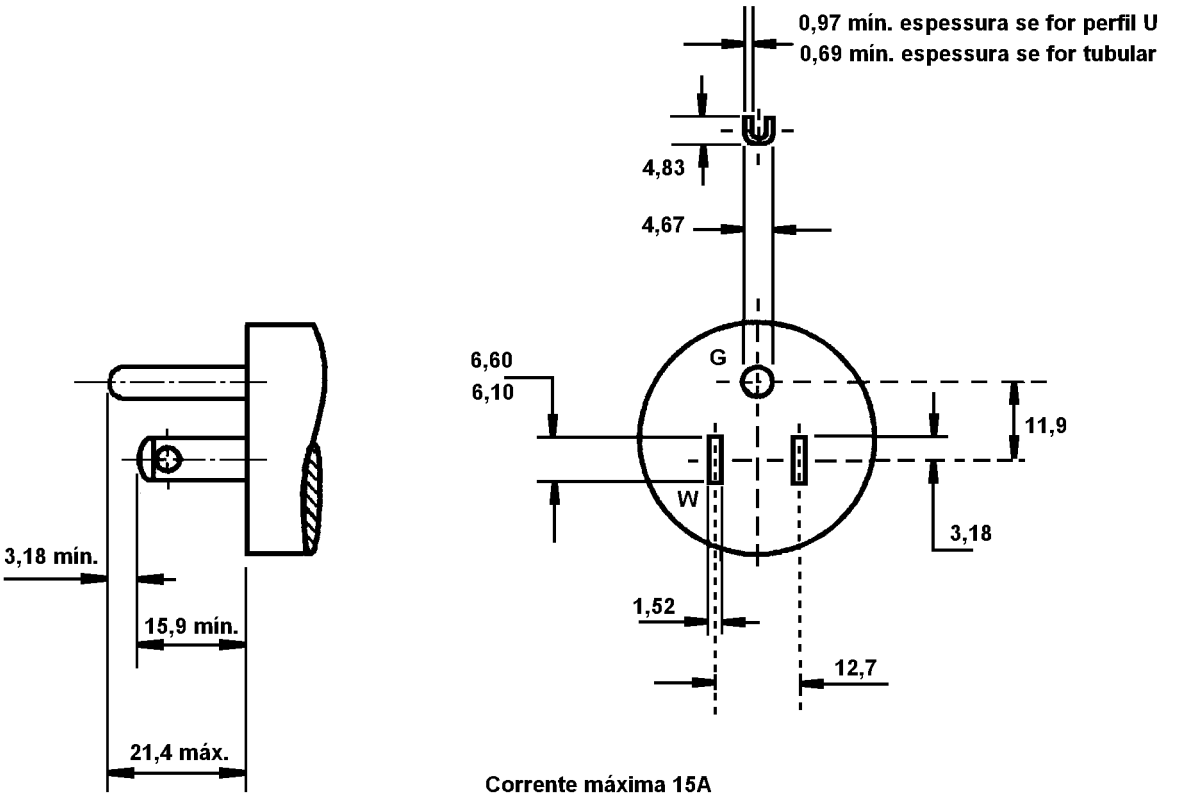
4.3.5 Tomadas de saída do estabilizador devem atender aos padrões da figura 4-a simultaneamente ou os padrões das figuras de 4-b à 4-e. É permitida a utilização de tomadas auxiliares que não atendam a estes padrões.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

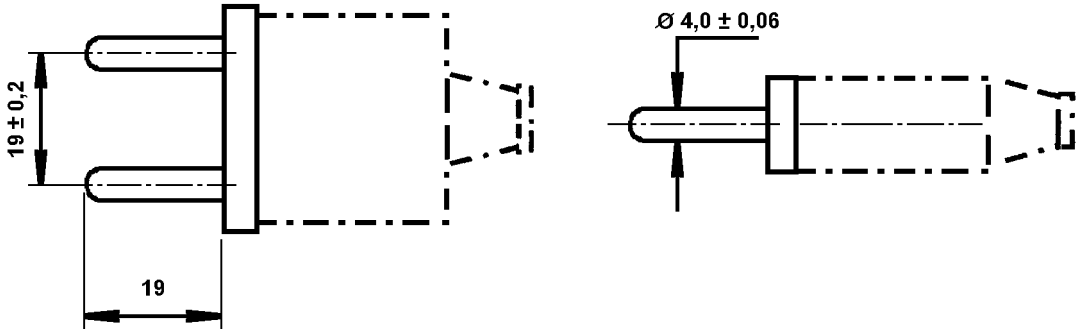
Plugue 2 pinos chatos + terra



Corrente máxima 15A

Dimensões em milímetros

Plugue 2 pinos redondos



Corrente máxima 10A

Dimensões em milímetros

Figura 4-a – Dimensional de plugues machos

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

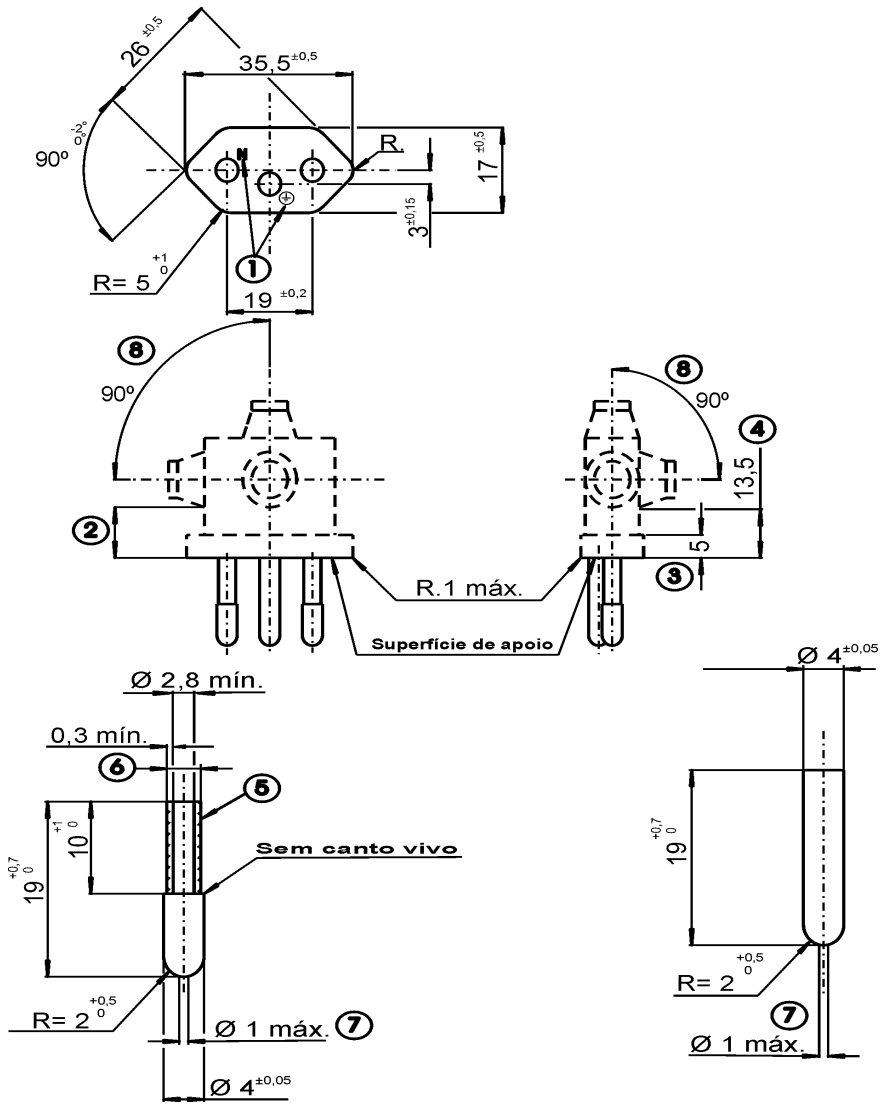


Figura 4-b – Plugue bipolar com pino terra (para aparelho classe I) até 10 A/250 V

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

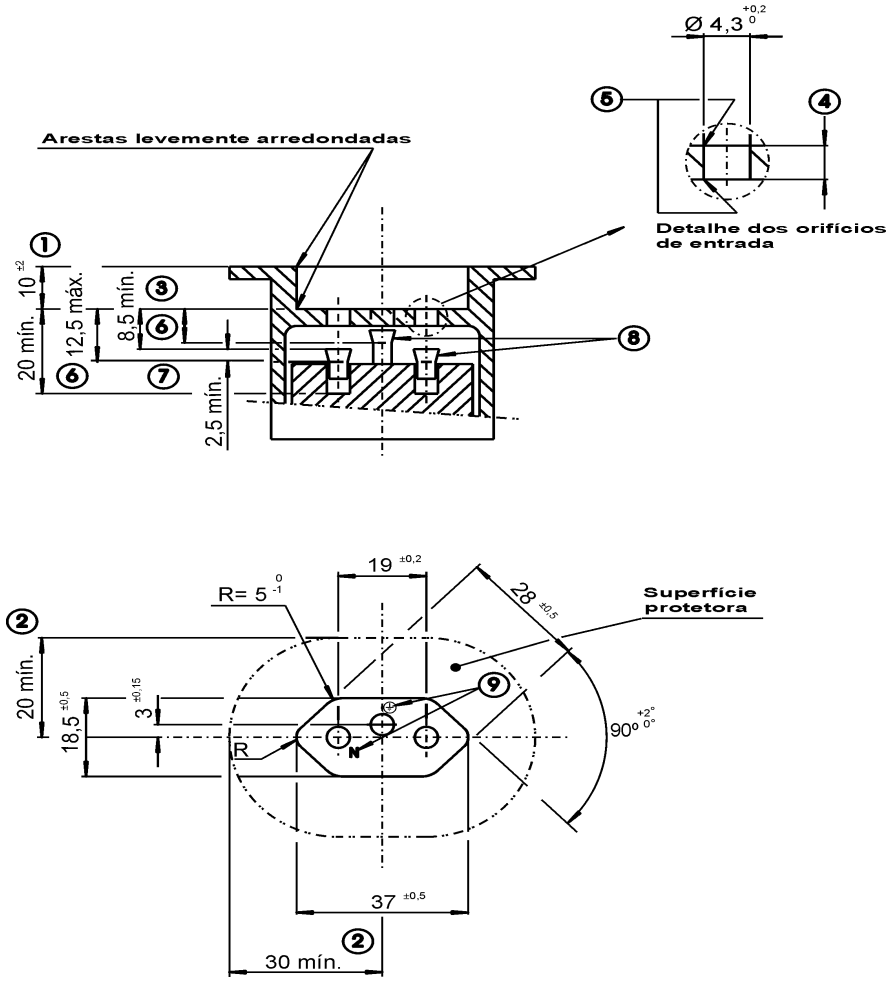


Figura 4-c – Tomada fixa para embutir bipolar com contato terra – 10 A/250 V

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

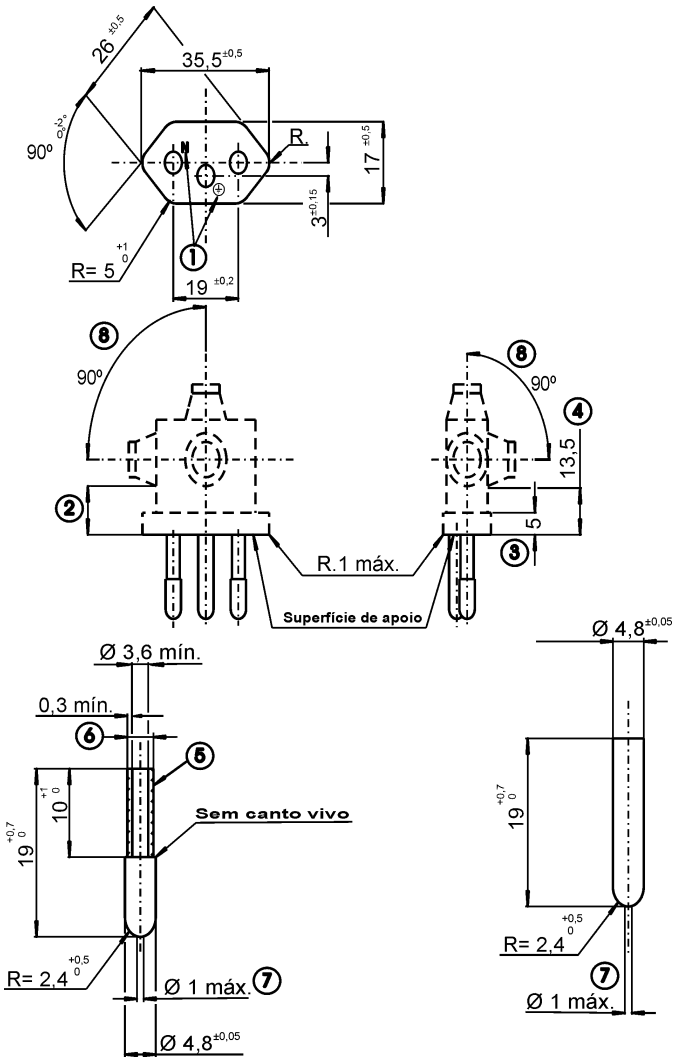


Figura 4-d – Plugue bipolar com pino terra (para aparelho classe I) acima de 10 A até 20 A/250 V

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

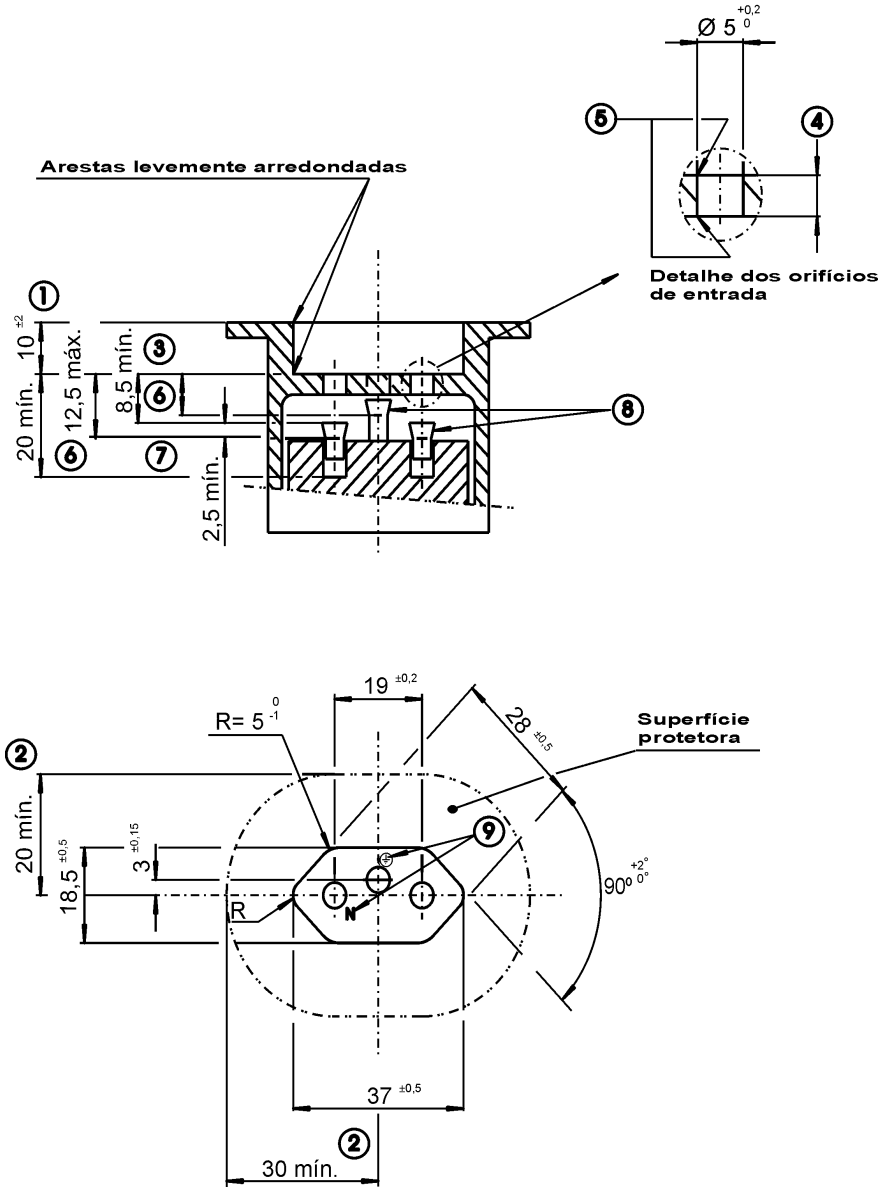


Figura 4-e – Tomada fixa para embutir bipolar com contato terra – 20 A/250 V

Figura 4 — Padrões para plugues e tomadas

4.4 Exigências mínimas de desempenho

4.4.1 A tensão nominal de entrada e de saída do equipamento não deve exceder 250 V.

4.4.2 O condutor neutro, se houver, deve ser isolado do terra e do corpo em todo o equipamento, como se fosse um condutor de fase. Os componentes ligados entre neutro e terra devem ter características adequadas para uma tensão de trabalho igual à tensão de fase a neutro.

NOTA Para estabilizadores com transformador isolador, não se aplica esta seção à saída.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

4.4.3 O equipamento previsto para operar diretamente sob tensão de rede elétrica deve ser projetado para uma faixa mínima de alimentação c.a. de 45% para tensões nominais abaixo de 150 V e de 40% para tensões acima de 150 V, mantendo a faixa de tensão de saída em um valor máximo de ± 6%.

4.4.4 Para equipamentos ligados ao sistema de energia IT, os componentes ligados entre fase e terra devem suportar uma tensão de trabalho igual à tensão fase a fase.

4.4.5 A classe de elevação de temperatura no transformador deve atender à classe B.

4.4.6 O tempo de resposta de estabilização deve ser no máximo de seis semiciclos de rede elétrica entre a ocorrência do evento e sua correção.

4.4.7 O equipamento deve ser previsto para operação em regime contínuo com carga nominal, nas faixas de tensão de entrada.

4.4.8 O equipamento deve ser projetado de modo que, ao ligá-lo, não apresente em sua saída uma tensão maior que a máxima tensão de saída especificada.

4.4.9 O equipamento deve desligar a carga a ele conectada nos casos onde a tensão de saída ultrapassar ± 10% do seu valor nominal. Quando as condições normais forem restabelecidas, o equipamento pode religar-se, desde que a tensão em sua saída esteja dentro da faixa de regulação de saída declarada.

4.5 Marcação e instruções (ver anexo G)

4.5.1 O equipamento deve conter uma marcação em português das características nominais de alimentação, com a finalidade de especificar a potência, tensão, freqüência e corrente adequadas.

4.5.1.1 No caso de equipamento previsto para ser instalado por pessoal não da manutenção, a marcação deve ser prontamente visível, quer na área de acesso do operador, quer na superfície externa do equipamento. Se a marcação estiver localizada em uma superfície externa do equipamento fixo, ela deve ser legível após a instalação do equipamento para uso normal.

4.5.1.2 Marcações que não são visíveis pelo lado externo do equipamento estão em conformidade com esta Norma, se diretamente visíveis quando se abre uma porta ou tampa. Se a área situada atrás da porta ou da tampa não for área de acesso do operador, uma etiqueta prontamente visível deve ser afixada ao equipamento, indicando claramente a localização da marcação.

4.5.1.3 A marcação deve incluir tensões nominais e faixa(s) de tensão(ões) de entrada, em volts. A faixa de tensão deve ter um hífen (-) entre as tensões mínima e máxima. Quando houver tensões nominais ou faixas de tensões múltiplas, devem ser separadas por uma barra (/).

4.5.1.4 O símbolo para natureza da alimentação de entrada e de saída deve ser (~) para corrente alternada e (---) para corrente contínua.

4.5.1.5 A freqüência nominal ou faixa de freqüência nominal deve ser em hertz (Hz).

4.5.1.6 A corrente nominal deve ser em miliampères (mA) ou ampères (A).

4.5.1.7 A potência nominal de saída deve ser em volts-ampères (VA). Para estabilizadores com múltiplas tensões de entrada, somente deve ser declarada a menor potência, por exemplo: Estabilizador com entrada bivolt 115/220 V, potência máxima em 115 V = 700 VA e, potência máxima em 220 V = 350 VA. A potência a ser declarada deve ser unicamente 350 VA.

4.5.1.8 Para equipamento com tensões nominais múltiplas, as correntes nominais correspondentes devem ser marcadas de forma que as correntes nominais diferentes sejam separadas por uma barra (/). A relação entre tensão nominal e corrente nominal aparece na mesma seqüência.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

4.5.1.9 A marcação deve incluir adicionalmente:

a) nome do fabricante, marca registrada ou marca de identificação;

b) referência do tipo ou modelo do fabricante;

c) símbolo para construção classe II, apenas para equipamento classe II.

NOTA Quando forem usados símbolos, estes devem estar de acordo com a ABNT NBR 12519.

4.5.2 Se for necessário tomar precauções especiais para evitar a introdução de riscos na operação, instalação, manutenção, transporte ou armazenagem do equipamento, o fabricante deve advertir e ter disponíveis as instruções apropriadas, em português.

4.5.2.1 Precauções especiais podem ser necessárias, por exemplo, para conexão de equipamentos à alimentação e interconexão de unidades separadas.

4.5.2.2 Instruções para manutenção são normalmente disponíveis somente para o pessoal de manutenção.

4.5.2.3 As instruções de operação devem estar disponíveis para o usuário e em português. Para equipamentos conectáveis à tomada, previstos para instalação pelo usuário, instruções de instalação devem estar disponíveis, incluindo informações relativas à polaridade da tomada, onde o estabilizador de tensão deve ser conectado.

4.5.2.4 Se o equipamento não possuir um dispositivo de interrupção incorporado ao gabinete em conformidade com 4.11, ou se o plugue do cordão de alimentação for o dispositivo de interrupção, as instruções de instalação devem estabelecer que:

a) para equipamento conectado permanentemente, um dispositivo de interrupção de alimentação prontamente acessível deve ser incorporado na fiação fixa;

b) para equipamento conectável à tomada, esta deve ser instalada junto do equipamento e estar facilmente acessível.

4.5.3 O rendimento e a distorção harmônica introduzida devem ser declarados pelo fabricante.

NOTA O rendimento declarado deve ser o menor valor calculado. Distorção harmônica inferior ou igual a 1% pode ser declarada como não introduzindo distorção harmônica.

4.5.4 No caso de equipamento previsto para conexão sob tensões e freqüências nominais múltiplas, o método de seleção deve ser totalmente descrito no manual ou nas instruções de instalação.

A menos que o recurso de seleção seja um simples comando próximo à marcação de características nominais, e o posicionamento deste seletor seja óbvio por inspeção, a seguinte instrução ou uma similar deve constar na marcação nominal de características ou próximo a ela:

“VER INSTRUÇÕES DE INSTALAÇÃO ANTES DE LIGAR À REDE”

4.5.5 Tomadas de saída do equipamento, se acessíveis ao operador, devem ser marcadas com a carga máxima permitida que pode ser conectada a elas. Esta marcação deve ser localizada nas proximidades das tomadas. Esta marcação não é obrigatória se a corrente máxima de saída do estabilizador for inferior à capacidade máxima de cada tomada não marcada.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

4.5.6 Marcação especificando a corrente nominal de cada fusível e quantos fusíveis para diferentes tensões nominais devem ser localizados no porta-fusível ou adjacências como em outra posição, desde que seja óbvio para qual porta-fusível a marcação se aplica.

4.5.6.1 A marcação não deve ser colocada em partes removíveis que possam ser trocadas, de forma que a marcação se extravie.

4.5.6.2 O fabricante deve informar as características do fusível utilizado.

4.5.7 O(s) conector(es) da fiação previsto para a conexão do condutor terra de proteção associado com a fiação de alimentação deve(m) ser indicado(s) pelo símbolo .

4.5.7.1 Este símbolo não deve ser usado para outros terminais terra.

4.5.7.2 Esta exigência deve ser aplicada a terminais para conexão de um condutor terra de proteção quer integrado num cabo, quer distribuído com os demais condutores de alimentação numa canaleta.

4.5.7.3 O terminal exclusivamente destinado à conexão do condutor neutro de alimentação primária, se houver, deve ser indicado pela letra maiúscula N.

4.5.7.4 Estas indicações não devem ser colocadas em parafusos ou outras partes que possam ser removidas, quando os condutores estão sendo ligados.

4.5.8 A menos que seja obviamente desnecessário, chaves e outros controles envolvendo segurança devem ser marcados e colocados de forma a indicar claramente qual função eles controlam.

NOTA Indicações usadas para este propósito devem, onde possível, ser compreendidas sem o conhecimento de idiomas, padrões nacionais etc.

4.5.8.1 A condição liga/desliga do equipamento deve ser indicada, preferivelmente, perto do ponto de operação do controle.

4.5.8.2 Quando os símbolos são usados, estes devem ser linha vertical (**I**) para “liga” e círculo para “desliga” (**O**). No caso de chaves tipo *push button,* a sinalização fica a critério do fabricante.

4.5.8.3 Se forem usados números para indicar posições diferentes, a posição “desliga” deve ser indicada pelo número 0 (zero) e números maiores para indicar valores crescentes da grandeza em questão.

4.5.8.4 Uma condição de espera deve ser indicada pelo símbolo apropriado .

4.5.8.5 Marcações e indicações para chaves e outros controles devem ser localizadas:

a) em cima, ou perto da chave ou controle; ou

b) de forma que seja óbvia para qual chave ou controle a marcação se aplica.

NOTA A marcação não deve ser colocada em partes removíveis que possam ser substituídas de forma que se perca a marcação.

4.5.9 Quando houver mais de uma conexão fornecendo tensões ou níveis de energia perigosos para o equipamento, deve haver uma marcação em destaque, próximo ao acesso de manutenção das partes perigosas, a fim de indicar qual dispositivo de desligar isola cada seção do equipamento e qual dispositivo de desligamento pode ser usado para isolar o equipamento completamente.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

4.5.10 As instruções de instalação do equipamento devem declarar, caso o equipamento requeira modificações, a conexão a um sistema de energia IT.

4.5.11 As instruções do equipamento devem declarar se o equipamento depende das instalações de prédio para proteção (ver 4.12.1).

4.5.12 O equipamento com corrente de fuga alta deve ter uma etiqueta de advertência como definido em 4.23 e no anexo C.

4.5.13 Dispositivos de regulagem e similares que devem ser ajustados durante a instalação ou em uso normal devem ser dotados de uma indicação para a direção de ajuste, para aumentar ou diminuir o valor do parâmetro a ser ajustado.

NOTA Uma indicação de (+) e (-) é aceitável.

4.5.14 Embora as marcações não referentes à segurança do equipamento possam ser redigidas em qualquer língua aceitável pelo usuário, as que são relacionadas com a segurança devem ser redigidas em língua portuguesa.

4.5.15 A marcação exigível nesta Norma deve ser indelével e de fácil leitura. Na durabilidade de marcação, deve-se levar em consideração o efeito do uso normal.

4.6 Proteção contra choques elétricos e riscos de energia

As partes expostas que envolvam um risco de energia devem ser localizadas, cercadas ou dotadas de protetor interno que evite a possibilidade de curto-circuito, através de materiais condutores ou ferramentas usadas.

4.7 Isolação

4.7.1 A isolação elétrica pode ser obtida por um dos seguintes meios, ou a combinação dos dois:

a) materiais de isolação sólida ou laminada com espessuras e distâncias de escoamento adequadas em suas superfícies;

b) distâncias de separação adequadas através do ar.

4.7.2 A escolha e a aplicação dos materiais de isolação devem levar em conta as necessidades de robustez elétrica, térmica e mecânica, bem como o ambiente de trabalho.

4.7.2.1 Borracha natural não deve ser usada como isolante.

4.8 Circuitos de segurança de tensão extrabaixa - SELV

4.8.1 As partes não isoladas de circuitos SELV que podem ser acessíveis ao toque pelos operadores devem apresentar tensões seguras, sob condições normais de operação ou após uma única falha, tal como a ruptura de uma camada ou da isolação básica ou mesmo com a falha de um único componente individualmente.

4.8.2 Em um circuito SELV individual ou nos SELV interligados, a tensão entre todas as partes do circuito ou entre qualquer parte dele, do terra ou do corpo, nunca deve exceder 42,4 Vpico ou 60 Vcc, sob condições normais.

4.8.3 Em caso de uma única falha da isolação básica ou da isolação suplementar ou mesmo de um componente (excluindo os componentes com isolação dupla ou reforçada), as tensões em um circuito SELV não devem exceder 42,4 Vpico ou 60 Vcc.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

4.8.4 Quando parte de um circuito SELV é separada de partes de outros circuitos somente através de isolação, tal separação deve ser feita por um dos seguintes meios (ou por outros que proporcionem uma separação equivalente):

a) separação permanente por protetores, rodas ou fixações;

b) isolação de todos os fios adjacentes envolvidos, sendo esta isolação especificada para a mais alta tensão de trabalho existente;

c) isolação dos fios do circuito SELV ou dos outros circuitos, em conformidade com as exigências de isolação reforçada ou suplementar, sendo apropriada para a mais alta tensão de trabalho existente;

d) uma camada adicional de isolação, onde for necessária, sobre a fiação do circuito SELV ou sobre a fiação dos outros circuitos.

4.8.5 Quando as partes dos circuitos SELV são separadas das partes de tensão perigosa por uma tela aterrada ou outras partes condutoras aterradas com pelo menos a isolação básica, as partes aterradas devem estar de acordo com 4.10.

4.8.6 As partes dos circuitos SELV que são protegidas pelo aterramento devem ser ligadas ao terminal de aterramento, de forma que as exigências de 4.8.3 sejam cumpridas pelas impedâncias do circuito relativo e/ou pelo uso do dispositivo protetor, e devem ser separadas das partes dos outros circuitos não SELV com pelo menos isolação básica.

4.8.7 Quando os circuitos SELV estão separados de outros circuitos com apenas uma isolação básica, deve-se dotar proteção para assegurar que as exigências de 4.8.3 sejam satisfeitas, no caso de falha de isolação básica. Tal proteção deve ser obtida usando componentes ou circuitos como fusíveis, disjuntores, proteção de sobretensão ou protetores de sobrecorrente elétrica.

4.8.8 O equipamento deve ser construído como segue:

a) terminais tipo anel e formação similar não devem ficar em torno da fixação, de tal forma que possa reduzir as distâncias de escoamento e separação entre os circuitos SELV e as partes ELV ou tensões perigosas abaixo dos valores mínimos especificados;

b) em tomadas e encaixes de vários tipos e sempre que se possa provocar curto-circuito, deve-se apresentar meios para evitar o contato entre as partes ELV ou tensões perigosas com os circuitos SELV, devido à soltura de um terminal ou a quebra de um fio em uma terminação;

c) as partes não isoladas ELV ou de tensões perigosas devem ser de tal forma localizadas, embutidas ou dotadas de protetor interno, para evitar curtos-circuitos acidentais SELV, tais como pelo uso de ferramentas ou pontas-de-prova;

d) os circuitos SELV não devem ter conectores compatíveis com aqueles especificados nas ABNT NBR 14136 ou ABNT NBR NM 60884-1.

As exigências desta seção não devem ser consideradas, quando a possibilidade de contato entre os circuitos SELV e ELV e o circuito SELV está protegido como descrito em 4.8.6.

4.8.9 Se os circuitos SELV estiverem ligados a outros circuitos, estes devem continuar a cumprir as exigências de 4.8.2 e 4.8.3. Os circuitos SELV não devem ser condutivamente conectados com circuitos de alimentação primária (incluindo o neutro) dentro do equipamento.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

4.9 Circuito de corrente limitada

4.9.1 Para os circuitos c.a., que não excedam a freqüência de 1 kHz, e para os circuitos c.c., a corrente de regime conduzida através de um resistor não indutivo de 2 000 Ω, ligado entre uma parte acessível de um circuito de corrente limitada e a fase do circuito de corrente limitada ou terra não deve exceder 0,7 mA de pico ou 2 mA c.c.. Para freqüências acima de 1 kHz, a corrente de regime não deve exceder [0,7 x freqüência em kHz] mA de pico ou, de 70 mA de pico, ou qual for menor.

4.9.2 Para as partes acessíveis que não excedam 450 V de pico ou c.c., a capacitância do circuito não deve exceder 0,1 µF.

4.9.3 Circuitos de corrente limitada devem ser projetados de forma que os limites especificados acima não sejam ultrapassados, no caso de ruptura de qualquer isolação básica, ou uma única isolação básica, ou uma única falha em um componente, juntamente com qualquer falha que seria conseqüência direta da avaria ou falha.

4.9.3.1 A separação das partes acessíveis dos circuitos de corrente limitada de outros circuitos deve ser como está descrito em 4.8 para circuitos SELV.

4.9.3.2 Tais exigências de separação entre circuitos de corrente limitada e partes de tensão perigosa, também são necessárias nas partes intermediárias em tensões ELV.

4.10 Exigências para aterramento de proteção

4.10.1 Partes condutoras acessíveis do equipamento classe I que possam assumir tensões perigosas numa única falha de isolação devem ser seguramente ligadas a um terminal de aterramento de proteção dentro do equipamento.

4.10.1.1 Esta Norma assume que é improvável que partes condutoras acessíveis assumam uma tensão perigosa, se elas e as partes de tensão perigosa forem separadas por:

a) partes metálicas aterradas;

b) isolação básica ou espaçamento pelo ar, ou a combinação dos dois, de acordo com as exigências de isolação dupla ou reforçada.

4.10.1.2 Neste caso, as partes aqui consideradas devem estar de tal forma fixadas e rígidas que as distâncias mínimas sejam mantidas durante os ensaios com uma força de 2 N, conforme F.4.2.

4.10.1.3 O equipamento classe II não deve ter nenhum aterramento de proteção, exceto se este se constituir em um meio de manter a continuidade dos circuitos de aterramento de proteção para outro equipamento no sistema.

4.10.1.4 Se o equipamento classe II tiver uma conexão terra com propósitos funcionais, tal circuito funcional deve ser separado das partes de tensão perigosa por isolação dupla ou reforçada.

4.10.2 Os condutores de aterramento de proteção não devem possuir interruptores ou fusíveis.

4.10.2.1 Estabilizadores classe II podem ou não assegurar a continuidade de aterramento de proteção para os equipamentos por ele alimentados. Quando o estabilizador classe II não assegurar a continuidade de aterramento de proteção e alimentar um sistema de equipamentos classe I, deve ser assegurado que não existam interligações com outro(s) sistema(s) classe I.

NOTAS

1 O estabilizador classe II deve prover separação elétrica entre a entrada e a saída.

2 Todas as tomadas de corrente do estabilizador classe II devem possuir um contato exclusivo interligado ao neutro de saída para a ligação do condutor de equipotencialidade ou proteção dos equipamentos do sistema.

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

Impresso por: PETROBRAS

4.10.2.2 Condutores de aterramento de proteção podem ser expostos ou isolados. Se forem isolados, a isolação deve ser em verde/amarelo ou verde, exceto:

a) em caso de malhas de aterramento onde a isolação pode ser verde/amarela ou verde ou transparente, sendo esta última identificada por marcações verde/amarela nos terminais;

b) em caso de condutores de proteção de conjuntos internos com os cabos planos, barras condutivas, placas de circuito impresso flexíveis etc., qualquer cor pode ser usada, desde que não cause enganos no uso dos condutores. As partes condutoras aterradas não devem ser ligadas eletricamente a um terminal de alimentação primária neutro, se houver algum.

NOTA Para estabilizadores com transformador isolador, não se aplica à saída.

4.10.2.3 Se as partes removíveis pelo usuário tiverem uma conexão de aterramento de proteção, ao se colocar a parte na posição, isto deve ser feito antes das conexões de condução de corrente serem estabelecidas. Quando da remoção da parte, as conexões de condução de corrente devem ser separadas antes da conexão de aterramento ser removida.

4.10.3 Os terminais de aterramento de proteção para condutores de alimentação fixos ou para os cordões de alimentação não destacáveis devem seguir as exigências de 4.16.

4.10.3.1 O terminal crimpável usado para conexão deve evitar afrouxamento acidental do condutor.

4.10.3.2 Em geral, os projetos mais usados para os terminais de condução de corrente que não sejam os terminais do tipo pilar, são providos de resistência suficiente para cumprir com as exigências posteriores.

4.10.3.3 Condições especiais podem ser necessárias para outros projetos, como o uso de partes com resistência adequada, cuja remoção inadvertida seja improvável.

4.10.4 Partes condutoras em contato com conexões de aterramento de proteção não devem ser submetidas a corrosões, devido a ações eletroquímicas em qualquer situação de trabalho, transporte ou armazenamento, como especificado nas instruções dos fabricantes.

4.10.4.1 O terminal de aterramento de proteção deve ser resistente à corrosão.

4.10.4.2 A resistência à corrosão pode ser obtida por um processo de eletrodeposição ou com um revestimento apropriado.

4.10.5 A resistência de contato entre o terminal de aterramento ou o contato de aterramento e as partes que precisam ser aterradas não devem exceder 0,1 Ω.

4.11 isolação da alimentação primária

4.11.1 Deve ser definido no documento acompanhante o dispositivo de interrupção que desliga o equipamento da alimentação durante a manutenção.

4.11.1.1 O dispositivo de interrupção deve ser utilizado dentro de sua faixa de tensão e corrente especificadas, quando incorporado no equipamento, e deve ser ligado o mais próximo possível da entrada da alimentação.

4.11.1.2 Para equipamentos ligados permanentemente de acordo com 3.23, o dispositivo de interrupção deve ser incorporado ao equipamento, a menos que o equipamento tenha instruções de instalações de acordo com 4.5.2, que diz que o dispositivo de interrupção deve ser parte da instalação de montagem.

4.11.1.3 O(s) dispositivo(s) de interrupção externa não é(são) necessariamente fornecido(s) com o equipamento.

4.11.1.4 Quando um interruptor for usado, ele não deve ser montado em um cabo flexível.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

4.11.1.5 Interruptores funcionais podem servir como dispositivos de interrupção, uma vez que cumpram com todas as exigências de dispositivos de interrupção. No entanto, tais exigências não se aplicam a interruptores funcionais, quando outros meios de interrupção são estabelecidos.

4.11.1.6 Exemplos de dispositivos de interrupção são:

a) o plugue do cordão de alimentação;

b) um dispositivo de acoplamento;

c) interruptores;

d) disjuntores;

e) qualquer dispositivo equivalente que ofereça um grau de segurança igual aos acima citados.

4.11.1.7 Os dispositivos de interrupção que estão de acordo com a ABNT NBR IEC 61058-1 são exemplos daqueles que são considerados dentro das exigências desta Norma.

4.11.2 Para equipamentos monofásicos, o dispositivo de interrupção unipolar que possa ser utilizado com segurança deve desligar o condutor fase quando a identificação do neutro na alimentação for confiável. Quando tal identificação não for possível no equipamento a ser usado, instruções devem ser fornecidas para a provisão de um dispositivo de interrupção bipolar adicional no documento acompanhante.

4.11.2.1 Dois exemplos em que o dispositivo de interrupção bipolar é necessário:

a) em equipamentos alimentados com sistema IT;

b) em equipamentos conectáveis que são alimentados através de um dispositivo de acoplamento ou um plugue não polarizado (a menos que tal plugue seja usado como dispositivo de interrupção).

4.11.2.2 O neutro de um sistema IT é considerado como um pólo vivo.

4.11.2.3 Se um dispositivo de interrupção interromper o neutro, este deve simultaneamente interromper todos os pólos.

4.11.3 Quando o dispositivo de interrupção for um interruptor incorporado ao equipamento, as posições de liga/desliga devem ser marcadas conforme 4.5.8.

4.11.4 Quando um plugue em um cordão de alimentação for usado como um dispositivo de interrupção, as instruções de instalação devem estar de acordo com 4.5.2.

4.11.5 Para equipamentos classe I, o plugue de alimentação ou o dispositivo de acoplamento, se usados como dispositivos de interrupção, devem fazer a ligação de terra de proteção, antes das ligações de fase e devem interrompê-la depois do desligamento das fases.

4.12 Proteção da fiação interna

4.12.1 Toda fiação interna (inclusive barramentos e cabos de interligação) usada na distribuição da alimentação primária deve ser protegida contra danos causados por excesso de corrente e curtos-circuitos, através de dispositivos de proteção adequados.

NOTA Se a proteção para sistema de alimentação bifásico for baseada nas instalações do prédio, as instruções de instalação devem fornecer advertência adequada.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

4.12.1.1 Pequenos trechos da fiação que são diretamente envolvidos no caminho da distribuição da alimentação primária estão isentos desta exigência, quando puder ser demonstrado não haver risco de segurança envolvido (exemplo: circuitos de sinalização).

4.12.1.2 Os dispositivos de proteção contra sobrecarga dos componentes podem também dar proteção à fiação associada a esses componentes.

4.12.1.3 Ramificações da fiação de circuitos internos podem exigir proteção individual, dependendo da bitola e do comprimento dos condutores.

4.12.2 Para equipamentos que são ligados a tomadas de alimentação padrão, é pressuposto que a instalação estabeleça proteção adicional à que existe no equipamento de acordo com o sistema de alimentação da rede primária fornecido pela tabela 2.

Tabela 2 — Sistemas de proteção para tipos distintos de alimentação

Sistema de alimentação	Número de condutores de alimentação	Número mínimo de fusíveis ou pólos do disjuntor	Localização
Monofásico com neutro aterrado e confiavelmente identificável	2	1	Condutor fase
Outros monofásicos	2	2	Ambos os condutores
Bifásico	2	2	Ambos os condutores

4.12.3 Em situações em que falhas do aterramento são improváveis, o número mínimo dos dispositivos de proteção nos circuitos de alimentação primária e suas localizações são fornecidos pela tabela 3.

Tabela 3 — Proteção da fiação interna do equipamento para sistemas distintos de alimentação

Sistema de alimentação	Número de condutores de alimentação	Número mínimo de fusíveis ou pólos do disjuntor	Localização
Fase-fase	2	1	Qualquer um dos dois
Fase-neutro	2	1	Condutor fase

4.12.4 Os sistemas de proteção devem:

a) operar automaticamente em valores de correntes que são adequadamente relacionados com as correntes máximas de segurança dos circuitos;

b) ser capazes de interromper confiavelmente a corrente máxima que possa fluir em caso de falha, levando-se em consideração outros dispositivos de proteção anteriores associados que forem estabelecidos ou especificados;

c) ser construídos e posicionados de tal forma que sua operação não cause riscos;

d) ser construídos e posicionados de forma tal que suas características não sejam adversamente afetadas em condições normais de operação;

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

e) ser montados conforme especificação, se exigidas posições especiais de montagem.

Dois ou mais dispositivos de proteção podem ser combinados em um componente.

4.13 Protetor contra surtos na linha telefônica

Quando incorporado ao estabilizador, o protetor deve atender aos requisitos de 4.13.1, 4.13.2 e 5.11.1.

4.13.1 O protetor deve funcionar da mesma forma, independentemente da chave funcional do estabilizador, desde que a conexão do cordão de alimentação ao aterramento de proteção seja mantida.

4.13.2 Deve ser devidamente indicado no estabilizador em português ou através de símbolos qual é a entrada e qual é a saída do protetor.

4.13.3 Os ensaios devem ser realizados com um resistor (RL) de 100 ohms na saída do protetor, para simular um terminal telefônico. Durante os ensaios descritos em 5.11.1, a tensão entre os terminais do resistor RL, entre cada um deles e o terra não deve ultrapassar 300 V de pico.

4.14 Fiação interna

4.14.1 Para fios internos e para fios externos, excluindo-se o cordão de alimentação, a área da seção transversal deve ser conforme tabela 4 para a corrente que se pretende passar, quando o aparelho está operando sob operação contínua e carga nominal. A classe térmica de todos os fios deve ser no mínimo 105°C, exceto fios para funções de sinalização e controle que não excedam 200 mA.

NOTA Todos os fios que saem do transformador de potência devem atender à classe térmica 105°C.

4.14.2 Os caminhos por onde passam os fios devem ser lisos e livres de cantos vivos. Os fios devem ser protegidos de modo que não entrem em contato com rebarbas, dissipadores de calor etc., os quais podem causar danos à isolação do condutor. Fios podem estar conectados eletricamente ao dissipador, podendo haver contato físico entre a capa isolante e o dissipador.

NOTA Fios que eventualmente entrarem em contato com cantos vivos devem receber proteção adicional adequada, de modo a não causar danos à isolação original do condutor.

Tabela 4 — Seção dos condutores da fiação interna

Máxima corrente nominal do equipamento A	Área nominal da seção transversal para fiação interna mm^2
6	0,50 a 0,75
10	0,75 a 1,50
16	1,50 a 2,50
30	2,50 a 4,00

4.14.2.1 Furos do metal pelos quais passam fios isolados devem ter superfícies lisas bem arredondadas ou devem possuir uma bucha de revestimento adequada.

4.14.2.2 Deve-se efetivamente prevenir que a fiação não venha a ter contato com partes móveis. Em conjuntos eletrônicos, é permitido que fios estejam em estreito contato com pinos de *wire wrapping* e similares, desde que qualquer falha na isolação não resulte em perigo, ou se o sistema de isolação empregado fornecer proteção mecânica adequada.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

4.14.3 A fiação interna deve ser posicionada e fixada de maneira que previna:

a) excessiva deformação no fio e nas suas conexões terminais;

b) desprendimento das conexões terminais;

c) danos à isolação do condutor;

d) falhas nas conexões elétricas.

4.14.4 Para condutores sem isolação, não deve ser possível reduzir, em uso normal, as distâncias de escoamento e de separação abaixo dos valores especificados em F.7.

4.14.5 A isolação de condutores individuais deve ser adequada para a aplicação e para a tensão de trabalho envolvida.

4.14.6 Fios identificados pela combinação de cores verde/amarela ou verde devem ser usados somente para conexões de terra de proteção.

4.15 Conexão à alimentação primária

4.15.1 Para uma conexão segura e confiável à alimentação primária, o equipamento deve possuir:

a) terminais para conexão permanente à alimentação (exemplo: régua de borne); ou

b) um cordão de alimentação não destacável para conexão permanente à rede de alimentação ou para conexão à rede de alimentação por meio de um plugue; ou

c) um dispositivo de entrada para conexão do cordão de alimentação destacável.

4.15.2 Equipamento ligado permanentemente à alimentação, deve ser dotado de:

a) um conjunto de terminais como especificado em 4.16; ou

b) um cordão de alimentação não destacável.

4.15.2.1 Equipamentos fixos ligados permanentemente devem:

a) permitir a conexão de fios de alimentação após o equipamento ter sido fixado ao seu suporte:

b) ser dotados de dispositivo adequado para entrada de cabos, entrada de eletrodutos ou buchas, os quais permitam a conexão de cabos e eletrodutos apropriados.

4.15.2.2 Dispositivos para entrada de cabos e eletrodutos para conexões de alimentação devem ser projetados ou localizados de forma que a introdução do eletroduto e do cabo não afete a proteção contra choque elétrico, ou reduza a distância de escoamento e a distância de separação abaixo de valores indicados no anexo F.

4.15.3 Todos os dispositivos de entrada devem estar em conformidade com as seguintes exigências:

a) localizados ou confinados de forma que partes operando com tensão perigosa não sejam acessíveis, durante inserção ou remoção do conector. Dispositivos de entrada em conformidade com a ABNT NBR 14136 devem ser considerados em conformidade com estas exigências;

b) localizados de forma que o conector possa ser inserido sem dificuldade;

c) localizados de forma que, após a inserção do conector, o equipamento não seja sustentado pelo conector em nenhuma posição de uso normal, em uma superfície plana.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

Dispositivos de entrada para equipamentos classe I devem ter terminal terra que deve ser ligado ao terminal terra de proteção interna do equipamento.

4.15.4 O cordão de alimentação deve ter seção transversal nominal não inferior aos valores da tabela 5.

Tabela 5 — Seção dos condutores do cordão de alimentação

Corrente nominal do estabilizador A	Seção transversal nominal dos condutores do cordão de alimentação [1)] mm^2
Até 3 inclusive	0,50 [2)]
Até 10 inclusive	0,75
Até 13,5 inclusive	1,0
Até 16 inclusive	1,5
Até 30 inclusive	2,5
[1)] Seção transversal nominal mínima para cordão de alimentação com condutores de cobre. [2)] Seção transversal permitida, desde que o comprimento do cordão não exceda 2 m.	

4.15.5 As buchas de entrada devem:

a) ter formato de modo a evitar danos ao cordão de alimentação;

b) ser fixadas de maneira segura;

c) ser não removíveis sem a ajuda de ferramenta;

d) para ligações do cordão de alimentação que possam ser facilmente substituídas (ligações tipo X), ser parte não integrante do cordão de alimentação.

4.15.5.1 Se o cabo flexível puder soltar-se de sua fixação, causando uma tração nos condutores, o condutor terra de proteção, se existir, deve ser o último a sofrer a tração.

4.15.5.2 A fixação do cordão de alimentação deve ser projetada de forma que:

a) a substituição de um cordão não prejudique a segurança do sistema e o correto funcionamento do equipamento;

b) para cordão comum de substituição, seja claro como o alívio de tensão mecânica deve ser obtido;

c) o cordão não seja preso por um parafuso de metal que entre em contato diretamente com ele;

d) não sejam usados nós no cordão;

e) nos equipamentos classe I, esta seja feita de material isolante ou dotada de uma capa isolante, para que em situações onde houver uma falha de isolação no cordão, as partes de metal energizadas não fiquem acessíveis;

f) nos equipamentos classe II, esta seja feita de material isolante ou feita de metal. Neste último caso, o cordão deve ser isolado de partes de metal acessíveis através de isolação, satisfazendo-se as exigências de isolação suplementar.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

4.15.6 Cordões de alimentação e fios não devem ser expostos a cantos vivos nem saliências cortantes dentro, ou na superfície do equipamento, ou na abertura de entrada, ou na bucha de entrada.

4.15.6.1 O revestimento total de um cordão de alimentação não destacável deve continuar dentro do equipamento, através de qualquer bucha de entrada ou protetor do cordão, e deve prolongar-se no mínimo por metade do diâmetro do cordão, além da fixação ou abraçadeira de apoio dele.

4.15.7 Um equipamento que é movimentado durante o seu funcionamento e que tenha um cordão de alimentação não destacável deve ter um protetor de cordão instalado na abertura de entrada da alimentação, a não ser que a entrada ou bucha seja dotada de uma abertura suavemente arredondada, tendo um raio de curvatura igual no mínimo a 1,5 vez o diâmetro total do cordão.

NOTA Esta exigência aplica-se somente a equipamento portátil e transportável.

4.16 Terminais para condutores externos de alimentação primária

NOTA Nesta subseção, “terminais” referem-se a terminais para fiação.

4.16.1 Equipamento permanentemente ligado e equipamento com cordões de alimentação comuns não destacáveis devem ser dotados de terminais cuja conexão seja feita por meio de parafusos, porcas ou dispositivos igualmente efetivos.

4.16.2 Para equipamento com cordão de alimentação não destacável, a conexão dos condutores individuais à fiação interna do equipamento deve ser acompanhada de algum meio que permita uma conexão confiável elétrica e mecanicamente.

4.16.2.1 Condutores externos devem ser ligados através de solda, crimpagem ou terminações similares. Para terminações soldadas, o condutor deve ser posicionado ou fixado de modo que a garantia de mantê-lo em posição não se baseie apenas na soldagem, a menos que sejam colocadas barreiras tais que as distâncias de escoamento e de separação não possam ser reduzidas menos que 50% dos valores recomendados no anexo F, quando o condutor romper na solda ou soltar-se de uma conexão crimpada.

4.16.3 Porcas e parafusos que fixam condutores externos de alimentação devem ter uma rosca em conformidade com a ISO 261 ou ISO 262, ou uma rosca comparável em passo e solicitação mecânica. Estes não devem servir para fixar nenhum outro componente, exceto aqueles que possam também prender condutores internos, se estes forem de tal forma arranjados que sejam improváveis de serem deslocados, quando prendendo os condutores de alimentação.

4.16.3.1 Os terminais de um componente (por exemplo, uma chave) construídos dentro do equipamento podem ser usados como terminais para condutores de alimentação externos, desde que eles cumpram as exigências de 4.16.

4.16.3.2 Roscas unificadas são consideradas comparáveis em passo e solicitação mecânica com roscas em conformidade com as ISO 261 e ISO 262.

4.16.4 Para cordões de alimentação:

a) pode ser assumido que duas fixações independentes não devem se soltar ao mesmo tempo;

b) condutores ligados por soldagem devem ser presos em local perto da terminação, independentemente da solda;

c) condutores ligados a terminais ou terminações por meios diferentes do que soldagem devem ser dotados com uma fixação adicional perto do terminal ou terminação e, no caso de condutores constituídos de fios sólidos encordoados, essa fixação adicional deve prender tanto a isolação como o condutor.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

4.16.5 Terminais devem permitir a conexão de condutores que tenham áreas de seção transversal como apresentado na tabela 6. Quando condutores de bitolas maiores são usados, os terminais devem ser dimensionados adequadamente.

4.16.6 Os terminais devem ter as dimensões conforme apresentado na tabela 7. Terminais em pino devem ser providos com arruela.

Tabela 6 — Dimensões dos terminais para condutores de alimentação primária

Máxima corrente nominal do equipamento A	Bitola dos condutores que os terminais devem suportar mm^2
6	0,5 a 1,00
10	0,75 a 1,50
13,5	1,00 a 1,50
16	1,50 a 2,50
30	2,50 a 4,00

Tabela 7 — Tamanho dos terminais para condutores de alimentação primária

Máxima corrente nominal do equipamento A	Diâmetro nominal mínimo da rosca mm	
	Tipo em pilar ou tipo em pino	Tipo em parafuso
10	3	3,5
16	3,5	4
30	4	5

4.16.7 Terminais devem ser projetados de forma a prender o condutor entre superfícies de metal, com pressão de contato suficiente e sem danificar o condutor.

4.16.7.1 Terminais devem ser projetados ou localizados de forma que o condutor não possa soltar-se, quando os parafusos ou porcas de fixação estiverem apertados.

4.16.7.2 Terminais devem ser fixados de forma que quando o meio utilizado para prender o condutor estiver apertado ou solto:

a) o próprio terminal por si mesmo não trabalhe solto;

b) a fiação interna não seja sujeita a solicitação (tração e torção);

c) as distâncias de separação e escoamento não sejam reduzidas a valores abaixo dos recomendados no anexo F.

4.16.8 Para cordões de alimentação não destacável, cada terminal deve ser localizado próximo a terminais correspondentes ou os terminais de potencial diferente e do terminal de terra de proteção, se existir.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

4.16.9 Terminais devem ser de tal modo posicionados, blindados ou isolados que, se um fio encordoado interno de um condutor escapar, quando este estiver instalado, não crie um risco de contato acidental entre este fio e:

a) partes condutivas acessíveis; ou

b) partes condutivas não aterradas, separadas de partes condutivas acessíveis por somente isolação suplementar.

4.17 Estabilidade e perigos mecânicos

4.17.1 Sob condições normais de uso, os equipamentos e conjuntos não devem se tornar fisicamente instáveis a ponto de poderem apresentar um risco aos operadores ou ao pessoal de manutenção.

4.17.2 Partes móveis do equipamento, desde que razoavelmente praticáveis, devem ser cobertas ou protegidas de forma tal que não ofereçam perigos de danos pessoais.

4.17.2.1 O gabinete mecânico ou protetores devem ser suficientemente completos para conter ou defletir partes que possam se soltar e ser arremessadas de uma parte móvel.

4.17.2.2 Dispositivos de rearme térmico automático *(self-reseting),* dispositivos de proteção à sobrecorrente, temporizadores de partida etc. não devem ser incorporados se o rearmamento inesperado puder causar perigo.

4.17.3 O equipamento não deve possuir cantos vivos ou farpas quando estes puderem se tornar perigosos para o operador.

4.18 Rigidez mecânica e alívio à fadiga

4.18.1 Gabinetes de proteção, protetores internos e externos etc. devem ter rigidez mecânica suficiente e ser construídos de forma a suportar o manuseio tão rude quanto possa ser submetido, em uso normal.

4.18.2 Gabinetes de proteção e protetores externos e internos fabricados de material termoplástico devem ser construídos de tal forma que não sejam suscetíveis a distorções resultantes de fadigas e tensões internas, de forma a exporem peças ou partes perigosas.

4.19 Detalhes de construção

4.19.1 Equipamento que tenha opção de seleção manual de tensões de alimentação primária deve ser construído de forma que a comutação não ocorra acidentalmente, principalmente se uma seleção incorreta constituir risco à segurança.

4.19.2 O equipamento deve ser de tal forma construído que a regulagem manual de dispositivos de comando exija o uso de uma ferramenta, se a regulagem inadvertida puder criar um risco à segurança.

4.19.3 São permitidas aberturas na parte inferior do equipamento, desde que atendam aos ensaios do dedo e do pino de prova.

4.19.3.1 Todas as partes sob tensão perigosa devem estar no mínimo 6 mm aquém do tampo inferior do gabinete, sendo a medição feita verticalmente através de qualquer abertura.

4.19.4 Manoplas, alças, alavancas, botões, niveladores e similares devem ser fixados de uma maneira confiável, de forma a não se soltarem durante operação normal, se isto puder resultar em risco à segurança.

4.19.4.1 Quando forem usadas alças, botões, manoplas ou similares para indicar posições de chaves ou componentes similares, não deve ser possível fixá-los em uma posição incorreta, se isto puder causar um risco à segurança.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

4.19.4.2 Massas de vedação e similares, que não sejam resinas auto-endurecedoras, não são consideradas adequadas para impedir afrouxamento.

4.19.5 Quando for usado “espaguete”, ou similar, como isolação suplementar na fiação interna, tal isolante deve ser mantido em posição por meio de recurso específico.

4.19.5.1 Uma isolação é considerada mantida em posição por meio de recurso específico, se puder ser removida somente através de corte ou ruptura, ou se estiver presa em ambos os lados.

4.19.6 Nenhum vão de montagem com largura superior a 0,3 mm em uma isolação suplementar deve ser coincidente com algum vão de uma isolação básica, e também nenhum vão na isolação reforçada deve dar acesso direto a partes perigosas.

4.19.7 O equipamento deve ser construído de forma a evitar que algum fio, parafuso, porca, mola ou similar possa soltar-se ou sair de sua posição, alojando-se em outro local, de forma a causar reduções nas distâncias de separação e escoamento, para valores abaixo dos indicados no anexo F, quando em uso normal do equipamento.

4.19.8 Isolações suplementares ou reforçadas devem ser projetadas e protegidas de forma que não possam se degradar pela deposição de detritos ou pó resultante de desgaste de partes internas do equipamento, provocando uma redução das distâncias de separação para valores abaixo dos indicados no anexo F.

4.19.8.1 Partes de borracha sintética, usadas como isolação suplementar ou reforçada devem ser resistentes ao envelhecimento e estar dispostas e dimensionadas de forma que as distâncias de separação e escoamento não sejam reduzidas abaixo dos valores indicados do anexo F, em caso de ocorrerem rachaduras.

4.19.9 Conexões parafusadas, elétricas ou não, devem suportar os desgastes mecânicos que ocorram em uso normal, se a respectiva soltura puder afetar a segurança e deve seguir as seguintes recomendações:

4.19.9.1 Parafusos não devem ser de material sujeito à quebra.

4.19.9.2 Arruelas de pressão ou similares devem dar travamento satisfatório.

4.19.10 Quando é exigida pressão para contato elétrico, o parafuso deve ser preso no mínimo por dois filetes de rosca dentro da superfície ou porca metálica.

4.19.10.1 Parafusos de material isolante não devem ser usados quando conexões elétricas são envolvidas, incluindo-se aterramento de proteção, ou quando as substituições de parafusos de material isolante por parafusos metálicos possam causar degradação de alguma isolação suplementar ou reforçada. Quando parafusos de material isolante contribuem para algum aspecto de segurança, eles devem ser presos no mínimo por dois filetes de rosca.

4.19.11 Conexões elétricas devem ser projetadas de forma que a pressão de contato não seja transmitida através do material isolante, o qual poderia se sujeitar a uma deformação ou encolhimento, a menos que exista resistência suficiente nas partes metálicas para compensar qualquer deformação ou encolhimento do material isolante. A verificação de conformidade é feita por inspeção.

4.19.12 A terminação de um condutor encordoado, quando o condutor é submetido a contato por pressão, deve ser fixado de modo a eliminar o risco de mau contato. A soldagem estanho-chumbo não se constitui em método seguro que garanta o contato elétrico.

4.19.13 Parafusos de rosca soberba não devem ser usados para conexão de partes condutoras, a não ser que fixem estas partes diretamente em contato e tenham meios adequados de travamento de fixação.

4.19.14 Parafusos autoatarraxantes não devem ser usados para fins de conexão de partes condutoras de corrente, a menos que eles gerem um padrão de rosca usinada de parafuso de forma completa.

4.19.14.1 Parafusos autoatarraxantes não devem, entretanto, ser usados, se forem operados pelo usuário ou instalador, a menos que a rosca seja formada através de estampagem.

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

Impresso por: PETROBRAS

4.19.14.2 Um parafuso autoatarraxante ou de rosca soberba pode ser usado para garantir continuidade de aterramento se não for necessário alterar as conexões em uso normal; caso contrário, no mínimo dois parafusos devem ser usados.

4.19.14.3 Parafusos utilizados para garantir a continuidade de aterramento em tampas metálicas pintadas devem ser montados com arruelas dentadas.

4.19.15 Aberturas na parte superior do gabinete de proteção acima de partes sem isolação com tensões perigosas não devem exceder 5 mm em qualquer dimensão, a menos que a construção seja tal que o acesso vertical a tais partes seja evitado (ver figura 5). As exigências prescritas em 5.5 devem ser atendidas.

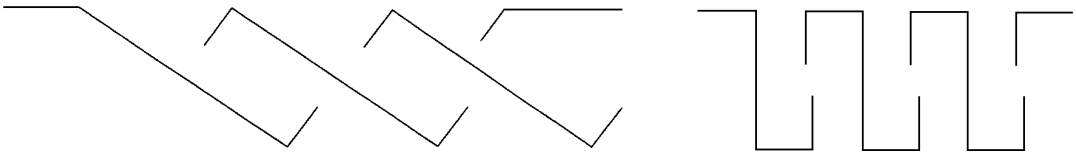


Figura 5 — Exemplos de seções transversais de projetos de aberturas que previnem acesso

4.19.16 Qualquer abertura lateral do gabinete de proteção deve ser de tal forma localizada que a entrada de objetos externos, que poderiam encontrar ou fazer contato com partes expostas com tensões perigosas, seja evitada. As exigências prescritas em 5.5 devem ser atendidas.

4.19.17 A seleção e uso de plugues, soquetes e conectores deve ser de forma que não seja possível confundi-los e efetuar uma conexão trocada, se isso resultar em um risco à segurança.

4.19.17.1 São considerados meios de satisfazer as exigências desta seção:

a) o uso de conexões polarizadas ou diferenciadas; ou

b) em conexões na área de acesso ao pessoal de manutenção, o uso de etiquetas com indicações e marcações apropriadas.

4.19.17.2 Rebites de repuxo não podem ser utilizados para conexão elétrica.

4.20 Resistência ao fogo

4.20.1 Exigências gerais

Conjuntos de filtros de ar, localizados externamente ao gabinete de proteção, podem ser construídos de materiais classificados como HB ou HBF ou menos inflamáveis.

4.20.2 Componentes e materiais isentos das exigências

Tubos ou dutos para sistemas de ar ou fluidos e partes plásticas de espuma, desde que sejam no mínimo classificados como HB ou HBF.

4.20.3 Inflamabilidade de materiais e componentes internos

4.20.3.1 Componentes e partes internas do equipamento devem ser construídos, ou fazer uso de materiais de forma que a propagação de fogo seja minimizada. Placas de circuito impresso devem ter classificação V-0.

4.20.3.2 Um chicote de fiação elétrica deve ser composto de materiais individuais (os quais devem possuir classe de inflamabilidade V-2, ou melhor).

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

4.20.3.3 PVC, TF, PTFE, FEP e isolação de neoprene em fios e cabos condutores estão isentos desta exigência, desde que certificados.

4.20.3.4 Abraçadeiras, prendedores de cabos (exceto aqueles helicoidais de formato contínuo), etiquetas para cabos e fios estão isentos destas exigências.

4.20.3.5 Buchas de retenção de cabos aplicados sobre jaquetas de PVC de cordões de alimentação devem ter classe de inflamabilidade HB ou melhor.

4.20.3.6 Caixa de medidores (se determinado que são adequados para montagem de partes sob tensão perigosa), parte frontal de medidores e lâmpadas indicadoras estão isentas de exigências de inflamabilidade.

4.20.4 Materiais para gabinetes de proteção, tampas ou coberturas decorativas

4.20.4.1 Materiais usados na construção do equipamento devem ser de tal forma que o risco de ignição e propagação de fogo seja minimizado.

4.20.4.2 Materiais metálicos, cerâmico, vidros resistentes ao calor, temperados, armados ou laminados são considerados em conformidade sem a realização de ensaios.

4.20.4.3 O gabinete de proteção deve ter classificação igual ou melhor do que a classe V-2, de acordo com anexo A.

4.20.4.4 Coberturas ou painéis decorativos externos sobre gabinetes metálicos devem ter uma classificação HB ou melhor. A abertura para a passagem de dispositivos de sinalização e controle deve ser minimizada.

4.21 Especificação térmica dos materiais

Os materiais devem atender às especificações de temperatura, dados na tabela 8.

Tabela 8 — Especificação térmica dos materiais

Partes	Temperatura
Transformador	Δt = 95K
Isolação de PVC ou borracha de fiação interna	105°C
Isolação de PVC ou borracha do cordão de alimentação	70°C

NOTAS

1 Temperatura máxima ambiente = 23°C ± 2°C (para ensaio).

2 Os materiais isolantes do transformador devem ser no mínimo classe B, exceto a fiação que sai do transformador de potência que deve ser no mínimo 105°C.

3 Elevação máxima de temperatura do transformador (Δt), calculado conforme anexo D.

4.22 Aquecimento

A superfície externa do estabilizador que pode ser tocada não deve ter elevação de temperatura superior a 45 K para partes metálicas e 70 K para partes plásticas, madeira ou de borracha. A superfície externa inferior pode atingir temperaturas superiores, desde que exista no estabilizador a marcação com o símbolo de advertência de temperatura elevada ( ) e com indicação do significado do símbolo e localização dos pontos quentes no documento acompanhante.

Alças, empunhaduras e botões que podem ser tocados por pequenos intervalos de tempo não devem ter elevação de temperatura superior a 35 K para partes metálicas e 60 K para partes plásticas, madeira ou borracha.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

O aquecimento é verificado com 100% da carga nominal, aplicando-se carga linear resistiva na condição mais desfavorável de tensão de entrada.

Os limites descritos acima estão resumidos na tabela 9.

Considera-se como temperatura ambiente 23°C ± 2°C (para ensaio).

Tabela 9 — Limites de temperatura

Partes acessíveis ao operador	Elevação máxima de temperatura - Δt máx K		
	Metal	Vidro porcelana e materiais vítreos	Plástico e borracha [1)]
Empunhaduras, botões etc., empunhados ou tocados por breves períodos	35	45	60
Empunhaduras, botões etc., empunhados continuamente em utilização normal	30	40	50
Superfícies externas do equipamento que podem ser tocadas [2)]	45	55	70
Partes internas do equipamento que podem ser tocadas [3)]	45	55	70

[1)] Para cada tipo de material, deve-se consultar as especificações técnicas do material para se determinar a temperatura máxima apropriada.

[2)] Para áreas da superfície externa do equipamento que tenham dimensão inferior a 50 mm e que não são projetadas para serem tocadas em utilização normal, são permitidas temperaturas até 100°C.

[3)] Temperaturas excedendo os limites são permitidas, desde que satisfaçam as seguintes condições:

a) contato não intencional com tais partes;

b) a parte possua uma marcação indicando que está quente (- símbolo IEC 60417-1).

4.23 Corrente de fuga de terra

O equipamento não deve ter corrente de fuga superior a 3,5 mA, se o equipamento for classe I, e 0,25 mA se o equipamento for classe II.

4.24 Rigidez dielétrica

A rigidez dielétrica do equipamento deve ser adequada.

4.25 Operação anormal

4.25.1 O equipamento deve ser projetado de forma que o risco de fogo ou choque elétrico, devido à sobrecorrente e sobretensão, ou operação anormal, seja limitado ao máximo possível.

4.25.1.1 Após a operação anormal, não é exigido que o equipamento ainda esteja em perfeito estado de funcionamento, porém, no caso de sobrecorrente (sobrecarga), o equipamento deve desligar a saída antes de danificar-se.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

4.25.1.2 Fusíveis, interruptores térmicos, dispositivos de proteção para sobrecorrente e similares podem ser usados para garantir uma proteção adequada.

4.25.1.3 O(s) transformador(es) de potência do equipamento deve(m) ter proteção térmica para interromper seu próprio funcionamento quando a temperatura atingir até 180ºC.

4.25.2 O estabilizador deve ser protegido contra sobrecorrente e sobretensão. A proteção deve ser eficaz através de:

a) proteção contra sobrecorrente; ou

b) disjuntor; ou

c) varistor; ou

d) qualquer outro meio que proteja o equipamento.

4.25.3 Partes de material termoplástico, nas quais tensões perigosas estão presentes, devem ser resistentes a aquecimento anormal.

5 Inspeção

Os requisitos constantes nesta Norma são verificados pelos ensaios descritos nesta seção. As condições gerais são verificadas através da inspeção e executando-se todos os ensaios pertinentes especificados.

5.1 Condições gerais dos requisitos e ensaios

5.1.1 Os requisitos e os ensaios detalhados nesta Norma só devem ser considerados quando envolver segurança ou desempenho. Se for evidente pelo projeto do equipamento que não é necessário um ensaio especial, o ensaio não deve ser feito.

5.1.2 Os ensaios especificados nesta Norma são ensaios de tipo.

5.1.3 A menos que especificado o contrário nesta Norma, os ensaios devem ser feitos em amostra única que deve resistir a todos os ensaios pertinentes. A amostra deve representar o equipamento a ser recebido pelo usuário ou o equipamento pronto a ser enviado ao usuário.

5.1.3.1 Os ensaios devem ser realizados na seguinte ordem:

a) ensaios com o equipamento energizado:

— sob condições normais de operação;

— sob condições anormais de operação;

— envolvendo provável destruição;

b) aqueles onde o equipamento não está energizado;

NOTA Quando se fizer o ensaio de destruição para avaliar a segurança do produto, pode-se usar um modelo que represente as condições a serem avaliadas.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

5.1.4 Exceto quando as condições de ensaio específicas estiverem mencionadas em outra seção desta Norma, os ensaios devem ser realizados sob as mais desfavoráveis combinações de condições, dentro das especificações de operação do fabricante, quando for claro que há um impacto significativo nos resultados do ensaio. São as seguintes as condições:

a) tensão de alimentação;

b) freqüência de entrada;

c) posição e localização física do equipamento;

d) modo de operar;

e) regulagem de dispositivos reguláveis ou controles similares na área de acesso do operador, que são:

— reguláveis sem o uso de uma ferramenta; ou

— reguláveis usando-se um meio como uma chave ou uma ferramenta que seja deliberadamente oferecida ao operador; ou

— definidos como controles que são ajustados pelo operador.

5.1.5 Ao se determinar a alimentação de entrada mais desfavorável para um ensaio, deve-se levar em consideração as seguintes variáveis:

a) tensões nominais múltiplas;

b) limite da faixa de tensão de entrada como especificado pelo fabricante;

5.1.6 Ao se determinar a freqüência mais desfavorável para um ensaio, deve-se considerar as diferentes freqüências nominais dentro da faixa de freqüência nominal (por exemplo, 50 Hz e 60 Hz), mas a consideração da tolerância numa freqüência nominal não é considerada necessária, desde que menor ou igual a ± 5% (por exemplo, 50 Hz ± 2,5 Hz).

5.1.7 Nesta Norma, os limites para temperaturas máximas ou elevações máximas de temperatura são especificados para conformidade com certos ensaios. A temperatura do meio ambiente durante os ensaios não precisa ser controlada, mas deve ser monitorada e registrada, salvo prescrição em contrário.

5.1.7.1 Quando as temperaturas máximas ou elevações de temperatura são especificadas, deve-se admitir que a temperatura ambiente do ar seja de 23°C ± 2°C, com o equipamento em operação. Quando não especificado, considerar temperatura de ambiente máxima de 35°C.

5.1.8 As temperaturas dos enrolamentos devem ser determinadas de acordo com o anexo D. As temperaturas de partes que não sejam enrolamentos devem ser determinadas pelo método termopar ou similar.

5.1.9 O equipamento para o qual são oferecidas características opcionais pelo fabricante deve ser ensaiado com as características que dão os resultados mais desfavoráveis, ou simulação adequada destas características.

5.2 Componentes

Avaliações e ensaios de componentes devem ser feitos usando-se um dos seguintes procedimentos:

a) componentes críticos descritos no anexo H, que sejam certificados por um órgão competente para atestar conformidade com a Norma Brasileira correspondente: devem ser verificados quanto à sua aplicação e utilização correta, de acordo com suas características nominais. Tais componentes devem ser submetidos aos ensaios desta Norma enquanto componente do equipamento, com exceção daqueles ensaios da Norma Brasileira correspondente ao componente;

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

b) um componente que não tenha sido certificado quanto à conformidade com a Norma Brasileira correspondente, conforme alínea a): deve ser verificado quanto à utilização e aplicação correta, de acordo com suas características nominais. Tal componente deve ser submetido aos ensaios desta Norma enquanto componente do equipamento e aos ensaios definidos no anexo H.

NOTA A verificação de conformidade é feita por inspeção do equipamento e registros pertinentes e, onde necessário, por ensaio.

5.3 Exigências mínimas de desempenho

5.3.1 A verificação de conformidade de 4.4.3 é realizada variando-se a tensão de entrada do limite inferior ao superior e do limite superior ao inferior com 30% e 90% de carga normal. Caso a especificação do fabricante seja mais rígida que a estabelecida em 4.4.3, o equipamento deve ser ensaiado nas condições do fabricante.

NOTA Na definição da faixa de entrada, adotar a tensão nominal de entrada para o cálculo da faixa. No caso de tensões nominais múltiplas, considerar as respectivas tensões nominais.

5.3.1.1 Com 30% de carga normal, variar a tensão na entrada do estabilizador desde o limite superior ao inferior e vice-versa, registrando o valor máximo ($V_{máx}$) e mínimo ($V_{mín}$) da tensão de saída (ver figura 6); a regulação é calculada em relação à tensão nominal de saída (V_{nom}) pelas equações:

$$\%\ sup = \frac{V\ máx - V\ nom}{V\ nom} \times 100 \qquad \%\ inf = \frac{V\ mín - V\ nom}{V\ nom} \times 100$$

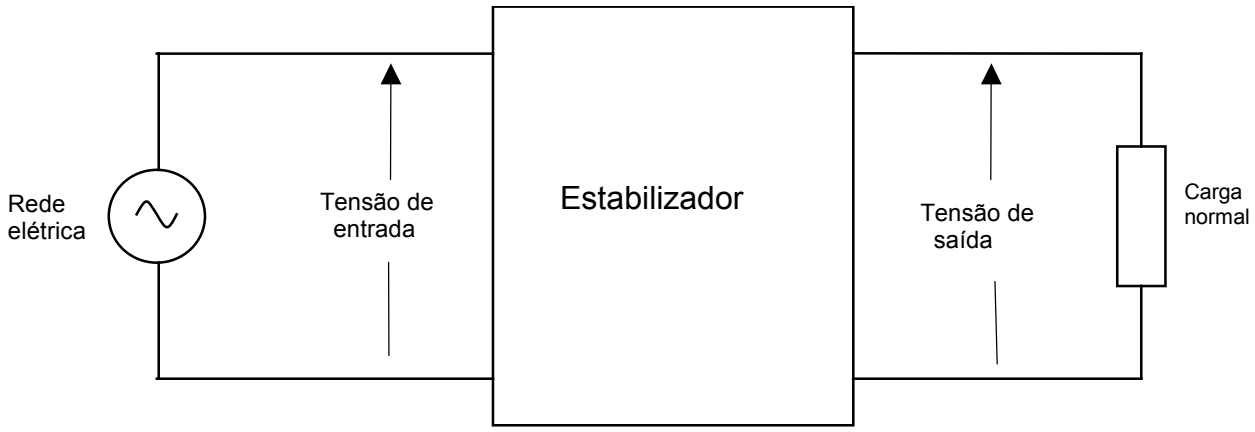


Figura 6 — Circuito elétrico utilizado na medição da regulação de saída com 30% de carga normal

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

Com 90% de carga normal e adicionando em série com a rede elétrica um resistor “Re” cujo valor é definido no anexo E, variar a tensão na entrada do estabilizador desde o limite superior ao inferior e vice-versa, registrando o valor máximo ($V_{máx}$) e mínimo ($V_{mín}$) da tensão de saída (ver figura 7); a regulação é calculada em relação à tensão nominal de saída (V_{nom}) pelas equações:

$$\%\ sup = \frac{V\ máx - V\ nom}{V\ nom} \times 100 \qquad \%\ inf = \frac{V\ mín - V\ nom}{V\ nom} \times 100$$

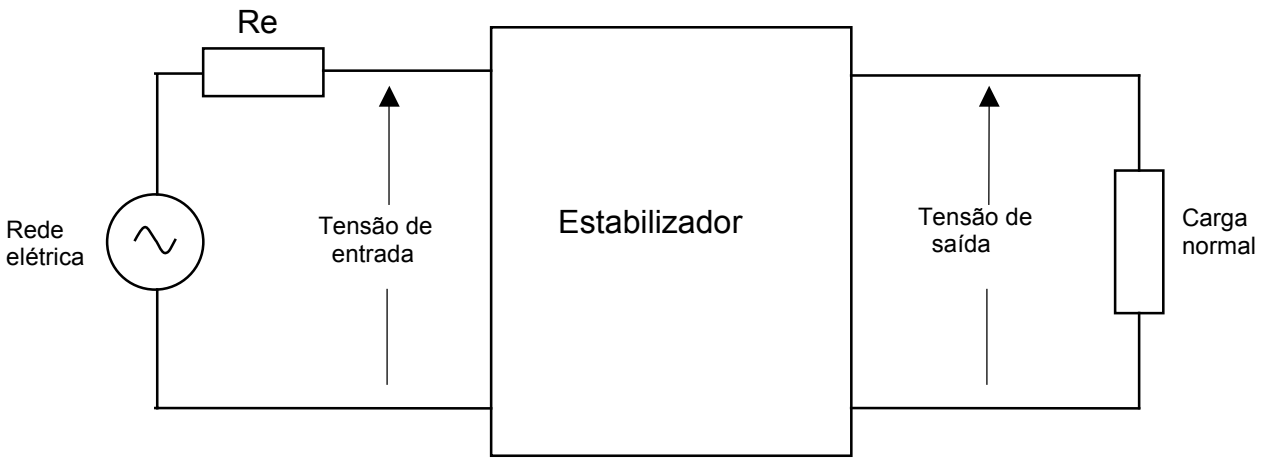


Figura 7 — Circuito elétrico utilizado na medição da regulação de saída com 90% de carga normal
A regulação estática da tensão de saída calculada deve ser igual ou inferior ao declarado pelo fabricante.

NOTAS

1 Utilizar voltímetro de valor eficaz verdadeiro nas medições.

2 A carga normal calculada pelo anexo E não deve ser reajustada quando ligada à saída do estabilizador.

5.3.2 A verificação de conformidade de 4.4.5 é feita aplicando-se o limite superior da tensão de entrada com 100% de carga linear resistiva na saída.

O ensaio deve ser repetido com o limite inferior da tensão de entrada.

NOTA A carga linear resistiva deve ser ajustada na tensão nominal de saída com 100% da potência nominal declarada e o valor do resistor não deve ser alterado durante o ensaio.

5.3.3 A verificação de conformidade de 4.4.6 é feita aplicando-se um degrau de tensão de entrada do valor nominal ao limite superior com 50% de carga linear resistiva limitada a 300 W.

O tempo de resposta máximo deve ser de seis semiciclos entre a ocorrência do evento e a sua correção, estando a tensão de saída obrigatoriamente dentro dos limites especificados no 7º semiciclo e subseqüentes.

Tanto o distúrbio quanto a contagem de semiciclos iniciam no zero da senóide.

Para tempo de resposta, declarado pelo fabricante, inferior a seis semiciclos, a tensão de saída deve estar dentro dos limites especificados no semiciclo subseqüente ao declarado.

Repete-se o procedimento para degrau de tensão entre o valor nominal e inferior com 50% de carga nominal.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

5.3.4 A verificação de conformidade com 4.5.3 (rendimento) deve ser realizada, registrando-se a potência de entrada e a potência de saída com 100% de carga linear resistiva nos extremos da faixa de regulação de entrada. O rendimento é calculado pela equação:

$$\text{Rendimento}(\%) = \frac{\text{Potência de saída}}{\text{Potência de entrada}} \text{ x } 100$$

NOTA O rendimento declarado deve ser o menor valor encontrado e a medição efetuada por wattímetro e leitura em watts.

5.3.5 A verificação de conformidade com 4.5.3 (distorção harmônica introduzida) deve ser realizada registrando-se a distorção de entrada e a de saída com 100% de carga linear resistiva nos extremos da faixa de regulação de entrada. A distorção harmônica introduzida deve ser calculada pela equação:

Distorção (THD) = THD de saída - THD de entrada

NOTA Distorção harmônica de tensão introduzida menor ou igual a 1% pode ser declarada como não introduz distorção harmônica.

5.3.6 A verificação de conformidade de 4.4.8 é feita aplicando-se a máxima tensão especificada na entrada do estabilizador. Após isto o estabilizador deve ser ligado e sua saída monitorada. O valor da tensão de saída em cada semiciclo, medida com osciloscópio, não deve ultrapassar o valor máximo especificado. O monitoramento deve ser feito com 50% de carga linear resistiva, limitada a 300 W. O ensaio deve durar até que o estabilizador entre em regime.

5.3.7 A verificação de conformidade de 4.4.9 é feita por medição e o desligamento deve ocorrer em até 6 s.

5.4 Marcação e instruções

A verificação de conformidade é feita por inspeção e esfregando-se manualmente a marcação por 15 s, numa freqüência de 1 Hz, com um pano embebido em água, e novamente por 15 s, com um pano embebido em álcool.

A força aplicada neste ensaio deve simular uma limpeza cotidiana sem emprego de muita força. Após este ensaio, a marcação deve ser legível e as chapas/etiquetas de marcação não devem ser facilmente removíveis.

5.5 Proteção contra choques elétricos e riscos de energia

5.5.1 A verificação de conformidade de 4.19.15 e 4.19.16 é feita:

a) por inspeção;

b) por ensaio com o dedo-de-prova (ver figura 8-a), que não deve colocar em contato as partes descritas em 4.19.15 e 4.19.16;

c) por ensaio com o pino-de-prova (ver figura 8-b), que não deve ter contato com as partes expostas com tensões perigosas, quando aplicadas em orifícios da isolação ou em gabinetes de proteção não aterrados ou em protetores internos.

NOTA Em 4.19.15 e 4.19.16, levar em consideração que tal prescrição impede, nas áreas de acesso para o operador, o uso de conectores, porta-fusíveis, tomadas e similares que são incapazes de resistir ao ensaio de acessibilidade com o dedo-de-prova (ver figura 8-a)).

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

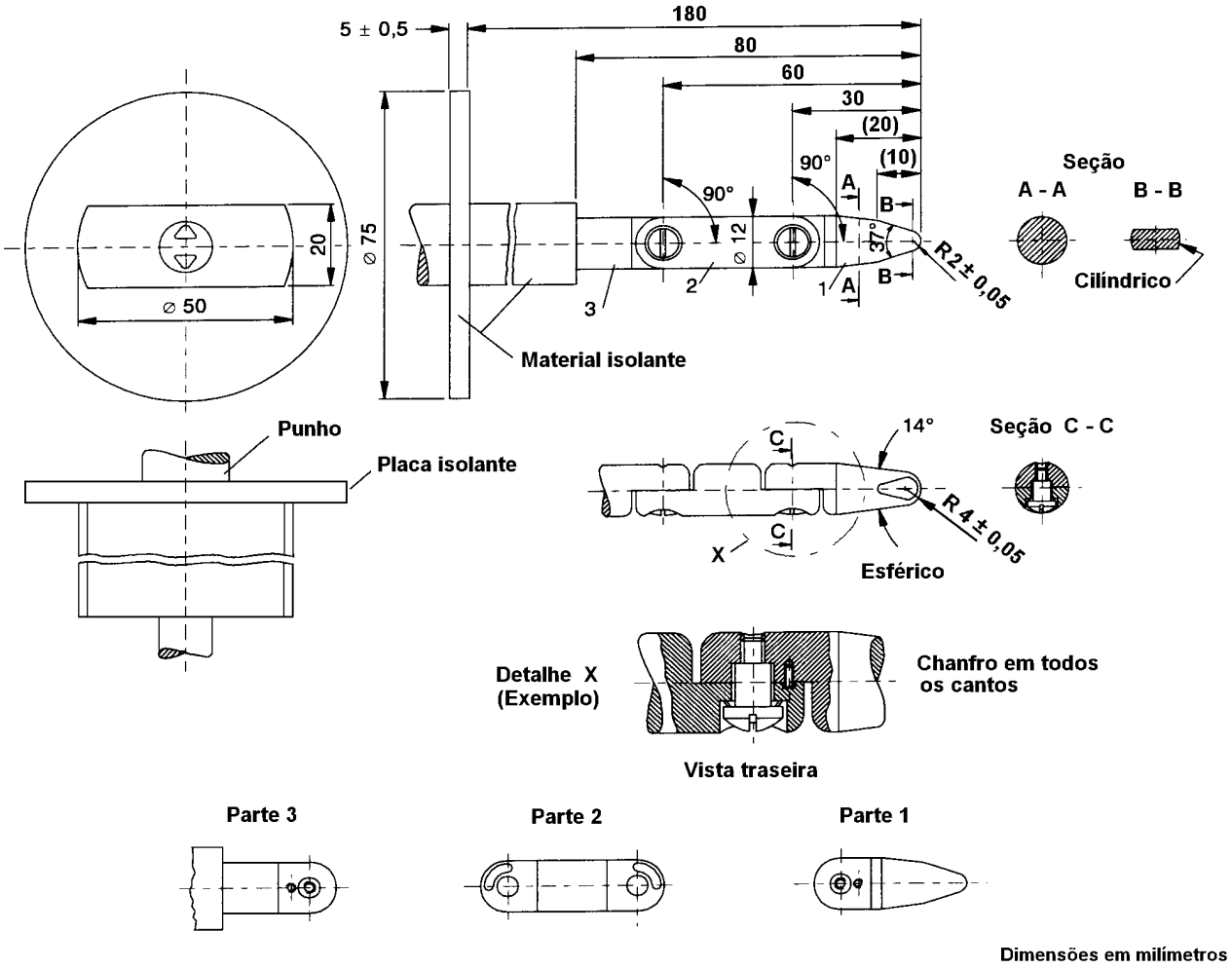


Figura 8-a) – Dedo-de-prova

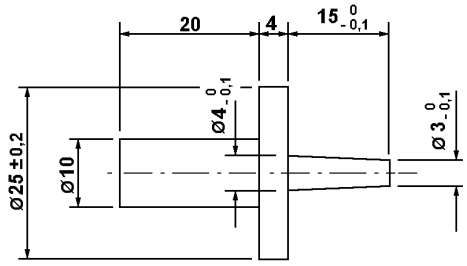


Figura 8-b) – Pino-de-prova

Figura 8 — Instrumentos de prova

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

5.5.1.1 O pino-de-prova não é usado em porta-fusíveis, conectores, tomadas e similares. O pino-de-prova e o dedo-de-prova devem ser usados sem a necessidade de aplicação de muita força em todas as posições possíveis, porém este ensaio não deve ser aplicado após a remoção de partes que exijam força superior a 30 N ou que requeiram ação deliberada para sua remoção (travas, engates, parafusos etc.).

5.5.1.2 Um indicador de contato elétrico pode ser usado para mostrar o contato onde quer que ele seja utilizado. Deve-se ter cuidado para assegurar que a execução do ensaio não danifique os componentes dos circuitos eletrônicos.

5.6 Isolação

A verificação de conformidade de 4.7 é feita por inspeção. O equipamento deve estar de acordo com as exigências de rigidez dielétrica descritas em 5.21 e com a exigência térmica de 4.21.

5.7 Circuitos de segurança de tensão extrabaixa - SELV

A verificação de conformidade é feita por inspeções e medições.

5.8 Circuito de corrente limitada

A verificação de conformidade é feita por inspeções e medições.

5.9 Exigências para aterramento de proteção

5.9.1 A verificação de conformidade de 4.10.1 é feita por inspeção e por aplicação das exigências de 4.10.5 e 4.24.

5.9.2 A verificação de conformidade de 4.10.2 é feita por inspeção.

5.9.3 A verificação de conformidade de 4.10.3 é feita por inspeção e por ensaio manual, aplicando uma força de 5N.

5.9.4 A verificação de conformidade de 4.10.4 é feita por inspeção, especificação do fabricante do(s) terminal(is) ou, se necessário, por medições.

5.9.5 A verificação de conformidade de 4.10.5 é feita pelo ensaio descrito em 5.9.5.1 a 5.9.5.5.

5.9.5.1 A corrente do ensaio deve ser 1,5 vez a corrente nominal máxima do equipamento. A tensão do ensaio não deve exceder 12 V e a corrente do ensaio pode ser em c.a. ou c.c.

5.9.5.2 A corrente máxima de ensaio deve ser limitada a 25 A e 12 V c.a ou c.c.

5.9.5.3 A queda de tensão entre o terminal ou o contato de aterramento e o pino de ligação a terra deve ser medida, e a resistência deve ser calculada através da corrente e desta queda de tensão.

5.9.5.4 A resistência do condutor de aterramento de proteção do cordão de alimentação não deve ser incluída na medida da resistência, desde que o comprimento do cordão de rede não exceda 2,5 m.

5.9.5.5 A leitura da tensão deve ser efetuada após 5 s do início da aplicação da corrente.

5.10 Proteção da fiação interna

A verificação da conformidade de 4.12 é feita por inspeção, a especificação térmica deve atender a 4.21 e o dispositivo de proteção deve ainda atender à tabela 10.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

Tabela 10 — Capacidade máxima do dispositivo de proteção

Área nominal da seção transversal da fiação interna mm^2	Capacidade máxima do dispositivo de proteção A
0,5	6
0,75	10
1,00	13,5
1,50	16
2,50	32

NOTA A capacidade do dispositivo de proteção deve ser maior ou igual à corrente máxima do estabilizador e menor ou igual ao especificado na tabela 10.

5.11 Protetor contra surtos na linha telefônica

5.11.1 O protetor telefônico deve suportar os ensaios conforme especificado na tabela 11.

5.11.2 O protetor deve suportar os ensaios descritos em 5.11.4. Cada ensaio deve ser repetido o número de vezes indicado na tabela 11 e com intervalo de tempo não inferior a 1 min. A polaridade dos ensaios de crista deve inverter-se consecutivamente em cada ensaio. Os ensaios de indução devem ser realizados com a freqüência de linha igual à de operação do estabilizador.

5.11.3 Os ensaios devem ser realizados com um resistor (RL) de 100 Ω na saída do protetor para simular um terminal telefônico. A tensão entre os terminais do resistor RL, entre cada um deles e o terra não deve ultrapassar 300 V de pico.

5.11.4 Os ensaios de proteção elétrica telefônica devem ser realizados na seguinte seqüência: 5.11.4.1, 5.11.4.2, 5.11.4.3, 5.11.4.4 e 5.11.4.5.

5.11.4.1 Com o dispositivo protetor telefônico conectado ao circuito de ensaio, conforme figura 9-a):

a) aplicar na entrada do dispositivo de proteção um pulso de 1 kV;

b) repetir o procedimento invertendo a polaridade do gerador de pulsos até completar o número de ensaios indicados na tabela 11;

c) o intervalo entre os pulsos deve ser de pelo menos 1 min.

Após o ensaio, o dispositivo deve atender ao critério A da tabela 11.

5.11.4.2 Com o dispositivo protetor telefônico conectado ao circuito de ensaio, conforme a figura 9-b):

a) aplicar na entrada do dispositivo de proteção um pulso de 1 kV;

b) repetir o procedimento invertendo a polaridade do gerador de pulsos até completar o número de ensaios indicados na tabela 11;

c) o intervalo entre pulsos deve ser de pelo menos 1 min.

Após o ensaio, o dispositivo deve atender ao critério A da tabela 11.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

5.11.4.3 Com o dispositivo protetor telefônico conectado ao circuito de ensaio, conforme a figura 9-c), aplicar a tensão de 300 Vrms por 200 ms, através da chave temporizada S. Após o ensaio, o dispositivo deve atender ao critério A da tabela 11.

5.11.4.4 Com o dispositivo protetor telefônico conectado ao circuito de ensaio, conforme a figura 9-d), com a chave S comutada na posição 600 Ω, T1 ligado à entrada A e T2 ligado à entrada B do protetor, aplicar gradativamente uma tensão alternada, até atingir 220 Vrms, e mantê-la por 15 min através do circuito de chave temporizada. Após o ensaio, o dispositivo de proteção deve atender ao critério B da tabela 11.

5.11.4.5 Repetir o ensaio de 5.11.4.4 com a chave S comutada na posição de 10 Ω. Após o ensaio, o dispositivo de proteção deve atender ao critério B da tabela 11.

Tabela 11 — Critérios de ensaio para o protetor telefônico

Ensaio	Entre	Circuito de ensaio	Tensão	Duração	Número de ensaios	Critério de aceitação
Cristas causadas por raios	A e E com B aterrado	Figura 9-a)	Uc = 1 kV	10/700 µs	10	A
	B e E com A aterrado	Figura 9-a)	Uc = 1 kV	10/700 µs	10	A
	(A + B) e E	Figura 9-b)	Uc = 1 kV	10/700 µs	10	A
Indução procedente de rede elétrica	(A + B) e E	Figura 9-c) R_1=R_2=600 Ω	300 V_{rms}	200 ms	5	A
Contato com rede elétrica	(A + B) e E	Figura 9-d)	220 V_{rms}	15 min	1 para cada posição de S	B

NOTAS

1 Critério A: O protetor telefônico deve suportar o ensaio sem danos ou outra perturbação (como irregularidades no funcionamento do dispositivo de proteção) e funcionar apropriadamente dentro dos limites especificados depois do ensaio.

2 Critério B: Os ensaios não devem provocar fogo no protetor telefônico. Se houver danos permanentes, estes devem se limitar à região próxima dos componentes do protetor telefônico.

3 Considerar, nas figuras 9-a) à 9-d), os pontos A e B como entrada do protetor telefônico e o ponto E como aterramento do estabilizador.

4 Para medição dos ensaios, utilizar osciloscópio com memória, ponta-de-prova de atenuação mínima de 100X e impedância mínima de 1 MΩ. Esta ponta-de-prova deve estar ligada diretamente aos pontos de medição.

Os circuitos de ensaio são mostrados na figura 9.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

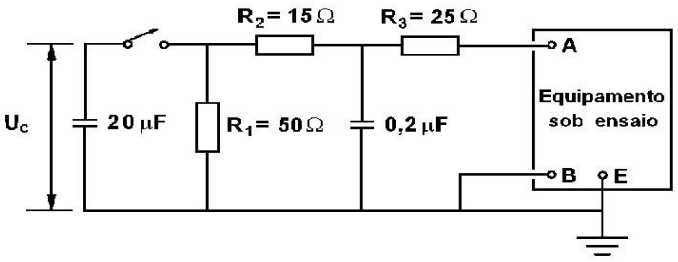


Figura 9-a)

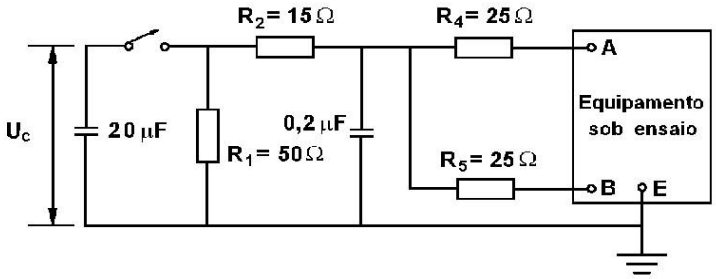


Figura 9-b)

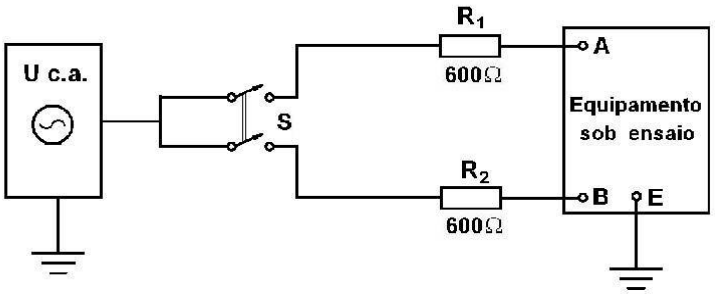


Figura 9-c)

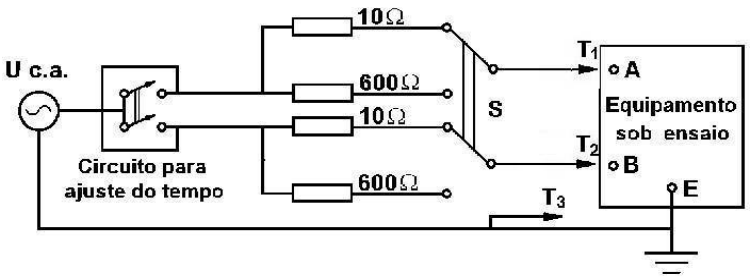


Figura 9-d)

Figura 9 — Circuitos de ensaio do protetor telefônico

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

5.12 Fiação interna

5.12.1 A verificação de conformidade de 4.14.1 é feita por inspeção e pelos ensaios descritos em 5.19.

5.12.2 A verificação de conformidade de 4.14.2 a 4.14.4 é feita por inspeção e/ou ensaio.

5.12.3 A isolação considerada em 4.14.5 deve ser capaz de suportar o ensaio de rigidez dielétrica usando-se uma amostra de tamanho adequado e aplicando-se a tensão de ensaio pertinente em 5.21.3, para o grau de isolação em consideração.

5.12.4 A verificação de conformidade de 4.14.6 é feita por inspeção.

5.13 Conexão à alimentação primária

5.13.1 A verificação de conformidade de 4.15.1 é feita por inspeção.

5.13.2 A verificação de conformidade de 4.15.2 é feita após inspeção, por um ensaio prático de instalação e por medição.

5.13.3 A verificação de conformidade de 4.15.3 é feita por inspeção e, para acessibilidade, com o dedo-de-prova (figura 8-a).

5.13.4 A verificação de conformidade de 4.15.4 é feita por inspeção e medição.

5.13.5 A verificação de conformidade de 4.15.5 é feita por inspeção e ensaios.

5.13.5.1 O equipamento com a finalidade de ser alimentado através de um cabo especial deve ser ensaiado com este cabo, conforme entregue pelo fabricante.

5.13.5.2 Não pode ser possível empurrar o cabo para dentro do equipamento, de forma que o cabo ou partes internas do equipamento possam ser danificados.

5.13.5.3 O cordão de alimentação deve atender aos requisitos da ABNT NBR NM 60884-1, inclusive no que se refere a marcações.

5.13.5.4 A verificação de conformidade de 4.15.5 é feita aplicando-se por 5 s as forças indicadas na tabela 12. Este ensaio deve ser repetido por 10 vezes. Após o ensaio, o cordão de alimentação não deve ter um deslocamento longitudinal maior que 5 mm nem forçar apreciavelmente as conexões elétricas nem diminuir as distâncias de separação.

Tabela 12 — Força de tração no cordão de alimentação

Massa do estabilizador kg	Força aplicada N
m ≤ 1	30
1 < m ≤ 4	60
m > 4	100

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

5.13.6 A verificação de conformidade de 4.15.6 é feita por inspeção e medição.

5.13.7 A verificação de conformidade de 4.15.7 é feita por inspeção, medição e, quando necessário, pelos seguintes ensaios:

a) a) o equipamento deve ser ensaiado com o cabo conforme fornecido pelo fabricante;

b) b) o equipamento deve ser colocado de forma que o eixo do protetor do cabo, onde o cabo o deixa, projete-se a um ângulo de 45° quando o cabo está livre de solicitação. Uma massa de (10 x D^2) g deve então ser presa à ponta livre do cabo, onde D é o diâmetro total em milímetros do cabo fornecido com o equipamento ou, para cabos planos, a menor dimensão total dele;

c) c) se o protetor do cabo for de material sensível à temperatura, o ensaio deve ser feito a 23°C ± 2°C;

d) d) cabos planos devem ser inclinados no plano de menor resistência;

e) e) imediatamente após a massa ter sido colocada, o raio de curvatura do fio não deve ser menor que 1,5 D em nenhum lugar.

5.14 Terminais para condutores externos de alimentação primária

5.14.1 A verificação de conformidade de 4.16.1 é feita por inspeção, medição e colocando-se cabos de menor e maior tamanho de áreas de seção transversal especificados em 4.16.5.

5.14.2 A verificação de conformidade de 4.16.2 é feita por inspeção, aplicando-se uma tração de 5 N à conexão.

5.14.3 A verificação de conformidade de 4.16.3 é feita por inspeção.

5.14.4 A verificação de conformidade de 4.16.4 a 4.16.7 é feita por inspeção e medição.

5.14.5 A verificação de conformidade de 4.16.8 é feita por inspeção.

5.14.6 A verificação de conformidade de 4.16.9 é feita por inspeção. Caso a inspeção não seja conclusiva, preparar um cabo com condutor flexível e realizar o ensaio descrito em 5.14.6.1 a 5.14.6.4.

5.14.6.1 Uma isolação de 8 mm de comprimento deve ser removida da extremidade do condutor flexível, tendo uma área de seção transversal apropriada. Um fio interno do condutor deve ser deixado livre e os outros fios devem ser totalmente inseridos e presos no terminal.

5.14.6.2 Sem abrir a isolação, o fio livre deve ser inclinado em todas as direções possíveis, mas sem fazer inclinação aguda em volta da isolação.

5.14.6.3 O fio interno livre de um condutor ligado a um terminal energizado não deve tocar nenhuma parte de metal que seja acessível ou esteja ligada a uma parte de metal acessível ou, no caso de equipamento de isolação dupla, qualquer parte de metal que esteja separada de partes metálicas acessíveis por somente isolação suplementar.

5.14.6.4 O fio livre de um condutor ligado a um terminal terra não deve tocar nenhuma parte energizada.

5.15 Estabilidade e perigos mecânicos

5.15.1 A verificação de conformidade de 4.17.1 é feita através do ensaio apresentado em 5.15.1.1 e 5.15.1.2, onde for pertinente.

5.15.1.1 Durante o ensaio, a unidade deve estar disposta da maneira mais desvantajosa possível; a unidade não deve se desequilibrar quando inclinada 10º da sua posição vertical normal.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

5.15.1.2 Estas exigências não são aplicáveis quando as instruções de instalação para uma unidade especificarem que o equipamento deve ser fixado na estrutura da construção da instalação antes da operação.

5.15.2 A verificação de conformidade de 4.17.2 é feita através de inspeção e do dedo-de-prova (figura 8-a). Não deve ser possível tocar nenhuma parte móvel perigosa com o dedo-de-prova.

5.15.3 A verificação de conformidade de 4.17.3 é feita por inspeção.

5.16 Rigidez mecânica e alívio à fadiga

5.16.1 A verificação de conformidade de 4.18.1 é feita para todos os equipamentos através da aplicação da força estática pertinente e a realização dos ensaios de impacto descritos em 5.16.1.4 a 5.16.1.6.

5.16.1.1 Alternativamente, a conformidade com esta seção pode ser verificada através do exame da construção e dos dados disponíveis.

5.16.1.2 Os ensaios não devem ser aplicados em coberturas ou gabinetes transparente de dispositivos de indicação ou medição, a não ser que tensões perigosas sejam acessíveis através do uso do dedo-de-prova, se a cobertura for removida.

NOTA A força aplicada com o dedo-de-prova deve ser de 10 N ± 1 N.

5.16.1.3 Um gabinete é aceitável se consistir em:

a) uma superfície externa que atenda aos requisitos de 4.18 e se a classificação de inflamabilidade não for inferior a HB; e

b) uma superfície interna (não necessariamente em contato com a superfície externa) que seja um gabinete contra propagação de fogo, mas não preencha os requisitos de 4.18.

5.16.1.4 Gabinetes de proteção e protetores internos devem ser submetidos a uma força constante de 10 N ± 1 N, por um período de 5 s, aplicada através do dedo-de-prova rígido.

5.16.1.5 Gabinetes de proteção e protetores externos devem ser submetidos a uma força de 250 N ± 10 N por um período de 5 s, aplicada através de uma ferramenta de ensaio adequada, fornecendo contato sobre uma superfície plana circular de 30 mm de diâmetro.

5.16.1.6 O ensaio para investigar a falha que poderia resultar no acesso a uma parte perigosa deve ser:

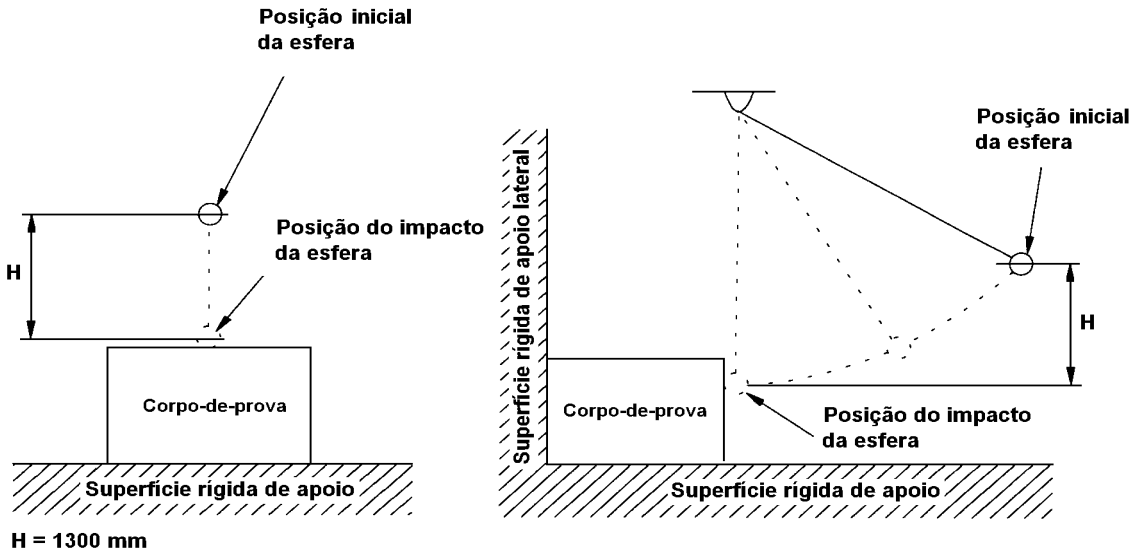
a) uma amostra consistindo em um gabinete de proteção ou um protetor externo ou somente uma porção deles, representando a maior região das partes que possuam menor reforço, deve ser fixada de forma que a área a receber impacto esteja na horizontal. Uma esfera polida de aço com aproximadamente 50 mm de diâmetro e com massa de 500 g ± 25 g deve ser lançada em queda livre de uma distância vertical de 1 300 mm (superfícies verticais estão isentas deste ensaio);

b) adicionalmente, em outra amostra, a esfera deve ser suspensa por uma corda e como um pêndulo, lançada de uma distância vertical de 1 300 mm (ver figura 10).

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS



NOTA Para o ensaio de impacto com o pêndulo, a esfera deve entrar em contato com o corpo-de-prova quando a corda estiver na vertical, como mostrado na figura 10. Nestes ensaios o ponto de impacto da esfera não deve coincidir com a posição de chaves, porta-fusíveis, botões, conectores e coberturas ou gabinetes transparentes de dispositivos de indicação ou medição.

Figura 10 — Ensaio de impacto usando esfera

5.16.2 A verificação de conformidade de 4.18.2 é feita por ensaio ou exame da construção e dos dados disponíveis.

5.16.2.1 Critérios de aceitação são fornecidos em 5.16.2.2.

5.16.2.2 Após os ensaios de 5.16.1.4 a 5.16.2, a amostra deve cumprir com os requisitos de 4.10.1, 4.15.5, e 4.17.2 e não deve apresentar sinais de interferência com a operação dos dispositivos de segurança, tais como termostatos, disjuntores, ou interruptores. No caso de dúvida, a isolação suplementar ou reforçada deve ser submetida aos ensaios de rigidez dielétrica como especificado em 5.21.3.

5.16.2.3 Se gabinetes ou partes dos gabinetes tiverem sido ensaiados separadamente, estes devem ser montados de novo na estrutura para verificação de conformidade.

5.17 Detalhes de construção

5.17.1 A verificação de conformidade de 4.19.1 a 4.19.3 é feita por inspeção.

5.17.2 A verificação de conformidade de 4.19.4 é feita através de inspeção, por ensaio manual, e tentando-se remover a manopla, alavanca, botoeira ou niveladores, aplicando-se uma força axial (ver 5.17.2.1 e 5.17.2.2), durante 1 min.

5.17.2.1 Se a forma destes componentes ou dispositivos for tal que a remoção axial seja improvável de ser efetuada em uso normal, a força deve ser de:

a) 15 N para componentes de operação elétrica;

b) 20 N em outros casos.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

5.17.2.2 Se a forma destes componentes ou dispositivos for tal que a remoção axial seja provável de ser efetuada em uso normal, a força deve ser de:

a) 30 N para componentes de operação elétrica;

b) 50 N em outros casos.

5.17.3 A verificação de conformidade de 4.19.5 é feita por inspeção e ensaio manual.

5.17.4 A verificação de conformidade de 4.19.6 é feita por inspeção e medição.

5.17.5 A verificação de conformidade de 4.19.7 é feita por inspeção, medição e ensaio manual.

5.17.5.1 Para o propósito de esclarecimento na verificação de conformidade:

a) assume-se que duas fixações independentes não devem soltar-se simultaneamente;

b) assume-se que partes fixadas através de parafusos ou porcas providas de arruelas autotravantes ou outros meios de travamento similares não vão se soltar, desde que estes parafusos ou porcas não precisem ser removidos durante a substituição do cordão de alimentação do equipamento;

c) fios ligados entre si por solda são considerados fixados adequadamente, se não dependerem exclusivamente da solda para sustentação mecânica;

d) fios ligados a terminais por solda são considerados fixados adequadamente, se não dependerem exclusivamente da solda para sustentação mecânica;

e) assume-se que fios de pequeno comprimento e rígidos não devem se soltar do terminal de conexão em caso de soltura do parafuso de fixação;

f) fios ligados a terminais por crimpagem são considerados crimpados adequadamente, se este estiver preso também na isolação do fio.

5.17.6 A verificação de conformidade de 4.19.8 é feita por inspeção e medição.

5.17.7 A verificação de conformidade de 4.19.9 a 4.19.14 é feita por inspeção e verificação do número de filetes de rosca dentro da superfície metálica, conforme 4.19.10.

5.17.8 A verificação de conformidade de 4.19.15 e 4.19.16 é feita por inspeção.

5.17.9 A verificação de conformidade de 4.19.17 e 4.19.18 é feita por inspeção.

5.18 Resistência ao fogo

5.18.1 A verificação de conformidade de 4.20.1 é feita por inspeção e, quando necessário, através dos ensaios apropriados do anexo A.

5.18.2 A verificação de conformidade de 4.20.2 a 4.20.4 é feita por inspeção e, quando necessário, por ensaio.

5.19 Aquecimento

A verificação de conformidade de 4.21 e 4.22 é feita nos limites superior e inferior da tensão de entrada, medindo-se a temperatura de várias partes do equipamento, até que as condições de estabilidade térmica sejam atingidas.

5.19.1 O equipamento projetado para montagem interna ou para montagem em bastidores, ou para incorporação em equipamento maior, deve ser ensaiado sob as condições mais adversas, reais ou simuladas, permitidas nas instruções de instalação do fabricante.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

5.19.2 A determinação da elevação da temperatura deve ser obtida nas alças (parte do aparelho a ser segura para locomoção), botões/teclas e similares. Deve-se considerar também todas as partes que são manipuladas em uso normal e, se houver material isolante, as partes em contato com metal quente.

5.19.3 Durante o ensaio, interruptores térmicos não devem operar.

5.20 Corrente de fuga

5.20.1 O equipamento deve ser ensaiado usando o circuito da figura 11-a), com chave seletora em cada uma das posições 1 e 2.

5.20.1.1 Para cada posição da chave seletora, qualquer das chaves próprias do equipamento, controlando a alimentação primária com provável operação em uso normal, deve ser posicionada em todas as combinações possíveis.

5.20.1.2 O amperímetro deve ser do tipo de valor eficaz verdadeiro (*TRUE RMS*).

5.20.1.3 Em equipamentos fixos classe I são permitidas correntes de fuga maior que 3,5 mA, desde que atendam ao anexo C.

5.21 Rigidez dielétrica

5.21.1 O equipamento deve ser ensaiado usando o circuito da figura 11-b).

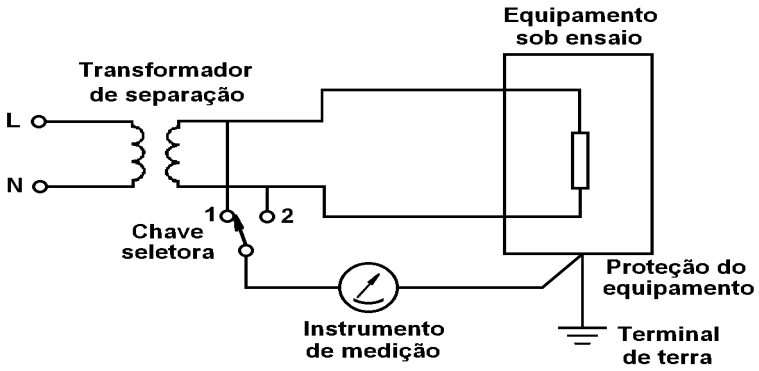


Figura 11-a) – Circuito de ensaio para correntes de fuga para equipamentos monofásicos

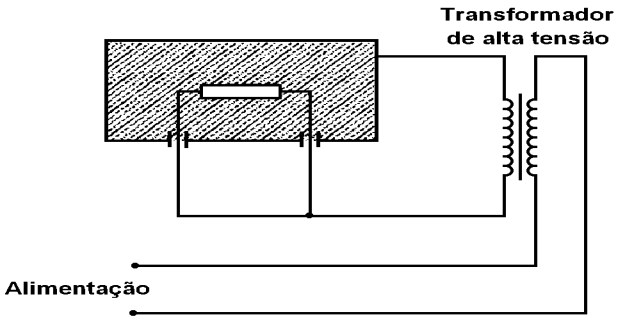


Figura 11-b) - Esquema para ensaio de isolação elétrica

Figura 11 — Esquemas para ensaio

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

5.21.2 A tensão de ensaio é aplicada entre as partes vivas e o corpo e, para aparelhos de classe II, entre partes vivas e partes separadas das partes vivas somente pela isolação básica. Além disto, para aparelho de classe II, a tensão de ensaio é aplicada entre partes metálicas separadas das partes vivas somente pela isolação básica e o corpo.

5.21.3 O valor da tensão de ensaio é:

a) 500 Vca para isolação básica, sujeita em utilização normal à extrabaixa tensão de segurança;

b) 1 500 Vca para todas as outras isolações básicas;

c) 2 750 Vca para isolação suplementar;

d) 3 750 Vca para isolação reforçada.

NOTA A corrente de disparo não deve ultrapassar 100 mA para tensão até 4 000 Vca.

5.21.3.1 A tensão aplicada para a isolação sob ensaio deve ser gradualmente elevada de zero para a tensão recomendada e mantida naquele valor por 60 s.

5.21.3.2 Não deve ocorrer ruptura de isolação durante o ensaio.

5.21.3.3 A ruptura de isolação ocorre quando a corrente que flui como resultado da aplicação da tensão de ensaio aumenta rapidamente numa forma descontrolada, isto é, a isolação não restringe o fluxo de corrente.

5.21.3.4 A descarga por efeito corona ou um único arco instantâneo não deve ser considerada como uma ruptura de isolação.

5.21.3.5 Para equipamentos incorporando ambas as isolações (reforçada e dupla), deve-se ter cuidado no sentido de que a tensão aplicada para a isolação reforçada não sobrecarregue a isolação básica ou a isolação suplementar.

5.21.3.6 Os dispositivos que consomem energia, tais como resistores de drenagem ou dispositivos limitadores de tensão, em paralelo com a isolação em ensaio, devem ser desligados.

5.21.3.7 Circuitos integrados e similares nos circuitos secundários devem ser desligados ou retirados antes de se realizar estes ensaios, pois podem ser danificados ou destruídos por descargas capacitivas de correntes ou outras ocorrências durante estes ensaios.

5.21.3.8 Quando realizado um ensaio entre dois pontos de aplicação, outros pontos podem ser ligados juntos ou aterrados.

5.22 Operação anormal

Os ensaios de operação anormal são realizados para verificar a atuação dos dispositivos de proteção. São dispensadas, portanto, as outras exigências contidas nesta Norma durante e após a realização destes ensaios.

5.22.1 A verificação de conformidade de 4.25.1 e 4.3.4, quando utilizado varistor como elemento protetor contra surto, é feita por inspeção conforme a tabela 13.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

Tabela 13 — Capacidade do varistor utilizado como elemento de proteção

Diâmetro do varistor sem revestimento mm	05	07	10	14	20	32	40	60
Corrente nominal do dispositivo de proteção de sobrecorrente A	≤ 1	≤ 3	≤ 6	≤ 10	≤ 16	≤ 50	≤ 80	≤ 125

5.22.2 A verificação de conformidade de 4.25.1.1 é feita na tensão nominal de entrada pela aplicação de sobrecorrente com uma carga linear resistiva de 200% da carga nominal. O estabilizador deve desligar sua saída em até 10 s.

NOTA Se necessário, substituir o dispositivo de proteção de entrada por outro de valor adequado, de modo que ele não atue durante o ensaio.

5.22.3 A verificação de conformidade de 4.25.1.3 é feita no limite inferior da tensão de entrada, eliminando a proteção eletrônica de sobrecorrente e aplicando carga linear resistiva de 200% da carga nominal.

NOTAS

1 Para a execução deste ensaio, substituir o dispositivo de proteção de entrada por outro de valor adequado, de modo que ele não atue durante o ensaio.

2 Durante este ensaio, monitorar a temperatura do(s) transformador(es), posicionando termopares conforme anexo D.

3 Em estabilizadores com múltiplas tensões de entrada, realizar este ensaio somente no limite inferior da tensão de entrada mais desfavorável ao aquecimento do produto (exemplo: em estabilizador com entrada 115 / 220 V e saída 115 V, realizar este ensaio no limite inferior da tensão 220 V de entrada).

4 Se após 3 h a temperatura do dispositivo de proteção térmica não for atingida, uma carga adicional deve ser utilizada.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

Anexo A
(normativo)

Ensaios de resistência ao calor e fogo

Deve-se observar que gases tóxicos podem desprender-se durante os ensaios. Quando for apropriado, estes ensaios devem ser feitos sob uma capela fumívora, ou em uma sala bem ventilada, mas livre de correntes de ar que possam invadir os ensaios. Quando os ensaios utilizarem uma chama de gás, pode-se usar metano industrial com um regulador apropriado e medidor para fluxo de gás, ou gás natural com um poder calorífico de aproximadamente 37 MJ/m³. O metano industrial possui uma pureza mínima de 98,0 moles %, e uma composição típica seria:

a) metano: 98,5 moles %;

b) etano: 0,5 moles %;

c) nitrogênio: 0,6 moles %;

d) oxigênio: 0,1 moles %;

e) dióxido de carbono: 0,1 moles %;

f) propano: 0,1 moles %;

g) alcanos superiores: 0,1 moles %.

A.1 Ensaio de inflamabilidade para gabinetes de proteção

A.1.1 Devem ser ensaiadas três amostras completas, ou partes delas, representando a menor espessura da parede e incluindo qualquer abertura de ventilação.

A.1.2 Antes de serem ensaiadas, as amostras devem ser condicionadas em uma estufa, por um período de sete dias, a uma temperatura uniforme de 10°C acima da temperatura máxima (temperatura medida durante o ensaio descrito em 5.19, ou a 70°C, a que for mais elevada).

A.1.3 As amostras devem ser montadas tal como para uso real. Uma camada de gase cirúrgica de algodão é posicionada a 300 mm abaixo do ponto de aplicação da chama de ensaio.

A.1.4 A chama de ensaio deve ser obtida através de um bico de *Bunsen* com um furo de 9,5 mm ± 0,5 mm de diâmetro. Uma fonte de gás de aproximadamente 37 MJ/m³ deve ser usada e a chama ajustada para que, enquanto o bico estiver em posição vertical, a altura total da chama seja de aproximadamente 20 mm, com os orifícios de entrada de ar fechados.

A.1.5 A chama de ensaio deve ser aplicada na superfície interna da amostra, em um local com probabilidade de inflamar-se, dada sua proximidade a uma fonte de ignição.

A.1.5.1 Caso se trate de uma peça em posição vertical, a chama deve ser aplicada a um ângulo de aproximadamente 20º em relação à posição vertical. Caso se trate das aberturas de ventilação, a chama deve ser aplicada a uma borda de uma abertura; ou então, a uma superfície sólida. Em todos os casos, a ponta da chama deve estar em contato com a amostra. A chama deve ser aplicada durante 30 s e removida por 60 s, sendo então reaplicada ao mesmo local por 30 s.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

A.1.5.2 O ensaio deve ser repetido nas duas amostras restantes. Se mais do que uma parte do gabinete de proteção estiver próximo a uma fonte de ignição, cada amostra deve ser ensaiada com a chama aplicada a um local diferente.

A.1.6 Durante o ensaio, o material não deve emitir material fundido ou partículas capazes de queimar o algodão cirúrgico. Além disso, o material não deve continuar a queimar por mais de 1 min após a quinta aplicação da chama de ensaio e não deve consumir-se completamente.

A.1.7 Pode-se usar o instrumental e os procedimentos especificados na ABNT NBR IEC 60695-11-5, como uma alternativa para o instrumental e os procedimentos especificados em A.1.4 e A.1.5. A maneira de fazer as aplicações da chama, a duração e quantidade delas deve seguir as especificações de A.1.5 e a conformidade deve ser de acordo com A.1.6.

NOTA A verificação de conformidade com qualquer dos métodos é aceitável, não sendo necessário o cumprimento com ambos simultaneamente.

A.2 Ensaios de ignição por arco de alta corrente

A.2.1 Devem ser usadas cinco amostras de cada material do gabinete de proteção. As amostras devem ter 130 mm de comprimento por 13 mm de largura e ser de espessura uniforme, representando a menor espessura do gabinete de proteção. As bordas não devem apresentar rebarbas, nervuras etc.

A.2.2 O ensaio deve ser feito com um par de eletrodos de ensaio e uma carga variável de impedância indutiva, ligada em série a uma fonte de 220 Vc.a. a 240 V c.a., e de 50 Hz a 60 Hz (ver figura A.1).

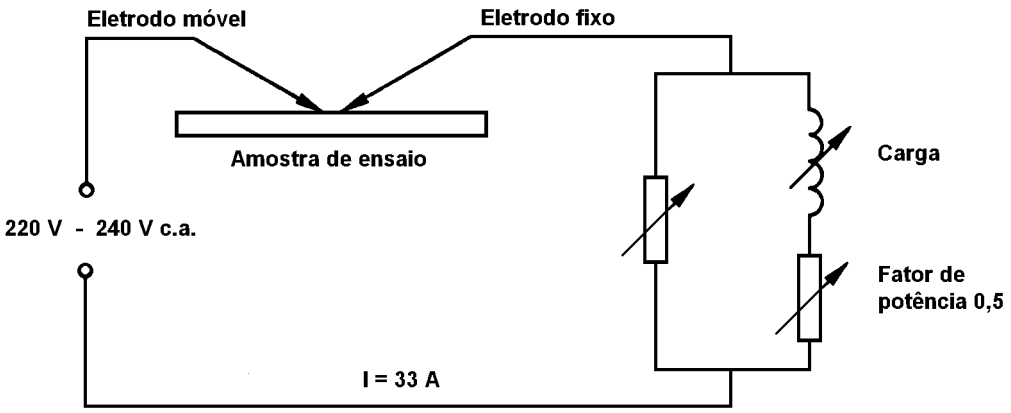


Figura A.1 — Circuito para ensaio de ignição por arco de alta corrente

A.2.2.1 Um eletrodo deve ser fixo e o outro, móvel. O eletrodo fixo deve constituir-se de um condutor de cobre sólido de 10 mm² de seção, tendo um acabamento em ponta de cinzel.

A.2.2.2 O eletrodo móvel deve ser uma haste de aço inoxidável com 3 mm de diâmetro, com uma ponta piramidal, e deve poder ser movido ao longo de seu próprio eixo. Os eletrodos devem estar localizados em posições opostas, num ângulo de 45º em relação à horizontal. Com os eletrodos curto-circuitados, a carga variável de impedância indutiva deve ser ajustada, até que a corrente seja 33 A, com um fator de potência de 0,5.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

A.2.2.3 A amostra em ensaio deve ser posicionada horizontalmente, para que os eletrodos, quando estiverem em contato, fiquem 1,6 mm acima da superfície da amostra. O eletrodo móvel é controlado manualmente, ou então de forma que possa ser afastado do eletrodo fixo para interromper o circuito e para refazer o circuito, de forma a produzir uma série de arcos a uma taxa de aproximadamente 40 arcos/min, com uma velocidade de separação de 254 mm/s ± 25 mm/s.

A.2.2.4 O ensaio deve ser repetido nas amostras restantes.

A.2.3 O número médio de arcos elétricos aplicados nas amostras não pode ser menor do que 15 para materiais de classe V-0 e não menor do que 30 para outros materiais.

A.3 Ensaios de inflamabilidade para materiais de classe V-0, V-1 ou V-2

A.3.1 As amostras de um material ou conjunto que se pretende classificar como V-0, V-1 ou V-2 devem ser ensaiadas conforme os procedimentos apresentados em A.3.2 a A.3.10.

A.3.2 As dez amostras de material de ensaio devem ter, aproximadamente, 130 mm de comprimento por 13 mm de largura e ser da menor espessura usada. Materiais para absorção de som, que não sejam de espumas plásticas e que normalmente são usados fixados a um painel de outro material, podem ter amostras que consistam no material fixado a um painel com a menor espessura usada.

A.3.2.1 Para os ensaios de um conjunto, as amostras podem consistir no conjunto ou uma parte deste, que não seja menor do que as dimensões especificadas para uma amostra de material. Engrenagens, cames, correias, rolamentos, tubulação, chicotes de fiação etc. podem ser ensaiados como partes acabadas ou através de amostras tiradas delas.

A.3.3 Antes de serem ensaiadas, deve-se condicionar cinco amostras durante sete dias, a uma temperatura constante de 70°C ± 1°C. As amostras devem ser colocadas imediatamente a um dessecador de cloreto de cálcio por no mínimo 4 h e esfriar até atingir a temperatura ambiente. O outro conjunto de cinco amostras deve ser condicionado por 48 h, a uma temperatura uniforme de 23°C ± 2°C e a uma umidade relativa de 45% a 55%.

A.3.4 Uma amostra deve ser fixada por uma braçadeira colocada na sua extremidade superior, com seu eixo longitudinal em posição vertical, de modo que sua borda inferior fique 300 mm acima de uma camada horizontal plana de algodão cirúrgico, não tratado quimicamente, de 50 mm x 50 mm e com uma espessura máxima, quando livre, de 6 mm. Um bico de *Bunsen* apagado, cujo cilindro tenha um diâmetro interno de 9,5 mm ± 0,5 mm, deve ser apoiado abaixo da amostra, com o eixo longitudinal do cilindro em posição vertical e coincidente com o eixo longitudinal da amostra. A ponta do cilindro deve estar 9,5 mm ± 0,5 mm abaixo da amostra. O suporte do bico deve ser colocado de forma que o bico possa ser rapidamente retirado de sua posição debaixo da amostra e ali recolocado de forma precisa. Uma fonte de gás de aproximadamente 37 MJ/m^3 deve ser usada. Quando não estiver perto da amostra, o bico deve ser aceso e ajustado para produzir uma chama azul constante, com uma altura total de 20 mm.

A.3.5 A chama do bico deve ser colocada em sua posição abaixo da amostra, durante 10 s, e então removida. A duração de qualquer combustão com chama da amostra, após a remoção da chama de ensaio, não deve ultrapassar 10 s para classe V-0 e 30 s para classes V-1 ou V-2.

A.3.6 Imediatamente após a combustão e a chama da amostra extinguir-se, deve-se repetir os ensaios de A.3.5 na mesma amostra. A duração de qualquer combustão sem chama da amostra, após a remoção da chama de ensaio, não deve exceder 30 s para classe V-0 e 60 s para classes V-1 ou V-2.

A.3.7 Os ensaios de A.3.5 e A.3.6 devem ser repetidos nas quatro amostras restantes de cada conjunto.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

A.3.8 O material é de classe V-2 quanto à espessura ensaiada, se todas as seguintes exigências forem atendidas:

a) cada amostra passe nos ensaios de A.3.5, A.3.6 e A.3.7;

b) a média de duração da chama não ultrapasse 25 s para cada conjunto de cinco amostras;

c) o material não continue a queimar até atingir a braçadeira de fixação.

A.3.8.1 Nos materiais de classe V-2, permite-se que ocorra a ignição do algodão cirúrgico.

A.3.9 O material é de classe V-1 quanto à espessura ensaiada, se todas as seguintes exigências forem atendidas:

a) cada amostra passe nos ensaios de A.3.5, A.3.6 e A.3.7;

b) a média de duração da chama não ultrapasse 25 s para cada conjunto de cinco amostras;

c) o material não continue a queimar até atingir a braçadeira de fixação;

d) o algodão cirúrgico não seja inflamado por nenhuma partícula ou gotas liberadas durante ou após a aplicação do ensaio da chama.

A.3.10 Se apenas uma amostra de um conjunto de cinco não satisfizer as exigências de A.3.8 ou A.3.9, outro conjunto de cinco amostras, submetido ao mesmo condicionamento, deve ser ensaiado. Todas as amostras deste segundo conjunto devem satisfazer as exigências correspondentes, para que o material dessa espessura seja classificado como V-0, V-1 ou V-2.

A.4 Ensaio de inflamabilidade para espumas plásticas, classe HF-1, HF-2 ou HBF

A.4.1 Dez amostras de um material de espuma plástica que se pretenda classificar como HF-1, HF-2 ou HBF devem ser ensaiadas conforme os procedimentos apresentados em A.4.2 a A.4.11.

A.4.2 As amostras de material para ensaio devem ter aproximadamente 150 mm de comprimento, por 50 mm de largura e devem ser da menor espessura usada. Para material que venha normalmente fixado a um painel de material diferente, as amostras podem consistir no material fixado a um painel de menor espessura usada.

A.4.3 Antes de serem ensaiadas, cinco amostras denominadas A devem ser condicionadas, por sete dias, a uma temperatura constante de 70ºC ± 1ºC. A amostra deve ser colocada imediatamente após o condicionamento num dessecador de cloreto de cálcio por no mínimo 4 h, até atingir a temperatura ambiente. Cinco outras amostras, denominadas B devem ser condicionadas, por 48 h, a uma temperatura constante de 23°C ± 2°C e uma umidade relativa de 45% a 55%.

A.4.4 As amostras devem ser apoiadas numa tela de arame horizontal (uma malha quadrada de 6,5 mm, com fio de aço, com aproximadamente 0,8 mm de diâmetro), de 200 mm de comprimento por 75 mm de largura, com 13 mm numa extremidade verticalmente dobrada para cima. A tela deve ser apoiada aproximadamente a 300 mm acima de uma camada de algodão cirúrgico, não tratado quimicamente, de 50 mm x 50 mm e com espessura máxima, quando livre, de 6 mm.

A.4.4.1 Um bico de *Bunsen*, com uma chama em forma de leque, deve ser usado, tendo o seu cilindro um diâmetro interno de 9,5 mm e o espalhador de chama uma largura de 50 mm.

A.4.4.2 Deve estar posicionado a 13 mm abaixo da dobra na tela de arame, de modo que a chama fique paralela à dobra e no centro dela.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

A.4.4.3 O suporte do bico de *Bunsen* deve estar disposto de maneira a permitir que ele seja rapidamente removido e recolocado, com precisão, na sua posição sob a amostra. Uma fonte de gás de aproximadamente 37 MJ/m³ deve ser usada. O bico deve ser aceso quando não estiver perto da amostra e deve ser regulado para produzir uma chama de ensaio, estável e azul, com uma altura total de 38 mm.

A.4.4.4 Uma amostra deve ser colocada horizontalmente na tela, estando uma extremidade em contato com as extremidades da tela dobrada para cima. As amostras de material combinadas devem ser colocadas com a espuma plástica voltada para cima.

A.4.4.5 A chama do queimador deve ser posicionada sob a amostra por 60 s e então removida. O ensaio deve então ser repetido nas outras nove amostras.

A.4.5 Durante e após o ensaio as seguintes condições devem ser atendidas.

a) não mais do que uma amostra do grupo A e não mais do que uma amostra do grupo B devem queimar com chama por mais de 2 s, após a remoção da chama de ensaio;

b) nenhuma amostra deve queimar com chama mais do que 10 s, após a remoção da chama de ensaio;

c) nenhuma amostra deve queimar sem chama por mais de 10 s, após a remoção da chama de ensaio;

d) nenhuma amostra deve queimar, com ou sem chama, ou incandescer ao longo de uma distância maior que 60 mm da extremidade à qual a chama de ensaio foi aplicada.

A.4.6 O material é classificado como HF-2, se atender às condições de A.4.5.

A.4.6.1 Para materiais de classe HF-2, é permitida a ignição do algodão cirúrgico.

A.4.7 O material é classificado como HF-1, se atender às condições de A.5.5 e se, além disso, o algodão não for inflamado por nenhuma partícula ou gotas liberadas durante ou após a aplicação de chama de ensaio.

A.4.8 O material é classificado como HBF, embora não preenchendo as condições de A.4.5, se todas as amostras:

a) queimarem a uma taxa inferior a 40 mm/min ao longo de um trecho de 100 mm; ou

b) deixarem de queimar antes de chegar a 120 mm, a partir da extremidade à qual a chama foi aplicada.

A.4.9 Se apenas uma amostra de um conjunto de cinco não atender às exigências de A.4.8, outro conjunto de cinco amostras, submetido ao mesmo condicionamento, deve ser ensaiado. Todas as amostras deste segundo conjunto devem atender às exigências pertinentes de A.4.8, para que o material dessa espessura e densidade seja classificado como HBF.

A.4.10 Um outro conjunto de cinco amostras, submetido ao mesmo condicionamento, deve ser ensaiado se o primeiro conjunto de cinco amostras não atender às exigências de A.4.6 ou A.4.7, devido a uma das situações a seguir:

a) uma única amostra de um conjunto de cinco se inflamar por mais de 10 s; ou

b) duas amostras de um conjunto de cinco se inflamarem por mais de 2 s, porém menos de 10 s; ou

c) uma das amostras de um conjunto de cinco não atender às exigências de A.4.5 ou A.4.6 ou A.4.7.

A.4.11 Todas as amostras deste segundo conjunto devem atender às exigências pertinentes, a fim de que o material com esta espessura e densidade seja classificado como HF-1 ou HF-2.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

A.5 Ensaio de inflamabilidade para materiais de classe HB

A.5.1 Três amostras de um material ou conjunto que se pretenda classificar como HB devem ser ensaiadas conforme os procedimentos apresentados em A.5.2 a A.5.7.

A.5.2 As amostras de material para ensaio devem ter aproximadamente 130 mm de comprimento por 13 mm de largura, com bordas lisas e com espessura no máximo igual à de menor espessura do material usado. Para materiais usados com uma espessura maior que 3 mm, as amostras devem ser marcadas através da largura com linhas a 25 mm e 100 mm, a partir de uma extremidade.

A.5.3 Antes de serem ensaiadas, as amostras devem ser condicionadas por 48 h, a uma temperatura constante de 23°C ± 2°C e uma umidade de 45% a 55%.

A.5.4 Uma amostra deve ser fixada por um grampo colocado na extremidade mais distante da marca de 25 mm, com o eixo longitudinal em posição horizontal e com o eixo transversal a 45º da horizontal. Uma tela plana de arame de aço (uma malha de aproximadamente 130 mm e tendo oito aberturas por centímetro) deve ser colocada horizontalmente 10 mm abaixo da borda inferior da amostra e com o lado livre da amostra imediatamente acima da borda da tela (ver figura A.2).

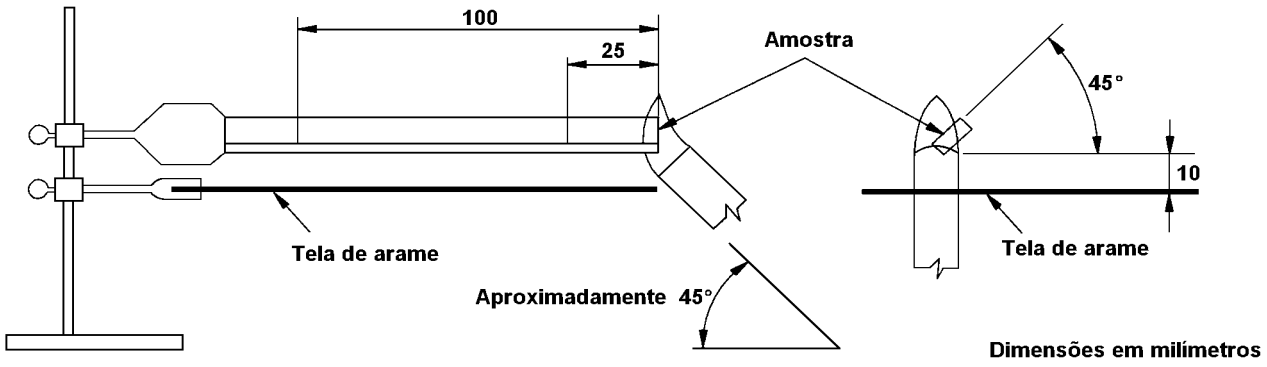


Figura A.2 — Montagem para ensaio de inflamabilidade de material HB

A.5.4.1 Um bico de *Bunsen* apagado, cujo cilindro tenha um diâmetro interno de 9,5 mm, deve ser posicionado com o eixo longitudinal no mesmo plano vertical da borda inferior da amostra, com uma inclinação de aproximadamente 45º em relação à vertical e com a borda mais baixa da boca do cilindro 10 mm abaixo da extremidade livre da amostra, de modo que a borda inferior da amostra seja submetida à chama de ensaio quando acesa.

A.5.4.2 O suporte do bico deve estar disposto de maneira a permitir que ele seja rapidamente retirado e recolocado, com precisão, na sua posição sob a amostra. Uma fonte de gás de aproximadamente 37 MJ/m³ deve ser usada. O bico deve ser aceso quando não estiver perto da amostra e deve ser regulado para produzir uma chama estável e azul com uma extensão total de 25 mm de comprimento.

A.5.5 A chama do bico deve ser posicionada na extremidade da amostra por 30 s, ou até que a combustão alcance a marca de 25 mm; caso isto aconteça antes, a chama é então retirada. Cronometrando-se o progresso da combustão ou incandescência na borda inferior da amostra da marca de 25 mm até a marca de 10 mm, deve ser calculada a taxa de avanço em milímetro por minuto.

A.5.5.1 O ensaio deve ser repetido com as duas amostras restantes.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

A.5.6 O material é classificado como HB desde que, no ensaio anterior, nenhuma amostra atinja uma taxa de combustão ou incandescência maior que:

a) 40 mm/min para amostras com espessura de 3 mm;

b) 75 mm/min para amostras com espessura inferior a 3 mm ou se a chama ou incandescência não alcançarem a marca de referência de 100 mm.

A.5.7 Se apenas uma amostra de um conjunto de três não atender às exigências de A.5.6, um outro conjunto de três amostras deve ser ensaiado. Todas as amostras deste segundo conjunto devem atender às exigências para que o material dessa espessura seja classificado como HB.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

Anexo B
(normativo)

Graus de proteção para gabinetes (Código IP)

B.1 Uma classe de proteção adequada diferente da IPX0 pode ser selecionada pelo fabricante, de acordo com a ABNT NBR IEC 60529.

B.2 Características adicionais de projeto podem então ser incluídas para assegurar que a entrada de água não afete a isolação.

B.3 A ABNT NBR IEC 60529 fornece condições de ensaios para cada classe diferente da IPX0. As condições apropriadas para classe selecionada podem ser aplicadas ao equipamento, seguidas imediatamente por um ensaio de rigidez dielétrica como especificado em 5.21.3. Em qualquer isolação que possa ter ficado úmida, a inspeção deve mostrar que a água não comprometeu a segurança do usuário em relação a choque elétrico e risco de energia. Em particular, não devem existir marcas de água em isolações não previstas para operar úmidas.

B.4 Se o equipamento for dotado de furos de drenagem, a inspeção deve mostrar que a água que entra não acumula e que drena, sem afetar a conformidade.

B.5 Se o equipamento não for dotado de furos de drenagem, deve ser considerada a possibilidade de acúmulo de água.

B.6 Quando o equipamento for parcialmente exposto à água, por exemplo, quando é para ser instalado através de uma cobertura numa parede externa, somente as partes expostas devem ser submetidas as condições dos ensaios da ABNT NBR IEC 60529. Tal equipamento deve ser instalado num dispositivo de ensaio apropriado que simule as condições reais de instalação de acordo com as instruções de instalação do fabricante, incluindo o uso do *kit* de partes vedantes, onde solicitado.

B.7 Não deve ser possível a remoção, sem ajuda de ferramentas, daquelas partes que assegurem o grau exigido de proteção contra a entrada de água (ver definições da ABNT NBR IEC 60529).

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

Anexo C
(normativo)

Corrente de fuga de terra para sistema IT

C.1 Equipamentos excedendo 3,5 mA de corrente de fuga

Equipamento fixo classe I que está permanentemente ligado e que supere o limite de 3,5 mA está sujeito as seguintes condições:

a) a corrente de fuga não pode superar 5% da corrente de entrada limitada a 30 mA;

b) uma etiqueta de advertência com os dizeres “Alta corrente de fuga: a ligação de aterramento deve ser feita antes da conexão dos condutores de alimentação. Este produto somente pode ser utilizado em sistema IT ” deve ser afixada adjacente à entrada de alimentação do equipamento;

c) a seção do condutor interno de proteção de terra não deve ser inferior a 1,0 mm^2 no caminho da corrente de fuga.

NOTA Adicionalmente, é recomendado que um dispositivo de detecção de falha de continuidade do condutor terra de proteção externa seja instalado em todos os equipamentos que tenham mais que 3,5 mA de corrente de fuga.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

Anexo D
(normativo)

Elevação de temperatura de um enrolamento

D.1 Objetivo

Determinar a elevação de temperatura dos transformadores desta Norma através de termômetro com termopar.

D.2 Cálculo

O valor da elevação de temperatura de um enrolamento deve ser calculado pela seguinte fórmula:

$$\Delta t = tp - (t_1 + t_2) \times 1/2$$

onde:

Δt é a elevação de temperatura, em graus Celsius ou Kelvin;

tp é a temperatura indicada no termômetro com termopar no final do ensaio, em graus Celsius;

t_1 é a temperatura ambiente no início do ensaio, em graus Celsius;

t_2 é a temperatura ambiente no fim do ensaio, em graus Celsius.

D.3 Equipamentos necessários

São necessários os seguintes equipamentos:

a) voltímetro de valor eficaz verdadeiro (true rms);

b) wattímetro com resolução igual ou superior a 1 W;

c) termômetros com termopar em número adequado e com resolução igual ou superior a 0,1ºC;

d) variac;

e) banco de carga resistiva constituída por resistores que não devem dissipar potência superior a 1/3 de sua potência nominal.

D.4 Preparação do ensaio

O ensaio deve ser executado em um local com formato de canto (canto de ensaio). Este canto de ensaio é constituído por duas paredes perpendiculares, um piso e sem teto, todos de madeira compensada pintada de preto fosco, com 20 mm de espessura. As dimensões lineares do canto de ensaio devem ser no mínimo 150% das dimensões lineares do equipamento sob ensaio. Nunca ensaiar mais do que um equipamento simultaneamente no canto de ensaio.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

O equipamento sob ensaio (ESE) deve ser disposto no canto de ensaio como segue:

a) se for um equipamento normalmente utilizado sobre o piso ou sobre uma mesa, ele deve ser colocado a 5 cm das paredes (desconsiderar o uso de plugue nas tomadas do estabilizador, para estabelecer esta medida);

b) se for um equipamento normalmente fixado a uma parede, ele deve ser montado em uma das paredes do canto de ensaio tão próximo quanto possível da outra parede ou do piso, como poderia ocorrer em utilização normal, desde que o fabricante não tenha fornecido instruções especiais referentes à sua instalação;

c) posicionar o canto de ensaio de forma que fluxos de ar de portas, janelas ou equipamentos de refrigeração não favoreçam a troca de calor com o ESE;

d) para monitorar a temperatura ambiente, posicionar um termopar a 1 m de distância das paredes internas do canto de ensaio. O monitoramento da temperatura ambiente deve ser feito utilizando-se um disco de alumínio com 100 mm diâmetro e 20 mm de espessura, anodizado em preto fosco e com um orifício lateral de diâmetro 1,5 mm (pode variar conforme modelo de termopar), com profundidade de 50 mm, onde for fixado um termopar para efetiva medição da referida temperatura;

e) posicionar os termopares no enrolamento do(s) transformador(es). Estes termopares (mínimo de dois por transformador) devem ser fixados diretamente em contato com os fios utilizando pasta térmica para melhorar a troca de calor e eventualmente, quando possível, usar calços de material isolante para aumentar a força de contato entre os fios e os termopares. Se necessário, a isolação de papel ou similar deve ser removida.

Na figura D.1 é indicado o posicionamento dos termopares para alguns tipos de montagem de transformadores.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

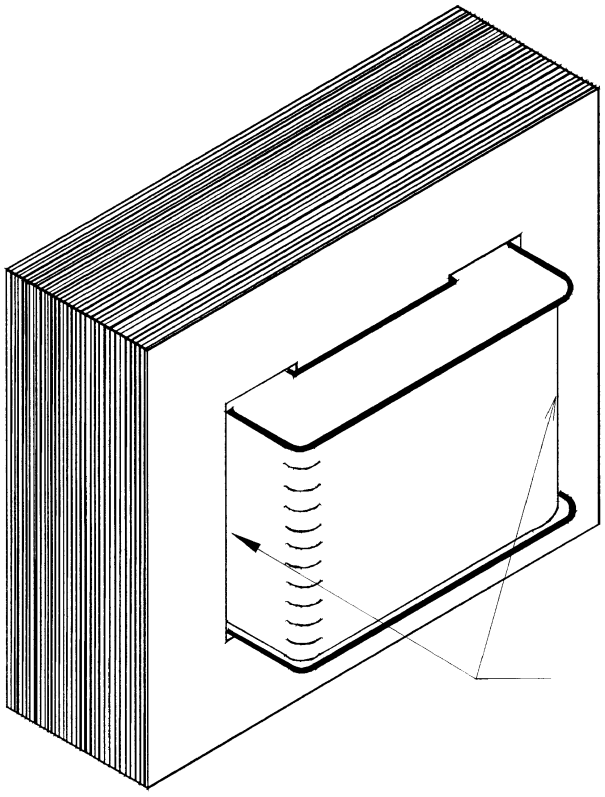


Figura D.1 – a) Transformadores com bobinas concêntricas envolvidas

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

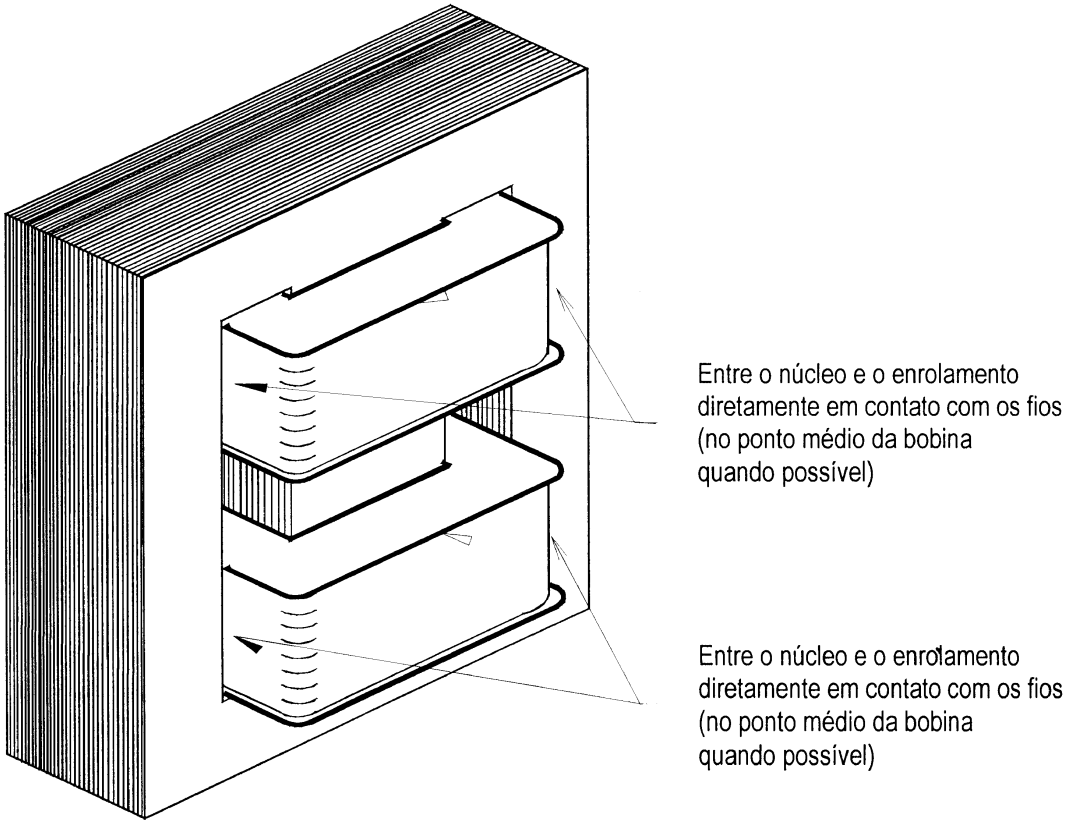


Figura D.1 – b) Transformadores com bobinas separadas envolvidas

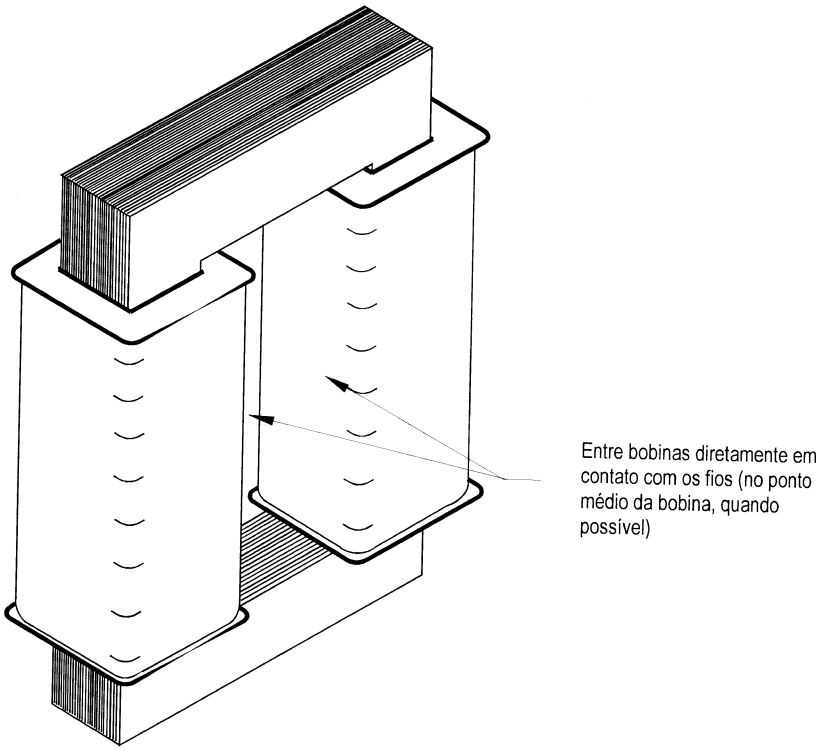


Figura D.1 – c) Transformadores com bobinas envolventes

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

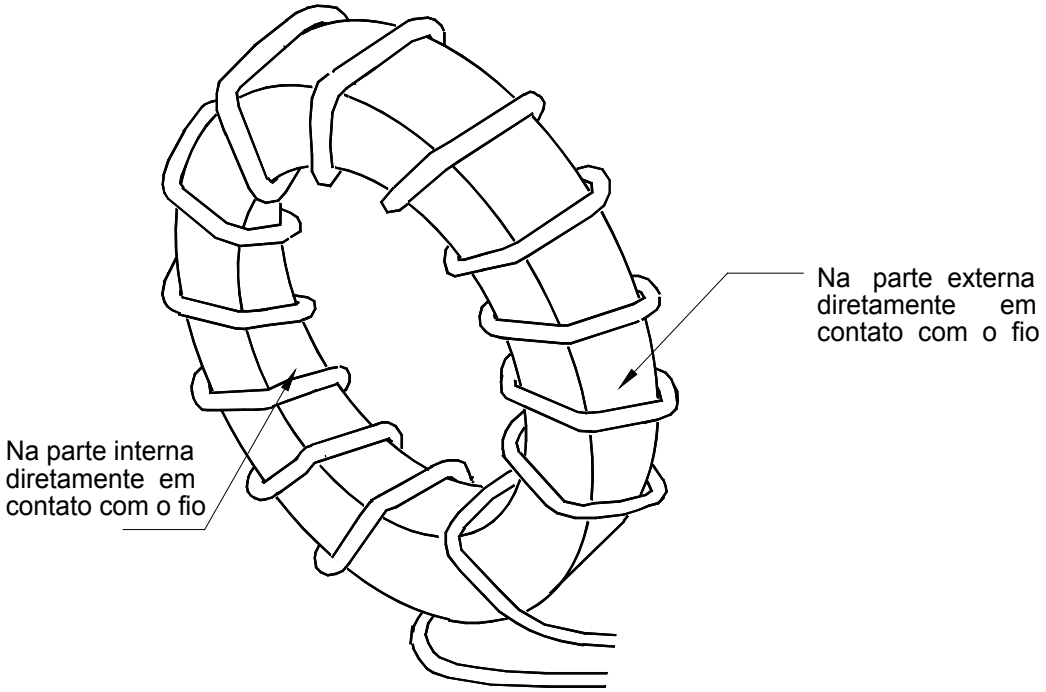


Figura D.1 – d) Núcleo toroidal

Figura D.1 — Posicionamento dos termopares

No início do ensaio os enrolamentos devem estar à temperatura ambiente.

D.5 Ensaio

D.5.1 O ESE deve ser ensaiado com 100% de carga resistiva.

D.5.2 Ligar a carga resistiva no variac e ajustá-lo com a tensão nominal de saída do ESE para que seja calibrada a potência na tensão nominal. Aguardar a estabilização da potência e não alterar mais o valor da carga.

D.5.3 Conectar a carga ajustada (ver D.52) à saída do ESE e ligá-lo.

D.5.4 O ESE deve ser ensaiado em ambiente com temperatura de 23°C ± 2°C.

D.5.5 Anotar a temperatura ambiente no início do ensaio (t_1).

D.5.6 O ensaio deve prosseguir até a estabilização térmica, ou seja, até que a temperatura dos termopares em contato com o enrolamento não aumente pelo período de 1 h, em mais de 2°C.

D.5.7 Após a estabilização térmica, anotar a maior temperatura indicada por qualquer termopar em contato com o enrolamento do(s) transformador(es) ensaiado(s) (tp).

D.5.8 Em seguida anotar a temperatura ambiente no final do ensaio (t_2).

D.5.9 Calcular a elevação de temperatura (Δt) do transformador ensaiado por intermédio da fórmula de D.2.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

D.6 Observações importantes

D.6.1 A distorção harmônica total máxima na saída do variac com a carga conectada não deve ultrapassar 5%.

D.6.2 Manter a carga afastada o suficiente do ESE para que não afete a temperatura de trabalho.

D.6.3 A elevação de temperatura calculada (Δt) deve ser menor ou igual à especificada por esta Norma. Admite-se um erro intrínseco adicional de 3 K.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

Anexo E
(normativo)

Carga normal (carga não linear)

E.1 Simulação de carga

Para simular a carga não linear, liga-se à saída do estabilizador uma carga constituída por um resistor em série com um retificador em ponte terminado com um capacitor e um resistor em paralelo, conforme indica a figura E.1, com valores adequados aos parâmetros de potência, tensão e freqüência do estabilizador sob ensaio. Para atingir a carga total do estabilizador, pode-se aplicar cargas conforme a figura E.1 em paralelo. O fator de potência considerado é 0,7.

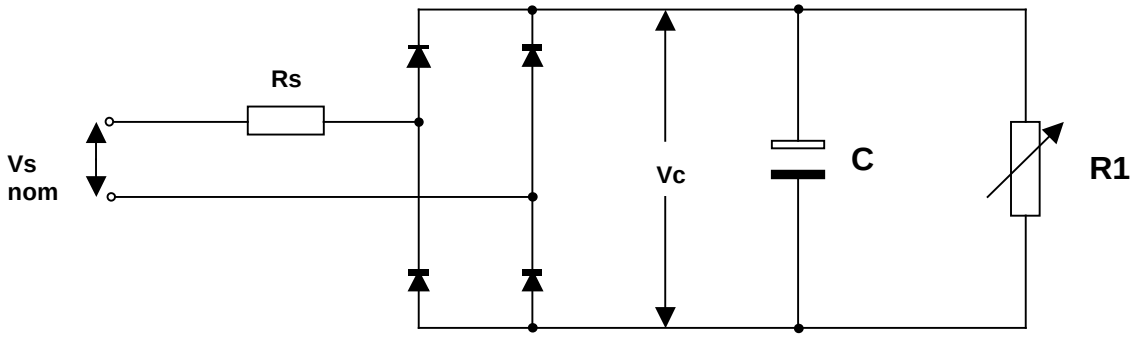


Figura E.1 — Carga não linear

E.2 Método de cálculo

Uma tensão de ripple de 5% de pico a pico no capacitor corresponde a uma constante de tempo de R1 x C = 7,5/f Vc deve ser calculado segundo a fórmula abaixo:

$$Vc = 1,22 \times Vsnom$$

Os resistores Rs, R1 e o capacitor C (em Farad) deve ser calculados como a seguir:

$$Rs = 0,04 \times (Vsnom)^2 / Pa$$

$$R1 = Vc^2 / (0,66 \times Pa)$$

$$C = 7,5 / (f \times R1)$$

Se o estabilizador possuir mais de uma freqüência de operação, a carga deve ser construída para cada uma das diferentes freqüências.

Onde:

Vsnom é a tensão nominal de saída do estabilizador, em volts (valor eficaz verdadeiro);

f é a freqüência de saída do estabilizador, em hertz;

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

Impresso por: PETROBRAS

Vc é a tensão retificada, em volts;

Pa é a potência aparente em volts-ampères exigida pela carga;

R1 é o resistor de carga ajustado para dissipar uma potência de 66% da potência aparente “Pa”, em ohms;

Rs é o resistor série calculado para dissipar uma potência igual a 4% da potência aparente “Pa”, em ohms.

NOTAS

1 A queda de tensão sobre a ponte retificadora pode ser desconsiderada.

2 Tolerância dos componentes:

Rs : ± 10%;

R1 : Deve ser ajustado antes do início do ensaio em rede c.a. com Vsnom para que a carga apresente a potência aparente desejada;

C : + 25%.

3 Com a carga aplicada, a distorção harmônica total da rede c.a. não deve ser superior a 8%.

E.3 Cálculo do resistor “Re” conforme 5.3.1.1

O valor do resistor “Re” utilizado no ensaio de regulação estática com 90% de carga normal (ver 5.3.1.1) é calculado pela seguinte fórmula:

$$Re = 0,2 \times (Venom)^2 / Pa$$

Onde:

Re é o resistor série utilizado em 5.3.1.1, em ohms;

Pa é a potência aparente exigida pela carga, em volts-ampères;

Venom é a tensão nominal de entrada do estabilizador, em volts.

NOTAS

1 Para estabilizadores com múltiplas tensões de entrada, o resistor “Re” utilizado deve ser calculado para cada tensão considerada.

2 Não reajustar a carga não linear de 90% da potência nominal após a inclusão do resistor “Re” no circuito.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

Anexo F
(normativo)

Medição das distâncias de escoamento e de separação

F.1 Salvo especificação em contrário, distâncias de escoamento e distâncias de separação devem ser dimensionadas de acordo com a modalidade de aplicação da isolação, tensão de trabalho e como está especificado nas tabelas F.1 e F.2. As distâncias de separação especificadas não se aplicam para as distâncias das aberturas pelo ar entre os contatos dos *interlocks* tipo chave, "termostatos" interruptores térmicos, dispositivos de proteção contra sobrecarga, interruptores com microaberturas entre contatos e similares, onde as distâncias de escoamento menores do que aquelas especificadas nas tabelas F.3 e F.4 são permitidas para isolação operacional, desde que sejam consecutivamente curto-circuitadas. O equipamento continua a satisfazer as exigências de choque elétrico e risco de energia.

F.2 Para isolação operacional que opere em tensões abaixo de 50 V, as distâncias de escoamento com valores menores do que os especificados nas tabelas F.1 e F.2 não precisam ser curto-circuitadas, desde que o material de isolação com probabilidade de ser afetado possua uma classificação de inflamabilidade V-1 ou melhor (ver anexo A).

Tabela F.1 — Mínimas distâncias de separação e de escoamento nos circuitos primários

Máxima tensão de trabalho V		Valores mínimos para as distâncias de escoamento (DE) e distâncias de separação (DS) nos circuitos primários mm							
		Isolação operacional [1]		Isolação básica		Isolação suplementar		Isolação reforçada	
c.a. eficaz ou	c.c. pico	DS	DE	DS	DE	DS	DE	DS	DE
30	42,4	0,4	0,4						
50	71	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6
130	184	1,5 (1) [2]	2 [3] (1) [2]	1,5 (1) [2]	2 [3] (1,5) [2]	4	4	8 [5]	8 [5]
250	354	2,5 [4] (2) [2]	3 [4] (2) [2]	3 [4] (2) [2]	4 [4] (3) [2]	4	4	8 [5]	8 [5]

[1] A isolação operacional, por definição, não protege contra choques elétricos; ela é necessária para minimizar a exposição à ignição e ao fogo.

[2] Os valores entre parênteses se aplicam quando a isolação é protegida contra depósitos de sujeira. O valor inferior é aplicável somente quando a isolação for cerâmica, mica ou similar. Em geral, o interior do equipamento que esteja razoavelmente protegido contra pó, através de gabinete de proteção ou protetor interior, é considerado protegido contra depósito de sujeira, desde que este equipamento não produza pó dentro dele mesmo. Selagem hermética não é necessária.

[3] 1,5 mm onde uma parte é um enrolamento esmaltado.

[4] 2,0 mm onde uma parte é um enrolamento esmaltado.

[5] 6,0 mm onde uma parte é um enrolamento esmaltado.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

Tabela F.2 — Valores mínimos para distâncias de escoamento e de separação nos circuitos secundários

Máxima tensão de trabalho c.a. eficaz ou c.c. V	Valores mínimos para distâncias de escoamento e separação mm	
	Isolação operacional, básica ou suplementar [1)]	Isolação reforçada [1)]
30	0,4	0,8
50	0,8	1,6
63	0,9	1,8
100	1	2
160	1,1	2,2
200	1,4	2,8
250	1,8	3,6
[1)] Tais espaçamentos são baseados na IEC 60664-1.		

F.3 Salvo especificação em contrário (ver 4.14.4, 4.15.5 e 4.16.4), a distância através da isolação deve ser dimensionada de acordo com a aplicação da isolação e com a tensão de trabalho superior a 50 V ou 71 V pico c.c. e como segue:

a) isolação suplementar deve ter uma espessura mínima de 0,4 mm;

b) isolação reforçada deve ter uma espessura mínima de 0,4 mm, quando não for submetida a qualquer solicitação mecânica à temperatura normal de operação, que possa causar deformação ou deterioração do material isolante.

F.3.1 Sob condições de solicitação mecânica, a espessura pode ser aumentada para que fique de acordo com as exigências de 4.17 a 4.25.

F.3.2 As exigências acima não se aplicam a folhas finas de material isolante, independentemente de sua espessura, desde que:

a) sejam usadas dentro do gabinete de proteção do equipamento e que não sejam submetidas a manuseio ou abrasão, durante a manutenção pelo operador;

b) para isolação suplementar, sejam usadas pelo menos duas camadas do material, sendo que das duas pelo menos uma camada passe no ensaio de rigidez dielétrica para isolação suplementar; ou

c) para isolação reforçada, sejam usadas pelo menos três camadas, sendo que das três pelo menos duas camadas passem no ensaio de rigidez dielétrica para isolação reforçada.

F.3.3 Se mais de um material isolante for usado, é essencial que cada material separadamente esteja em conformidade com estas exigências de rigidez dielétrica.

F.3.4 As exigências de 4.14.4, 4.14.5 e 4.14.6 foram obtidas da IEC 60664-1, para altitudes que não excedam 2 000 m e para instalação categoria II. Estas exigências aplicam-se para equipamentos que não gerem tensões transientes maiores que aquelas permitidas para instalação categoria II (ver tabela F.3).

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

Tabela F.3 — Distâncias de separação mínimas para circuitos impressos ligados à alimentação primária

Tensão de trabalho c.a. eficaz ou c.c. V	Distâncias de separação mínimas mm		
	Isolação básica	Isolação suplementar	Isolação reforçada
Até 250	1,3 (0,4)	3,7 (1,0)	6,0 (1,6)
NOTAS 1 Usar tensões de fase-a-terra para os sistemas de alimentação IT e TN e tensões de fase-a-fase para sistemas de alimentação IT. 2 Os valores entre parênteses podem ser aplicados como ensaios de produção adequados. Eles são baseados na suposição de um campo homogêneo. 3 A tensão c.c. é igual a 1,414 x $V_{eficaz.}$			

F.3.5 O equipamento é normalmente instalado em ambientes definidos como o grau de poluição 2, mesmo que o revestimento, o recipiente ou selante formem um microambiente de grau de poluição 1 para a isolação em questão.

F.3.6 Quando o ambiente de operação da isolação ou componentes for mais agressivo do que estas condições, as exigências devem ser adaptadas de acordo com a IEC 60664-1.

F.4 Para circuitos impressos em que os condutores são revestidos com um material apropriado, as distâncias mínimas de separação da tabela F.4 servem para os condutores antes do revestimento.

F.4.1 As distâncias mínimas de separação da tabela F.4 aplicam-se quando uma ou ambas partes condutoras, e pelo menos 80% da superfície entre as partes condutoras, estiverem revestidas.

Tabela F.4 — Distâncias de separação mínimas para partes condutoras revestidas

Máxima tensão de trabalho c.a. eficaz ou c.c. V	Distâncias de separação mínimas mm	
	Isolação operacional, básica ou suplementar	Isolação reforçada
100	0,1	0,2
125	0,2	0,4
160	0,3	0,6
200	0,4	0,8
250	0,6	1,2

F.4.2 Aplicar entre qualquer duas partes condutoras não revestidas e sobre a superfície externa do revestimento uma força de 2 N. As distâncias mínimas das tabelas F.1 e F.2 são aplicáveis.

F.4.3 O uso do espaçamento mínimo da tabela F.4 se baseia em um bom controle da qualidade durante a fabricação, para assegurar a integridade da isolação de segurança.

F.4.4 Quando as distâncias de separação de até três vezes o valor da tabela F.4 forem usadas, a isolação dupla ou reforçada deve ser submetida 100% aos ensaios de rigidez dielétrica durante a fabricação.

F.4.5 O ensaio adequado deve ser de 3 750 V por 1 s, entre os circuitos primários e outros circuitos, através de isolações duplas ou reforçadas. Nenhum pré-condicionamento é exigido.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

F.4.6 Para circuitos impressos que utilizam fibra de vidro, nenhuma espessura mínima exigida é especificada, mas a isolação não deve ter menos que três camadas, e a isolação completa deve resistir ao ensaio de rigidez dielétrica de 5.21.

F.4.7 Para outros circuitos impressos, a espessura mínima através da isolação, quando for usada como isolação suplementar ou reforçada, deve ser 0,4 mm.

F.4.8 O processo de revestimento, o material de revestimento e o material de base devem ser de tal modo que a uniformidade da qualidade seja assegurada e as distâncias de escoamento sob consideração sejam efetivamente protegidas.

F.5 Para componentes ou subconjuntos que são encapsulados e selados hermeticamente contra entrada de detritos e umidade, as distâncias internas de escoamento mínimas devem ser as distâncias de separação da tabela F.4, e as mínimas distâncias de separação devem ser aquelas das tabelas F.3 e F.5, ao invés dos valores das tabelas F.1 e F.2. Conexões internas devem ser fixadas ou isoladas de forma tal que não permitam degradação da isolação de segurança, devido a choque mecânico ou vibração.

F.5.1 Nas tabelas F3 e F.5, os valores entre parênteses podem ser utilizados, desde que se executem ensaios de proteção, como, por exemplo, aplicação dos ensaios de rigidez dielétrica de 5.21.3 por 1 s. Não deve ocorrer ruptura ou arcos, até desprezando-se a descarga corona.

Tabela F.5 — Distâncias de separação mínima para circuitos secundários perigosos

Tensão de trabalho eficaz ou c.c. V	Distâncias de separação mínimas mm		
	Isolação básica	Isolação suplementar	Isolação reforçada
Até 50	0,1	0,1	0,9
De 125 a 250	1,3 (0,4)	1,3 (0,4)	3,6 (1,0)
NOTA Os valores entre parênteses podem ser aplicados como ensaios de produção adequados.			

F.5.2 A distância através da isolação suplementar ou reforçada deve ser adequada para assegurar rigidez mecânica e não deve ser menor que 0,4 mm. Excetua-se o caso de isolação com folhas finas utilizadas em conformidade com exigências de 4.14.4.

F.6 As exigências das tabelas F.1 e F.3 não são aplicáveis para distâncias entre partes condutoras internas dos componentes, ou conjuntos que são tratados com substâncias isolantes que venham a preencher todas as distâncias de isolação, de forma tal que o ingresso de umidade e detritos seja efetivamente evitado.

NOTA Tal tratamento pode consistir em encapsulamento ou impregnação, ou processo similar.

F.7 As distâncias de escoamento e de separação nas tabelas F.1 e F.2 são aplicáveis para os espaçamentos entre as terminações externas dos componentes de acordo com 4.14.5 e 4.14.6, exceto quando eles tiverem um revestimento de material que satisfaça as exigências de 4.14.4. Neste caso, as distâncias de separação da tabela F.3 devem ser aplicáveis para os componentes antes do revestimento. Entre duas partes condutoras quaisquer sem revestimento e sobre a superfície externa do revestimento, aplicar uma força de 2 N; aplicar as distâncias mínimas das tabelas F.1 e F.2 .

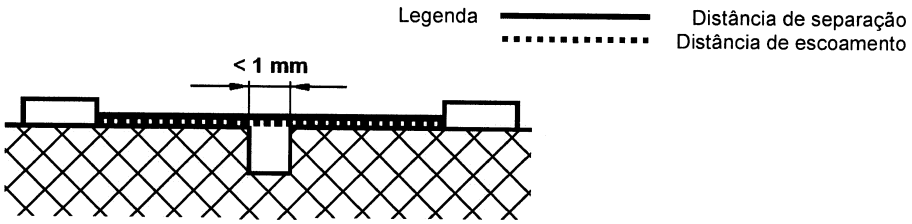
F.7.1 Quando forem usados revestimentos sobre terminações para aumentar a efetividade de escoamento e isolação, os arranjos mecânicos e a rigidez das terminações devem ser adequados para assegurar que, durante o manuseio normal e montagem no equipamento e usos subseqüentes, as terminações não sejam submetidas a deformações que danifiquem o revestimento ou reduzam o espaçamento entre as partes condutoras abaixo dos valores da tabela F.4.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

F.8 Os métodos de medição das distâncias de escoamento e de separação de forma especificada nas figuras F.1 a F.13 devem ser usados pela interpretação das exigências desta Norma.

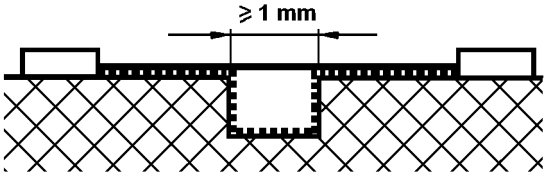


NOTAS

1 Condição: O caminho em consideração inclui um sulco de lados paralelos ou convergentes de qualquer profundidade e cuja largura seja inferior a 1 mm.

2 Regra: As distâncias de separação e de escoamento devem ser medidas em linha reta, desconsiderando o sulco.

Figura F.1 — Sulco estreito

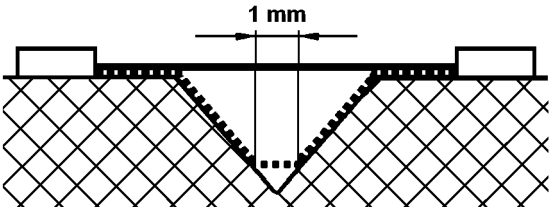


NOTAS

1 Condição: O caminho em consideração inclui um sulco de lados paralelos de qualquer profundidade e cuja largura seja maior ou igual a 1 mm.

2 Regra: A distância de separação deve ser a distância em linha reta. A distância de escoamento deve seguir o contorno do sulco.

Figura F.2 — Sulco largo



NOTAS

1 Condição: O caminho em consideração inclui um sulco com perfil em forma de “V”, cujo ângulo interno seja inferior a 80° de largura maior do que 1 mm.

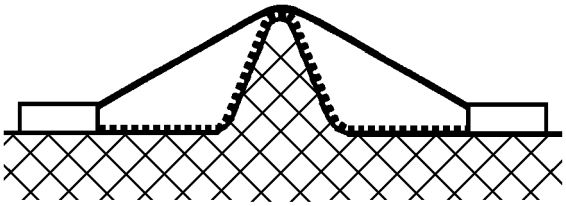
2 Regra: A distância de separação é a distância em linha reta. A distância de escoamento deve seguir o contorno do sulco, mas curto-circuitando o fundo do sulco por um caminho de 1 mm (0,25 mm em situações livres de sujeira).

Figura F.3 — Sulco em forma de V

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

Impresso por: PETROBRAS

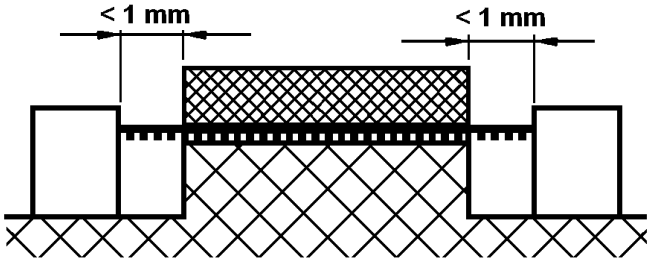


NOTAS

1 Condição: O caminho em consideração inclui um ressalto.

2 Regra: A distância de separação é a menor distância direta pelo ar por cima do topo do ressalto. A distância de escoamento deve seguir o contorno do ressalto.

Figura F.4 — Ressalto

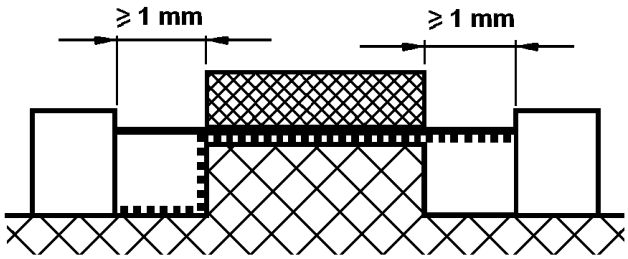


NOTAS

1 Condição: O caminho em consideração inclui uma junção não cimentada com sulcos de largura inferior a 1 mm, a cada lado (0,25 mm em situações livres de sujeira).

2 Regra: As distâncias de separação e escoamento devem ambas ser medidas em linha reta.

Figura F.5 — Junta não cimentada com sulco estreito



NOTAS

1 Condição: O caminho em consideração inclui uma junção não cimentada com sulcos de largura igual ou maior que 1 mm, a cada lado.

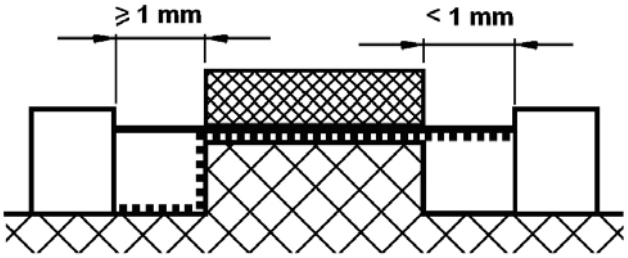
2 Regra: A distância de separação deve ser medida em linha reta. A distância de escoamento deve acompanhar o contorno dos sulcos.

Figura F.6 — Junta não cimentada com sulco largo

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

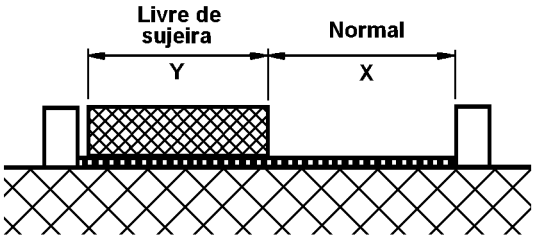


NOTAS

1 Condição: O caminho em consideração inclui uma junta não cimentada com um sulco de largura inferior a 1 mm de largura e outro lado com sulco de largura igual ou maior que 1 mm.

2 Regra: A distância de separação deve ser medida em linha reta através da junta. A distância de escoamento deve acompanhar o contorno do sulco de largura superior a 1 mm, mas deve curto-circuitar o sulco de largura inferior ou igual a 1 mm.

Figura F.7 — Junta Não cimentada com sulco estreito e largo



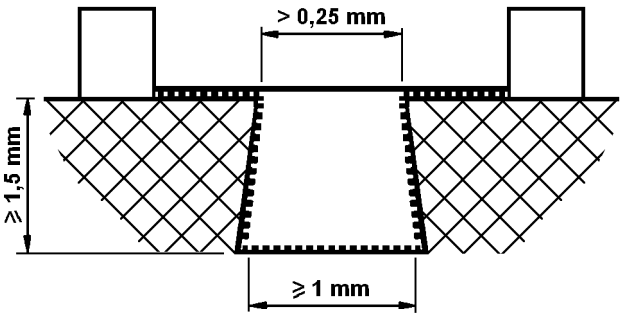
NOTA Para aplicar as exigências de distância de escoamento dadas nas situações livre de sujeira, normal ou sujeito a sujeira, em um caso onde exista mais de uma situação, os limites devem ser computados numa base de voltas por milímetro, de acordo com a distância medida em cada situação.

Figura F.8 — Rebaixo estreito

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS



NOTAS

1 Condição: O caminho em consideração inclui um sulco de lados divergentes de profundidade igual ou maior que 1,5 mm e de largura superior a 0,25 mm na região mais estreita e maior ou igual que 1 mm no fundo.

2 Regra: A distância de separação é a distância em linha reta. A distância de escoamento deve seguir os contornos do sulco.

3 A figura F.3 também é aplicável aos cantos internos, sempre que eles forem inferiores a 80º.

Figura F.9 — Rebaixo largo

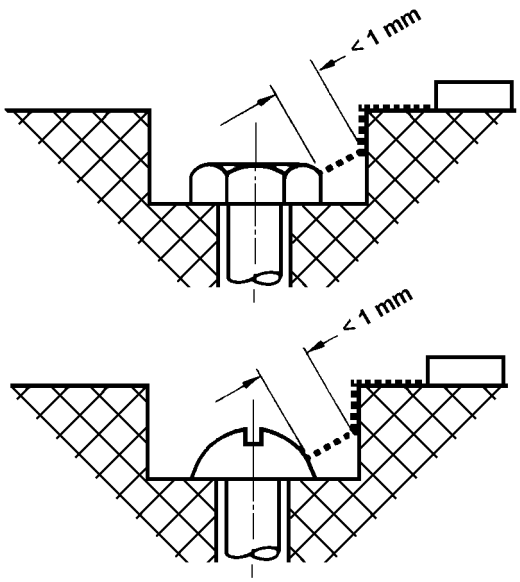


Figura F.10 — Espaço entre a cabeça de um parafuso e a parede de um rebaixo muito estreito para ser considerado

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

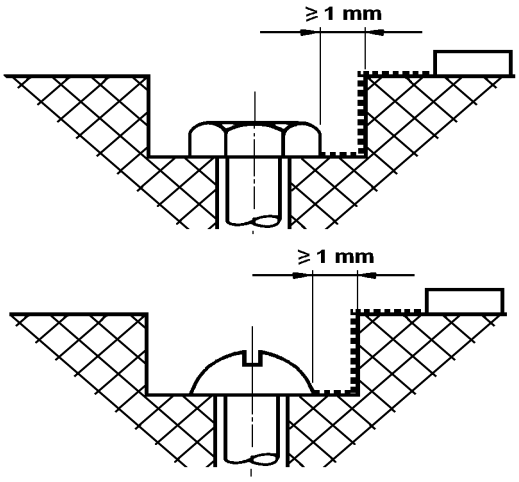


Figura F.11 — Espaço entre a cabeça de um parafuso e a parede de um rebaixo largo suficiente para ser considerado

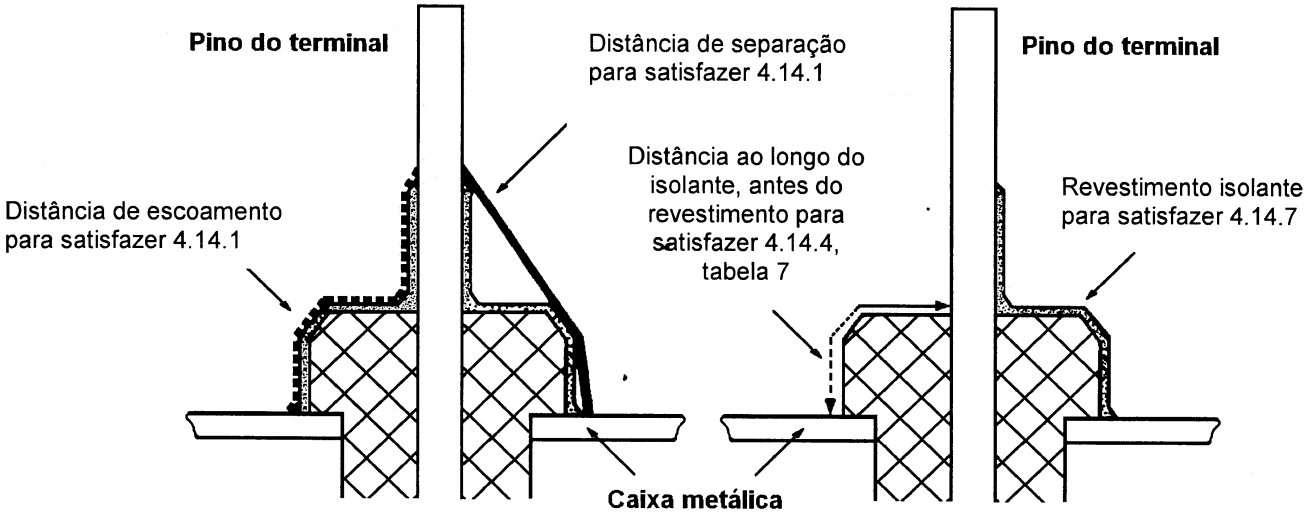


Figura F.12 — Exemplo de utilização de revestimento, para aumentar as distâncias de escoamento e de separação ao redor de um terminal

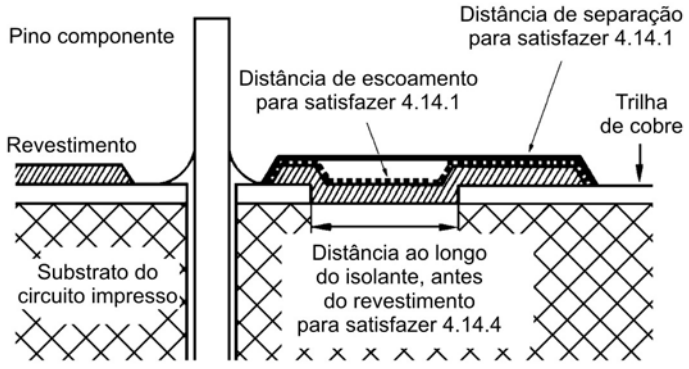


Figura F.13 — Exemplo de utilização de revestimento sobre circuito impresso

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

Impresso por: PETROBRAS

Anexo G
(normativo)

Marcação e instruções

G.1 As marcações e instruções devem seguir o especificado na tabela G.1

Tabela G.1 — Marcação e instruções

Requisito	Equipamento	Documento acompanhante [1)]	Embalagem
Potência nominal (VA)	X	X	X
Tensão nominal de entrada (V)	X	X	X
Faixa de tensão de entrada (V)		X	X
Tensão nominal de saída (V)	X	X	X
Freqüência nominal (Hz)	X	X	X
Corrente nominal de entrada (mA) ou (A)	X	X	
Nome do fabricante	X	X	X
Marca registrada ou marca de identificação	X	X	X
Modelo	X	X	X
Símbolo para equipamento classe II	X	X	X
Empilhamento máximo			X
Sensível à umidade			X
Fragilidade			X
Instruções para manutenção		X	
Instruções de instalação		X	
Distorção harmônica total introduzida		X	
Método de seleção da tensão de entrada		X	
Corrente nominal do fusível	X	X	
Tensão do fusível		X	
Tipo do fusível		X	
Rendimento com 100% de carga		X	
Polaridade dos conectores de entrada e saída CA (bornes)	X	X	
Polaridade das tomadas e do plugue de entrada de rede		X	
Necessidade de instalações adequadas para proteção		X	
Dispositivo de interrupção que desliga o equipamento		X	
Equipamento inadequado para aplicações relacionadas à sustentação da vida e monitoramento de funções vitais		X	
Advertência para corrente de fuga alta	X	X	
Posição de operação		X	
Indicação de ajuste de parâmetros	X	X	

[1)] Pode ser o manual do equipamento, folheto de instruções ou manual impresso na embalagem do produto.

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS

Anexo H
(normativo)

Ensaios específicos em componentes

H.1 Os componentes indicados neste anexo devem atender aos requisitos de resistência ao calor e ao fogo (compressão por esfera e fio incandescente), além de rigidez dielétrica, através dos ensaios das normas indicadas abaixo:

a) porta-fusível – IEC 60127–6;

b) tomada – ABNT NBR NM 60884-1;

c) interruptor – ABNT NBR IEC 61058 -1.

Com relação ao carretel utilizado no transformador, ele deve ser submetido ao ensaio de compressão por esfera a 130°C (classe B).

Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31

©ABNT 2006 - Todos os direitos reservados

Impresso por: PETROBRAS