

Conversor de Frequência para Controle de Rotação de Motor Elétrico

Procedimento

Esta Norma substitui e cancela a sua revisão anterior.

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. A Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma é a responsável pela adoção e aplicação das suas seções, subseções e enumerações.

Requisito Técnico: Prescrição estabelecida como a mais adequada e que deve ser utilizada estritamente em conformidade com esta Norma. Uma eventual resolução de não segui-la ("não conformidade" com esta Norma) deve ter fundamentos técnico-gerenciais e deve ser aprovada e registrada pela Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma. É caracterizada por verbos de caráter impositivo.

Prática Recomendada: Prescrição que pode ser utilizada nas condições previstas por esta Norma, mas que admite (e adverte sobre) a possibilidade de alternativa (não escrita nesta Norma) mais adequada à aplicação específica. A alternativa adotada deve ser aprovada e registrada pela Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma. É caracterizada por verbos de caráter não impositivo. É indicada pela expressão: **[Prática Recomendada]**.

Cópias dos registros das "não conformidades" com esta Norma, que possam contribuir para o seu aprimoramento, devem ser enviadas para a CONTEC - Subcomissão Autora.

As propostas para revisão desta Norma devem ser enviadas à CONTEC - Subcomissão Autora, indicando a sua identificação alfanumérica e revisão, a seção, subseção e enumeração a ser revisada, a proposta de redação e a justificativa técnico-econômica. As propostas são apreciadas durante os trabalhos para alteração desta Norma.

"A presente Norma é titularidade exclusiva da PETRÓLEO BRASILEIRO S. A. - PETROBRAS, de aplicação interna na PETROBRAS e Subsidiárias, devendo ser usada pelos seus fornecedores de bens e serviços, conveniados ou similares conforme as condições estabelecidas em Licitação, Contrato, Convênio ou similar.

A utilização desta Norma por outras empresas/entidades/órgãos governamentais e pessoas físicas é de responsabilidade exclusiva dos próprios usuários".

Apresentação

As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho - GT (formados por Técnicos Colaboradores especialistas da Companhia e de suas Subsidiárias), são comentadas pelas Unidades da Companhia e por suas Subsidiárias, são aprovadas pelas Subcomissões Autoras - SC (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando as Unidades da Companhia e as Subsidiárias) e homologadas pelo Núcleo Executivo (formado pelos representantes das Unidades da Companhia e das Subsidiárias). Uma Norma Técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela sua Subcomissão Autora e deve ser reanalisada a cada 5 anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a Norma Técnica PETROBRAS N-1. Para informações completas sobre as Normas Técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

1 Escopo

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis e as práticas recomendadas para a especificação de conversor de frequência para controle de rotação de motor elétrico de corrente alternada, utilizado nas instalações da PETROBRAS.

1.2 Esta Norma não se aplica a conversores de frequência de tensão de saída maior que 15 kV.

1.3 Esta Norma não define a configuração do sistema elétrico alimentador do conversor de frequência, nem especifica nenhum componente elétrico ou eletrônico de proteção ou controle cujo uso depende da análise do sistema elétrico onde o conversor de frequência está instalado. Assim, não é do escopo desta Norma, por exemplo, a especificação de ramo de "by-pass" ou das características dos fusíveis ou dos disjuntores de proteção, entre outros. Para cada projeto, a especificação de tais componentes é de responsabilidade do projetista da instalação.

1.4 Esta Norma se aplica a aquisições deste tipo de equipamento, a partir da data de sua edição.

1.5 Esta Norma contém Requisitos Técnicos e Práticas Recomendadas.

2 Referências Normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes dos referidos documentos.

PETROBRAS [N-1219](#) - Cores;

PETROBRAS [N-2919](#) - Motores Elétricos Trifásicos de Indução ou Síncronos;

PETROBRAS [N-2928](#) - Transformadores de Potência;

ABNT [NBR IEC 60068-2-30](#) - Ensaios Climáticos - Parte 2-30: Ensaios - Ensaio Db: Calor Úmido, Cíclico (Ciclo de 12 h + 12 h);

ABNT [NBR IEC 60529](#) - Graus de Proteção Providos por Invólucros (código IP);

ABNT [NBR IEC 61892-1](#) - Unidades Marítimas Fixas e Móveis - Instalações Elétricas - Parte 1: Requisitos e Condições Gerais;

ABNT [NBR IEC 62326-1](#) - Placas de Circuito Impresso - Parte 1: Especificação Genérica;

ABNT [NBR IEC 62326-4](#) - Placas de Circuito Impresso - Parte 4: Placa Rígida Multicamada com Interconexões entre as Camadas - Especificação Seccional;

IEC [60034-1](#) - Rotating Electrical Machines - Part 1: Rating and Performance;

IEC 60076 (série) - Power Transformers;

IEC [60146-1-1](#) - Semiconductor Converters - General Requirements and Line Commutated Converters - Part 1-1: Specifications of Basic Requirements;

IEC [60146-2](#) - Semiconductors Converters - Part 2: Self-Commutated Semiconductor Converters Including Direct d.c. Converters;

IEC [60533](#) - Electrical and Electronic Installations in Ships - Electromagnetic Compatibility (EMC) - Ships with a Metallic Hull;

IEC [60664-1](#) - Insulation Coordination for Equipment within Low-Voltage Systems - Part 1: Principles, Requirements and Tests;

IEC [60664-3](#) - Insulation Coordination for Equipment within Low-Voltage Systems - Part 3: Use of Coating, Potting or Moulding for Protection against Pollution;

IEC [60721-3-3](#) - Classification of Environmental Conditions - Part 3-3: Classification of Groups of Environmental Parameters and their Severities Stationary use at Weatherprotected Locations;

IEC 61000 (série) - Electromagnetic Compatibility (EMC);

IEC [61000-3-2](#) - Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 3-2: Limits - Limits for Harmonic Current Emissions (Equipment Input Current ≤ 16 A Per Phase);

IEC [61000-3-12](#) - Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 3-12: Limits - Limits for Harmonic Currents Produced by Equipment Connected to Public Low-Voltage Systems with Input Current > 16 A and ≤ 75 A per phase;

IEC [61086-1](#) - Coatings for Loaded Printed Wire Boards (Conformal Coatings) - Part 1: Definitions, Classification and General Requirements;

IEC [61086-2](#) - Coatings for Loaded Printed Wire Boards (Conformal Coatings) - Part 2: Methods of Test;

IEC [61188-5-1](#) - Printed Boards and Printed Board Assemblies - Design and Use - Part 5-1: Attachment (Land/Joint) Considerations - Generic Requirements;

IEC [61378-1](#) - Converter Transformers - Part 1: Transformers for Industrial Applications;

IEC [61800-2](#) - Adjustable Speed Electrical Power Drive Systems - Part 2: General Requirements - Rating Specifications for Low Voltage Adjustable Speed a.c. Power Drive Systems;

IEC [61800-3](#) - Adjustable Speed Electrical Power Drive Systems - Part 3: EMC Requirements and Specific Test Methods;

IEC [61800-4](#) - Adjustable Speed Electrical Power Drive Systems - Part 4: General Requirements - Rating Specifications for a.c. Power Drive Systems above 1 000 V a.c. and not Exceeding 35 kV;

IEC [61800-5-1](#) - Adjustable Speed Electrical Power Drive Systems - Part 5-1: Safety Requirements - Electrical, Thermal and Energy;

IEC [TR 61641](#) - Enclosed Low-Voltage Switchgear and Controlgear Assemblies - Guide for Testing under Conditions of Arcing Due to Internal Fault;

IEC [TS 60034-25](#) - Rotating Electrical Machines - Part 25: AC Electrical Machines Used in Power Drive Systems - Application Guide;

IEEE [Std 1566](#) - Performance of Adjustable-Speed AC Drives Rated 375 kW and Larger;

IEEE [Std 1584](#) - Guide for Performing Arc-Flash Hazard Calculations (Includes Access to Additional Content).

3 Termos e Definições

Para os efeitos deste documento aplicam-se os seguintes termos e definições.

3.1

conversor de frequência

conjunto de dispositivos eletroeletrônicos, constituído de estágios retificador e inversor a semicondutores de potência, estágio de corrente contínua, módulos de controle e de regulação e filtros, com a finalidade de transformar frequência e tensão fixas da fonte de alimentação em frequência e tensão continuamente ajustáveis, para controle de rotação de motor elétrico

3.2

conversor de frequência de baixa tensão

conversor de frequência cuja tensão de saída do inversor é menor ou igual a 1 000 V

3.3

conversor de frequência de média tensão

conversor de frequência com tensão de saída do inversor de 1,0 kV a 36,2 kV

3.4

ciclo conversor

conversor direto de frequência, sem estágio de corrente contínua

3.5

retificador ativo

retificador composto por chaves semicondutoras controladas (liga e desliga), capaz de regenerar energia, controlar fator de potência e operar com baixa distorção harmônica de corrente

3.6

transformador de potência

transformadores de entrada e/ou saída (defasadores ou não, com dois ou mais enrolamentos)

3.7

“conformal coating” (para placas de circuito impresso)

revestimento elétrico isolante aplicado a placas de circuito impresso, para produzir uma fina camada de revestimento sobre a superfície, a fim de proporcionar uma barreira de proteção contra os efeitos prejudiciais do meio ambiente

3.8

ensaios de envelhecimento acelerado (“burn-in”)

ensaios realizados em placas de circuito impresso com os componentes energizados, submetidos a solicitações cíclicas de tensão, corrente e/ou outras variáveis, em ambiente com temperatura acima das condições normais de operação, com a finalidade de detecção de componentes que possam apresentar problemas de fabricação ou que venham a sofrer falhas prematuras do tipo “mortalidade infantil”

3.9

tropicalização

processo industrial de tratamento contra degradação de componentes eletrônicos e mecânicos, tais como aparecimento de fungos ou oxidação devido aos altos índices de umidade relativa do ar, salinidade, com o objetivo de assegurar o seu correto desempenho funcional, quando sujeitos às condições ambientais características de regiões com clima tropical

3.10**resolução de frequência**

valor mínimo de variação da frequência, que o conversor de frequência permite ser ajustado

4 Simbologia

BCS	Bombeio Centrífugo Submerso;
CC	Corrente Contínua;
CSI	"Current Source Inverter";
EMI	"Electromagnetic Interference";
PID	Proporcional / Integral / Derivativo;
PWM	"Pulse Width Modulation";
RFI	"Radio-Frequency Interference";
RTD	"Resistance Temperature Detector";
SCR	"Silicon Controlled Rectifier";
SMD	"Surface-Mount Device";
TDD	"Total Demand Distortion";
THD	"Total Harmonic Distortion";
VSI	"Voltage Source Inverter";
VVI	"Variable Voltage Inverter".

5 Condições Gerais

5.1 As Folhas de Dados recebem identificação específica para cada conversor de frequência. São preenchidas parcialmente pela PETROBRAS, devendo o fabricante completar integralmente o seu preenchimento e devolvê-la à PETROBRAS devidamente autenticada. O formulário da Folha de Dados é padronizado conforme modelo do Anexo A.

5.2 O conversor de frequência e seus acessórios, instalados em unidades marítimas flutuantes, devem atender os requisitos da entidade classificadora indicada na Folha de Dados.

5.3 As características específicas do motor devem ser indicadas em documento referenciado na Folha de Dados do conversor de frequência.

5.4 Os conversores de frequência que alimentam motores elétricos possuindo tipos de proteção "Ex", certificados para instalação em áreas classificadas de gases inflamáveis ou poeiras combustíveis, devem ser certificados em conjunto com o motor, conforme PETROBRAS [N-2919](#).

5.5 Quando houver divergências entre a Folha de Dados e esta Norma, prevalecem as informações contidas na Folha de Dados.

5.6 Qualquer discrepância ou alternativa apresentada pelo proponente em relação ao originalmente especificado pela PETROBRAS, deve ser explicitamente indicada em sua proposta, em item próprio intitulado "Desvios e Alternativas às Especificações".

NOTA Quando ocorrerem "desvios" ou "alternativas" é necessário haver na proposta as referências de correspondência aos números dos parágrafos correspondentes desta Norma, da Folha de Dados ou da Requisição de Material (RM).

5.7 Quaisquer conflitos que possam ocorrer entre o requerido nesta Norma e aqueles relacionados nas especificações, códigos ou normas de referência, Pedidos de Compra ou outros documentos de projeto devem ser levados ao conhecimento da PETROBRAS e nenhuma ação deve ser tomada antes que uma definição por escrito da PETROBRAS seja emitida.

6 Características Construtivas

6.1 Condições Ambientais

6.1.1 Os componentes eletrônicos e as placas de circuito impresso utilizados nos conversores de frequência devem possuir proteção contra atmosfera agressiva e presença simultânea de elevados níveis de umidade relativa do ar e de temperatura ambiente, possuindo tratamento específico do tipo “conformal coating”.

6.1.2 A menos que especificado em contrário na Folha de Dados o conversor de frequência deve ser projetado, fabricado, ensaiado e comissionado para operar continuamente nas condições nominais e sem perda de vida útil nas condições de temperatura ambiente citadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Temperatura Ambiente

Temperaturas	Unidades Terrestres	Unidades Marítimas
Mínima	5 °C	5 °C
Média Anual	30 °C	30 °C
Média Mensal	32 °C	35 °C
Média Diária	35 °C	40 °C
Máxima	40 °C	45 °C

6.1.3 A menos que especificado em contrário na Folha de Dados o conversor de frequência deve ser projetado e fabricado considerando temperaturas de armazenagem e transporte entre -25 °C e 55 °C.

6.1.4 A menos que especificado em contrário na Folha de Dados, o conversor de frequência deve ser capaz de operar continuamente em ambiente com umidade relativa entre 15 % e 90 %, sem condensação.

6.1.5 Conversores de frequência instalados em unidades marítimas flutuantes devem atender os requisitos mecânicos decorrentes dos movimentos da embarcação e vibrações no local da instalação.

6.1.6 O conversor de frequência e seus acessórios devem ser adequados para instalação em locais conforme especificado na Folha de Dados.

NOTA Recomenda-se que os locais de instalação do conversor sejam descritos conforme a classificação estabelecida na IEC [60721-3-3](#). **[Prática Recomendada]**

6.2 Características Gerais

6.2.1 O conversor de frequência deve ser basicamente composto de estágio de pontes retificadoras, estágio intermediário de corrente contínua e estágio inversor, complementados por módulos de controle do inversor e circuitos eletrônicos micro processados de comando e de regulação, de modo a obter-se frequência e tensão/corrente de saída continuamente reguláveis e controladas.

6.2.2 O conversor deve ser construído de modo a facilitar a manutenção e minimizar o tempo de reparo. Os componentes internos devem ser agrupados por função (módulo) e prover intercambiabilidade entre qualquer módulo que possua a mesma função.

6.2.2.1 Para conversores de frequência com potência maior ou igual a 150 kW, o conversor de frequência deve ser constituído de módulos independentes de potência, comando e controle.

6.2.2.2 Módulos com massa superior a 40 kg e que estejam a mais de 1,20 m do piso devem ter facilidades para extração e inserção considerando duas pessoas para manusear a peça.

6.2.3 O conversor de frequência deve ser projetado para permitir acesso e substituição de qualquer módulo ou placa de circuito impresso em tempo inferior a duas horas, sem necessidade de ferramentas especiais.

6.2.4 É recomendável que a disposição dos componentes, pontos de ensaio e réguas de bornes terminais seja tal que permita o acesso para ensaios dos circuitos, ajustes, reparos e manutenção pela parte frontal do conversor de frequência, sem a necessidade da remoção de qualquer módulo adjacente, placa de circuito impresso ou outro componente. **[Prática Recomendada]**

6.2.5 Os componentes e sistemas do conversor de frequência devem ser projetados para funcionamento contínuo, sob condição nominal de potência de saída, considerando inclusive os ciclos de sobrecarga admissíveis, temperatura ambiente especificada e sob condição de controle contínuo de rotação em toda a faixa de frequência de saída do conversor de frequência, sem redução de capacidade do sistema.

6.2.6 O projeto e montagem do conversor de frequência (incluindo os circuitos de força e de controle) deve ser feito de modo a minimizar possibilidade de curto-circuito nas partes de potência e que uma falha em um determinado componente não se propague em cascata ou induza outra falha nos demais componentes.

NOTA 1 Em conversores de potência maior ou igual a 375 kW e menor ou igual a 5 000 kW, é recomendado que a substituição de módulo de potência, ou célula de potência, de chaves semicondutoras, indutores e capacitores seja realizada em no máximo duas horas, considerando que a reforma dos capacitores de potência já foi realizada e que os sobressalentes e ferramentas recomendadas pelo fabricante estão disponíveis. **[Prática Recomendada]**

NOTA 2 Para conversores de frequência de média tensão de potência superior a 5 000 kW é recomendado que seja realizado ensaio de tipo ou apresentado relatório de testes realizados em protótipos, comprovando que eventual falha ocorrida no circuito de força não se propaga de forma a causar falhas em outras partes do conversor de frequência. Falhas a serem ensaiadas: curto-circuito no barramento interno de alimentação dos semicondutores de potência (CA e CC), explosão de um semicondutor de potência e explosão de um capacitor de potência. No caso do ensaio curto-circuito no barramento interno, é aceitável que o fabricante comprove através de ensaio (conforme acordo entre a PETROBRAS e o fabricante) que o curto-circuito não ocorre. O critério de aceitação é que na ocorrência de defeito interno ao conversor de frequência a manutenção corretiva deve ser realizada em menos de vinte e quatro horas, considerando disponíveis os sobressalentes recomendados pelo fabricante. **[Prática Recomendada]**

6.2.7 O projeto do conversor de frequência deve prever a instalação de dispositivos capazes de proteger o conversor de frequência contra os efeitos de surtos de tensão e do acúmulo de cargas eletrostáticas.

6.2.8 Os acessórios que necessitam ser fornecidos juntamente com o conversor de frequência (proteções, comandos e outros), são indicados pela PETROBRAS na Folha de Dados e especificados em documento anexo.

6.2.9 Os isoladores das barras, suportes e peças de junção devem ser de material não higroscópico e não inflamável.

6.2.10 A Figura 1 a seguir representa os limites das especificações técnicas desta Norma.

NOTA Em caso de conversores de frequência com transformador de potência, reator ou filtro de harmônicos dedicado, estes componentes fazem parte do escopo desta Norma.

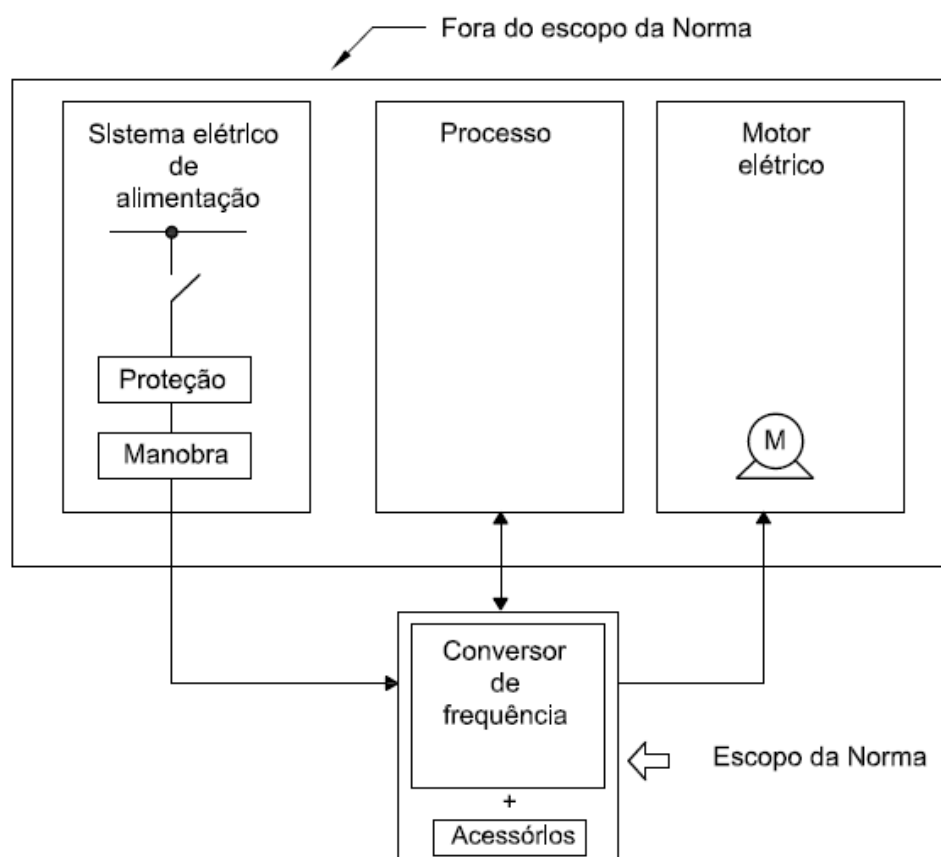


Figura 1 - Delimitação do Escopo da PETROBRAS N-2547

6.2.11 A menos que especificado em contrário na Folha de Dados, o conversor de frequência montado em painel deve ser provido de resistores de aquecimento, um para cada seção vertical ou compartimento. Os resistores de aquecimento devem ser alimentados por fonte externa ao conversor de frequência, protegidos por disjuntor termomagnético e controlados automaticamente por meio de termostato com faixa de graduação máxima em 60 °C.

6.2.12 A menos que especificado em contrário na Folha de Dados, para conversores de frequência de baixa tensão, a tensão auxiliar ou de controle necessária aos circuitos internos, excetuando-se os circuitos dos resistores de aquecimento, deve ser obtida a partir de transformadores ou fontes internas próprias.

6.2.13 Para conversores de frequência de média tensão, quando a alimentação auxiliar ou de controle necessária aos circuitos internos dos conversores de frequência for proveniente de fonte externa, as tensões utilizadas devem ser indicadas na Folha de Dados.

6.2.14 O conversor de frequência deve atender aos requisitos da IEC [61800-5-1](#).

6.3 Invólucro

6.3.1 O conversor de frequência deve apresentar grau de proteção indicado em sua Folha de Dados, de acordo com a ABNT [NBR IEC 60529](#).

6.3.2 O conversor de frequência deve possuir em sua estrutura metálica, furação adequada para a colocação de dispositivos destinados à fixação do mesmo em painel, parede ou piso, conforme indicado na Folha de Dados.

6.3.3 Quando o conversor de frequência for do tipo com estrutura autosuportada, deve possuir as seguintes características:

- a) estrutura construída em chapas de aço de espessura mínima 2,65 mm (12 USG) para conversores de frequência de média tensão;
- b) estrutura construída em chapas de aço de espessura mínima 1,90 mm (14 USG) para conversores de frequência de baixa tensão; **[Prática Recomendada]**
- c) acesso frontal a todos os componentes internos através de porta dobradiça; **[Prática Recomendada]**
- d) portas, tampas laterais e de fechamento construídas em chapa de aço de espessura mínima de 1,50 mm (16 USG), reforçadas onde necessário para garantir a adequada rigidez mecânica; **[Prática Recomendada]**
- e) procedimento de tratamento e pintura das chapas metálicas do tipo eletrostático a pó, com elevado desempenho para as condições ambientais indicadas na Folha de Dados;
- f) cor final de acabamento deve estar de acordo com o especificado na Folha de Dados. Quando não especificada, é recomendável o uso da cor cinza clara correspondente ao código 0065 da PETROBRAS [N-1219](#) (Munsell N 6.5); **[Prática Recomendada]**
- g) cor final das placas internas para montagem de componentes e/ou portas internas/barreiras de segurança, faces e proteções internas de caixas de dispositivos elétricos que possam ser abertas deve ser na cor laranja. É recomendado que esteja de acordo com o código 1867 (alaranjado segurança) da PETROBRAS [N-1219](#) (Munsell 2.5 YR 6/14); **[Prática Recomendada]**
- h) o fabricante deve apresentar, juntamente com a proposta, o seu procedimento de tratamento e pintura. Caso previamente aprovado pela PETROBRAS, é permitida a utilização do sistema de tratamento e pintura padrão do fabricante.

6.3.4 As partes metálicas que compõem o conversor de frequência, não previstas para condução de corrente, devem possuir continuidade elétrica e serem ligadas ao barramento de terra do painel. O barramento deve ficar localizado na parte inferior interna de cada coluna do conversor de frequência, e deve possuir um conector de compressão, adequado para a ligação de um cabo de aterramento de cobre nu, encordoado, com seção nominal conforme indicado na Folha de Dados. As portas devem possuir continuidade elétrica com a estrutura metálica do conversor de frequência através de cordoalha flexível de cobre.

6.3.5 Todas as entradas e saídas de cabos de força, controle, automação e aterramento do conversor de frequência devem estar localizadas na parte inferior do painel do conversor de frequência, salvo especificação em contrário na Folha de Dados.

6.4 Proteção contra Arco Elétrico Interno

Para conversor de frequência montado em estrutura auto-suportada, caso o nível de energia incidente de arco elétrico, calculado conforme IEEE Std 1584, supere $33,47 \text{ J/cm}^2$ (ou 8 cal/cm^2), recomenda-se a instalação de monitor de arco elétrico em seu cubículo de entrada, ou no caso de Baixa Tensão, que este cubículo seja “arc ignition protected zone” conforme definido na IEC TR 61641. O monitor de arco elétrico atuando no disjuntor a montante. **[Prática Recomendada]**

6.5 Transformador de Potência

6.5.1 Caso exista, o transformador de potência deve ser projetado, fabricado e ensaiado conforme a IEC 61378-1.

6.5.2 O transformador de potência deve atender as condições ambientais especificadas em 6.1.

6.5.3 A menos que especificado em contrário na Folha de Dados o transformador de potência deve ser projetado e fabricado para uma vida útil mínima de 20 anos. O isolamento do transformador deve ser dimensionado considerando as perdas devidas à componente fundamental da corrente e seus harmônicos, a componente fundamental da tensão, seus harmônicos, sua componente CC e os picos devido à operação do conversor de frequência. Além disso, considerar os esforços mecânicos e a presença de contaminantes no ambiente. O dimensionamento deve ser feito para atingir a vida útil especificada.

6.5.4 A menos que especificado em contrário na Folha de Dados, o transformador de potência deve ser do tipo seco e seus enrolamentos devem utilizar material isolante de classe F com elevação de temperatura inferior a elevação da classe B, sob condições nominais de operação.

6.5.5 Os transformadores de potência maior ou igual a 300 kVA devem possuir proteção contra sobretensão nos enrolamentos.

NOTA Recomenda-se que a proteção de sobretensão seja baseada em monitoração instalada nos pontos mais quentes dos enrolamentos. **[Prática Recomendada]**

6.5.6 A especificação mínima do transformador de potência que alimenta o conversor de frequência deve ser fornecida pelo fabricante do conversor de frequência. Atenção especial deve ser dada para conversores de frequência de 12 ou mais pulsos, cujo nível de tensão de isolamento de cada enrolamento secundário deve ser compatível com a topologia do conversor de frequência.

6.6 Reator (Entrada ou Saída)

6.6.1 A menos que especificado em contrário na Folha de Dados, o reator deve atender as condições ambientais especificadas em 6.1.

6.6.2 A menos que especificado em contrário na Folha de Dados o reator deve ser projetado e fabricado para uma vida útil mínima de 20 anos. O isolamento do reator deve ser dimensionado considerando as perdas devidas à componente fundamental da corrente e seus harmônicos, a componente fundamental da tensão, seus harmônicos, sua componente CC e os picos devido à operação do conversor de frequência. Além disso, considerar os esforços mecânicos e a presença de contaminantes no ambiente. O dimensionamento deve ser feito para atingir a vida útil especificada.

6.6.3 A menos que especificado em contrário na Folha de Dados, o reator deve ser do tipo seco e seus enrolamentos devem utilizar material isolante de classe F com elevação de temperatura inferior a elevação da classe B, sob condições nominais de operação.

6.6.4 O reator de entrada ou saída de conversor de frequência de potência maior ou igual a 1 000 kVA deve possuir proteção contra sobretensão nos enrolamentos.

NOTA Recomenda-se que a proteção de sobretensão seja baseada em monitoração instalada nos pontos mais quentes dos enrolamentos. **[Prática Recomendada]**

6.7 Identificação

6.7.1 Os componentes internos e blocos de terminais devem ser identificados com placas ou anilhas.

6.7.2 A placa de identificação do conversor de frequência montado em estrutura autosuportada deve ser fixada do lado externo e deve ser feita de material resistente à corrosão (aço inoxidável série AISI 300). A placa deve conter, no mínimo, os seguintes dados:

- a) nome do fabricante ou marca registrada;
- b) tensão de alimentação, número de fases e frequência nominal;
- c) corrente máxima de alimentação de força, em regime contínuo, ou potência em kVA;
- d) máxima corrente de curto-circuito simétrico suportada e tempo de ensaio;
- e) máxima tensão de saída;
- f) corrente nominal de saída em regime permanente;
- g) corrente momentânea (sobrecarga) suportável durante 60 segundos;
- h) faixa de controle de frequência de saída;
- i) PETRÓLEO BRASILEIRO S/A - PETROBRAS
- j) nome da Unidade Operacional ou Órgão da PETROBRAS;
- k) número PETROBRAS de identificação do conversor de frequência (TAG);
- l) número da RM;
- m) número do Pedido de Compra (PC) ou do Pedido de Compra de Bens e Serviços (PCS), (nos casos de processos de compra realizados diretamente pela PETROBRAS);
- n) em alternativa a m), o número do contrato, nos casos de aquisição embutida em contrato do tipo preço global ("Turn Key", "Lump Sum" etc.).

NOTA 1 Os dados das i) até n) podem ser incluídos na placa de identificação ou em placa adicional, fabricada em material idêntico ao da placa principal.

NOTA 2 Para conversores de frequência não montados em estrutura autosuportada a placa de identificação deve ser fornecida avulsa.

NOTA 3 Para unidades marítimas de produção, o material da placa deve ser o aço inoxidável AISI 316.

6.7.2.1 O painel deve ser dotado de uma segunda placa de identificação suplementar de aço inoxidável da série AISI 300 de acordo com a Figura 2.

NOTA Para unidades marítimas de produção, o material da placa deve ser o aço inoxidável AISI 316.