

Manual de Instalação e Especificações Técnicas: Transformador de Potencial TPF25

1. Visão Geral e Aplicação Estratégica

O Transformador de Potencial TPF25 (Classe de Tensão 24,2 kV) é um componente crítico projetado para o encapsulamento em resina epóxi sob vácuo, destinado à instalação interna (indoor) em subestações e painéis de média tensão. Como Especialista em Documentação Técnica, reitero que a função do TPF25 transcende a simples redução de tensão; ele provê o isolamento galvânico indispensável entre os circuitos de potência e os sistemas de medição e proteção. A robustez do encapsulamento em epóxi não apenas garante a rigidez dielétrica, mas é o pilar da confiabilidade operacional e da segurança dos operadores, mitigando riscos de falhas catastróficas em ambientes industriais de regime contínuo.

Esta confiabilidade é sustentada por parâmetros técnicos rigorosos que detalhamos a seguir.

2. Especificações Técnicas e Parâmetros de Operação

A precisão no dimensionamento é o que separa uma operação segura de uma falha sistêmica. A tabela abaixo consolida os dados nominais, destacando a relevância de cada parâmetro para o sistema.

Parâmetro	Valor / Especificação	Impacto Operacional
Modelo	TPF-25	Padronização para manutenção e substituição rápida.
Tensão Máxima	24,2 kV	Tensão limite de isolamento para a classe de operação.
Classe de Exatidão	0,3 P 25 / 1,2 P50	0,3 para medição/faturamento e P (Proteção) para garantir fidelidade em regime de falta.
Tensão Primária*	15.000 V a 23.800 V	Flexibilidade de aplicação em diferentes níveis de rede.
Tensão Secundária*	$115/\sqrt{3}$ V – 110V – 115V – 220V – 230V	Compatibilidade com instrumentos de medição e relés.
Nível de Isolamento	50 / 125 / - kV	50kV (Freq. Industrial) / 125kV (BIL - Impulso Atmosférico).
Potência Térmica*	400 VA	Permite alimentar múltiplas cargas secundárias (relés e medidores) sem sobreaquecimento.
Descargas Parciais	< 50 pC	Previne a "arborescência elétrica" na resina, evitando falha prematura do isolamento.
Classe de Temp.	A (105°C)	Estabilidade térmica garantida dentro dos limites normatizados.

** Outros valores sob consulta para projetos especiais.*

Análise de Engenharia: A exatidão de **0,3 P 25** garante que o erro de medição seja mínimo para fins de faturamento, enquanto a classificação "P" assegura que o transformador não sature prematuramente durante distúrbios na rede, mantendo a proteção ativa. O controle de descargas parciais abaixo de **50 pC** é o principal indicador de qualidade do processo de fundição, eliminando microbolhas de ar que poderiam causar a degradação lenta (arborescência) do dielétrico.

3. Características Físicas e Dimensionais

A integração mecânica em cubículos de média tensão exige precisão milimétrica. O TPF25, com massa aproximada de **30 kg**, foi projetado para otimização de espaço sem comprometer as distâncias de escoamento.

Dimensões Nominais:

- **Comprimento Total:** 357 mm
- **Altura Total:** 280 mm
- **Largura:** 173 mm

Orientações para Montagem Mecânica:

- **Base de Fixação:** O equipamento utiliza uma base metálica robusta com tratamento anticorrosivo.
- **Pontos de Ancoragem:** A fixação deve ser feita através de **2 rasgos oblongos de 9,2 x 19 mm**, que permitem maior tolerância no alinhamento durante a instalação.
- **Distanciamento:** A distância entre os centros dos rasgos de fixação é de **150 mm**.
- **Orientação dos Terminais:** Os terminais de alta tensão (H1 e H2) estão localizados na face superior, facilitando a conexão com barramentos aéreos, enquanto o bloco secundário e o terminal de aterramento situam-se na base/lateral inferior para fácil acesso de cabeamento de controle.

4. Guia de Conexão e Segurança

A instalação deve seguir rigorosamente as normas de segurança em instalações elétricas (NR10).

- **Lado Primário (H1, H2):** Conexões de alta tensão. Verifique se as superfícies de contato estão limpas e devidamente torquedadas para evitar pontos quentes.
- **Lado Secundário (X1, X2, X3):** Terminais de baixa tensão para medição e proteção.
- **Aterramento:** É obrigatório o aterramento da base metálica através do terminal identificado com o símbolo ($\frac{1}{\equiv}$) localizado próximo ao bloco secundário, garantindo a equalização de potencial e segurança contra contatos indiretos.
- **Grupo de Ligação:** Configurável para **Grupo 1 ou 2** (conforme solicitado no pedido), essencial para a correta defasagem angular em sistemas de proteção diferencial.

Mitigação de Riscos de Engenharia:

1. Curto-circuito no Secundário: Nunca curto-circuite os terminais secundários de um TP. Diferente de um transformador de corrente (TC), o curto-circuito no TP resultará em corrente excessiva, superaquecimento e destruição catastrófica do enrolamento.

2. **Polaridade:** A observância da marca de polaridade (ponto ou H1) é fundamental. Inversões de polaridade invalidam medições de potência ativa e podem causar o disparo indevido ou a falha de operação de relés de proteção direcionais.

5. Conformidade Normativa e Manutenção

O TPF25 é projetado e testado em conformidade com as exigentes normas brasileiras, garantindo interoperabilidade em redes de qualquer concessionária.

- **NBR6855:** Define as características de desempenho e limites de erro para transformadores de potencial.
- **NBR10020:** Estabelece os métodos de ensaio e requisitos de segurança para transformadores de instrumentos.

O cumprimento destas normas assegura que o equipamento passou por ensaios de elevação de temperatura, tensão aplicada e impulso, facilitando processos de auditoria e garantindo que o ativo tenha uma vida útil estendida em condições severas.