

Manual de Instalação e Operação: Transformador de Potencial TPAE-25

1.0 Introdução ao Produto

1.1. Análise do Equipamento O Transformador de Potencial (TP) modelo TPAE-25 é um equipamento de alta confiabilidade projetado para operar em sistemas elétricos de média tensão, especificamente na classe de 24,2kV. Sua função principal é rebaixar os níveis de tensão do circuito primário para valores seguros e precisos, permitindo a medição por instrumentos e a atuação de relés de proteção. Desenvolvido para aplicações externas, seu design robusto garante confiabilidade e durabilidade sob diversas condições ambientais.

1.2. Finalidade do Manual Este documento fornece as diretrizes essenciais para a instalação, conexão, comissionamento e operação segura do transformador TPAE-25. O cumprimento rigoroso destes procedimentos é fundamental para garantir não apenas o desempenho ideal e a longevidade do equipamento, mas também a segurança dos operadores e a integridade do sistema elétrico ao qual está conectado.

1.3. Público-Alvo Este manual é destinado exclusivamente a técnicos, engenheiros e eletricitas qualificados, que possuam certificação e experiência comprovada no manuseio de equipamentos de média e alta tensão. A operação deste dispositivo por pessoal não qualificado é estritamente proibida.

1.4. Imagem do Produto *Figura 1: Transformador de Potencial Mult Inst. Modelo TPAE-25.*

2.0 Precauções Críticas de Segurança

2.1. Contextualização da Seção A manipulação de equipamentos de média tensão, como o TPAE-25, envolve riscos inerentes de choque elétrico e arco voltaico, que podem resultar em ferimentos graves, fatalidades e danos significativos à infraestrutura elétrica. Esta seção destaca os protocolos de segurança indispensáveis que devem ser seguidos sem exceção. A negligência de qualquer uma destas diretrizes é inaceitável e coloca vidas em risco.

2.2. Diretrizes de Segurança Fundamentais

- **Desenergização e Aterramento:** Antes de iniciar qualquer procedimento de instalação, manutenção ou inspeção, o circuito primário deve ser completamente desenergizado, bloqueado e devidamente aterrado de acordo com as normas de segurança vigentes.
- **Equipamento de Proteção Individual (EPI):** É obrigatório o uso de todos os EPIs adequados para trabalhos em redes de 24,2kV, incluindo, mas não se limitando a, capacete com viseira, luvas isolantes, vestimentas anti-chama e calçados de segurança.
- **Circuito Secundário: NUNCA** abra ou desconecte o circuito secundário do transformador de potencial enquanto o circuito primário estiver energizado. A abertura do secundário sob carga pode induzir tensões extremamente elevadas, representando um risco mortal.
- **Compatibilidade do Sistema:** Verifique rigorosamente se o Nível de Isolamento (NI) do transformador (50/125 kV ou 50/150 kV) é compatível e adequado para a tensão de surto do sistema onde será instalado. Uma incompatibilidade pode levar a falhas catastróficas do isolamento.

A seguir, as especificações técnicas detalham os parâmetros críticos do TPAE-25. Dominar estes dados é um pré-requisito para prosseguir com uma instalação segura e bem-sucedida.

3.0 Especificações Técnicas

3.1. Análise Estratégica das Especificações Esta seção detalha os parâmetros técnicos operacionais do transformador TPAE-25. A correta interpretação destas especificações é crucial para que o engenheiro ou técnico responsável possa garantir a total compatibilidade do equipamento com os requisitos do projeto, a precisão esperada para os instrumentos de medição e a segurança de toda a instalação.

3.2. Tabela de Especificações Técnicas

Parâmetro	Valor
Modelo	TPAE-25
Uso	Externo
Classe de Tensão Máxima	24,2kV
Tensão Primária Nominal	15000V a 23800V
Tensão Secundária Nominal	115/ $\sqrt{3}$ V, 110V, 115V, 220V, 230V
Potência Térmica Nominal	1000VA
Classe de Exatidão	0,3 P 75 / 1,2 P200
Nível de Isolamento (NI)	50 / 125 / - kV ou 50 / 150 / - kV
Descargas Parciais	< 50 pC
Grupo de Ligação	1 ou 2
Classe de Temperatura	A
Peso Aproximado	36 Kg
Normas Aplicáveis	ABNT NBR6855, NBR10020

Nota: Outros valores disponíveis sob consulta ao fabricante.

3.3. Análise de Parâmetros Chave Três especificações exigem atenção especial durante a fase de planejamento e instalação:

- **Peso (36 Kg):** O peso considerável do equipamento exige um planejamento logístico para o transporte, içamento e manuseio no local da instalação. Devem ser utilizados equipamentos de elevação apropriados e

técnicas seguras para evitar acidentes e danos ao transformador.

- **Uso Externo:** O design do TPAE-25 é otimizado para suportar intempéries. No entanto, a montagem deve garantir uma instalação que facilite a drenagem de água da chuva e proteja o equipamento contra danos mecânicos ou acúmulo de detritos, especialmente na caixa de terminais secundários.

- **Nível de Isolamento (NI):** A seleção do NI correto é uma decisão crítica de engenharia. O valor escolhido deve ser superior aos níveis de sobretensão esperados no sistema elétrico para prevenir falhas dielétricas, que podem comprometer o equipamento e a segurança da subestação.

O conhecimento detalhado destas especificações é o que permite avançar para a fase de preparação da instalação física do equipamento.

4.0 Procedimentos de Instalação

4.1. Contextualização do Processo Esta seção descreve as etapas sequenciais para a correta instalação física e elétrica do transformador. A atenção meticulosa aos detalhes nesta fase é um fator determinante para o desempenho preciso, a confiabilidade operacional e a longevidade do TPAE-25. A execução deve ser realizada exclusivamente por profissionais qualificados.

4.2. Etapa 1: Inspeção e Manuseio

1. **Inspeção Visual:** Antes de iniciar a montagem, realize uma inspeção completa no equipamento. Verifique a integridade dos isoladores (tipicamente de porcelana, como ilustrado na Figura 1), inspecionando minuciosamente as saias em busca de trincas, fissuras ou lascas que possam comprometer o isolamento.

2. **Verificação do Corpo:** Inspeção o corpo do transformador para garantir a ausência de danos causados pelo transporte.

3. **Caixa de Terminais:** Verifique a condição da caixa de terminais secundários, incluindo a vedação e os bornes de conexão.

4. **Manuseio:** Devido ao peso de 36 Kg, o manuseio deve ser feito com extremo cuidado. Utilize equipamentos de elevação adequados e evite impactos diretos no corpo do transformador ou em seus isoladores.

4.3. Etapa 2: Montagem Mecânica O transformador deve ser fixado em uma estrutura de montagem ou base de concreto robusta e devidamente nivelada. Utilize as sapatas de fixação, visíveis na base do equipamento (conforme Figura 1), para aparafusar firmemente a unidade à estrutura. Um aperto correto e uniforme dos parafusos é essencial para eliminar vibrações que possam comprometer as conexões elétricas e a estrutura do TP ao longo do tempo.

4.4. Etapa 3: Conexões Elétricas

Conexão Primária

Os cabos de média tensão devem ser conectados aos terminais localizados no topo dos isoladores primários. É imperativo utilizar conectores de compressão ou terminais apropriados para a classe de tensão de 24,2kV e para a bitola do cabo utilizado. As superfícies de contato devem estar limpas, secas e livres de oxidação para garantir uma conexão de baixa resistência.

Conexão Secundária

As conexões de baixa tensão, destinadas aos circuitos de medição e proteção, são realizadas dentro da caixa de terminais laterais. Siga rigorosamente o diagrama de ligação fornecido com o produto ou o esquema elétrico do projeto, respeitando a polaridade e o Grupo de Ligação (1 ou 2) especificado para a aplicação.

Aterramento

A conexão de aterramento é um requisito de segurança não negociável. O terminal de aterramento designado no corpo do transformador deve ser conectado de forma segura a uma malha de terra de baixa impedância, utilizando um condutor de cobre com bitola adequada. Esta conexão é vital para a proteção contra falhas e para a segurança pessoal.

Após a conclusão de todas as conexões, as verificações finais são a última etapa antes da energização do sistema.

5.0 Comissionamento e Verificações Finais

5.1. Introdução à Verificação A fase de comissionamento tem como objetivo validar metodicamente todas as etapas da instalação, confirmando que as conexões estão corretas, seguras e que o equipamento está pronto para entrar em operação de forma confiável e precisa. Nenhuma energização deve ocorrer antes da conclusão satisfatória desta fase.

5.2. Lista de Verificação (Checklist)

- Verificar o torque e o aperto de todas as conexões elétricas (primárias, secundárias e de aterramento).
- Inspecionar o aperto de todos os parafusos da montagem mecânica na estrutura de suporte.
- Confirmar visualmente que as ligações do circuito secundário correspondem exatamente ao diagrama elétrico do projeto.
- Realizar a medição da resistência de isolamento (megômetro) para garantir a integridade dielétrica. Os testes devem ser feitos entre o enrolamento primário e a terra, o secundário e a terra, e entre os enrolamentos primário e secundário. Recomenda-se a aplicação de 2.5kV ou 5kV DC por 1 minuto.
- Realizar uma inspeção visual final em toda a área para garantir que não há ferramentas, materiais ou objetos estranhos na proximidade do transformador.

5.3. Energização A energização do circuito primário só deve ser realizada após a conclusão e aprovação de todos os itens da lista de verificação. Durante o procedimento, todo o pessoal não essencial deve ser removido da área de risco. Monitore os instrumentos de medição no secundário imediatamente após a energização para confirmar o funcionamento correto do transformador.