

PROJETO DE SEP



Inst. Pablo Bosco



Desenvolvimento Industrial

PROJETO DE SEP - TRAFO

Os transformadores são empregados, dentro ou fora das subestações, para reduzir o valor da tensão de Média Tensão para Baixa Tensão.

Os transformadores empregados são normalmente de 13,8kV - 380V ou 13,8kV – 220V.



PROJETO DE SEP - TRAFÓ

A Cemig autoriza a utilização de Transformadores a Óleo e Transformadores a Seco.



SENAI

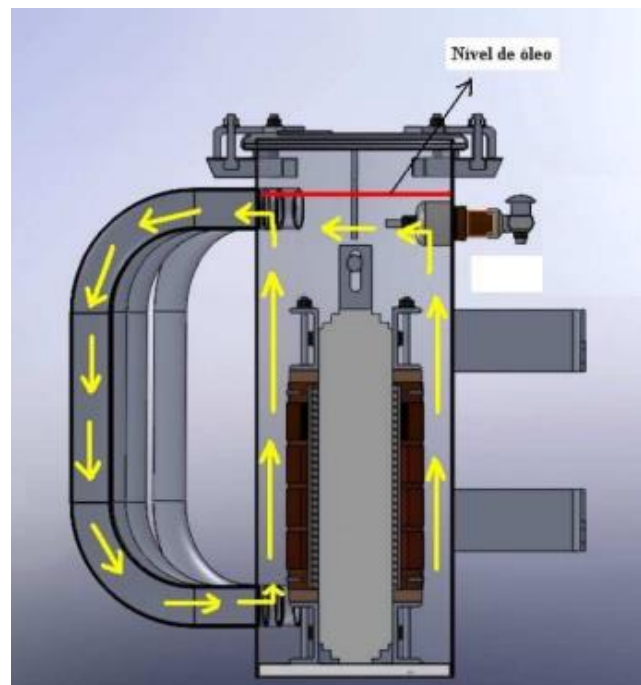
PROJETO DE SEP - TRAFO

Em locais onde a subestação seja parte integrante da edificação somente será permitido o emprego de transformadores a seco, a ND 5.3 traz o seguinte dizeres: “somente será permitido o emprego de transformadores com isolamento e encapsulamento em epóxi, mesmo que hajam paredes de alvenaria e portas corta-fogo.”



PROJETO DE SEP - TRAF0

Os transformadores a óleo são assim chamados por possuírem óleo em seu interior, que atua como isolante elétrico, extinção de arcos elétricos e resfriamento.



PROJETO DE SEP - TRAFÓ

Possuem vida útil estimada pelos fabricantes de 30 a 40 anos, mas o óleo deve ser constantemente inspecionado.



PROJETO DE SEP - TRAFÓ

No transformador a seco a isolação é obtida pelo emprego de uma resina epóxi que reveste suas bobinas. Já o resfriamento ocorre de meio natural, pelo ar que passa nos espaços entre bobinas.



PROJETO DE SEP - TRAFO

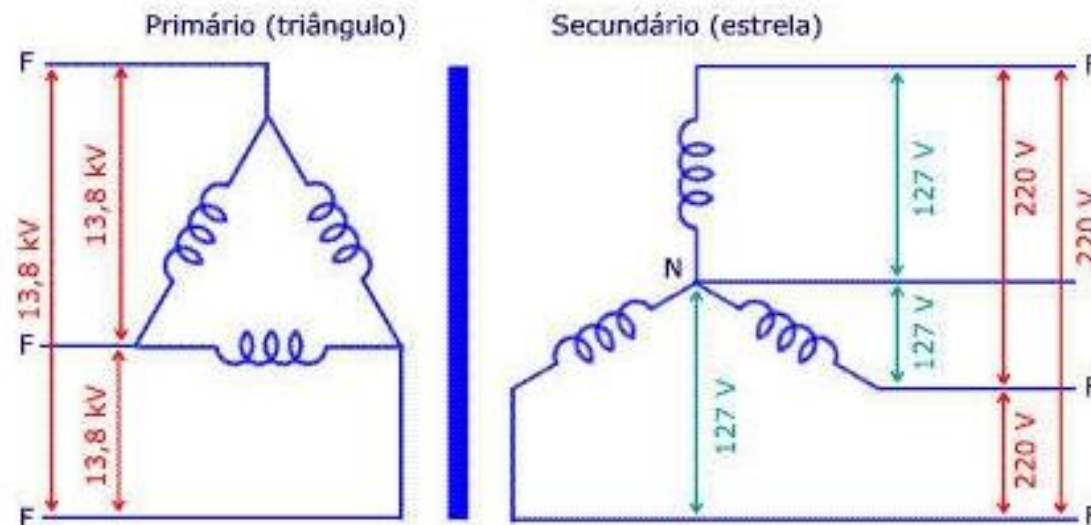
A ND 5.3 traz algumas orientações e recomendações sobre a escolha, dimensionamento e emprego de transformadores.

A primeira delas é quanto a capacidade mínima de transformação, que deve ser de 75kW.



PROJETO DE SEP - TRAFÓ

O transformador deve ter fechamento delta no primário (lado de alta) e estrela aterrado (Dyn1) no secundário (lado de baixa).



PROJETO DE SEP - TRAFO

Os transformadores devem ser instalados em locais que permitam: ventilação, operação, manutenção e remoção.



Dimensionamento de transformadores

O dimensionamento do transformador é feito com base em alguns parâmetros. Esses parâmetros são essenciais para a escolha do transformador adequado.

PROJETO DE SEP

Dimensionamento de transformadores

O primeiro parâmetro para o dimensionamento do transformador é conhecer o nível da tensão de entrada e tensão de saída (utilização). Normalmente as tensões são indicadas com valores de fase – fase.

Ex: 23,1kV – 380V



PROJETO DE SEP

Dimensionamento de transformadores

O lado de alta dos transformadores possuem tap de ajuste do nível de tensão, que conseqüentemente reflete no nível de tensão do lado de baixa.

- Classe de Tensão (kV): **24,2 KV**
- Tensão Primária: **23,1/22/20,9 kV**



<https://www.youtube.com/watch?v=IXq9bA2ZyPw>



SENAI

Dimensionamento de transformadores

O próximo parâmetro é determinar a potência do transformador. A potência do transformador deve ser capaz de atender as demandas das cargas instaladas e dispor de potência para um eventual aumento de carga.

PROJETO DE SEP

O calculo da potência para o transformador pode ser realizado por duas equações, uma que não prevê aumento de carga e outra que prevê um possível aumento futuro - PAC

Fórmula de Dimensionamento

$$PT = \frac{PI \times FD}{FP} \text{ kVA}$$

$$PT = \frac{PI \times FD \times PAC}{FP} \text{ kVA}$$

PT – potência total; PI – potência instalada; FD – fator de demanda
FP – fator de potência; PAC – previsão de aumento de carga



SENAI

PROJETO DE SEP

O fator de demanda pode ser calculado ou tabelado.

$$F_d = \frac{D_{\text{máx}}}{P_i}$$

F_d – fator de demanda ; P_i – potência instalada;
D_{máx} – demanda máxima

Fatores de demanda

Número de motores em operação	Fator de demanda em %
1 - 10	70 - 80
11 - 20	60 - 70
21 - 50	55 - 60
51 - 100	50 - 60
Acima de 100	45 - 55

- Alimentos e bebidas - 0,65
- Celulose, Papel e Papelão - 0,75
- Cimenteira - 0,83
- Construção Civil - 0,19
- Escolas e Universidades - 0,47
- Extração e beneficiamento de madeiras - 0,45
- Extração mineral - 0,58
- Fabricação de artefatos de ferro e aço - 0,49
- Fabricação de máquinas e aparelhos industriais - 0,59
- Fabricação de móveis - 0,61
- Fabricação de peças automotivas - 0,49
- Hospitais e Hotéis - 0,42
- Metalúrgica - 0,73
- Química e petroquímica - 0,85
- Siderúrgica - 0,87
- Supermercados - 0,72
- Têxtil - 0,71
- Usinas de açúcar e álcool - 0,82



Dimensionamento de transformadores

Caso haja correção do fator de potência, deve considerar ele como sendo 0,92 para consumidores do Grupo A ou B conectados em nível de tensão inferior a 69kV, e para os demais consumidores 0,95.

PROJETO DE SEP

Determinação do Banco de Capacitores para correção do fator de potência

Método analítico

$$P_c = P_{at} \times (\operatorname{tg} \psi_1 - \operatorname{tg} \psi_2)$$

P_c – potência banco de capacitores, em kvar;

P_{at} – potência ativa, em kW;

ψ_1 – ângulo do fator de potência original;

ψ_2 – ângulo do fator de potência desejado.



SENAI

PROJETO DE SEP

Atenção:

$\psi_1 = \arccos$ fator de potência original

$\psi_2 = \arccos$ fator de potência desejado

Como por exemplo:

$$\psi_1 = \arccos 0,81 = 35,90^\circ$$

$$\psi_2 = \arccos 0,92 = 23,07^\circ$$



SENAI

PROJETO DE SEP

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Determine o banco de capacitor para corrigir o fator de potência de um motor de 2,066kW com fator de potência de 0,81. Realizar a correção para 0,92.

$$P_c = P_{at} \times (\operatorname{tg} \psi_1 - \operatorname{tg} \psi_2)$$

$$\psi_1 = \arccos 0,81 = 35,90^\circ$$

$$\psi_2 = \arccos 0,92 = 23,07^\circ$$

$$P_c = 2.066 \times (\operatorname{tg} 35,90^\circ - \operatorname{tg} 23,07^\circ) \rightarrow P_c = 615,5 \text{ kvar}$$



SENAI

PROJETO DE SEP

Dimensionamento de transformadores de corrente -TC e potencial - TP

Nas subestações 2 e 5 as medições são realizadas em média tensão, e devido ao nível de tensão faz-se necessário o emprego de TC e TP para derivar corrente e tensão para níveis que possam ser levados aos instrumentos de medição e proteção.



PROJETO DE SEP

Dimensionamento de transformadores de corrente -TC e potencial - TP

Os TCs e TPs são fornecidos pela Cemig, mas cabe ao cliente sua instalação.

A Cemig, através da ND 5.3, faz algumas recomendações quando a instalação dos TCs e TPs.



PROJETO DE SEP

- ✓ A distância máxima entre a caixa de medição e os transformadores de instrumento é de 12,5m.
- ✓ Os eletrodutos que levam os condutores de conexão dos TCs e TPs a caixa de medição deve ser de no mínimo 40mm, de aço e ser instalado externamente nas paredes. Não é permitido a instalação de caixa de passagem ou conduletes no trecho.



PROJETO DE SEP

O dimensionamento do TC pode ser realizado por consultas em tabelas contidas na ND 5.3.

DIMENSIONAMENTO DO TC DE MEDIÇÃO EM 13,8KV

TRANSFORMADOR DE CORRENTE RELAÇÃO A A	DEMANDA kVA	
	FT = 1	FT = 1,5
5-5	ATÉ 100	ATÉ 100
10-5	DE 100 A 200	DE 100 A 300
15-5	DE 150 A 300	DE 150 A 400
20-5	DE 200 A 400	DE 200 A 600
25-5	DE 250 A 500	DE 250 A 750
30-5	DE 300 A 600	DE 300 A 900
40-5	DE 400 A 800	DE 400 A 1200
50-5	DE 500 A 1000	DE 500 A 1500
75-5	DE 750 A 1500	DE 750 A 2250
100-5	DE 1000 A 2000	DE 1000 A 3000
150-5	DE 1500 A 3000	DE 1500 A 4500
200-5	DE 2000 A 4000	DE 2000 A 6000
300-5	DE 3000 A 6000	DE 3000 A 9000
400-5	DE 4000 A 8000	DE 4000 A 12000



PROJETO DE SEP

Alguns parâmetros devem ser observados para a determinação correta do TC, tais como:

- ✓ tipo;
- ✓ corrente primária;
- ✓ corrente secundária;
- ✓ carga nominal;
- ✓ nível de isolação;
 - ✓ classe; e
- ✓ fator térmico.



PROJETO DE SEP

Exemplo

Tipos: *Janela, Barra fixa, Primário enrolado e Bucha*

Corrente Primária Nom. (I_n): *5 a 6000 A*

Corrente Secundária Nominal: *5 A*

Classe: *0,3 / 0,6 / 1,2 e 3,0 (p/ Medição)
2,5 / 5,0 / 10,0 (p/ Proteção)*

Carga Nominal: *2,5 a 100VA*

Frequencia Nominal: *60 Hz*

Nível de Isolação: *0,6 kV (baixa tensão)
15 - 25 kV (média tensão)*

Fator Térmico Nominal (F.T.): *$1,2 \times I_n$*



SENAI

PROJETO DE SEP

Classe

Refere-se a classe de exatidão do instrumento

CLASSE	APLICAÇÃO
0,3	Medidas de precisão, laboratório.
0,6	Faturamento (medida de energia), instrumentação operacional.
1,2	Instrumentação operacional, serviços de medição em geral.
3	Usado mais em indicações – amperímetros.



Fator Térmico

É um multiplicador da corrente primária nominal que determina o valor da corrente que o TC pode exceder sem afetar seus limites da temperatura suportável.

PROJETO DE SEP

O dimensionamento do TP pode ser realizado por consultas em tabelas contidas na ND 5.3.

DIMENSIONAMENTO DO TP DE MEDIÇÃO EM 13,8KV

Transformador de Potencial Relação de Transformação	medição
70 : 1	A TRÊS ELEMENTOS



Perguntas

