SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA

GSE - 16
16 a 21 Outubro de 2005
Curitiba - Paraná

GRUPO VIII
GRUPO DE ESTUDO DE SUBESTAÇÕES E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS – GSE

TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA – REVISÃO DA NBR5356 E NBR5380

Angelica da Costa O. Rocha - **CEMIG**
Geraldo Luis Nicola - **ELETRONORTE**
Gilson Bastos - **FURNAS**
Hitochi Taninaga - **ABB**
Ito Capinos* - **AREVA**
E outros

RESUMO

A atualização das normas técnicas é uma necessidade crescente e vai de encontro aos interresses das concessionárias e fabricantes, com intuito de utilizar as práticas mais autais e introduzir os mais recentes procedimentos e processos de fabricação e ensaios.
Assim a revisão das NBR 5356 Transformadores de Potência – Especificação e da NBR 5380 Transformadores de Potência - Método de ensaio, vem atender estas necessidades, além da adequaçao ao padrão de texto e formatação da IEC.

PALAVRA CHAVE

Transformador, Ensaio, Norma técnica

1.0 INTRODUÇÃO

Em 1996 por solicitação da ABINEE e segundo orientação do Comitê Mercosul, o COBEI – Comitê Brasileiro de Eletricidade convocou a Comissão de Trabalho CT 14 e sua sub Comissão de Estudo CE 14-01 para elaborar, junto com os demais Países que compõem aquele Mercado, as Normas Mercosul de Transformadores, baseada na Norma Internacional IEC.

Estas Normas, depois de publicadas, viriam a substituir as Normas de cada País e iriam uniformizar as práticas, os requisitos técnicos e as características especificas dos Transformadores de Potência facilitando assim o comércio entre os Países Membros do Mercosul, além de dotar a Comunidade de uma Norma Internacional nos Moldes da Norma IEC.

Com essa finalidade, a partir de março de 1997, engenheiros e especialistas de diversas Concessionárias e dos principais fabricantes de transformadores passaram a se reunir periodicamente para elaborar uma proposição de texto para as Normas, que seriam levadas a uma reunião ampla com os demais representantes dos Países Membros do Mercado Comum.

Ao mesmo tempo em que o Comitê Brasileiro elaborava seu texto, a IEC se reunia na Europa para revisar as partes 3 e 5 da Norma IEC 76, que versa sobre Níveis de Isolamento e Ensaios Dielétricos (IEC 76-3) e Capacidade para suportar a curto circuito (IEC 76-5) e que serviam de base para os trabalhos da Comissão.

Sabedor disto, o Comitê Brasileiro decidiu incluir, já no texto em elaboração as modificações introduzidas pela IEC, cujos trabalhos passaram então a ser acompanhados pelos membros da Comissão.

As atividades das duas Comissões seguiram em paralelo e foram concluídas quase que simultaneamente. A IEC emitiu a revisão na Norma IEC 76 em 2000, com a nova numeração IEC 60076 (Transformadores de Potência) - partes 1,2, 3 e 5 e em 2002 foi publicada a IEC 60076-4 (guia para ensaios de impulso de manobra e

Avenida Monteiro Lobato, 3285
07190-904 Guarulhos – SP
Ito.campinos@areva-td.com

atmosférico). Também no ano de 2000, o Comitê Brasileiro finalizou uma proposta de texto para a Norma Mercosul e a enviou aos comitês dos demais paises membros daquela Comunidade como proposta para discussão.

Entretanto, as dificuldades políticas que praticamente paralisaram as discussões para implantação do Mercosul naquela época também trouxeram impacto no Comitê de Normalização do Mercado Sul Americano, o que conduziu a paralisação das atividades de criação da Norma Mercosul de Transformadores.

Como forma de preservar e aproveitar o trabalho feito até aquele momento, a Comissão de Estudos CE 14-01 propôs à CT 14 que o trabalho desenvolvido fosse transformado em uma revisão das Normas Brasileiras NBR 5356 e 5380, atualizando e revisando seu texto e adequando seu formato às da Norma IEC 76, reconhecidamente a Norma mais aceita e utilizada internacionalmente, proposição esta que vinha ao encontro das diretrizes estabelecidas do Plano de Normalização Setorial (PNS 2000), que recomenda priorizar a adoção de normas internacionais.

Esta sugestão foi aceita pela CT 14, e assim a CE 14-01 desenvolveu uma completa revisão das Normas Brasileiras 5356 e 5380, tanto em sua forma como em seu conteúdo, compatibilizando-as às Normas IEC. Neste processo de revisão das Normas a Comissão de Estudos CE 14-01 procurou não apenas fazer uma mera tradução das Normas IEC, mas sim realizar uma detalhada analise do seu texto, adaptando-o as particularidades do Mercado Brasileiro, bem como aos interesses das Concessionárias e Fabricantes.

Quanto a organização da Norma o CE 14.01 adotou a mesma idéia de formatação da Norma IEC e assim a norma 5356 foi subdividida nas seguintes partes:

NBR 5356 - Parte 1: Transformadores de Potência - Generalidades
NBR 5356 - Parte 2: Transformadores de Potência – Aquecimento
NBR 5356 - Parte 3: Transformadores de Potência - Níveis de isolamento, ensaios dielétricos e espaçamentos externos em ar
NBR 5356 - Parte 5: Transformadores de Potência – Capacidade de resistir a curto-circuitos

Um outro ponto importante no trabalho foi a manutenção da Norma 5380, sem similar na IEC. Como se sabe, a NBR 5380, Transformadores de Potência – Método de ensaio é oriunda na Norma ANSI 57, norma norte americana no qual as NBR 5356 e 5380 originalmente foram baseadas. Como essa Norma é de grande importância para o setor, por apresentar e discutir os métodos para os ensaios dos transformadores, o Comitê decidiu revisá-la e atualizá-la mantendo-a com a mesma numeração original.

Nos capítulos seguintes serão apresentadas as modificações introduzidas nas Normas, procurando seguir a mesma ordenação da Norma, ou seja, parte por parte. Começaremos pela Parte 1 e prosseguiremos pelas demais partes até a parte 5 , e depois será feita uma analise da NBR 5358.

Para o futuro ainda resta discutir no âmbito do COBEI se iremos adotar o mesmo critério adotado pela IEC, criando uma família de normas de transformadores, todas de mesmo numero 5356. Caso isto venha a ser implantado as Normas NBR 7570 – Guia para ensaios de impulso atmosférico e de manobra para transformadores e reatores e NBR 8153 – Transformadores – Guia de Aplicação (esta última atualmente em processo de revisão pela CE 14.01), serão renomeadas para NBR 5356, partes 4 e 8 , respectivamente, após concluídos seus processos de revisão.

2.0 NBR 5356 TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA Parte 1 – GENERALIDADES

De forma a atualizar a norma, foi utilizado como texto base da Norma IEC 60076-1, neste parte da NBR 5356 parte 1, porem foram mantidas as particularidades da NBR 5356/1993, por se tratar de práticas consolidadas no sistema elétrico brasileiro, e que são principalmente a identificação de terminais, características construtivas, especificação dos acessórios, tolerâncias.

Entre outras alterações podemos citar:

2.1 Ensaios

Nos ensaios da mesma forma para incorporar as práticas atuais, foram acrescentados vários ensaios de tipo ou especiais entre eles:

- Medição da resposta em freqüência e Impedância terminal,
- Ensaio do grau de polimerização do papel,
- Medição do ponto de orvalho,
- Levantamento da curva de magnetização
- Medição da reatância em núcleo de ar do enrolamento

5.4 Notação para faixa de derivação (item 6)

Neste item da NBR foi acrescentado a notação para faixa de derivação para enrolamentos de com derivações com um qualquer dos outros enrolamentos sem derivações, especificando a maneira de designar as derivações.

Ainda no item 6.2 foi adicionada as categorias normalizadas de variação de tensão de derivação dando a notação abreviada da faixa de derivação e degraus de derivação como indicar a faixa de variação da relação do transformador.

3.0 BR 5356 TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA PARTE 2 – AQUECIMENTO

Nesta parte da norma a NBR 5356 /1993 estava bastante consonante com a IEC 60076-2 e já incluía em seu texto diversos itens desta norma. Já havia sido adotado a nomenclatura que atualmente é universal para a classificação dos estágios de resfriamento (ONAN,ONAF, etc.)

Dentro das atualizações mais relevantes podemos citar:

a. Limites de elevação de temperatura

Na especificação dos limites de temperatura foram mantidos os valores originais da NBR 5356 1993. Nesta parte, de forma a atualizar foi incluído como o que é uma prática bastante difundida atualmente, em utilizar materiais de altas temperaturas, e onde foi incluído os limites de elevação de temperatura para ser utilizado o sistema híbrido de isolação composto por isolantes sólidos a base de aramida ou similares (materiais classe C), apenas onde necessário (adjacentes aos condutores dos enrolamentos), e, isolantes sólidos a base de celulose onde a temperatura máxima não ultrapasse os 120 ºC , imersos em óleo mineral isolante,
Isto foi uma antecipação de que no futuro teremos um norma especifica para estes materiais em base nas normas IEC e na IEEE Std. 1276-1997.

b. Anexo A

Neste anexo foi acrescentada uma nota sobre a temperatura do óleo em transformadores com circulação forçada de óleo, que com a medição convencional de temperatura óleo levam a resultados irreais e podem ser a causa de erros quando forem utilizados para os cálculos de temperatura de pontos quentes e estudos de carregamento.

Sugere um método para a determinação da temperatura do óleo dentro de um enrolamento, chamado “óleo médio extrapolado”, que consiste basicamente na monitoração da temperatura média do enrolamento por medida de resistência após o desligamento por um tempo adicional.

c. Anexo B

Como forma de avaliar os resultados dos ensaios de elevação de temperatura o Anexo B, relata recomendações para estimar a elevação de temperatura em regime transitório e sugere um ensaio especial com carga transitória acima da potência nominal.

Tambem mostra o modelo matemático de distribuição de temperatura em um enrolamento de transformador imerso em óleo: O conceito de ponto mais quente ou seja a temperatura máxima que ocorre em qualquer parte da isolação do enrolamento é chamada de “temperatura do ponto mais quente”. Este parâmetro representa a limitação térmica para o carregamento do transformador. Como regra geral, as outras partes do transformador como, por exemplo, buchas, transformadores de corrente ou comutadores, devem ser dimensionadas de forma a não restringirem o carregamento do transformador, conforme 5.2 da NBR 5356-1.

d. Anexo C

No anexo C mostra diversas técnicas utilizadas para ensaios de elevação de temperatura de transformadores imersos em óleo isolante

C.1 Interrupção de um ensaio em regime permanente para atingir a estabilização da elevação de temperatura do óleo.

C.2 Procedimento de medição da resistência do enrolamento depois do desligamento

C.3 Extrapolação da temperatura do enrolamento no instante do desligamento

C.4 Análise dos gases dissolvidos no óleo isolante

4.0 NBR 5356 TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA PARTE 3 - NÍVEIS DE ISOLAMENTO, ENSAIOS DIELÉTRICOS E ESPAÇAMENTOS EXTERNOS EM AR

A exemplo das demais partes, usou-se como referência para a revisão desta parte da norma NBR 5356, a parte 3 da norma IEC 60076. As principais modificações técnicas introduzidas são mostradas a seguir.

4.1 Os novos requisitos para ensaios dielétricos estão resumidos na tabela abaixo**:**

Categoria de enrolamento	Tensão máxima do equipamento U_m (KV)	Ensaios					
		Impulso atmosférico (IA) (itens 13 e 14)		Impulso de manobra (IM) (item 15)	Tensão induzida de longa duração (CALD)	Tensão induzida de curta duração (CACD)	Tensão suportável à freqüência Industrial (item 11)
		Onda Plena	Onda cortada				
Isolamento uniforme ou não	$U_m \leq 72,5$	Tipo	Tipo	Não aplicável	Não aplicável (nota 1)	Rotina	Rotina
Isolamento uniforme e não Uniforme	$72,5 \leq U_m \leq 170$	Tipo	Tipo	Não aplicável	Especial	Rotina	Rotina
	$170 < U_m < 300$	Tipo	Tipo	Rotina (nota 1)	Rotina	Especial (nota 1)	Rotina
	$U_m \geq 300$	Rotina	Rotina	Rotina (nota 1)	Rotina	Especial (nota 1)	Rotina
Nota 1: Se o ensaio de Tensão Induzida de Curta Duração for especificado, o ensaio de Impulso de Manobra não é necessário. Isto deverá estar claramente definido nas especificações.							

Como pode ser visto através de uma análise da tabela acima as diferenças entre critérios de aplicabilidade dos ensaios dieletricos recomendados pela nova Norma se comparados com a Norma atual são:

- foram criadas quatro categorias de tensao maxima de transformadores com relaçao as recomendaçoes para os ensaios dieletricos.

- O ensaio de impulso atmosferico é considerado como ensaio de tipo para transformadores com tensao máxima de até 300 kV

- Os ensaios de tensao de impulso atomosferico e de tensao induzida de longa duraçao sao considerados ensaios de rotina para transformadores com tensao maxima maior do que 170 kV.

- Já para transformadores com tensao máxima superior a 170 kV, passou-se a considerar de tensao induzida de curta duraçao como especial, e com substituto do ensaio de impulso de mannobra.

Os níveis de isolamento e as tensões suportáveis para os transformadores foram atualizados de acordo com a revisão da Norma NBR 6939 – Coordenação de isolamento. Estes níveis são diferentes das constantes nas tabelas da Norma IEC, uma vez que os valores foram adequados as padronizações brasileiras.

A seguir faremos alguns comentários alguns das principais inovaçpoes incluidas na Norma

4.2 Repetição dos ensaios dielétricos**.**
Outra importante alteração introduzida em relação a norma vigente foi as regras para a repetição dos ensaios dielétricos.

Para transformadores que já estiveram em operação e tiverem sido recondicionados ou sofrido serviços de manutenção, todos ensaios devem ser repetidos com 80 % de seus valores originais, a menos de tenha sido acordado de maneira diferente e desde que o isolamento interno não tenha sido modificado. Os ensaios de tensão induzida de longa duração (ACLD) ,devem ser sempre repetidos a 100 % do seu valor de ensaio.

Transformadores que tiverem todos os seus enrolamentos substituídos serão ensaiados com 100 % da tensão de ensaio, a menos que de outra forma seja acordado ou desde que não haja outros componentes que possam limitar a execução dos ensaios (p.ex buchas, comutadores e etc).

Repetição de ensaios necessários para provar que transformadores novos anteriormente testados na fabrica conforme itens 7.2, 7.3 e 7.4, continuam a atender os requisitos da Norma, devem sempre ser feitos com 100 % dos valores de ensaio.

4.3 Ensaio de Impulso atmosférico e Impulso de manobra

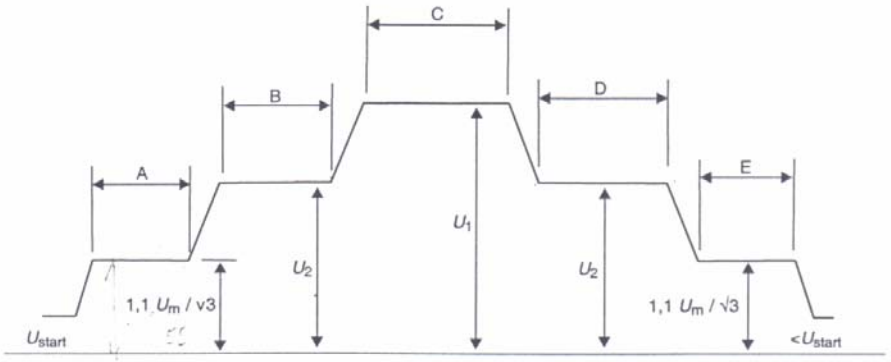
A norma já faz referencia a utilização de registradores digitais para a análise dos registros das ondas de tensão e corrente e, na ausência de Normas Brasileiras especificas, faz-se referencia as Normas IEC 61083-1 (Digital recorders for measurements in high voltage impulse tests -Part 1: Requirements for digital recorders) e IEC 61083-2 (Digital recorders for measurements in high voltage impulse tests -Part 2: Evaluation of software used for the determination of the parameters of impulse wave forms) que trata do assunto.

4.4 Ensaio de tensão induzida.

Dentre todos os ensaios dielétricos estabelecidos pela Norma, os ensaios de tensão induzida de curta e longa duração foram os que sofreram as principais modificações

4.4.1 Ensaio de tensão induzida de curta duração

O nível de descarga parciais passa a ser obrigatório para transformadores com tensão máxima superior a 72,5 kV, a menos que de outra forma seja estabelecido nas especificações técnicas. Para transformadores com isolamento uniforme a principal modificação diz respeito ao tempo de aplicação da tensão de ensaio. A tensão deve ser



aplicada ao enrolamento ou enrolamentos sobre ensaio obedecendo a curva abaixo:

Tempos A e B igual a 5 min

Tempo C: 120 x 60/freq ensaio, mas não inferior a 15 seg

O nível máximo aceitável de descargas parciais é 300pC durante a aplicação de U_2 e 100 pC durante a aplicação de 1,1 $U_m/\sqrt{3}$

Para transformadores trifásicos com isolamento progressivo, devem ser realizados ensaios fase – terra e fase – fase.Já transformadores monofásicos são apenas ensaiados fase – terra.

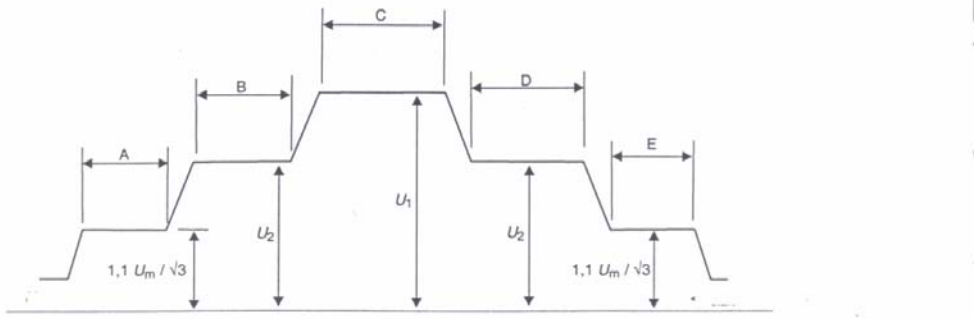
As tensão de ensaio devem ser aplicadas de maneira semelhante ao transformador com enrolamento uniforme, e os limites de descargas parciais máximos aceitos são:

500 pC em todos os terminais de medição para ensaios monofásicos com U_2 = 1,5 U_m / $\sqrt{3}$ fase – terra ou,

300 pC para ensaios fase-fase com U_2 = 1,3 U_m ou como requerido para valores extremamente baixos de coordenação de isolamento de U_2 =1,2 U_m.

4.4.2 Ensaio de tensão induzida de longa duração

O ensaio pode ser feito de maneira trifasica ou monofásica. Entretanto, a o ensaio deve ser aplicado conforme a curva abaixo:



Nesta curva a tensão U_1 deve ser igual a 1,7 $U_m/\sqrt{3}$ e a tensao U_2 deve ser igual a 1,5 $Um/\sqrt{3}$. Para sistemas onde os transformadores estão expostos a sobretensões mais severas, os valores de U_1 e U_2 podem ser 1,8 U_m / $\sqrt{3}$ e 1,6 U_m / $\sqrt{3}$, respectivamente. Este requisito deverá estar claramente definido nas especificações técnicas.

Segundo o procedimento de ensaio normalizado, a tensão deve ser ligada a um valor de tensão não superior a um terço de U_2, sendo posteriormente elevada a 1,1 U_m / $\sqrt{3}$ e mantida neste valor por 5 minutos. Após este tempo a tensão é elevada a U_2 e mantida neste valor por mais 5 minutos, sendo depois elevada a U_1 e mantida neste patamar pelo tempo definido pela seguinte expressão: $120 \times \frac{\textit{freqüência nominal}}{\textit{freqüência de ensaio}}$ segundos, mas não inferior a 15 segundos. Após este período a a tensão é deve ser reduzida sem interrupção a U_2 e mantida neste valor por pelo menos 60 minutos se $U_m \geq 300$ kV ou 30 minutos se $U_m < 300$ kV para medição de descargas parciais. Findo este tempo, reduz-se a tensão para um valor igual 1,1 U_m / $\sqrt{3}$ e mantida neste valor por 5 minutos sendo depôs reduzida a um valor de tensão inferior a um terço de U_2 e desligada.

A intensidade de descargas máxima aceitas durante este ensaio é 500 pC durante de U_2 e de 100 pC durante a aplicação da tensão igual a 1,1 U_m / $\sqrt{3}$

4.5 Transformadores conectados a barramentos blindados SF6

A nova versão da NBR 5356 faz um alerta para um problema que tem acontecido em instalações onde Transformadores estão conectados diretamente a barramento blindado isolado a SF6. Nestes casos, os transformadores podem estar sujeitos as sobretensões resultantes de manobras no barramento blindado, tais como chaveamento. A norma aconselha que as características das eventuais sobretensões deverão ser especificadas, para que o fabricante projete o transformador considerando a influência dessas sobretensões incidentes.

4.6 Espaçamentos externos no ar
A exemplo da norma IEC, foi introduzido nesta parte da Norma 5356, um item especifico sobre espaçamentos elétricos, seus critérios e métodos de verificação.

4.7 Medição de descargas parciais

O critério de medição de descargas parciais é objeto de atenção especial na nova Norma. Um Guia de aplicação para medição de descargas parciais durante o ensaio de tensão induzida em transformadores foi incluído como anexo e são abordados temas tais como procedimentos, circuitos, métodos de calibração, instrumentos utilizados e critérios para localização de descargas parciais.

4.8 Sobretensões transferidas do enrolamento de alta tensão para o enrolamento de baixa tensão

O problema da sobretensão transferida também é levantado em um Anexo especifico. È feita uma apresentação do problema e explicado os diferentes tipos de sobretensões transferidas que podem ocorrer dentro de um transformador.

Ressalta o anexo que um estudo da instalação de um transformador com respeito a sobretensões transferidas é justificado apenas para grandes transformadores elevadores, que possuem alta relação de transformação, e para grandes transformadores de sistemas de alta tensão com enrolamentos terciários de baixa tensão.

5.0 NBR 5356 TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA PARTE 5 – CAPACIDADE DE RESISTIR A CURTO CIRCUITOS

O item 5.9 da NBR 5356 1993 trata sobre Os requisitos de suportar curtos-circuitos, e que nesta revisão será tratada nesta Parte 5 da NBR. As principais alterações introduzidas são resumidas como a seguir:

5.1 Foram incluídos os valores mínimos para a impedância de curto-circuito de transformadores à corrente nominal (derivação principal) como a Tabela 1, observando-se os valores constantes nas respectivas padronizações.

TABELA 1 – Valores mínimos de impedância de curto-circuito para transformadores com dois enrolamentos separados

Impedância de curto-circuito à corrente nominal	
Potência nominal (kVA)	**Impedância mínima de curto-circuito** (%)
Até 630	4,0
631 a 1 250	5,0
1 251 a 2 500	6,0
2 501 a 6 300	7,0
6 301 a 25 000	8,0
25 001 a 40 000	10,0
40 001 a 63 000	11,0
63 001 a 100 000	12,5
Acima de 100 000	>12,5
NOTAS 1 Valores com potência nominal maior 100 000 kVA são geralmente sujeitos a acordo entre fabricante e comprador. 2 No caso de unidades monofásicas conectadas para formar um banco, o valor da potência aplica-se ao banco trifásico.	

5.2 A potência aparente de curto-circuito do sistema no local de instalação do transformador normalmente pode ser especificada pelo comprador a fim de obter-se o valor da corrente de curto-circuito simétrica a ser utilizada no projeto e ensaios. Se o nível de curto-circuito não for especificado, foi incluído os valores da Tabela 2.

TABELA 2 – Potência aparente de curto-circuito do sistema

Tensão máxima do equipamento, U_m (kV)	**Potência aparente trifásica de curto circuito** (MVA)		
	Prática Européia	**Prática Norte Americana**	**Prática Brasileira**
7,2; 12; 17,5 e 24	500	500	500
36	1 000	1 500	1 500
52 e 72,5	3 000	5 000	3 000
100 e 123	6 000	15 000	6 000
145 e 170	10 000	15 000	15 000
245	20 000	25 000	25 000
300	30 000	30 000	30 000
362	35 000	35 000	35 000
420	40 000	40 000	40 000
460			50 000
525	60 000	60 000	60 000
765	83 500	83 500	83 500
NOTA - Se não especificado, um valor entre 1 e 3 deve ser considerado para a relação entre a impedância de seqüência zero e a impedância de seqüência positiva do sistema.			

5.3 Capacidade de suportar efeitos dinâmicos de curtos-circuitos

Diversos tópicos são abordados neste item que não eram contemplados na NBR 5356 1993, entre eles podemos observar:

- Se solicitado pelo comprador a capacidade de transformadores de força em suportar os efeitos dinâmicos de curto-circuito deve ser demonstrada:

através de ensaios, ou

por cálculo e considerações de projeto.

A escolha de método a ser usado deve ser objeto de acordo entre o comprador e o fabricante antes da colocação do pedido. Quando um ensaio de curto-circuito for solicitado, ele deverá ser considerado como um ensaio especial, e deverá ser especificado antes da colocação do pedido.

- Transformadores de grande potência não podem, as vezes, serem testados de acordo com esta norma devido, por exemplo, a limitações de ensaios. Nestes casos, as condições de ensaio deverão ser acordadas entre o comprador e o fabricante.

- Quando o cálculo e considerações de projeto forem solicitados, é necessária uma comprovação através da comparação com ensaios previamente executados em transformadores similares ou ensaios em modelos representativos. No anexo A é apresentado um guia para a identificação de transformadores similares.

5.4 Condição do transformador antes do ensaio de curto-circuito - Anexo A

Foi introduzido um guia para identificação de um transformador similar, para identificar a similaridade de um transformador à um de referência para o ensaio de curto circuito e que pode ser estabelecida pelo atendimento a todas características críticas para o ensaio de curto circuito.

6.0 NBR 5380 TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA – METODO DE ENSAIOS

Com a manutenção da NBR 5380 sem similar na IEC , como norma de referencia para execução dos ensaios, esta norma serve como um guia na execução dos ensaios e especifica os métodos de ensaio relativos aos transformadores abrangidos pelas NBR 5356-1, NBR 5356-2, NBR 5356-3 e NBR 5356-5.

Como apresentado anteriormente na NBR 5356 Parte 1, foram acrescentados os ensaios de tipo ou especiais como segue:

- Medição da resposta em freqüência e Impedância terminal,
- Ensaio do grau de polimerização do papel,
- Medição do ponto de orvalho,
- Levantamento da curva de magnetização
- Medição da reatância em núcleo de ar do enrolamento

7.0 CONCLUSÃO

Estas revisões das normas brasileiras são importantes para setor elétrico brasileiro e são decorrentes dos Planos de Normalização Setoriais a partir do ano de 1996, que além deste trabalho agora em conclusão da revisão da NBR 5356 pelo CT 14 , já tem trabalhos de revisão de outras normas sendo executadas, que entre elas podemos citar a NBR 8153 - Guia de aplicação (futura NBR 5356 parte 8), a revisão da NBR 5119 - Reatores de Potência pela CE 14.03, e de criação de nova norma, como o trabalho que está sendo desenvolvido pela CE 14.01 GT10 –Projeto Mecânico de Transformadores de Potência, e que não tem similar nas normas internacionais.

Este trabalho de revisão da NBR 5356 e NBR 5380 virá a agilizar e facilitar na especificação de transformadores de potência, complementando em vários pontos, com exposto anteriormente , e que não estavam abrangidos pela NBR 5356 e NBR 5380 de 1993.

Com o trabalho aqui desenvolvido quando da edição destas normas teremos uma norma revisada e atualizada com as especificações internacionais, e adequando seu formato as da Norma IEC, reconhecidamente a Norma mais aceita e utilizada internacionalmente.

8.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) Normas IEC
(2) Normas IEEE.
(3) NBR 5356 Transformadores de Potência
(4) NBR 5380