

---

# Audit1: SubSistema\_Função\_FalhaFuncional

---

SubSistema -> Funcao -> FalhaFuncional



---

## #( 2)\* (Transformador) Sistema de preservação / invólucros de contenção do óleo do transformador (tanque, radiadores, tanque de expansão, válvulas, acessórios contra penetração de umidade)

**( 2. 1) Armazenar / Conter o volume total do óleo do tanque/radiadores/tanque de expansão em um nível adequado, sem vazamentos em válvulas, parafusos, soldas, juntas, flanges, conexões, tubulações, gaxetas, ou bombas de óleo**

( 2. 1) Apresenta nível insuficiente de óleo

( 2. 2) Apresenta vazamento do óleo do tanque/rad/tq expansão nas válvulas ou parafusos ou soldas ou juntas ou flanges ou conexões ou tubulações ou gaxetas ou bombas de óleo

**( 2. 2) Propiciar sustentação mecânica a buchas, radiadores, conservador e parte ativa do transformador, suportando as solicitações mecânicas de projeto sem deformações estruturais**

( 2. 3) Apresenta deformações estruturais ao sustentar mecanicamente buch/rad/t. exp/p.ativa do trafo

**( 2. 3) Suportar a ação do meio ambiente sobre a superfície externa do tanque/radiadores/tanque de expansão, olhais, tubulações e suas partes de conexão, sem apresentar corrosão**

( 2.42) Apresenta corrosão localizada em algum componente do invólucro (conexões, tubulações, olhais, etc)

( 2. 4) Apresenta corrosão generalizada nos invólucros (tq/rad/tq exp, trocador água, etc)

**( 2. 4) Apresentar aspecto visual do tanque/radiadores/tanque de expansão, tubulações e suas parte de conexão com grau de limpeza aceitável.**

( 2. 5) Apresenta sujeira localizada em algum componente do invólucro (conectores, tubulações, olhais, etc)

( 2.43) Apresenta sujeira generalizada no tq/rad/tq exp/buchas

**( 2. 5) Permitir a expansão / contração do óleo aquecido quando da passagem de correntes até os limites nominais especificados, sem apresentar vazamentos ou ruptura da bolsa/membrana.**

( 2. 6) Admite expansão da bolsa mas com vazamento de óleo no tanque

( 2. 7) Não admite nenhuma expansão do óleo (apresenta ruptura da bolsa/membrana)

**( 2. 6) Apresentar aspecto visual do tanque/radiadores/tanque de expansão, tubulações e suas partes de conexão, com cor da tinta não apresentando deterioração significativa**

( 2. 8) Apresenta tinta deteriorada tq/rad/tq.expansão e/ou conectores e/ou tubulações

**( 2. 7) Garantir que não ocorra penetração de óleo do CDC para o tanque principal, evitando contaminação indevida do óleo por gases (C2H2, etc)**

( 2. 9) Não impede penetração/contaminação de óleo entre CDC e o tanque

**( 2. 8) Controlar a penetração de H2O e O2 do amb. para o interior do tanque/radiadores/tanque de expansão através de juntas de vedação, membrana, bolsa, sílica-gel (desumidificador), sistema N2 ou drycol, mantendo níveis compatíveis com o projeto**

( 2.10) Não controla a penetração de umidade e oxigênio no óleo/enrolamentos

**( 2. 9) Manter o N2 interno ao tanque sob pressão adequada a garantir que não haja penetração de umidade externa no óleo, e nem saturação desse gás no óleo a nível tal que possibilite a formação de bolhas**

( 2.12) Apresenta pressão interna do N2 do tanque muito baixa

( 2.11) Apresenta pressão interna de N2 no tanque muito elevada

**( 2.10) Permitir a amostragem do óleo do tanque via válvulas, sem comprometer a segurança do amostrador**

( 2.18) Permite amostragem mas sem garantir a segurança do amostrador

( 2.13) Não permite amostragem do óleo do tanque via válvulas

**( 2.11) Barrar o óleo do tanque a partir das válvulas de amostragem, sem apresentar vazamentos**

( 2.14) Apresenta vazamento de óleo nas válvulas do tanque

**( 2.12) Permitir a conexão entre válvulas de amostragem e sistemas de tratamento de óleo para a realização de análises e tratamento do mesmo, com o transformador energizado ou desenergizado, garantindo a segurança do mantenedor**

( 2.15) Não permite conexão para tratamento do óleo e análises nas válvulas de amostragem

( 2.19) Permite conexão com sist. de trat. óleo mas sem garantir a segurança do mantenedor

**( 2.13) Permitir a drenagem (esgotamento total) do óleo do radiador e tanque a partir das válvulas de drenagem / amostragem**

( 2.22) Não permite drenagem do óleo do radiador via válvulas / bujões

( 2.16) Não permite a drenagem do óleo do tanque via válvulas / bujões

(??) (NÃO USAR- MUITO RARO) Permite drenar óleo com trafo energizado apesar da existência de impedidor ou intertravamento

**( 2.14) Permitir o enchimento do transformador a partir de válvulas apropriadas**

( 2.33) Não permite o enchimento de óleo o transformador

**( 2.15) Armazenar / Conter o volume total da água utilizada para resfriamento em um nível adequado, sem vazamentos em válvulas, parafusos, soldas, juntas, flanges, conexões, tubulações, gaxetas, ou bombas de água e sem permitir contaminação do óleo**

( 2.40) Apresenta vazamento da água de resfriamento nas válvulas ou parafusos ou soldas ou juntas ou flanges ou conexões ou tubulações ou gaxetas ou bombas de água

( 2.23) Apresenta vazamento da água de resfriamento nas válvulas ou parafusos ou soldas ou flanges ou conexões ou gaxetas ou tubulações

( 2.39) Apresenta nível insuficiente de água para resfriamento

( 2.34) Apresenta contaminação do óleo por água proveniente do sistema de refrigeração a água

**( 2.16) Filtrar o óleo do transformador, removendo umidade e partículas em suspensão até os níveis de projeto**

( 2.24) Não filtra adequadamente o óleo do transformador (partículas ou umidade)

**( 2.17) Permitir a suspensão do tanque, parte ativa e radiadores, suportando os pesos do equipamento sem apresentar deformações**

( 2.25) Não permite içamento da parte ativa, ou tanque ou radiadores ou CDC externo ou tq. Expansão

**( 2.18) Fornecer alimentação CA ou CC (tensão e corrente) adequada ao sistema de preservação de óleo, em níveis compatíveis aos necessários ao bom funcionamento de seus componentes elétricos**

( 2.26) Não fornece alimentação auxiliar AC em níveis adequados ao sistema de preservação de óleo

( 2.28) Não fornece alimentação auxiliar DC em níveis adequados ao sistema de preservação de óleo

( 2.27) Não fornece nenhuma alimentação auxiliar de tensão AC ao sistema de preservação de óleo

( 2.29) Não fornece nenhuma alimentação auxiliar de tensão DC ao sistema de preservação do óleo

**( 2.19) Apresentar características químicas adequadas a N2 utilizado em transformadores, com baixa umidade**

( 2.30) Gás N2 apresenta-se com umidade excessiva

**( 2.21) Manter armazenado e permitir a coleta de gás acumulado no relé Bucholtz**

( 2.35) Não mantém armazenado o gás acumulado no Bucholtz

( 2.32) Não permite a coleta de gás acumulado no relé Bucholtz

**( 2.22) Conter placas de identificação do transformador de material adequado, boa fixação, situadas em local visível e com todos os dados nominais especificados pelo usuário**

( 2.20) Apresenta placa de identificação feita ou fixada com material inadequado

( 2.21) Não contém nenhuma placa de identificação no tanque

( 2.17) Contém placa de identificação em local pouco visível

( 2.36) Apresenta placa de identificação com dados incompletos

**( 2.23) Permitir a inspeção interna do transformador**

( 2.41) Não permite inspeção interna no tanque

---

**( 2.24) Permitir o deslocamento do transformador, sem apresentar deformação das rodas e/ou trilhos**

( 2.38) Apresenta deformações nos trilhos de deslocamento

( 2.37) Apresenta deformações das rodas de deslocamento do transformador

---

**#( 3)\* (Transformador) Sistema de resfriamento do transformador (radiadores, ventiladores, bombas, motores das bombas, massa/volume óleo)**

**( 3. 1) Dissipar eficientemente o calor gerado na p.ativa e núcleo, mantendo elevações de temp. do óleo e enrol. compatíveis com os carregamentos aplicados, via convecção natural, ventilação forçada (1 ou mais estág.), circulação forçada de óleo ou água**

( 3. 2) (=7.4) (??) Degradação termica acelerada do papel isolante por problemas de não dissipação adequada de calor sem estar o trafo em sobrecarga

( 3. 1) Não mantém elevações de temperatura de óleo e enrolamentos compatíveis com o carregamento aplicado, independentemente de qual seja o tipo de resfriamento empregado (sem degrad. acel. papel)

**( 3. 2) Manter o óleo de refrigeração fluindo na parte ativa e sistema de resfriamento, com vazão adequada e sem gerar acúmulo de carga eletrostática excessiva devida ao funcionamento de circulação forçada do óleo.**

( 3. 6) Não mantém fluxo do óleo natural circulando na parte ativa

( 3. 3) Não mantém o óleo forçado fluindo com vazão adequada

( 3. 4) Não mantém nenhuma vazão de óleo forçado circulando na parte ativa

( 3. 5) Gera carregamento eletrostático devido vazão de óleo forçado inadequada na parte ativa

**( 3. 3) Acionar ventilação e/ou bombas, sob comando local quando solicitado pelo operador**

( 3.23) Não aciona On-Off de bombas quando solicitado local ou remotamente pelo operador

( 3.24) Não aciona On-Off de ventilador quando solicitado local ou remotamente pelo operador

**( 3. 4) Comandar automatica e remotamente as bombas de resfriamento e estágios de ventilação forçada, sempre que a temperatura do óleo/enrolamento atingir os valores limites configurados pelo fabricante**

( 3.27) Comanda On-Off de bombas de água sem solicitação automatica ou do operador (acionamento indevido)

( 3.26) Comanda On-Off de bombas de óleo sem solicitação automatica ou do operador (acionamento indevido)

( 3.10) Não comanda automaticamente bombas de refrigeração de água

( 3. 8) Não comanda automaticamente bombas de resfriamento do óleo

( 3.25) Comanda On-Off de estágios de ventiladores sem solicitação automatica ou do operador (acionamento indevido)

( 3. 9) Não comanda automaticamente estágios da ventilação forçada

**( 3. 5) Manter a água de refrigeração fluindo nos radiadores e/ou trocadores de calor, com vazão adequada**

( 3.11) Não mantém nenhum fluxo da água de refrigeração nos radiadores / trocadores de calor

( 3.12) Não mantém a água de refrigeração fluindo com vazão adequada nos radiadores / trocadores de calor

**( 3. 6) Fornecer alimentação CA ou CC (tensão e corrente) adequada ao sistema de resfriamento do transformador, em níveis compatíveis aos necessários ao bom funcionamento de moto-bombas e ventiladores**

( 3.16) Não fornece alimentação auxiliar AC em níveis adequados ao sistema de resfriamento de óleo

( 3.13) Não fornece alimentação auxiliar DC em níveis adequados ao sistema de resfriamento de óleo

( 3.14) Não fornece nenhuma alimentação auxiliar de tensão AC ao sistema de resfriamento de óleo

( 3.15) Não fornece nenhuma alimentação auxiliar de tensão DC ao sistema de resfriamento do óleo

**( 3. 7) Operar somente com os registros das bombas de óleo e água devidamente abertos**

( 3. 7) Bombas funcionam com os registros de óleo ou água fechados

**#( 5)\* (Transformador) Gabinete de controle do transformador (alimentação, temperatura interna, penetração de umidade, invólucro)**

**( 5. 1) Fornecer alimentação AC ou DC (tensão e corrente) adequada nos bornes do gabinete de controle, em níveis compatíveis ( $V_n \pm 10\%$ ) ao bom funcionamento de seus componentes (ventiladores, bombas, comutadores sob carga, relés, drycol, sist. N2, etc)**

( 5.19) Não fornece nenhuma alimentação auxiliar de tensão DC ao gabinete

( 5. 2) Mantém alimentação auxiliar DC em níveis inadequados a componentes

( 5.16) Não fornece alimentação auxiliar AC em níveis adequados ao gabinete

( 5.18) Não fornece alimentação auxiliar DC em níveis adequados ao gabinete

( 5.17) Não fornece nenhuma alimentação auxiliar de tensão AC ao gabinete

( 5. 1) Mantém alimentação auxiliar AC em níveis indadequados a componentes

( 5. 4) Não mantém nenhuma alimentação auxiliar de tensão DC a componentes

( 5. 3) Não mantém nenhuma alimentação auxiliar de tensão AC a componentes

**( 5. 2) Controlar a temperatura interna do gabinete em níveis adequados**

( 5. 5) Não mantém temperatura controlada no gabinete de controle

**( 5. 3) Fechar o gabinete e manter o ambiente interno com vedação suficiente de forma a ficar livre da penetração de água**

- ( 5. 6) Não mantém vedação no gabinete de controle permitindo a penetração de água
- ( 5. 8) Não fecha o gabinete

**( 5. 4) Coibir a penetração de animais**

- ( 5. 7) Permite a penetração de animais

**( 5. 5) Trancar o gabinete de forma a permitir o acesso somente a pessoas autorizadas**

- ( 5. 9) Não tranca o gabinete

**( 5. 6) Manter superfície preservada no gabinete e suas partes de conexão, sem apresentar corrosão**

- ( 5.13) Apresenta corrosão no gabinete e/ou suas parte de conexão

**( 5. 7) Manter aspecto visual aceitável no gabinete com grau de limpeza aceitável.**

- ( 5.14) Apresenta sujeira no gabinete

**( 5. 8) Manter aspecto visual aceitável no gabinete, com cor da tinta não apresentando deterioração significativa**

- ( 5.15) Apresenta tinta deteriorada no gabinete

---

**#( 6)\* (Transformador) Óleo do transformador (tanque, radiadores, tanque de expansão)**

**( 6. 1) Isolar eletricamente partes energizadas das aterradas, até os limites impostos pelas características mínimas de rigidez dielétrica, borra e carregamento eletrostático do óleo aceitas pelo usuário p/ o Tanque/Radiadores/Tanque de Expansão**

- ( 6. 2) Não isola adequadamente pois existe presença de borra no óleo
- ( 6. 1) Não isola adequadamente devido a carregamento eletrostático do óleo
- ( 6. 3) Não isola adequadamente pois a suportabilidade dielétrica apresenta-se reduzida (kV/mm, borra, partículas)

**( 6. 2) Manter caract. físico-quím pertinentes as de um óleo não deteriorado, livre de enxofre corrosivo (Cu<sub>2</sub>S) e partículas em suspensão, respeitados os limites da necessidade dos processos de filtragem, regeneração ou substituição**

- ( 6. 7) Apresenta enxofre corrosivo (Cu<sub>2</sub>S)
- ( 6. 4) Apresenta partículas metálicas no óleo
- ( 6. 5) Apresenta partículas não metálicas no óleo
- ( 6. 6) Características físico-químicas inadequadas do óleo (deterioração global de propriedades)

**( 6. 3) Servir de meio de transferência do calor gerado no núcleo e enrolamentos para o ambiente externo (massa / volume total do óleo), com eficiência adequada na troca de calor**

( 6. 8) Massa total óleo não transfere calor adequadamente

**#( 7)\* (Transformador) Parte ativa do transformador (enrolamentos, PR's internos, isolamento sólida, núcleo, blindagens, conectores, conectores de aterramento)**

**( 7. 1) Transformar as tensões entre primário, secundário e ou terciário, mantendo erro mínimo na relação de transformação teórica**

( 7. 1) Não transforma as tensões

( 7. 2) Transforma tensões com erro de transformação excessivo

**( 7. 2) Permitir a circulação de corr. menores que aquelas máximas especificadas e garantidas para os enrolamentos, com elevação de temperatura no tanque e enrolamentos condizente com sua classe de temperatura, não deteriorando aceleradamente a isolação**

( 7. 6) Elevação de temperatura no óleo do tanque inconsistente com o carregamento aplicado e a classe de temperatura

( 7. 4) (=3.2) (??) Degradação termica acelerada do papel isolante da parte ativa ocorrendo com correntes menores que as especificadas

( 7. 5) Elevação de temperatura de enrolamentos inconsistente com o carregamento aplicado e a classe de temperatura

( 7. 3) Não permite nenhuma circulação de corr. nos enrolamentos

**( 7. 3) Proporcionar isol. elétrico entre camadas, espiras, enrolamentos, núcleo e tanque, sem redução de resistênc. elétrica, presença de arco elétrico, centelhamento, descargas parciais e potenciais flutuantes, independente da PV% no momento da análise.**

( 7. 8) Não isola apresentando arco elétrico na parte ativa

( 7. 9) Não isola apresentando DP na parte ativa

( 7. 7) Apresenta R elétrica dos enrolamentos menor que o de projeto

( 7.10) Não isola devido a alguma perda integralizada de isolamento dielétrico dos enrolamentos

( 7.19) Não isola apresentando enrolamentos deslocados

**( 7. 4) Manter bom contato nos taps do CDST e boa conexão entre terminações externas de AT e terra, c/ valores de resist. elétrica dos enrolamentos dentro dos parâmetros de projeto com erro máximo de x% e sem elevações anormais locais de temperatura >X oC**

( 7.12) Apresenta R elétrica dos enrolamentos maior que o de projeto

( 7.11) Apresenta má conexão elétrica ou mau contato mecânico no CDST

**( 7. 5) Propiciar meio magnético adequado a indução/transformação de tensões, sem gerar fluxo de dispersão elevado com aquecimento localizado e perdas anormais no núcleo**

( 7.13) Apresenta sobreaquecimento superficial elevado no invólucro (devido fluxo de dispersão magnética)

( 7.14) Apresenta Perdas Anormais nos Núcleo

( 7.18) Apresenta elevadas correntes parasitas

**( 7. 6) Propiciar sustent. mec. a parte ativa via calços etc, minimizando vibrações e mantendo-a suficient. afastada do tanque para evitar a perda do isolamento, mantendo os enrolamentos rígidos o suficiente para suportar os esforços dinâmicos de  $I_{cc} < 25I_n$**

( 7.15) Não sustenta mecanicamente o núcleo

( 7.16) Não sustenta mecanicamente os enrolamentos

**( 7. 7) Permitir a circulação de correntes menores ou maiores que a nominal, produzindo perdas no enrolamento e totais compatíveis aos valores nominais de projeto e com os limites da NBR 5440 para sua classe de potência/temperatura.**

( 7.17) Apresenta Perdas Anormais nos Enrolamentos

**( 7. 8) Suportar nos enrol.e núcl. sem disrup.elétricas, corr. de curto-circuito até  $25I_n$ , surtos atmosféricos menores ou iguais a seu BIL, surtos de manobra menores ou iguais a seu BSL, sobretensões 60 Hz menores ou iguais a 2 pu (por 1 minuto)**

( 7.20) Apresenta curto-circuito interno por não suportar sobrecorrentes nos enrolamentos (análise pós-evento)

( 7.21) Apresenta disrupção interna por não suportar sobretensões (qualquer tipo) nos enrolamentos (análise pós-evento)

**( 7. 9) Limitar a amplitude das sobretensões atingindo os enrolamentos, via PR's internos, a valores menores que os especificados para o BIL e SIL do transformador**

( 7.22) PR's internos não limitam a valores adequados a amplitude das sobretensões que atingem os enrolamentos

**(7.10) Aterrar o núcleo magnético, sem apresentar elevada resistência de contato e pontos quentes**

( 7.23) Apresenta má conexão elétrica, não aterrando eficientemente o núcleo magnético

( 7.24) Apresenta R elétrica dos aterramento de núcleo maior que o de projeto

( 7.25) Apresenta sobreaquecimento localizado na conexão de aterramento de núcleo

**#( 9) (Transformador) Sistema de monitoramento e supervisão (sensores, dispositivos e sistemas próprios de monitoramento on-line, watch-dog de hardware, mau funcionamento/sinalização, indicação, software, controle)**

**( 9. 1) Fornecer indicações corretas das variáveis monitoradas on-line, respeitadas as classes de exatidão de cada tipo de sensor utilizado, disponibilizando-as em meio digital apropriado para posterior tratamento**

( 9. 2) Fornece indicações incorretas de variáveis monitoradas

( 9. 1) Não fornece nenhuma indicação (falha de comunicação)

**( 9. 2) Atuar alarmes (saídas digitais), e/ou sinalizar apropriadamente, se valores limites pré-ajustados forem superados em qualquer das variáveis ou funções monitoradas on-line**

( 9. 3) Não atua alarmes com saídas digitais

**( 9. 3) Comandar automaticamente o desligamento do transformador, caso alguma variável monitorada on-line indique esta necessidade**

( 9. 4) Não comanda automaticamente desligar o transformador

**( 9. 4) Permitir fácil reajuste (local ou remoto) dos parâmetros internos de controle da aquisição dos dados do sistema de monit. on-line**

( 9. 5) Não permite fácil parametrização dos parâmetros de aquisição

**( 9. 5) Sinalizar e Medir a corrente com erro máximo compatível com o grau de exatidão dos transdutores**

( 9.22) Mede corrente com erro incompatível

( 9. 6) Não mede nenhuma corrente

**( 9. 6) Sinalizar e Medir a tensão com erro máximo compatível com o grau de exatidão dos transdutores**

( 9. 7) Não mede nenhuma tensão

( 9.23) Mede tensão com erro incompatível

**( 9. 7) Sinalizar e Medir a temperatura do ambiente com erro máximo compatível com o grau de exatidão dos transdutores, mantendo valor inferior e no máximo igual ao da temperatura do topo do óleo e do enrolamento**

( 9. 8) Não mede nenhuma temperatura ambiente

( 9.24) Mede temperatura ambiente com erro incompatível

**( 9. 8) Sinalizar e Medir a temperatura do enrolamento (imagem térmica) com erro máximo compatível com o grau de exatidão dos transdutores, mantendo valor superior ao da temperatura do topo do óleo**

( 9. 9) Não mede nenhuma temperatura de enrolamento

( 9.25) Mede temperatura de enrolamento com erro incompatível

**( 9. 9) Sinalizar e Medir a temperatura do topo do óleo com erro máximo compatível com o grau de exatidão dos transdutores, mantendo valor inferior ao da temperatura do enrolamento**

( 9.26) Mede temperatura do óleo do tanque com erro incompatível

( 9.10) Não mede nenhuma temperatura do óleo do tanque

**( 9.10) Sinalizar e Medir (on-line ou off-line) sinais elétricos de DP com resposta apropriada**

( 9.11) Indica sinais de DP on-line com ruído muito elevado

( 9.12) Não indica nenhum sinal de DP (mV)

**( 9.11) Sinalizar e Medir on-line o teor de umidade (ppm) do tanque do trafo**

( 9.13) Mede teor de umidade do óleo com erro incompatível

( 9.14) Não mede nenhum teor de umidade no óleo do tanque

**( 9.12) Sinalizar e Medir on-line o teor total de gases (ppm) do tanque**

( 9.15) Mede teor de gases com erro incompatível

( 9.16) Não mede nenhum teor de gases no óleo

**( 9.13) Sinalizar e Medir as vibrações anormais do trafo, com sensibilidade e resposta em frequência compatível**

( 9.17) Não mede nenhuma vibração

( 9.18) Mede vibrações com sensibilidade inadequada

**( 9.14) Sinalizar e Medir a Vpico durante sobretensões com erro máximo compatível com o grau de exatidão dos TC´s , TPC´s e/ou transdutores**

( 9.20) Mede tensão de pico com erro incompatível

( 9.19) Não mede nenhuma tensão de pico

**( 9.15) Sinalizar e Medir o estado da bolsa / membrana, indicando em caso de ruptura**

( 9.21) Não mede o estado da bolsa/membrana

**( 9.16) Fornecer alimentação CA ou CC (tensão e corrente) adequada aos sistemas de monitoramento do transformador, em níveis compatíveis aos necessários ao bom funcionamento de seus componentes**

(9.30) Não fornece alimentação auxiliar AC em níveis adequados aos sistemas de monitoramento

(9.29) Não fornece nenhuma alimentação auxiliar de tensão DC aos sistemas de monitoramento

(9.27) Não fornece alimentação auxiliar DC em níveis adequados aos sistemas de monitoramento

(9.28) Não fornece nenhuma alimentação auxiliar de tensão AC aos sistemas de monitoramento

**( 9.17) Medir e indicar o valor da pressão de N2, com erro adequado de medição**

( 9.20) Não Mede ou indica erroneamente o valor da pressão de N2