

Capítulo VIII

Verificação final

Parte 2

Por Marcus Possi*

Como já abordado no capítulo “Verificação final – Parte 1” – publicado na edição 65, de junho de 2011 –, sua função básica é orientar as equipes e os profissionais na validação das instalações elétricas construídas ou em manutenção. Dessa forma, o conjunto de verificações e ensaios a serem realizados, mesmo que de forma indireta, devem guardar a segurança tanto das pessoas, como das instalações e dos processos operacionais e produtivos, tendo o máximo de garantia ao ser humano, ao patrimônio e ao negócio da organização.

A inspeção visual, tema abordado anteriormente, inicia o processo de validação das boas condições de uma instalação elétrica, seguida do complemento e bateria de ensaios e testes aplicados, antes da liberação para os serviços em segurança.

A NR 10 do Ministério do Trabalho e Emprego não define quais ensaios devem ser realizados, mas aponta para as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes. Temos o item 10.4.6 – ensaios e testes elétricos laboratoriais, de campo e de comissionamento de instalações elétricas.

Ensaios – prescrições gerais

Antes de essa norma ser elaborada, as melhores práticas apontavam para uma etapa dos serviços realizados nas instalações elétricas de média e alta tensão, em particular, nas concessionárias de energia, que era normalmente chamada de comissionamento. Nessa etapa, um grupo específico de profissionais dedicados realizava uma bateria de ensaios e verificações para emitir a documentação que daria o

respaldo à liberação para colocação em serviço dos equipamentos e instalações.

Esse mesmo conjunto de ensaios e procedimentos era realizado em menor escala ao final de manutenções parciais ou de pequenas ampliações, mesmo quando os serviços eram feitos apenas para mudanças e inclusões de proteções de sistemas. Atualmente, isso ainda é mantido e a norma ABNT NBR 14039 já registra os ensaios que devem ser realizados, ainda que em condições mínimas, para as instalações de um modo geral. É muito importante registrar que a comissão que apoiou a redação da norma deixou evidente que existem ensaios específicos definidos pelos fabricantes de equipamentos que devem ser levados em consideração e serão comentados a seguir.

A norma ABNT NBR 14039 prevê que devam existir em registro no mínimo os seguintes ensaios:

- Continuidade elétrica dos condutores de proteção e das ligações equipotenciais principais e suplementares
- Resistência de isolamento da instalação elétrica
- Ensaio de tensão aplicada
- Ensaio para determinação da resistência de aterramento
- Ensaios recomendados pelos fabricantes dos equipamentos
- Ensaios de funcionamento

Deve-se destacar aqui uma advertência muito oportuna. O ensaio das partes isoladas, ou de cada um dos equipamentos, não substitui, nem pode ser considerado como o ensaio da instalação elétrica após montagem ou reparo.

1. Por diversas vezes se verificou que, embora os equipamentos utilizados na instalação possuísem níveis de isolamento adequados ou dentro de limites e tolerâncias, após a sua montagem em posição final e interligações ao sistema elétrico, o resultado desse nível de isolamento era precário ou abaixo dos limites estabelecidos;
2. Os ensaios de um equipamento antes de seu transporte do local de armazenagem ao local de instalação e após, mostrou-se depreciado;
3. Os ensaios de um equipamento antes de sua montagem completada e após, mostrou-se depreciado;
4. Os ensaios de um equipamento ou de uma instalação concluída após um espaço de tempo maior que 30 dias mostraram-se depreciados por conta da não energização ou de condições agressivas não previstas.

Dessa forma, a realização de uma bateria de ensaios ao final dos procedimentos de montagem ou de manutenção se mostra imperiosa, e descrita na norma, mas não invalida a realização de ensaios em momentos distintos com o objetivo de manter o processo de garantia da qualidade nos serviços de engenharia de construção ou manutenção. No caso 1 acima, detectou-se falhas de montagem, de solução técnica ou de mal uso de equipamentos de conexão. No caso 2, detectaram-se problemas de transporte com

danos internos não visíveis. No caso 3, verificaram-se problemas na montagem, esquecimento de ferramentas no interior do equipamento ou até mesmo dano ao isolante ou partes internas e móveis dos acionamentos e mecanismos. Por fim, no caso 4 apresentado, pode-se por diversas vezes constatar vícios ocultos, condições inadequadas de preservação ou até mesmo falha em projetos de equipamentos.

Continuidade elétrica dos condutores de proteção

Um dos maiores desafios da equipe de testes é entender o significado desse termo da norma, assim como prover sua realização. A continuidade dos condutores de proteção pode ser resumida na seguinte frase: o aterramento principal, os trechos de conexão entre equipamentos e malhas de terra, as ligações de equipotencialização previstas em projetos não só existem, mas também funcionam ou estão ligadas eletricamente entre si. A malha de aterramento deve ser construída e montada, ainda que na etapa de construção civil, por profissionais que entendam sua importância e valor para as instalações. Isso, com certeza, aumentará o custo de sua instalação, mas deve-se garantir que as preocupações irão além da simples preocupação com o furto de materiais, contemplará a garantia da qualidade das conexões, mecânicas ou exotérmicas. Elas serão enterradas e o acesso visual fugirá da capacidade visual dos inspetores, daí a importância da documentação preservada e dos registros formais.

Os trechos que levam os “condutores de aterramento” ou de equipotencialização do subsolo para fora, agora já visíveis, devem ser verificados não apenas na sua “existência” como na sua conexão mecânica e elétrica. A norma menciona que o ensaio de continuidade deve ser realizado com uma fonte de tensão que em vazio tenha entre 4V e 24V, sendo esse limite superior especificado pela segurança e corrente de ensaio deve ser de, no mínimo, 0,2 A. A aplicação de corrente, ou comumente falando, a “injeção de corrente” em um dos condutores de acesso à malha, bem como a coleta de corrente por outro condutor já demonstra de forma muito simples o processo de verificação da continuidade.

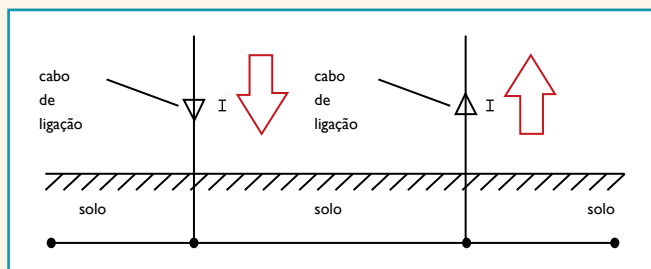


Figura 1 – Continuidade elétrica dos condutores de proteção.

É importante ressaltar que essa fonte de tensão deve ser independente da fonte de energia da concessionária ou estar eletricamente isolada dela por conta do retorno de energia por “terra” em outro ponto, mascarando os resultados do teste.

Resistência de isolamento da instalação

A resistência de isolamento significa o valor encontrado de “resistência elétrica” do equipamento em suas partes com fins de isolamento, nas condições de tensão aplicada de valor inferior ou não à nominal que, por medição de corrente elétrica diminuta, resultará em um cálculo indireto com um valor ôhmico.

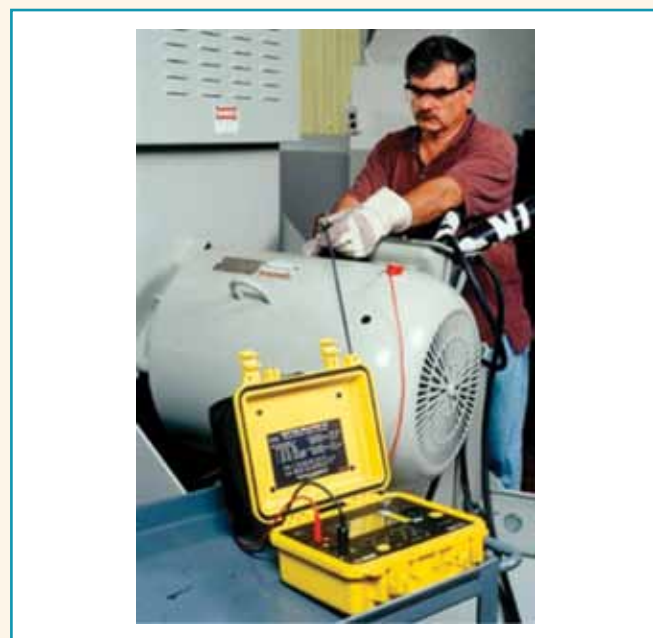
Esse valor deverá ser comparado com parâmetros ou referências gerais que, após análise, dirão se o equipamento resistirá a uma aplicação de tensão nominal plena sem comprometimento de sua integridade. Este ensaio tem o objetivo de garantir, por meio de valores aplicados de tensão reduzida, o isolamento das partes vivas entre si e à terra. Esse resultado vem expresso em milhares de Ω (ohm), normalmente vinculado a limites de aceitação para energização e colocação em serviço.

Os valores de resistência de isolamento variam sensivelmente, dependendo do projeto do equipamento, do meio isolante usado, da temperatura e dos outros fatores. Com uma simples medição sem valores de referência, geralmente, pode-se verificar se existem falhas (curtos entre um enrolamento e massa) no isolamento.

Seu resultado pode ser utilizado para verificar se as partes isolantes absorveram umidade. Para isso existem vários critérios, baseados em fórmulas empíricas ou dados estatísticos. Esses ensaios que envolvem isolamento e correntes de fuga devem ser efetuados dentro de condições controladas, o que envolve também limites para a umidade relativa do ar.

Valores consideravelmente mais baixos, desde que estáveis

em relação às medidas anteriores em condições idênticas, não indicam necessariamente irregularidades no isolamento, embora seja aconselhável tentar elevar a resistência por secagem nos casos dos transformadores. Por outro lado, valores mais altos do que obtidos pelos critérios acima, não representam uma garantia quanto ao comportamento do isolamento se forem inferiores aos valores obtidos em medições anteriores com condições idênticas. Exceções clássicas são os valores encontrados para os transformadores isolados em óleo askarel.



Desse ensaio, ou melhor, de seus resultados, pode-se ainda registrar os Índices de Polarização e Absorção, cuja finalidade é prover dados para acompanhamento da vida útil ou do processo de secagem de um equipamento ou mesmo especificamente um transformador. Essa resistência deve ser medida entre os condutores vivos, tomados dois a dois; e entre cada condutor vivo e a terra.



Ensaio de tensão aplicada

Este ensaio deve ser realizado em equipamento construído ou montado no local da instalação, de acordo com o método e os valores limites de ensaio descritos nas normas aplicáveis ao

equipamento ou recomendados pelo seu fabricante. Quando, de modo geral, esse ensaio submete o equipamento à tensão de trabalho e à frequência industrial, deve-se observar, por uma fonte de capacidade limitada, a reação desse equipamento e, em eventuais descargas destrutivas, manter o dano em níveis aceitáveis de segurança.

Além disso, deve ser executado com o equipamento montado em sua posição final de trabalho, mantendo-se todas as conexões isoladas, excetuando-se o caso específico nos manuais de instalações. Quando orientado pelo fabricante do equipamento, as condições e valores devem ser seguidos para a garantia de submissão a stress e danos os materiais construtivos. Um caso típico são os cabos de energia, os cabos novos e os cabos já em uso, que possuem regras e valores distintos.

Ensaio para determinação da resistência de aterramento

Este ensaio deve ser realizado toda vez que houver instalação ou ampliação de malhas de terra visando a garantir o atendimento dos valores previstos em projeto.

Para a realização desse ensaio, todos os cuidados referentes à segurança devem ser tomados, principalmente no caso de ampliações nas instalações em operação, que exigem, muitas vezes, o desligamento total das instalações.



Ensaio recomendado pelos fabricantes dos equipamentos

Um fato que não se pode deixar de considerar é que não há dois equipamentos iguais, quando se trata de fabricantes diferentes. Nem que os modelos sejam correspondidos nas características de trabalho ou de sistema, essa premissa é verdadeira. Daí houve a preocupação de apresentar esse item na redação da norma em questão. Todos os equipamentos devem sofrer a inspeção de sua montagem com base nas informações fornecidas pelos seus fabricantes. Nos catálogos ou folhetos de testes e ensaios, pode ser verificada a necessidade de ensaios especiais nos equipamentos que fazem parte integrante da sua aprovação para energização.

São muito variados e de grande extensão os ensaios apontados

pelos fabricantes, mas vamos aqui citar alguns somente que dispomos no tema principal desse trabalho.

Ensaio do óleo isolante

Este ensaio refere-se à avaliação do estado do óleo isolante, quando este é usado como meio isolante elétrico, normalmente aplicável a transformadores, reatores indutivos, disjuntores e chaves seccionadoras. Muitas características foram acumuladamente destrinchadas em estudo e conhecimento desse elemento isolante ao longo do tempo. As características desse elemento se dividem em características físicas e químicas, a saber:

• Testes de rigidez dielétrica do óleo isolante

Define-se a rigidez dielétrica de um material como a maior tensão que um dielétrico pode suportar sem perfurar quando submetido a certas condições preestabelecidas.

Para esse ensaio é necessário entender que o óleo isolante pode ter origens diversas como a sua condição de NOVO ou USADO, ou ainda de sua origem NAFTENICO ou PARAFINICO. A rigidez dielétrica é a propriedade de um dielétrico de se opor a uma descarga disruptiva e é medida pelo gradiente de potencial sob o qual se produz essa descarga. O teste de rigidez dielétrica revela a presença de agentes contaminantes, tais como água, sujeira e partículas condutoras no óleo, sendo que a tensão de ruptura do dielétrico de um líquido isolante é importante para a avaliação da capacidade de suportar esforços elétricos sem falhar.

Uma rigidez dielétrica alta indica a capacidade do óleo de resistir a esforços elétricos sem falhar. Fatores como temperatura, umidade atmosférica e partículas estranhas, como pó de carvão, fiapos, partículas de papel e madeira, corrosão, etc., reduzem ou alteram consideravelmente o valor da rigidez dielétrica. Podemos dizer que a umidade é a mais comum e que as propriedades elétricas dos isolantes diminuem com o passar do tempo. A água dissolvida apenas pode ser detectada por testes elétricos e análises químicas e só pode ser extraída por aquecimento a vácuo.

• Ensaio de cromatografia de gases

Este ensaio determina a concentração dos gases dissolvidos no óleo mineral isolante. Por conta de descargas internas entre espiras, desgastes de meio isolante papel, ou ainda desgaste do verniz isolante ou de calços, verifica-se, ao longo do tempo, a formação de gases em equipamentos elétricos imersos em óleo isolante. Pode também se dar devido ao processo de envelhecimento natural dos equipamentos. Assim como um exame de sangue, por meio da análise dos elementos (gases) dissolvidos dentro do óleo, é possível detectar ou diagnóstico o que acontece dentro do equipamento sem necessariamente desmontá-lo.

Esta técnica tem se revelado extremamente útil na manutenção de equipamentos elétricos imersos em óleo isolante, principalmente transformadores, uma vez que se há comprovado que a grande maioria das falhas em transformadores se processa de forma lenta e progressiva.

Falamos aqui de manutenções preventivas e preditivas. O método está baseado na natureza e na quantidade relativa de gases produzida pela decomposição do óleo e materiais sólidos sob as diferentes condições de defeito. Seu estudo é extenso e merece atenção dos especialistas que trabalham não só com a manutenção dos equipamentos, mas também com sua montagem. Um dos métodos mais usados é o proposto pelo IEC/IEEE e adaptado pela ABNT na norma NBR 7274/1982.

Outras referências podem ser encontradas em:

- IEC 567 – Guide for the Sampling of Gases and Oil from Oil-filled Electrical Equipment and for the Analysis of Free and Dissolved Gases.
- IEC 599 – Interpretation of the Analysis of Gases in Transformers and other Oil-filled Electrical Equipment in Service
- ABNT NBR 7070 – Guia para amostragem de gases e óleo em transformadores e análise dos gases livres dissolvidos. Quando os gases encontrados são inflamáveis, conclui-se com muita precisão e acerto da presença de descargas elétricas ou esforços térmicos no interior do equipamento.

• Análise físico química

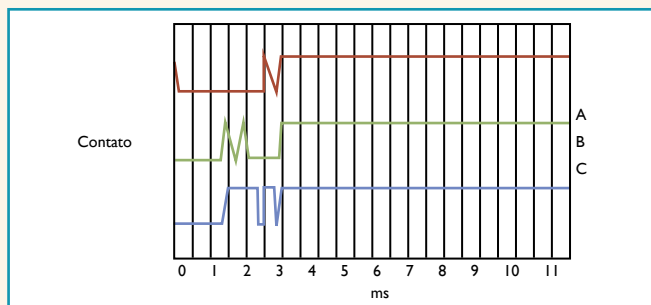
Outra bateria de ensaios muito significativa que é efetuada no óleo isolante é o conjunto de verificações de contaminantes que existem dentro de uma amostra. A origem desse contaminante é muito extensa e, quando se apresentam nos resultados, permite verificar não só o agente contaminante como também sua

origem e consequência direta ao equipamento. A lista seguir ilustra a gama desses ensaios possíveis e aqui destaco o “Teor de Furfuraldeídos” como um ensaio de “ponta” na tecnologia de análise de contaminantes para efeito de manutenções preditivas.

ENSAIOS QUÍMICOS	
	CLORETOS E SULFATOS INORGÂNICOS ENXOFRE CORROSIVO ENXOFRE TOTAL TEOR DE CARBONO AROMÁTICO PONTO DE ANILINA TEOR DE ÁGUA ÍNDICE DE NEUTRALIZAÇÃO (IAT) BORRA (IAT) FATOR DE DISSIPACÃO A 90 °C (IAT) ÍNDICE DE NEUTRALIZAÇÃO (IAT) 2
ENSAIOS FÍSICOS	
	COR ÍNDICE DE REFRAÇÃO PESO ESPECÍFICO OU DENSIDADE PONTO DE FLUIDEZ PONTO DE FULGOR E COMBUSTÃO TENSÃO INTERFACIAL TEOR DE ASCAREL (PCB) TEOR DE INIBIDOR DE OXIDAÇÃO DBPC VISCOSIDADE CINEMÁTICA A 20 °C VISCOSIDADE CINEMÁTICA A 40 °C VISCOSIDADE CINEMÁTICA A 100 °C
ENSAIOS ELÉTRICOS	
	FATOR DE POTÊNCIA A 25 °C FATOR DE POTÊNCIA A 100 °C FATOR DE DISSIPACÃO A 90 °C RIGIDEZ DIELÉTRICA (DISCO) RIGIDEZ DIELÉTRICA (VDE) RIGIDEZ DIELÉTRICA (ELETRO AGULHA / ESFERA)

Ensaio de tempos de operação

Esses ensaios são aplicáveis a disjuntores ou chave automáticas de manobra e são chamados também de ensaios de tempo e oscilografia. Esse ensaio verifica se os tempos de operação ou movimento mecânico das partes móveis estão adequados e compatíveis com aqueles que foram definidos em projeto e montagem dos equipamentos de manobra, visando a garantir que sua operação esteja de fato dentro das premissas originais, sendo importantíssimas para a garantia de desempenho da extinção de arcos ou outras características elétricas.



Quando estamos inspecionando disjuntores de média e alta tensão, por serem equipamentos de grande responsabilidade no esquema de proteção dos circuitos elétricos, começa a fazer algum sentido conferirmos se os tempos de abertura e fechamento previstos em catálogo de fábrica estão corretos e dentro das tolerâncias de segurança. O estudo da proteção associada e sua coordenação exigem que os tempos previstos em manuais e placas sejam reais para a garantia da sua seletividade e coordenação. Em instalações em que existem subestações principais alimentando subestações secundárias, é essencial que os tempos previstos para atuação e eliminação de falha sejam garantidos e parte dessa garantia é conseguida com a confirmação dos tempos de atuação de abertura e fechamento desses equipamentos. A medição com o oscilógrafo satisfaz todos os requisitos exigidos, motivo pelo qual considera-se apenas este método para esse ensaio. Os tempos de abertura, fechamento e discordância de fases devem ser analisados a partir das informações contidas no catálogo do fabricante do disjuntor, sendo que este ensaio pode determinar se o circuito de antibombeamento do disjuntor está operando adequadamente.

Durante este ensaio, verifica-se também a simultaneidade de ação dos contatos, ou seja, a exatidão das manobras de fechamento e de abertura de um disjuntor ou chave. Essa exatidão e simultaneidade reduzem os riscos operacionais sobre os quais se expõem os outros equipamentos e até mesmo o próprio operador. No caso das seccionadoras e equipamentos de acionamento conjunto – tripolares –, deve ser observado o sincronismo em que os contatos são fechados ou abertos. Certos equipamentos e circuitos não possuem tolerância de serem energizados por duas fases, enquanto aguardam a terceira ser operada, causando sobrecargas momentâneas e outros efeitos transitórios negativos.



• Ensaios de resistência de contatos elétricos

Este ensaio é aplicável a disjuntores, seccionadores e barramentos ou outras conexões de alta capacidade de corrente. Ele tem o objetivo de garantir, pela aplicação de uma corrente elétrica e a leitura do valor da queda de tensão local, a resistência existente nos contatos de um equipamento de chaveamento ou barramento de energia. Essa queda de tensão, normalmente ocasionada por fontes de corrente contínua, estabelece por meio da aplicação direta da lei de Ω o valor da qualidade do contato elétrico das partes envolvidas.

Os fabricantes dos diversos equipamentos apresentam seus valores típicos de fábrica e normalmente são enquadrados dentro de valores limites definidos por normas específicas de equipamentos. Um maior valor de resistência de contato significa dizer uma maior dissipação de calor ($0,24 \cdot I^2 t$) naquele ponto. Enfatiza-se que 'r' no caso é a resistência de contato local. Um desgaste dos contatos quer seja por agressão física ou mesmo por desgaste natural da interrupção das correntes nominais ou de falta sempre agravam as condições de trabalho de um equipamento, cuja função básica é garantir abertura e interrupção de circuito. Os ensaios efetuados no início de uma instalação, ou seja, antes da entrada em operação dos equipamentos, registram principalmente o estado desses equipamentos sem menosprezar a referência para seu histórico futuro e corroboram os valores originais que o fabricante do equipamento define como adequado. A resistência de contato, quando em instalações com potências em barramentos da ordem de 10 MVA, é particularmente interessante para registro e verificações no que diz respeito à análise da qualidade das conexões elétricas, não só das partes vivas como também das interligações de fios terra e neutro.

Os equipamentos de chaveamento que interrompem a carga e, em particular, as correntes de curto-circuito devem sofrer atenção especial. É fundamental para disjuntores e chaves a óleo que operem sob carga o registro desses valores e sua comparação com os valores do fabricante em catálogo. Quando a inspeção é feita em equipamentos que estejam em operação, o uso de dispositivos que analisam o calor e a distância também são muito utilizados. Esse ensaio deve ser feito com o equipamento desenergizado como se pode facilmente imaginar, mas, como medida preventiva e indicativa desse estado, temos o ensaio de temperatura do local como um

ensaio que, por meio indireto e a distância, evidencia o valor calórico produzido no local. Esse valor aponta com frequência para uma “resistência de contato ruim ou inadequado”.

- **Ensaio de tensão aplicada**

É aplicável a cabos elétricos de força, equipamentos isolados a vácuo e a gás SF6 e tem o objetivo de submeter o equipamento à tensão de trabalho, à frequência industrial ou outra em corrente contínua ou alternada, observando, dessa forma, por uma fonte de capacidade limitada a reação desse equipamento e, em eventuais descargas destrutivas, manter o dano em níveis aceitáveis de segurança. Deve ser executado com o equipamento montado em sua posição final de trabalho, mantendo-se todas as conexões isoladas, excetuando-se o caso específico nos manuais de instalações. Quando aplicada a cabos de força, essa tensão é definida em norma e/ou pelos catálogos dos fabricantes especificamente para cabos novos e em serviço. Quando o isolamento é provido por câmara de vácuo ou de gás SF6, esse ensaio chega a ser fundamental por conta da não linearidade dos parâmetros de medição do teste.

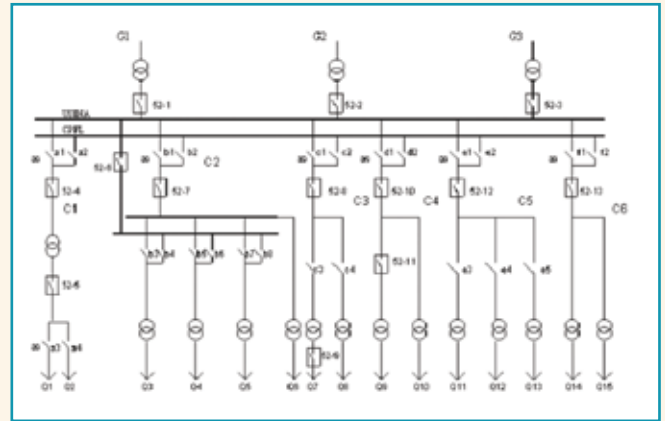


- **Aferição e parametrização de relés de proteção**

A proteção de uma instalação elétrica se faz por elementos que devem “sentir” as alterações das grandezas preestabelecidas e, a partir de tempos e tolerâncias, acionar os dispositivos interruptores. As grandezas, as tolerâncias e os tempos são elementos conhecidos em projetos e implementados por ocasião de sua instalação em campo. Isso significa dizer que no



momento de uma os relés indiretos devem ser testados inclusive em simulações e funções de proteção e os transformadores de potencial e corrente devem ser analisados até o nível de sua classe de exatidão. O projeto e sua memória de cálculo em particular são essenciais nessa tarefa. A carta de ajuste e as referências de projeto são os elementos de entrada para esse processo.



Ensaio de funcionamento

A norma menciona literalmente que “As montagens dos quadros, acionamentos, controles, intertravamentos, comandos, etc., devem ser submetidas a um ensaio de funcionamento para verificar se o conjunto está corretamente montado, ajustado e instalado em conformidade com esta norma e filosofia operacional de projeto.” Isso se deve ao fato de, se possuímos todas as partes previstas a funcionar atendendo a uma condição operacional de projeto, apenas a simulação de suas condições diversas de manobra e uso é que garantirão de fato sua conformidade com o proposto. É necessário incluir esse item na lista de ensaios da instalação e, de certa forma, ao seu final para só então liberá-la para uso.

Nas instalações elétricas de média tensão, o isolamento entre o elemento humano – operador – e os equipamentos de manobra se faz mais que necessário e cada vez mais se faz como seu distanciamento físico ou automatizado. Essa característica obriga ao projeto desses equipamentos possuir dispositivos de manobras articulados, pivotados ou, ainda, estendidos. No caso das chaves seccionadoras, as lâminas de energia, submetidas à média tensão são acionadas individualmente ou simultaneamente por varas de manobras ou de acionamentos mecânicos montados em estruturas isoladas entre si. No caso de disjuntores, o acesso às partes vivas se faz por alavancas internas e molas sempre carregadas ou manobradas por operadores e por dispositivos externos também isolados. Na troca de relação de transformação sob carga ou não dos transformadores de potência, as alavancas volantes e outros elementos móveis também se destacam pelo seu isolamento das partes energizadas em relação ao elemento humano.

Todas essas ilustrações servem para registrar que se existir

elementos de comando e ação dentro de uma instalação elétrica, esses devem ser inspecionados na extensão de sua operacionalidade e travamentos mecânicos. A quantidade de manobras por combinações e objetivos é muito grande, assim como a existência de intertravamentos mecânicos e elétricos, mas todos esses elementos citados até aqui justificam esse ensaio. Somente com a verificação desse funcionamento é que garantimos que o projeto original foi atendido em sua proposta.

Outra citação: “Os dispositivos de proteção devem ser submetidos a ensaios de funcionamento, se necessários e aplicáveis, para verificar se estão corretamente instalados e ajustados.”. Isso faz parte complementar da verificação de proteção das instalações (relés de proteção). O acionamento do relé isoladamente, sem a sua ação sobre o equipamento, deve ser estudado, de modo a garantir que ele seja testado com toda a integridade do circuito, atuando nos equipamentos de potência para comprovar sua atuação. Deve ser considerado um erro grave o teste isolado desses equipamentos.

A “lista de verificação” agora está completa pelos ensaios de equipamentos e ensaios funcionais.

Inspeção Visual + Ensaios Elétricos + Ensaios de Funcionamento.

Fechamos assim o processo de qualidade das manutenções

e montagens em instalações elétricas, aqui de média e alta tensão. A qualidade não se consegue ao final do processo de montagem como foi abordado no texto, mas o Capítulo 7 mostra as referências básicas e mínimas para esse atendimento.

Como comentado em todos os artigos, proponho uma abordagem isolada, integrada e sempre aplicada a casos práticos para a garantia da continuidade das discussões no fórum estabelecido após início do lançamento de cada periódico. A leitura dos artigos deverá ser complementada pelo fórum, e nunca se esgotar como a “verdade” absoluta e inequívoca.

A leitura dos artigos deverá ser complementada pelo fórum e sempre prever que o esgotamento do assunto não ocorra. O fórum pode ser acessado em www.osetoreletrico.com.br, no link dedicado a este fascículo, ou ainda no site <http://ecthos.nucleoad.net/moodle/login/index.php>. Participe!

**MARCUS POSSI é engenheiro eletricista e diretor da Ecthos C&D. Possui cerca de 20 anos de experiência na construção e gerenciamento de obras de subestações e usinas em média e alta tensão no Rio de Janeiro. É secretário da norma ABNT NBR 14039 – Instalações de Média Tensão de 1KV até 36,2 kV.*

Continua na próxima edição
Confira todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail redacao@atitudeeditorial.com.br