Recomendações da SEL Sobre Testes de Manutenção Periódica de Relés de Proteção

Karl Zimmerman

INTRODUÇÃO

As práticas de testes para sistemas de relés de proteção continuam a atrair um grande interesse. Em 2007, por exemplo, a Comissão Federal Reguladora de Energia (FERC: “Federal Energy Regulatory Commission”) dos Estados Unidos emitiu o Regulamento N° 693, que determina a todos os usuários, proprietários e operadores do sistema de potência o cumprimento das normas de confiabilidade elétrica.

Para tratar dos comentários da FERC sobre este regulamento, a Corporação de Confiabilidade Elétrica da América do Norte (NERC: “North American Electric Reliability Corporation”) desenvolveu a Norma PRC-005-2, Manutenção dos Sistemas de Proteção (“Protection System Maintenance”), que mescla as seguintes normas anteriores:

- PRC-005-1 – Manutenção e Testes dos Sistemas de Proteção de Transmissão e Geração (“Transmission and Generation Protection System Maintenance and Testing”)
- PRC-008-0 – Programas de Manutenção de Equipamentos para Rejeição de Cargas por Subfrequência (“Underfrequency Load Shedding Equipment Maintenance Programs”)
- PRC-011-0 – Manutenção e Testes dos Sistemas de Rejeição de Cargas por Subfrequência (“Underfrequency Load Shedding System Maintenance and Testing”)
- PRC-017-0 – Manutenção e Testes dos Sistemas de Proteção Especiais (“Special Protection System Maintenance and Testing”)

A Norma NERC PRC-005-2 define quais elementos de um sistema de proteção devem ser testados e com que frequência os testes devem ser efetuados. A norma também inclui requisitos para desenvolver e documentar a implementação de um plano de testes [1].

A FERC emitiu o regulamento aprovando a PRC-005-2 em 19 de dezembro de 2013. A data de aplicação da PRC-005-2 será 1º de abril de 2015, que é a primeira data em que as entidades devem estar em conformidade com a norma. A data de aprovação regulatória nos Estados Unidos é 24 de fevereiro de 2014.

O objetivo deste artigo é fornecer recomendações para testes dos relés da SEL e diretrizes para o desenvolvimento de um programa de testes. Concessionárias de energia e outras entidades devem usar sua própria experiência e conhecimento para desenvolver e implementar seus planos de testes.

HISTÓRICO

O objetivo da execução dos testes de relés é maximizar a disponibilidade da proteção e minimizar o risco de uma operação incorreta. O artigo “Filosofias para Testes de Relés de Proteção” (“Philosophies for Testing Protective Relays”) descreve uma abordagem de testes de relés digitais e os fatores que têm influência sobre um intervalo de manutenção [2].

Um fator importante na análise dos intervalos de teste é o monitoramento do alarme de autoteste de um relé. Os relés da SEL continuamente monitoram e controlam os sistemas de proteção de energia, além de monitorar continuamente os diagnósticos dos respectivos autotestes internos. Os diagnósticos de autoteste do relé são capazes de detectar aproximadamente 85% das falhas de componentes. O artigo “Avaliando a Efetividade dos Autotestes e Outros Meios de Monitoramento em Relés de Proteção” (“Assessing the Effectiveness of Self-Tests and Other Monitoring Means in Protective Relays”) apresenta uma estratégia para testes de relés [3].

Usar o melhor método de teste é essencial para uma filosofia adequada de testes. O artigo “Uma Comparação dos Métodos de Testes do Sistema de Relés de Linha” (“A Comparison of Line Relay System Testing Methods”) fornece diretrizes para seleção do melhor método de teste [4].

Finalmente, o desenvolvimento de um plano para testes periódicos pressupõe que um sistema tenha sido comissionado de forma adequada e abrangente. O artigo “Lições Aprendidas Com o Comissionamento de Sistemas de Relés de Proteção” (“Lessons Learned From Commissioning Protective Relaying Systems”) descreve as melhores práticas para o comissionamento de sistemas de relés de proteção [5].

Dados observados no campo mostram que os relés da SEL têm um tempo médio entre falhas (MTBF: “Mean Time Between Failures”) de cerca de 500 anos. Esta é uma medida de falhas de hardware e equivale a aproximadamente 0,2% (1/500) de falhas por ano. Além disso, dados históricos mostram que os autotestes detectam cerca de 85% das falhas de relés. Portanto, cerca de 15% do montante de 0,2% de falhas (cerca de 0,03% por ano) não são detectadas. O indicador de manutenção (MI: “Maintenance Indicator”) da SEL, que rastreia **todas** as manutenções executadas em um determinado relé, é de aproximadamente 130 anos. Usando o MI, o número de falhas não detectadas por ano é de 0,12% (1 falha não detectada em 870 relés).

ABORDAGEM RECOMENDADA

A abordagem recomendada pela SEL para testes de relés e melhores práticas é descrita a seguir:

1. **Execute testes abrangentes de comissionamento no período da instalação.** Use checklists completos, simulações, testes de laboratório e/ou verificações no campo detalhadas para comprovar o desempenho do sistema de proteção, incluindo entradas, saídas e ajustes.
2. **Monitore o contato de alarme do autoteste do relé em tempo real via controle supervisão e aquisição de dados (SCADA) ou outro sistema de monitoramento.** Se um contato de alarme for ativado, adote medidas imediatas para reparar, substituir ou execute uma ação corretiva para o relé com alarme.
3. **Monitore as falhas potenciais do relé não detectadas pelos autotestes.** Especificamente, estas ocorrem nas entradas binárias, contatos de saída e entradas analógicas (tensão e corrente). Use a verificação contínua das entradas (por exemplo, lógica de perda de potencial) quando estiver disponível. Se existir um sistema de proteção secundário, compare os valores de medição entre os sistemas primário e secundário.
4. **Análise os relatórios de evento para obter a causa raiz e verifique a operação dos contatos de saída e entradas binárias.** Use relatórios de evento como documentação para validar a operação correta do sistema de proteção.
5. **Observe e atue para todos os boletins de serviço do produto.** Nem todo boletim de serviço requer ação, mas cada boletim deve ser avaliado. Mediante solicitação, a SEL pode fornecer informações específicas ou um website seguro para rastreamento dos relés afetados.

Se as Etapas 1 a 5 forem seguidas, os testes periódicos, se executados, não identificarão quaisquer falhas adicionais.

Muitos usuários seguem as Etapas 1 e 2, mas não executam as Etapas 3 a 5 de forma consistente. Neste caso, **realize testes periódicos (por exemplo, uma vez a cada dez anos) em partes do relé não testadas por autotestes**. Isso inclui injetar sinais conhecidos de corrente e tensão para verificação da precisão da medição do relé, ativar entradas e pulsar contatos de saída. Isto não precisa incluir a reverificação de ajustes, plotagem de curvas de tempo-corrente ou círculos mho, e assim por diante. Essas características são verificadas no comissionamento e não mudam. Esses testes podem identificar o pequeno número de falhas não detectadas por autotestes (por exemplo, usando as taxas de falha anteriores, testar a cada dez anos detectaria $0,12\% \cdot 10 = 1,2\%$ de falhas, ou 1 relé com falha encontrado em 83 relés testados).

Esta filosofia também se aplica aos sistemas que não operam frequentemente (por exemplo, proteção diferencial de barramento ou transformador).

TESTAR QUANDO O ALARME DE AUTOTESTE NÃO É MONITORADO

Em algumas aplicações raras (instalações sem SCADA ou comunicações), o alarme de autoteste não é monitorado. Isso não é recomendado. Para essas aplicações, os relés devem ser testados de um a seis anos, incluindo o seguinte:

- Verifique se o alarme de autoteste não está ativado.
- Injete sinais conhecidos de tensão e corrente para verificar a medição apropriada.
- Ative entradas e pulse saídas.

Isto não precisa incluir a reverificação de ajustes, plotagem de curvas de tempo-corrente ou círculos mho, e assim por diante. Essas características são verificadas no comissionamento e não mudam.

DIRETRIZES DA NERC PRC-005-2

A Tabela 1-1 e a Tabela 3 da Norma PRC-005-2 estabelecem um intervalo de manutenção máximo específico e as atividades de manutenção necessárias para componentes que possuem os atributos especificados na Tabela 1-1, conforme indicado a seguir:

Relé de proteção microprocessado monitorado com o seguinte:

- Autodiagnóstico interno e alarme...
- Amostragem da forma de onda da tensão e/ou corrente três ou mais vezes por ciclo de potência, e conversão das amostras em valores numéricos para cálculos de medição através dos componentes eletrônicos do microprocessador.

Alarme para falha na fonte de alimentação de energia... [1]

Os relés de proteção da SEL incluem autodiagnóstico, funções de alarme e funções de amostragem que são capazes de atender a esses requisitos.

REFERÊNCIAS

- [1] NERC Standard PRC-005-2, *Protection System Maintenance*, February 2014. Disponível em: <http://www.nerc.com>.
- [2] J. J. Kumm, M. S. Weber, E. O. Schweitzer, III, and D. Hou, “Philosophies for Testing Protective Relays,” proceedings of the 48th Annual Georgia Tech Protective Relaying Conference, Atlanta, GA, May 1994.
- [3] J. J. Kumm, E. O. Schweitzer, III, and D. Hou, “Assessing the Effectiveness of Self-Tests and Other Monitoring Means in Protective Relays,” proceedings of the PEA Relay Committee Spring Meeting, Matamoras, PA, May 1995.
- [4] C. Araujo, F. Horvath, and J. Mack, “A Comparison of Line Relay System Testing Methods,” proceedings of the 33rd Annual Western Protective Relay Conference, Spokane, WA, October 2006.
- [5] K. Zimmerman and D. Costello, “Lessons Learned From Commissioning Protective Relaying Systems,” proceedings of PowerTest 2009, San Antonio, TX, March 2009.

BIOGRAFIA

Karl Zimmerman é um gerente técnico regional na Schweitzer Engineering Laboratories, Inc. de Fairview Heights, Illinois. Seu trabalho inclui o fornecimento de suporte para produtos e aplicações e treinamento técnico para usuários de relés de proteção. Ele é um membro ativo do “IEEE Power System Relaying Committee” e vice-presidente do “Line Protection Subcommittee”.

Karl recebeu seu BSEE da University of Illinois em Urbana-Champaign e tem mais de 20 anos de experiência na área de proteção de sistemas. Ele é um Engenheiro Profissional registrado no Estado de Wisconsin.

Karl recebeu o prêmio “2008 Walter A. Elmore Best Paper Award” da Georgia Institute of Technology Protective Relaying Conference, participou (“past speaker”) de vários seminários técnicos e é autor de mais de 40 artigos técnicos e guias de aplicação sobre sistemas de relés de proteção.

© 2009, 2010, 2013, 2014 por Schweitzer Engineering Laboratories, Inc. Todos os direitos reservados.

Todos os nomes das marcas ou produtos que aparecem neste documento são marcas comerciais ou marcas comerciais registradas de seus respectivos proprietários. Nenhuma marca comercial da SEL pode ser usada sem permissão por escrito.

Os produtos SEL que aparecem neste documento podem estar protegidos por patentes dos EUA e de outros países.

SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES, INC.

2350 NE Hopkins Court • Pullman, WA 99163-5603 USA
 Tel: +1.509.332.1890 • Fax: +1.509.332.7990
www.selinc.com • info@selinc.com

LWP0005