

## Período para realizar a manutenção preventiva em relés de proteção.

Normalmente os fabricantes de relés de proteção deixam a cargo do cliente a escolha do tempo entre cada manutenção em seus equipamentos. Contudo todos são unânimes em aconselhar que esses testes sejam realizados regularmente. Isso garante uma alta confiabilidade no sistema de proteção, pois realizando a manutenção preventiva verifica-se o correto funcionamento das funções de proteção, controle, medição, entre outros.

- Uma periodicidade anual entre os testes de manutenção é normalmente adotada por muitas empresas. A empresa Hartof Steam Boiler (**420 HSB Recommended Practice for Electrical Preventive Maintenance**) possui como padrão as seguintes recomendações em relés de proteção:

### 3.11 Protective Relays

Inspection, maintenance and testing of protective relays should be done on an annual basis in order to ensure proper and reliable operation. All necessary precautions should be taken while working with protective devices to ensure personnel safety and to avoid any unplanned interruption of service. In particular, when working on control circuits, all current transformer (CT) secondaries should be shorted to ground and never left open-circuited in order to avoid serious injury to maintenance personnel.

#### 3.11.1 Visual and Mechanical Inspection

Inspect relays for physical damage and deterioration. Inspect gaskets and covers for damage and/or excessive wear, and repair or replace as necessary. Examine and clean the relay and enclosure of foreign materials, such as dust, dirt, and moisture

#### Standard for an Electrical Preventive Maintenance Program

contamination. Examine the condition of the spiral spring, disc clearances, contacts, and case shorting contacts (if present). Check mechanism for freedom of movement, proper travel and alignment, and tightness of mounting hardware and plugs.

#### 3.11.2 Electrical Testing

Using an appropriate testing instrument, suitable for the relays being tested, conduct electrical testing of the relays in accordance with manufacturer's recommendations and IEEE testing standards. For overcurrent relays, test the following functions of the relay at the established settings specified by the system engineer or manufacturer:

- Pickup contacts should close when a current equal to the relay tap setting is applied to the induction coil. Adjust the spring as needed to allow for proper operation.
- Timing tests should be performed corresponding to two (2) or more points on the relay's timecurrent curves. One of the tests should be done at the specified time dial setting.
- Instantaneous pickup test should be performed for the specified instantaneous setting, if applicable.
- Seal-in units should be tested to ensure that the contacts hold closed with the minimum specified current applied.
- Relay target should indicate when the relay has operated.
- If possible, the relays should be tested to ensure that operation of the relay will in fact cause a tripping action of the respective circuit breaker. Relays that do not test satisfactorily or are found to be defective should be replaced immediately to maintain the integrity of the protection systems.

- O guia **“IEEE Guide for Power System Protection Testing”** aconselha a periodicidade de acordo com o nível de tensão do sistema.

IEEE Std C37.233-2009  
IEEE Guide for Power System Protection Testing

	synchronized end-to-end tests. Verify restraint for all external faults (reverse element of distance relay restrains either end from tripping). Verify time-delayed backup tripping.	generated by the relays are saved. Sequential event records are retained as applicable.
In-service tests	Phasing is correct into relays and meters.	Phase reads are recorded and sent to the Maintenance Division for storage. Metering snapshots are taken and documented.

#### 4.7.4 Periodic maintenance tests

Periodic maintenance testing is used to verify the proper functionality and reliability of protection systems. The information gathered from periodic testing can be used to establish a history of relay performance. Periodic testing is usually performed on a component basis such as protective relays or transducers to verify proper calibration and operation. The interval of these tests is usually determined by each owner's Relay Maintenance Program and often takes into account owner preferences. The protection systems can be configured with individual electromechanical or solid state components, which may not have self-monitoring, or can be made of microprocessor-based type with self-monitoring and alarming capability, where performance and availability are fully monitored at all times. In some cases, a regulatory agency may require a more rigorous process for demonstrating with sufficient levels of documentation their maintenance practices and records, as described in the Regulatory Considerations section. The periodic maintenance programs have established testing intervals with tracking and archival of test results. (See Table 3 below for an example of relay testing intervals.)

**Table 3—Example of relay testing intervals**

Relay voltage (kV)	Maintenance interval (years)
500	2
230	4
115	4
69	4
Less than 69	4

Periodic system testing is becoming more popular. Table 4 indicates a typical example of a test performed on line relaying systems.

**Table 4—Example test plan for line relaying systems**

Test	Analysis/verification	Retention
Fault simulations	Verify relays call for instantaneous tripping for all types of internal faults (a communications-assisted trip scheme). Selected 3L, LL, SLG, and 2LG faults 10%, 50%, and 90% along the line are simulated at both ends using satellite-synchronized end-to-end tests. Verify restraint for all external faults (reverse element of distance relay restrains either end from tripping). Verify time-delayed backup tripping.	Compare all test results (fault reports, sequence of events records) to previous year's results.

- O artigo “A Evolução nos Procedimentos para os Ensaios de Desempenho de Relés de Proteção” mostra a evolução das caixas de teste para calibração de relés de proteção bem como os principais testes que devem ser realizados em um relé microprocessado.

# A Evolução nos Procedimentos para os Ensaios de Desempenho de Relés de Proteção

Wagner de Oliveira\* e Fujio Sato \*\*

\*ABB e \*\*UNICAMP

\*wagner.oliveira@br.abb.com e \*\*sato@dsee.fee.unicamp.br

**Resumo** - Este trabalho descreve a evolução dos procedimentos para os ensaios de desempenho de relés de proteção. Nos primórdios, a aferição e a calibração de relés eram feitas através de dispositivos e instrumentos analógicos que basicamente possibilitavam ensaios de regime permanente. Na década de 70, surgiram os equipamentos de ensaio eletrônicos e com o passar do tempo foram evoluindo, possibilitando uma gama completa de ensaios dinâmicos. Com avanço tecnológico, chegando-se à era dos relés digitais, houve uma grande evolução também nos equipamentos de ensaios, principalmente pela necessidade de simular condições transitórias. Este tipo de equipamento, além do hardware é provido de software. Resultados da análise do sistema de proteção de linha de transmissão de 500kV, utilizando simulador digital em tempo real são apresentados.

**Palavras-chaves** - Ensaios, Relés de proteção, Simulação

**Abstract** - This paper describes the evolution of procedures to protection relays performance testing. In the early days, the measurement and calibration of relays were made by analog devices and instruments that basically provided the steady-state tests. In the 70's came the electronic test equipment. With the passage of time have evolved, providing a full range of dynamic tests. With technological advances, reaching the age of digital relays, there was also a major evolution in test equipment, mainly by the need to simulate transient conditions. This type of equipment, plus the hardware is provided with software. Are presented results of 500 kV transmission line protection system analysis, using a real time digital simulator.

**Keywords** - Tests, Protection relays, Simulation

## I. INTRODUÇÃO

Uma das ocorrências de maior impacto no fornecimento da energia elétrica é o curto-circuito (ou falta) nos componentes do sistema elétrico, que impõe mudanças bruscas e violentas na sua operação normal. O fluxo de uma elevada potência com a liberação localizada de uma quantidade considerável de energia, pode provocar danos de grande monta nas instalações e equipamentos, caso o sistema elétrico não seja provido de um sistema de proteção adequado através de relés.

Os relés são dispositivos analógicos, estáticos ou digitais que tem a finalidade de detectar condições intoleráveis ou indesejáveis dentro de uma zona pré-estabelecida do sistema elétrico. Eles são efetivamente uma forma de seguro, com a finalidade de manter um alto grau de continuidade de serviço e limitar ao mínimo os danos em equipamentos e instalações. Para que as operações dos relés sejam altamente confiáveis, praticamente imunes a falhas, é necessário um rigoroso

acompanhamento dos seus desempenhos através de ensaios periódicos e específicos.

## II. ENSAIOS DE DESEMPENHO DE RELÉS

Os termos utilizados no relatório *Relay Performance Testing* [1] definem os tipos de ensaios em relés que são: ensaio de regime permanente, ensaio dinâmico, ensaio de simulação transitória, ensaio de integridade e ensaio de aplicação.

- Ensaio de regime permanente consiste em aplicar ao relé excitações cujos fasores são mantidos constantes por um tempo muito superior do que o tempo de operação do relé. As excitações são então variadas em incrementos muito menores do que a resolução do relé. Estes ensaios são utilizados para determinar os ajustes dos parâmetros do relé.
- Ensaio dinâmico consiste em aplicar ao relé, correntes de frequência fundamental representando os períodos de pré-falta, falta e pós-falta.
- Ensaio de simulação transitória consiste em usar excitações que incluem componente fundamental e de frequências de ordem superior, que podem surgir durante as condições operativas do sistema. Os sinais usados neste ensaio podem vir dos dados registrados do sistema ou de dados gerados através de simulações realizadas em modelos computacionais de sistema de potência através de um programa de transitórios eletromagnéticos.
- Ensaio de integridade tem a finalidade de verificar se o relé foi fabricado, instalado e se está sendo mantido dentro das especificações. Este teste é considerado de rotina e deve ser realizado periodicamente durante o seu ciclo de vida. É um procedimento básico e importante que deve preceder o ensaio de aplicação.
- Ensaio de aplicação tem a finalidade de verificar se o desempenho do relé é satisfatório dentro do seu objetivo de aplicação. É particularmente recomendado, quando as especificações não são suficientemente detalhadas de forma a assegurar a aplicação adequada. Registros do registrador digital de perturbação (RDP) de um distúrbio específico podem ser reproduzidos no relé para avaliar o seu desempenho. O distúrbio pode também ser recriado pela simulação matemática (EMPT, por exemplo).

- No artigo “Aplicações de Relés Microprocessados em Linhas de Transmissão” o autor propõe que a manutenção seja realizada com uma periodicidade entre 1 a 3 anos.

## Aplicações de Relés Microprocessados em Linhas de Transmissão

Joe Mooney  
Schweitzer Engineering Laboratories, Inc.  
Pullman, WA USA

### RESUMO

Por muitos anos, empresas de energia elétrica têm usado relés eletromecânicos para proteção de sistemas de potência. O resultado do uso de relés eletromecânicos tem sido manutenção e execução extensivas do projeto. Ambos, o projeto e a manutenção dos esquemas de proteção usando esses relés, são dispendiosos e consomem muito tempo de trabalho.

Durante os últimos dez anos, relés microprocessados se tornaram um grande sucesso. Eles oferecem muitas vantagens sobre relés eletromecânicos. Esse artigo compara um esquema típico de proteção de uma linha de transmissão em termos de custo, projeto de engenharia e manutenção. As informações apresentadas nesse artigo mostram que os relés microprocessados oferecem uma significativa economia no custo, projeto de engenharia e manutenção.

O artigo conclui mostrando várias aplicações de proteção de linhas de transmissão para os relés microprocessados.

### INTRODUÇÃO

Os relés de proteção desempenham um papel crítico na operação dos sistemas elétricos de potência. Eles são designados para atuar quando condições anormais ocorrem no sistema de potência. Essas condições anormais podem ser curtos circuitos, condições de sobrecarga, e perda de sincronismo do sistema.

Esquemas de proteção elaborados têm sido desenvolvidos para detectar essas diversas condições, usando a técnica de tentativa e erro bem como a experiência na operação do sistema. Os esquemas de proteção têm sido tipicamente constituídos de componentes distintos tais como relés de sobrecorrente, relés de distância, relés auxiliares, e relés de religamento. Todos os equipamentos devem estar conectados entre si, para que se tenha um esquema completo e funcional, o que significa tempo e dinheiro no processo de elaboração, desenvolvimento e instalação do projeto.

Devido ao número de componentes que constituem esses esquemas de proteção, testes detalhados de instalação e programas para a manutenção de rotina devem ser executados, para assegurar que os esquemas estejam funcionando corretamente. Mais uma vez, isto requer um significativo investimento em tempo, dinheiro e potencial humano. Por exemplo, num típico esquema de proteção de distância de linhas de transmissão com zonas de atuação temporizadas, a manutenção deve ser efetuada com periodicidade de um a três anos, para assegurar que o mesmo esteja funcionando dentro dos padrões especificados.

Os relés microprocessados oferecem muitas vantagens sobre os esquemas que utilizam componentes distintos. O esquema total ocupa um menor espaço no painel. O número de componentes é enormemente reduzido. O projeto e a fiação são mais simples e a implementação é menos dispendiosa. Testes de instalação e testes de manutenção podem ser enormemente reduzidos. Os relés microprocessados também oferecem muitas características e outras funções, além das básicas de proteção.

- Em uma licitação “**PLANO DE MANUTENÇÃO**” a empresa contratante exige que os relés de proteção passem por uma manutenção anual conforme mostrado abaixo.

#### 6.2. Anualmente.

Deverão ser verificados as principais grandezas e se necessário tomadas às ações necessárias para conduzir o sistema / equipamento / componente as condições normais de operação, observando também:

- Sistema de iluminação – Normalização do sistema de iluminação dos ambientes do DEINF;
- Quadros de distribuição:

#### 6.2.1. Cabine primária

- Solicitar junto à concessionária em tempo hábil o desligamento do Posto.**
- PARA-RAIOS**
  - Apertar e verificar terminais;

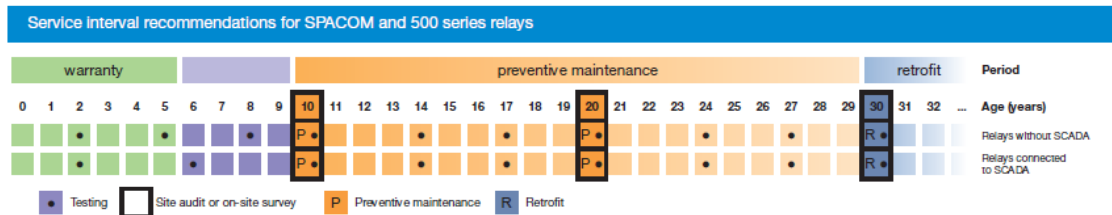
CP06007-AnexoI-Anexo2-PlanoManutençãoEdBrasilia.odt

ANEXO 2		
PLANO DE MANUTENÇÃO	Página 4 de 12	PROCEDIMENTOS

- Verificar a ligação para terra;
  - Limpar cuidadosamente o conjunto;
  - Inspecionar a porcelana quanto a trincas ou rachaduras;
  - Medir a resistência de malhas de terra (Telurímetro);
  - Medir o isolamento em DC (Megger).
- SECCIONADORA AT**
    - Examinar articulações, pinos molas e travas;
    - Inspecionar ligação do cabo terra e fixação da estrutura;
    - Operar e alinhar fechamento dos contatos e lubrificar;
    - Lubrificar partes móveis;
    - Verificar condições dos isoladores e suportes;
    - Ajustar limites de abertura e fechamento;
    - Verificar intertravamento;
    - Limpar cuidadosamente o conjunto;
    - Verificar o estado das facas;
    - Medir isolamento das 3 fases para terra;
    - Medir a resistência de contacto ( Ducter ).
  - BARRAMENTOS**
    - Limpar barramentos e isoladores e indicar anormalidades em relatório;
    - Reapertar fixação e conexões;
    - Medir o isolamento em DC ( Megger ).
  - DISJUNTOR AT**
    - Lubrificar contatos;
    - Examinar e apertar fixações e conexões;
    - Examinar mecanismo de operação, pinos, molas, braços e articulações;
    - Lubrificar partes móveis;
    - Testar operação manual e automática;
    - Inspecionar fiação e conexão do comando ( bobinas, etc.);
    - Verificar nível do óleo, complementando se necessário;
    - Verificar intertravamento;
    - Verificar sinalização;
    - Medir resistência de contatos;
    - Medir isolamento e resistência das bobinas;
    - Medir rigidez dielétrica do óleo;
    - Regular e aferir todos os relés, segundo os parâmetros estabelecidos em projeto;
    - Verificar desgaste e pressão dos contatos, trocando se necessário, medição da resistência de contato (Ducter);
    - Limpar e examinar extintores de arco;
    - Examinar todas as partes metálicas quanto à corrosão ou falhas metálicas;
    - Medição de isolamento em DC ( Megger ).
  - TRAFO**
    - Medir tensão entre fases do secundário, verificando se o valor obtido está correto;
    - Medir a corrente/fase do secundário, verificando se está coerente com a potência do trafo;
    - Limpar cuidadosamente o conjunto;
    - Examinar tanques, termômetros e manômetros;
    - Verificar o nível do óleo, complementando se necessário;
    - Inspecionar vazamentos;
    - Inspecionar acessórios e sua fixação;
    - Verificar sistema de proteção, ruídos e vibrações;
    - Medir resistência e isolamento das bobinas;
    - Examinar buchas e isoladores quanto a rachaduras, indicando anormalidades;
    - Apertar fixação a terra;

CP06007-AnexoI-Anexo2-PlanoManutençãoEdBrasilia.odt

- A empresa fabricante de relés “ABB” no catálogo “**Preventive maintenance**” sugere que a manutenção deve ser realizada a cada três anos.



- A Schneider Electric sugere em seu manual para o modelo Sepam série 10 o seguinte tipo de manutenção com a seguinte periodicidade.

## Manutenção preventiva

### Introdução

Para obter uma disponibilidade máxima da instalação, é indispensável certificar-se de que o Sepam está constantemente operacional. Os auto-testes internos do Sepam, descritos em *Funcionamento do sistema de auto-testes*, p. 168, assim como o relé de watchdog avisam o utilizador em caso de falha interna do Sepam.

No entanto, os elementos externos ao Sepam não estão sob o controlo destes auto-testes, sendo então necessário proceder a uma manutenção preventiva regular.


Para além da bateria, acessível a partir do painel dianteiro, nenhum elemento interno do Sepam necessita de manutenção preventiva, não podendo ser substituído pelo utilizador.

### Lista das intervenções

A seguinte tabela fornece a periodicidade típica das intervenções. A periodicidade da verificação visual é efectuada em função das condições de exploração da instalação.


Intervenção	Periodicidade
Verificação de rotina	Semanal
Teste dos LEDs e do visor Verificação do painel traseiro Verificação do estado da bateria (Sepam série 10 A)	Anual
Verificação da totalidade da cadeia de disparo	De 5 em 5 anos

### Verificação de rotina

- Certificar-se de que as correntes de fase e a corrente de terra medidas pelo Sepam estão em conformidade com a carga alimentada.
- Certificar-se de que o LED Sepam indisponível  está apagado.

### Teste dos LEDs e do visor

O teste dos LEDs e do visor permite verificar o correcto funcionamento de cada LED situado no painel dianteiro e de cada segmento do visor.

Para proceder ao teste, premir continuamente a tecla de selecção dos menus . Ao fim de 2 segundos, todos os LEDs do painel dianteiro e todos os segmentos do visor acendem-se.

### Verificação do painel traseiro

Verificar o aperto e a ausência de corrosão das ligações, prestando particular atenção ao terminal de terra e às ligações dos TC.

Um aperto incorrecto das ligações dos TC produz um aquecimento excessivo que pode causar a destruição da ficha B e dos TC.

### Verificação do estado da bateria

O Sepam série 10 A está equipado com uma bateria que permite guardar os dados do relógio interno. Ao premir a tecla de Reset, os 4 LEDs vermelhos de defeito acendem-se. Para verificar o correcto estado da bateria, premir a tecla de Reset durante 2 a 3 segundos. Os LEDs devem permanecer acesos, não devendo diminuir a intensidade enquanto a tecla estiver a ser premida. Caso contrário, substituir a bateria: consultar *Substituição da bateria do Sepam série 10 A*, p. 244.

### Verificação da cadeia de disparo

É importante certificar-se periodicamente de que a cadeia de disparo completa, dos TC ao Sepam até à bobina de disparo, continua operacional.

Para o detalhe das operações a efectuar, consultar *Confirmação da cadeia de protecção completa*, p. 218.