

Ensaaios de Desempenho de Relés

J.P. Gosalia

Doble Engineering Company, Boston, USA

Introdução

Várias empresas de energia estão reduzindo seus quadros técnicos de forma a serem mais competitivas. Todavia, a diminuição do corpo técnico somente funciona se novas tecnologias são implementadas de forma que a empresa se torne mais eficiente com menos funcionários. Em ensaios de relés existem vários procedimentos que foram criados a partir de 1950 para a tecnologia da época. Em 1950, regras de deslizamento eram utilizadas para a realização de cálculos complexos, técnicas eletromecânicas eram utilizadas para projetar relés, e eram usados componentes passivos para os equipamentos de teste. Em 1990, a tecnologia mudou dramaticamente. O avanço tecnológico em processamento de sinais digitais e a tecnologia microprocessada permitiram que os projetistas de relés utilizassem tecnologia do estado da arte em seus projetos de esquemas de proteção. Os sistemas de relés modernos são dispositivos digitais multifuncionais, que são projetados de maneira a fornecer uma proteção completa para componentes de um sistema de potência tais como, linhas, transformadores, geradores, etc. Alguns projetos novos possuem mais de 2000 possibilidades de ajustes e requerem extensivos procedimentos de configuração e ajustes. O método tradicional de ensaio individual de estado estático não pode mais ser utilizado em função do enorme tempo necessário para reconfigurar cada elemento individualmente. Com modernos equipamentos de teste nós podemos, e devemos, realizar coisas de forma diferente, de maneira a aumentar a produtividade.

Através de ensaios de esquemas de proteção sob condições do sistema de potência utilizando modernos equipamentos de teste, o desempenho do esquema de proteção pode ser assegurado. Ensaios dinâmicos de relés significam ensaios sob condições simuladas do sistema de potência. Um trabalho do IEEE Power System Relaying Committee, intitulado *Relay Performance Testing* discute como ensaios de estado dinâmico e simulações de transiente fornecem um conhecimento muito melhor de como se encontra o desempenho do sistema de relés. Traçando-se um perfil da operação do esquema de proteção, os defeitos podem ser descobertos mais rapidamente porque seria mais fácil a identificação de trocas em áreas que não operarem da maneira esperada.

O objetivo deste trabalho é apresentar os diferentes métodos de testes, suas vantagens e limitações. Este trabalho descreve também o uso e as vantagens da realização de testes ponta a ponta, sincronizados via satélite.

Ensaios tradicionais em Relés

Historicamente, os usuários realizavam ensaios utilizando componentes passivos, tais como variacs, caixa de resistências e defasadores. Estes testes somente verificavam os ajustes dos relés e não forneciam indicações de como o relé iria atuar sob as condições do sistema de potência. Com instrumentos de teste passivos, isto era o que de melhor se poderia fazer. Métodos tradicionais de testes não só consumiam muito tempo, mas também não forneciam a necessária confiança que o relé iria atuar apropriadamente sob as condições do sistema. A interação das características de proteção, contida no relé, e como elas iriam ser afetadas pela condição do sistema de potência, necessitavam ser avaliadas, para se entender verdadeiramente o desempenho do relé.

Tipos de Ensaios de Relés

Como os projetos dos relés tornaram-se mais avançados com o uso das tecnologias de estado sólido e microprocessadores, métodos de testes mais avançados também foram implementados para ensaiar os relés, os esquemas de proteção e os sistemas.

Os tipos de ensaios de relés são:

- Ensaios de Integridade
- Ensaios de Aplicação

Ensaio de Integridade

Este ensaio estabelece se o relé foi fabricado, embalado, despachado, instalado e mantido de acordo com as especificações publicadas. Ensaio de integridade são realizados normalmente como teste de aceitação e periodicamente para checagem do relé. Os testes de integridade são também chamados de Teste Estático ou Teste de Rotina.

Ensaio de Aplicação

Este teste é realizado após o Teste de Integridade. Ensaio de aplicação proporcionam mais detalhes de maneira a assegurar que o desempenho do relé esteja satisfatório para o tipo de aplicação desejada. Isto é especialmente importante quando as especificações publicadas não fornecem detalhes adequados para certificar a aplicação apropriada. O teste é realizado utilizando tanto formas de ondas específicas de um caso real, obtidas através de um RDP ou formas de ondas criadas por simulação matemática para avaliar o desempenho do relé. Ensaio de esquemas de proteção que utilizam testes dinâmicos ou transientes pertencem a esta categoria.

Ensaio de Estado Estável (Ensaio de Integridade)

Nos ensaios de Estado Estável, as quantidades fasoriais são mantidas estáveis por um período maior do que o tempo de operação do relé, só então variam em incremento muito menor do que a resolução dos relés.

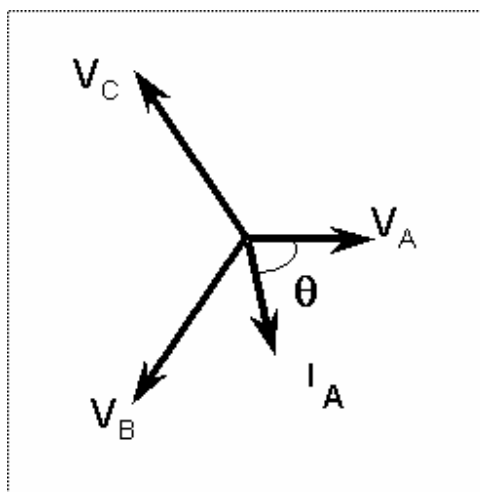


Figura 1

As razões para a realização de Ensaio de estado estável são:

- Para confirmar os ajustes dos relés.
- Para determinar a componente de falta dos relés.

No caso de relés digitais, os Ensaio de Estado Estável podem revelar defeitos no funcionamento de bobinas, capacitores e resistores. Para relés eletro-mecânicos, pode revelar molas fracas, contatos sujos ou perda dos parafusos de ajustes devido a vibrações com o conseqüente desvio nos ajustes.

Ensaio de Estado Estável podem ser muito demorados. A automatização de ensaio de estado estável fornece muitas vantagens. Abaixo descrevemos algumas destas vantagens.

- Redução do tempo de ensaio

- Fornece métodos de testes consistentes, cujos resultados são utilizados para avaliar as condições dos relés.
- Aumenta a produtividade do pessoal de teste, o qual resulta em um aumento na satisfação do trabalho.
- Redução no custo de manutenção da proteção e aumento da confiabilidade.
- A automatização de ensaios se permite manter facilmente um histórico, que pode ser utilizado para aprimorar os intervalos entre os testes.

Diagrama de Blocos de um teste automático típico (Figura 2).

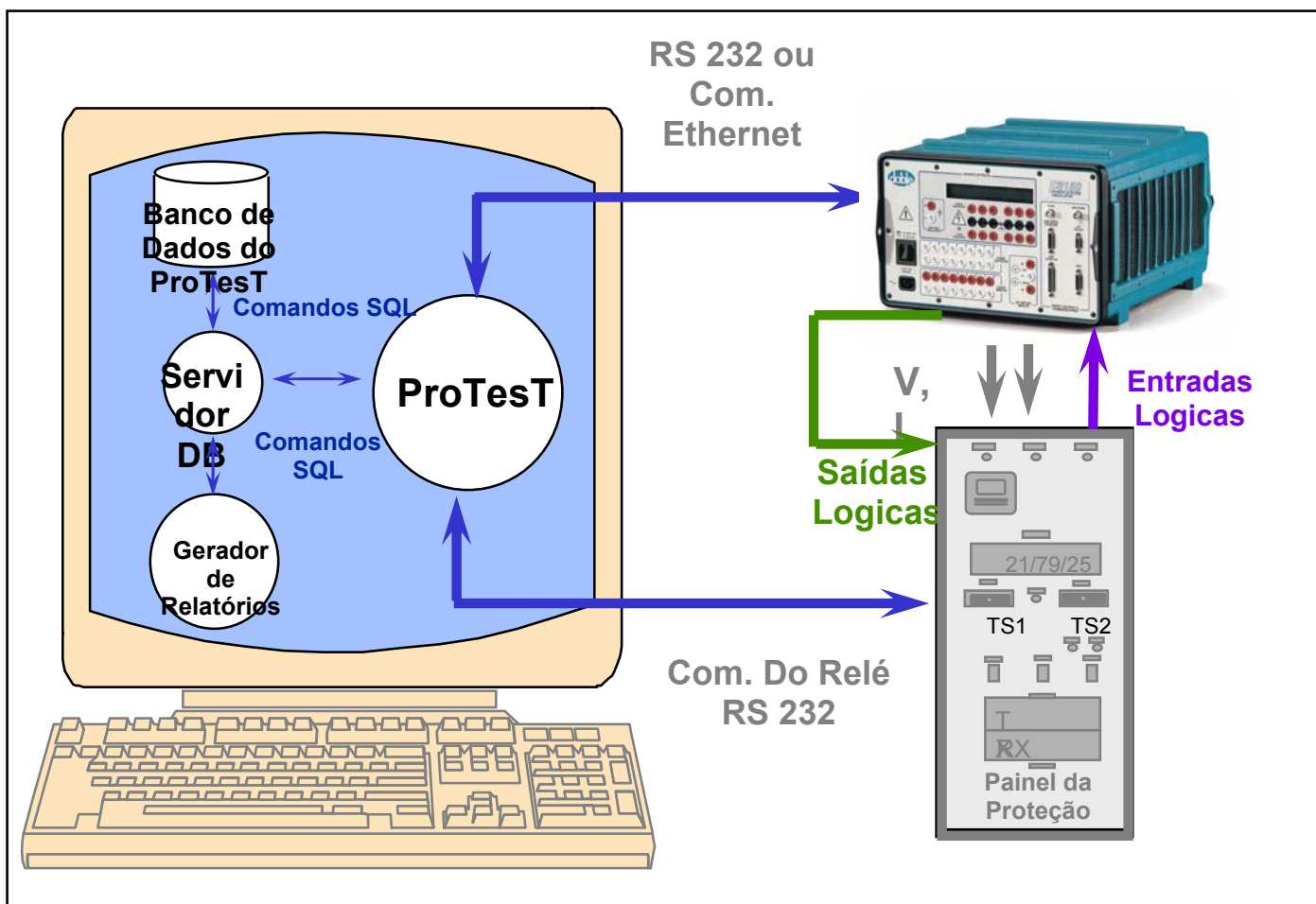


Figura 2

Os procedimentos para estes testes são baseados no entendimento que o usuário somente possui à disposição os componentes básicos para testes, tais como variacs, caixas de resistências e defasadores. Nos ensaios de Estado Estável os fasores variam lentamente para determinar os ajustes dos relés (Figura 1). Caso os relés passem nos testes, tudo o que se sabe é que o relé foi ajustado corretamente. Todos os componentes do esquema de proteção foram testados desta maneira, de forma a assegurar seus ajustes. Com os ensaios de Estado Estável, como o esquema de proteção irá operar em serviço e sob as condições desconhecidas do sistema de potência?

Devem ser feitas algumas suposições nos Ensaios de Estado Estável de relés de distância, como é mostrado na Figura 3.

- **Linha Radial**
- **Condição Sem Carga**
- **Sem resistência de falta**
- **Sistema homogêneo**
- **Impedância da Fonte \approx Impedância da Linha**

Figure 3

Estes testes não simulam as condições do sistema de potência e os circuitos importantes tais como polarização e circuitos de memória não estão sendo testados. Por estas razões, os resultados dos Ensaios de Estado Estável não devem ser usados como referência, uma vez que estes ensaios não testam os relés sob as condições do Sistema de Potência.

Antigamente para ensaios mais definitivos sob as condições do sistema de potência, os usuários poderiam modelar seus sistemas em um simulador no fabricante, porém além de ser muito caro, demandava muito tempo. Todavia, somente esquemas de proteção que eram aplicados em locais críticos eram testados desta forma, usando tanto o PTL (Programmable Transmission Line), bem como o TNA (Transient Network Analyzer) ou o ATL (Artificial Transmission Line).

Ensaios de Aplicação: Ensaios de Estado Dinâmico

Para assegurar a performance de um esquema de proteção para determinada aplicação, este esquema deve ser checado sob as condições do sistema de potência. Antes da aplicação de um esquema em particular, os devidos requisitos deste esquema em particular devem ser observados.

É característica dos projetos de esquemas de relés de proteção levarem em consideração:

- **Segurança:** o relé não pode operar indevidamente para uma condição de falta externa
- **Confiabilidade:** o relé deve operar para uma condição de falta interna

Estas duas condições definem a confiança do relé. O componente do sistema a ser protegido deve ser revista em relação ao sistema como um todo, de maneira a estabelecer a prioridade necessária. Como mostra a Figura 4, a proteção deve ser projetada para prover alta segurança e alta confiabilidade, desta maneira, a proteção necessita ser ensaiada de forma a assegurar as considerações mais importantes que satisfazem uma aplicação em particular.

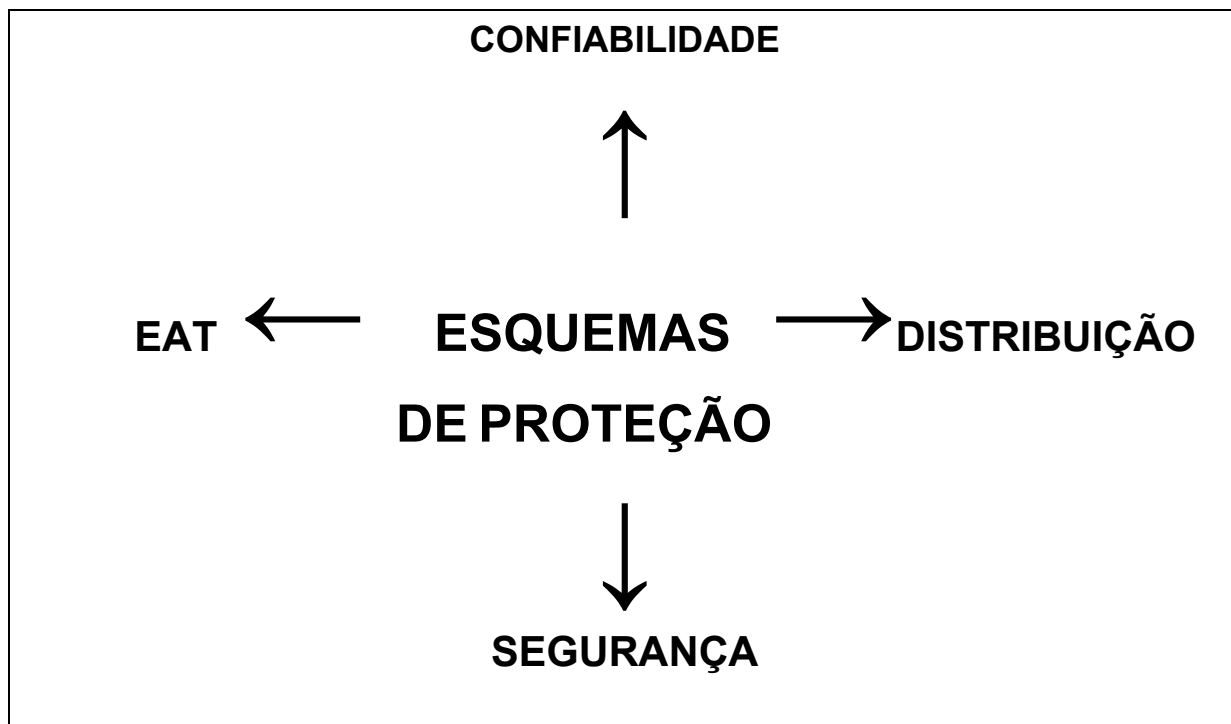


Figura 4

Aplicação de Proteções em EAT demandam que o esquema de proteção forneça segurança para manter a estabilidade do sistema. De maneira oposta, aplicação de proteções para distribuição demandam confiabilidade para assegurar a continuidade da energia.

Uma vez que tomadas às decisões apropriadas para a proteção, para uma dada aplicação, o usuário necessita confirmar a operação adequada da proteção antes de ser posta em serviço. Estes ensaios necessitam ser realizados durante o período de comissionamento, ou antes, se possível.

Os avanços e a disponibilidade da tecnologia de microprocessadores e processamento de sinais digitais agora tornam práticos os ensaios de esquemas de proteção pelo usuário, sob as condições do sistema de potência. Equipamentos de testes digitais podem ser usados para a realização de testes de estado dinâmico de esquemas de proteção. Esquemas completos e não somente módulos de relés de forma individual necessitam ser testados utilizando ensaios de estado dinâmico para avaliar a performance do esquema. Simuladores de Sistemas de Potência portáteis, modernos, encontrados no mercado a preços razoáveis, permitem ao usuário simular facilmente os eventos que ocorrem no sistema de potência.

Os Ensaio de Estado Dinâmico permitem que componentes da frequência fundamental realizem mudanças sincronizadas de forma a representar os eventos de um sistema de potência. Mudanças sincronizadas entre as condições de pré-falta, falta e a pós-falta permitem ao usuário fácil e rapidamente simular os eventos de um sistema de potência.

Softwares baseados em PC controlam os simuladores e variam de forma sincronizada os fasores entre os estados de maneira a simular os eventos do sistema de potência (Figura 5).

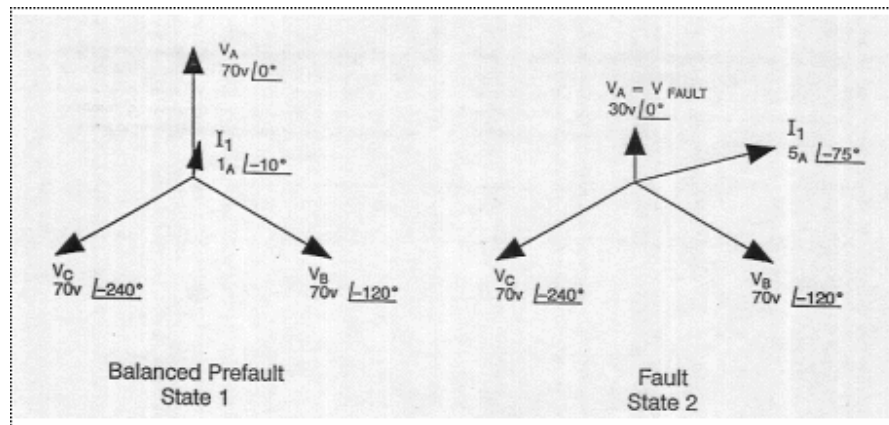


Figura 5

Dados de testes para simulação dinâmica podem ser calculados utilizando-se programas de curto-circuito, softwares simuladores de faltas ou registros de RDPs. Através desta técnica, a resposta para esquemas de proteção pode ser analisada para diferentes tipos de faltas de maneira a assegurar a operação apropriada do esquema. A Figura 6 mostra a forma de onda registrada em um teste de estado dinâmico.

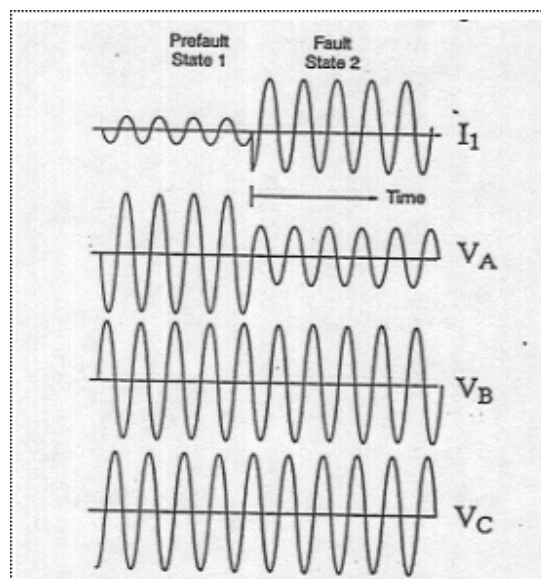


Figure 6

A mesma pode ser utilizada para realizar os seguintes testes no esquema de proteção de uma linha.

- Alcançar a precisão para todos os tipos de faltas em todas as zonas de proteção
- Tempo de operação
- Fechamento sobre falta
- Detecção de ruptura de fusível
- Bloqueamento de oscilação
- Programação Lógica

É também importante notar que ensaios de estado dinâmico permitem que sejam testadas várias zonas de esquemas de proteção de distância sem a necessidade de desabilitar outras zonas, proteção de fechamento sobre falta, supervisão de TP etc., uma vez que a duração de cada estado durante a simulação pode ser controlada.

Utilizando-se Ensaios de Simulação de Estado Dinâmico, o usuário pode facilmente plotar as características do relé. (Figura 7).

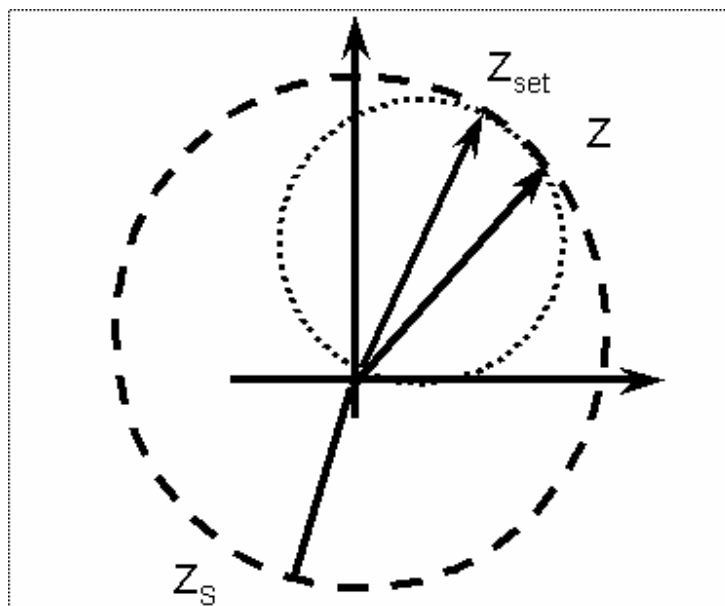


Figura 7

Considerações para Ensaios de Estado Dinâmico:

Os primeiros questionamentos a serem feitos são:

- Quantos instrumentos de testes serão necessários ?
- Todo o esquema de proteção será testado, ou somente parte dele ?
- Quantos estados serão necessários para a simulação ?
- Quantas conexões serão requeridas ?
- Quantos cabos de teste serão necessários ?

Uma vez que isto esteja determinado, o único equipamento necessário para iniciar o ensaio será o software de simulação de estado dinâmico e fontes ativas de alta potência. A seguir, temos um exemplo que indica a potência requerida para testar uma linha simples de um esquema de proteção, com uma corrente de falta de 1 A, 5 A e 10 A.

Considere um esquema básico de proteção de linha microprocessado com falha de disjuntor e proteção direcional de retorno de sobrecorrente. A impedância total do circuito de A para terra incluindo a resistência dos cabos para interconexão é de aproximadamente 2,37 Ohms. A tabela a seguir indica a potência (VA) requerida para a fonte de corrente para diferentes valores de corrente de teste.

Corrente de Teste	Potência
1 A	2.37 VA
5 A	59.25 VA
10 A	237 VA

A potência requerida da fonte de corrente aumenta pelo quadrado da corrente de teste. A faixa de potência da fonte de corrente é definida como sendo a potência fornecida pela fonte de corrente no valor máximo do limite de corrente. Caso o instrumento tenha um limite de corrente de, por exemplo, 15 A e, o limite de potência da fonte de corrente é 100 VA, ele irá fornecer 100 VA a 15 A. Portanto irá fornecer:

- 66 VA a 10 A
- 33 VA a 5 A
- 6.6 VA a 1 A

Para se obter uma potência maior a diferentes valores de teste, deve-se utilizar instrumentos de teste com múltiplas faixas de corrente. Se um instrumento na faixa de 450VA tiver, por exemplo, 3 faixas de corrente de 7.5, 15 e 30A, o mesmo irá fornecer:

- 300 VA a 10 A (na faixa de 15 A)
- 300 VA a 5 A (na faixa de 7.5 A)
- 60 VA a 1 A (na faixa de 7.5 A)

Instrumentos de teste com faixas múltiplas de corrente são capazes de fornecer mais potência se comparados a instrumentos com uma faixa de corrente na mesma faixa de potência.

Outros fatores importantes na determinação da potência necessária são as considerações a respeito dos cabos de teste. Para reduzir a perda de potência nos cabos de teste, a impedância dos cabos de teste deve ser minimizada. Para minimizar a impedância destes cabos de teste:

- Usar cabos com bitola maior
- Manter os cabos os mais curtos possíveis
- Não enrolar os cabos em excesso
- Não utilizar o terra do instrumento como retorno
- Pares trançados podem ser utilizados para cancelar indutância mútua

Ensaio de Simulação de Transiente (Ensaio de Aplicação)

Nos Ensaio de Simulação de Transientes, aplica-se simultaneamente ambas as componentes de frequência, fundamental e não fundamental de tensão e corrente, que representam as condições do sistema de potência. Os sinais de teste podem ser:

- Sinais atuais recebidos pelo esquema de proteção durante um distúrbio no sistema de potência, capturado por um Registrador Digital de Perturbações.
- Sinais calculados utilizando-se programas como o EMTP ou ATP.

Os relés digitais modernos são capazes de registrar sinais usados pelos relés durante distúrbios no sistema de potência, mas podem não capturar componentes de alta frequência de tensão ou corrente devido à baixa taxa de amostragem, se comparados com os RDPs.

Os RDPs típicos podem registrar intervalos de sinais de 200 a 400 μ Sec e o EMTP pode gerar sinais a intervalos de 50 a 100 μ Sec. A taxa de amostragem usada pela simulação EMTP ou ATP é importante para simular as condições do sistema de potência de forma verídica com diferentes ângulos de falta. Amplificadores de potência CC acoplados, são utilizados para os transientes no relé.

Ensaio Transientes auxiliam os usuários:

- Na avaliação da performance de relés e esquemas de proteção sob as condições atuais do sistema de potência
- Na análise de operações questionáveis de um relé.
- Nos ensaios de relés e esquemas de proteção com características especiais.

Os RDPs modernos e proteções numéricas podem fornecer registros de falhas no formato COMTRADE e podem ainda ser facilmente reproduzidas pelos modernos instrumentos de teste. A Figura 8 mostra um registro típico.

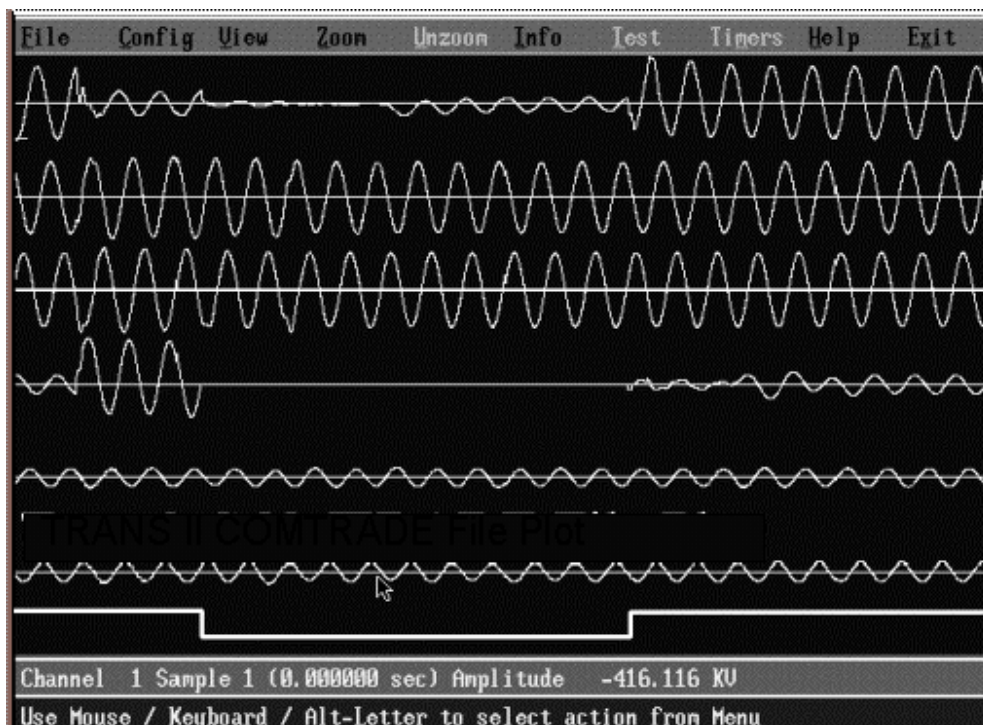


Figura 8

Requer-se um controle de amostra por amostra de tensão e corrente do instrumento de teste para uma reprodução verídica das formas de onda. Um ponto importante que temos que levar em consideração é como os instrumentos de teste reproduzem os eventos. Alguns RDPs, gravam os eventos com diferentes taxas de amostragem dentro de um mesmo registro. Conseqüentemente, instrumentos de teste devem ser capazes de reproduzir as diferentes taxas de um registro. Se a reprodução de um sinal for realizada a uma taxa diferente da originalmente gravada, deve ser tomado extremo cuidado na conversão da taxa de amostragem.

Ensaio Ponta a Ponta

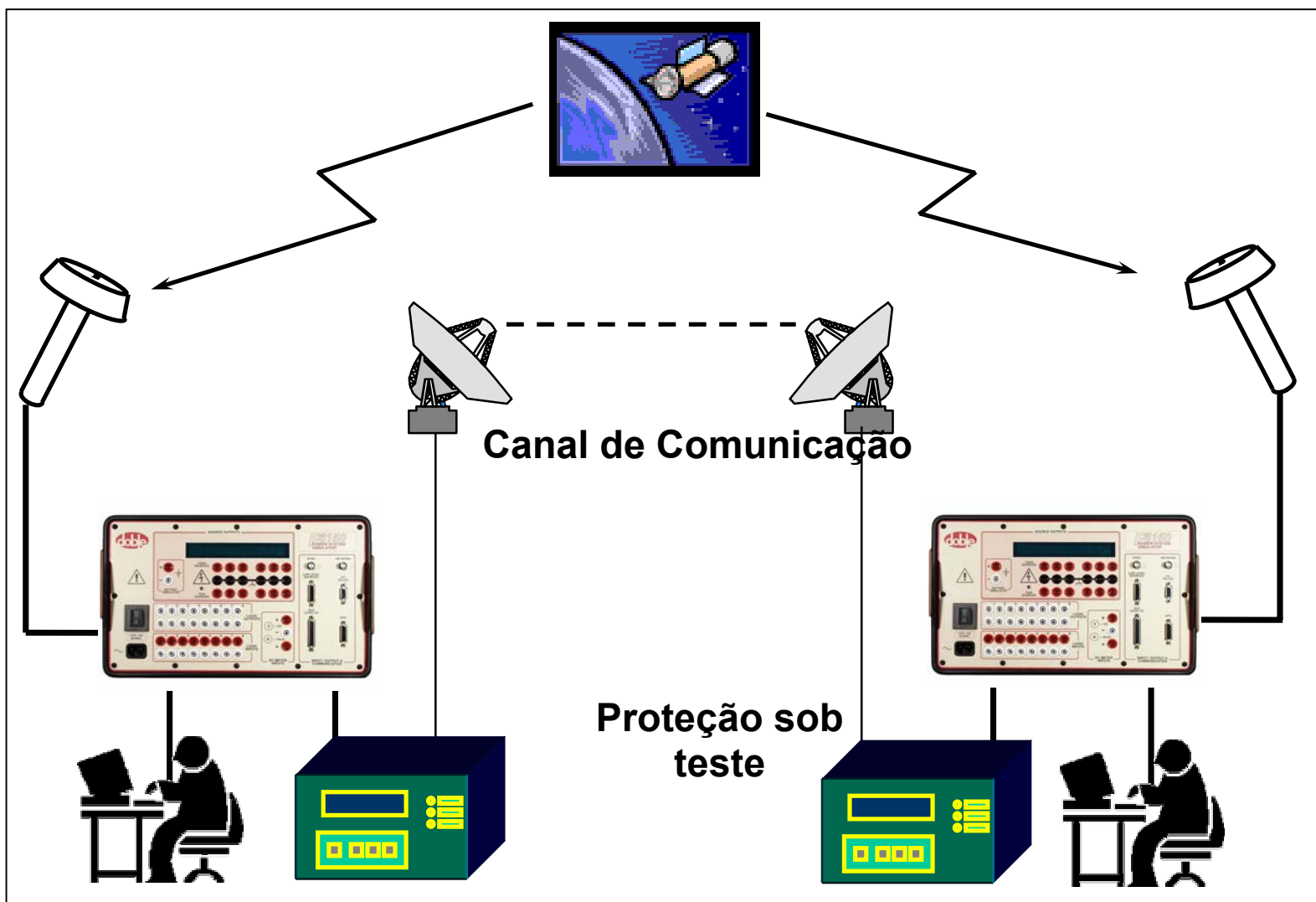
Nos dias de hoje, muitas empresas de energia realizam Ensaio do tipo Ponta a Ponta regularmente, como uma forma de se testar todo o esquema de proteção em ambos os lados da linha, sob as condições do sistema de potência. Ensaio Ponta a Ponta são a melhor ferramenta atualmente existente, porque este tipo de teste simula o mais real possível às condições reais de um sistema de potência.

Ensaio de esquemas Ponta a Ponta podem ser usados para:

- Avaliar a performance completa do esquema de proteção e seus equipamentos associados.
- Assegurar a perfeita operação do equipamento de comunicação para esquemas de proteção pilotos.
- Testar a perfeita coordenação e operação entre os dois terminais de um esquema de proteção da linha sob corrente reversa e evolução da condição de falta.

Ensaio Ponta a Ponta podem ser utilizados para testes de comissionamento, como uma ferramenta de diagnóstico. Este teste requer alta potência para checar o esquema completo, podendo incluir as proteções primária e secundária, eventos de falta de alta corrente e esquemas mistos; constituídos de proteções digitais e eletromecânicas.

Figura 9



Para assegurar a precisão deste tipo de ensaio, utiliza-se sincronização via Global Positioning Satellite (GPS) conforme mostrado na Figura 9. Simuladores de sistema de potência com receptor GPS incorporado podem sincronizar suas saídas precisamente, utilizando o sinal de tempo a partir de um satélite GPS.

O sistema GPS foi desenvolvido e disponibilizado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos no começo dos anos 80 tendo o mais acurado sistema de tempo de navegação já inventado. Cada um dos 24 satélites existentes possui um relógio atômico, os quais são rastreados pelo United States Naval Observatory (USNO) com uma precisão melhor do que 100 nanosegundos. Os receptores de base de tempo GPS (atualmente disponíveis comercialmente através de vários fabricantes) são capazes de transferir a hora referenciada ao Universal Coordinated Time (UTC) com uma precisão melhor do que 150 nanosegundos. Estes receptores são utilizados nas companhias de eletricidade para marcação de tempo em sistemas SCADA e sistemas de registradores de perturbações e seqüenciadores de eventos.

O sistema GPS fornece uma gama de opções de sinais de saída, sendo que a mais usada pelas empresas de energia é a de sincronismo de 1 pulso por segundo (1PPS) e o sinal Código Padrão de Tempo IRIG-B. O instrumento de teste, quando equipado com a opção de sincronismo de tempo por

GPS, pode utilizar o sinal de um receptor de GPS para obter o sinal de sincronismo das fases. O sinal IRIG-B utilizado no teste é enviado a um laptop via cabo RS232. Este tempo então é utilizado na Simulação de Estado Dinâmico ou no software para reprodução de transiente para sincronizar o instrumento de teste em qualquer subestação. Os instrumentos de teste devem ser ajustados para iniciar, automaticamente, um teste ponta a ponta, exatamente no mesmo tempo. A única coisa que os engenheiros de testes, em cada terminal necessitam verificar é que o tempo de Início ("Go At" – Start) em cada PC do Programa de Simulação de Estados ou Transientes mostre o mesmo tempo. Este é o tempo de inicialização do instrumento de teste, o qual em um teste Ponta a Ponta deve ser o mesmo em cada terminal. Através da aplicação dos fasores de tensão e corrente apropriados em cada ponta da linha, a performance do esquema de proteção em relação aos equipamentos associados, por exemplo, o esquema de comunicação, pode ser checado facilmente.

Quando o instrumento de teste é equipado com receptor GPS, pode-se utilizar o sinal de 1 PPS a partir do receptor, para sincronismo. Isto é muito útil quando se estiver testando esquemas de proteção localizados em painéis em diferentes pontos dentro de uma mesma subestação. O burden dos cabos que farão a conexão dos esquemas de proteção, poderá exceder a potência requerida pelo instrumento de teste. Através do sincronismo via GPS isto pode ser evitado; colocando-se perto do painel que vai se testar o esquema de proteção sem, portanto, considerar o excessivo burden dos cabos. Por exemplo, relés de falhas de disjuntores e de proteção de linha podem estar localizados em painéis diferentes. Para se verificar ambos esquemas de proteção ao mesmo tempo, os instrumentos de testes podem ser colocados perto de cada painel e realizar o teste utilizando o mesmo tempo de início.

Conclusão

Ensaio de Estado Estável podem somente testar cada componente individual de um sistema. O sistema como um todo não pode ser testado de maneira a se observar seu comportamento sob as condições do sistema de potência. A impossibilidade de se testar o sistema completo deixa várias lacunas nos procedimentos de teste. Operações incorretas em serviço são devidas geralmente à performance das partes não testadas do sistema. Os testes de Estado Estável confirmam somente que o relé está ativo e que os ajustes não sofreram variações. Ele é útil para assegurar que os componentes eletro-mecânicos estejam funcionando adequadamente. Os Ensaio de Estado Estável podem ser automatizados utilizando-se um PC para eficiência e consistência destes ensaios. Os dados de teste podem ser armazenados podendo ser utilizados para rastrear variações nos resultados destes testes e no cronograma de sua realização.

O Ensaio Dinâmico varia de forma sincronizada os fasores da frequência fundamental de tensão e corrente e simulam de maneira mais próxima os eventos de um sistema de potência. Os controles computadorizados do instrumento de teste, aliado à modelos de sistema de potência, permitem ao usuário avaliar o desempenho da proteção para diferentes eventos de um sistema de potência. Os Ensaio Dinâmicos de um esquema de proteção completo asseguram o funcionamento apropriado do esquema durante distúrbios do sistema de potência.

Os esquemas de proteção completos podem checar de maneira muito melhor do que se testar individualmente os relés ou módulos, pois um ensaio completo do esquema confirma de maneira apropriada a interação entre os diversos módulos de um esquema. Quando se ensaia um esquema completo, é muito importante que o instrumento de teste seja capaz de suprir a potência necessária. Fontes de Corrente com múltiplas faixas são capazes de fornecer mais potência comparada com uma faixa de corrente somente.

Ensaio transientes simulam a frequência fundamental, harmônicas e todas outras componentes de frequência, incluindo componentes CC nos fasores de tensão e corrente. É muito utilizado na análise de respostas questionáveis do esquema de proteção. Os modernos instrumentos de testes com amplificador CC acoplado, permitem o controle de reprodução de eventos transientes, amostra por amostra, utilizando programas baseados em PC. São necessários cuidados na conversão de dados, caso a taxa de reprodução não seja a mesma daquela registrada.

O uso de sincronismo via satélite nos ensaios dinâmicos fornecem a simulação mais aproximada da verdadeira condição do sistema de potência que a tecnologia atual existente permite. Isto possibilita a observação de todos os benefícios de como o sistema de proteção opera e se relaciona com todos os componentes associados. Testes Ponta a Ponta aumentaram drasticamente a confiança e a operação apropriada da proteção sob as condições do sistema de potência.

A utilização do sincronismo via satélite em ensaios dinâmicos tornou factível e proveitoso, de forma rotineira, os ensaios ponta a ponta. A qualidade dos resultados de teste, combinado com a redução do tempo de sua execução, permite que os mesmos sejam realizados de forma rotineira, aumentando a qualidade e a confiabilidade da proteção.

Referências

1. IEEE Special Publication # 96TP115-0 **Relay Performance Testing** Power System Relaying Committee, *Report of Working Group I 13*.
2. **Dynamic Relay Testing**, A.T. Giuliani, Pennsylvania Electric Association Relay Committee, February 2, 1990.
3. **Dynamic Relay Testing Seminar**, A.T. Giuliani, ATG Exodus.
4. **Protection Scheme Testing Using a Power System Model**, J.A. Jodice, Doble Engineering Company and A.T. Giuliani, ATG Exodus, International Conference of Doble Clients March 25-29, 1996.
5. **A New Philosophy for Protection Diagnostics**, J.A. Jodice, Doble Engineering Company and A.T. Giuliani, ATG Exodus, Pennsylvania Electric Association Relay Committee, September 18, 1996.
6. **Re-engineering Relay Engineering**, A.T. Giuliani, ATG Exodus, Texas A&M University 50th Annual Conference for Protective Relay Engineers, April 7-9, 1997
7. **End-to-End Testing for Routine Maintenance**, Cliff Tienken, Central Hudson Gas & Electric Corporation, Jay Gosalia, Doble Engineering Company and A.T. Giuliani, ATG Exodus, 1997 Annual Western Protective Relay Conference, October 21-23, 1997.
8. **Relay Response to Abnormal Conditions**, A.T. Giuliani, ATG Exodus, IEEE Winter Power Meeting, February 5, 1998.
9. **Mysterious Disturbances Resolved Using Load Flow Power System Model**, Cliff Tienken Central Hudson Gas & Electric Corporation and A.T. Giuliani, ATG Exodus, Doble ProTest User Group Meeting, February 25, 1998.

Sobre o Autor

Jay Gosalia trabalha atualmente na Doble Engineering Company como Vice Presidente de Engenharia e Marketing. Possui mais de 22 anos de experiência na área de Sistemas de Potência, 17 dos quais tem sido dedicado ao desenvolvimento e marketing de relés de proteção. Antes de se juntar à Doble, Jay foi Gerente de Vendas e marketing para o Mercado doméstico Americano na GEC Alstom T&D, Protection & Control Division por 13 anos. Antes da GEC, Jay trabalhou na ABB na Divisão de Disjuntores como engenheiro de projetos e desenvolvimento.

Jay é membro ativo do IEEE Power System Relaying Committee e é autor de vários trabalhos técnicos sobre relés de proteção. Possui B.S. em Engenharia Elétrica e M.S. em Ciência da Computação.