



GRUPO DE ESTUDO DE PROTEÇÃO, MEDIÇÃO, CONTROLE E AUTOMAÇÃO EM SISTEMAS DE POTÊNCIA - GPC

UMA METODOLOGIA INOVADORA PARA TESTES DE PROTEÇÃO EM PONTOS REMOTOS

**PAULO SERGIO PEREIRA JUNIOR(1); PAULO SERGIO PEREIRA(1); GUSTAVO SILVA SALGE(1); GUSTAVO ESPINHA LOURENÇO(1); CRISTIANO MOREIRA MARTINS(1); RODOLFO CABRAL BERNARDINO(1)
CONPROVE(1)**

RESUMO

O objetivo deste trabalho será apresentar essa metodologia revolucionária de testes, denominada “Geração Remota”, com a funcionalidade de controlar várias malas de testes a partir de um único software. Permitindo, assim, gerar em dezenas de canais alterando módulo, ângulo e frequência independentemente, além de mostrar as oscilografias das respostas de todas as proteções, tudo isso através da nuvem (rede global) ou da rede local (LAN). Desta maneira amplia-se o horizonte de teste que antes era limitado ao número de saídas de corrente e tensão ou ao número de entradas e saídas binárias que uma única mala possui.

PALAVRAS-CHAVE

Geração Remota, Testes Ponta a Ponta, Simulador Digital, Teste de Seletividade, Esquemas de Proteção

1. INTRODUÇÃO

Devido à grande evolução dos dispositivos de proteção e às novas exigências para ensaios de suas unidades, e também devido à evolução e consequente sofisticação dos esquemas de proteção, as ferramentas e os métodos de testes devem evoluir em conjunto com as necessidades das verificações exigidas nesse novo cenário. Sendo assim, metodologias de testes que antes eram simples, hoje se tornam mais complexas.

Alguns esquemas de proteção requisitam geração em mais de um dispositivo, estando eles distantes fisicamente ou não, com isso, é necessário utilizar mais de uma mala de teste para a realização dos ensaios. Estes testes apresentam um maior grau de dificuldade no controle e na análise dos resultados, principalmente quando contemplam dispositivos em pontos remotos.

Existem vários ensaios que exigem geração em localidades diferentes com a utilização de diversas malas de teste, tais como, testes de esquemas de teleproteção, testes de proteções diferenciais de linha/barra, testes de coordenação e seletividade, testes de localizadores de falta através de ondas viajantes, entre outros. Para essas aplicações tradicionalmente eram utilizados equipamentos de teste isolados que não se comunicam, ou seja, o controle e a análise são descentralizados.

A descentralização do controle cria inúmeras condições adversas para os usuários dos equipamentos de teste, podendo facilmente acontecer erros de execução e de interpretação dos resultados. Portanto, torna-se necessário um novo modo de testar com o controle centralizado em um único lugar.

2. TESTES PONTA A PONTA

A proteção de linhas de transmissão mais eficaz atualmente é obtida instalando relés de proteção em cada extremidade da linha trocando constantemente informações por meio de um canal de comunicação, por exemplo: função de distância (21) com teleproteção (POTT, PUTT, DTT, etc.); função diferencial de linha (87L); função direcional de sobrecorrente de neutro (67N) com teleproteção; funções de proteção e localização de faltas através de ondas viajantes (TW); entre outras. Esses esquemas de proteção, quando aplicados corretamente, podem tornar a proteção da linha de transmissão mais confiável e mais seletiva do que seria possível com um único relé ou uma série de relés sem comunicação.

Embora seja possível testar cada um dos componentes separadamente, muitos problemas só podem ser detectados quando o esquema é testado como um todo. Inúmeros defeitos com a proteção assistida por

comunicação ocorrem quando a falha muda de direção ou por atrasos de rede inerentes ao sistema que não são considerados. Esses problemas só podem ser detectados por um teste de ponta a ponta ou por uma revisão de uma operação incorreta do relé após uma falha.

O teste ponta a ponta é considerado o teste final para esquemas de proteção com dois ou mais relés que trocam informações de disparo e bloqueio entre si. O teste pode ser realizado baseando-se nos ajustes das proteções ou no sistema elétrico a ser protegido, sendo o último o mais comum deles. Os testes baseados nos ajustes utilizam valores em regime permanente, calculados a partir das características de atuação parametrizadas nos dispositivos. Os testes baseados no sistema elétrico, por sua vez, realizam a validação dos esquemas de proteção através de valores de falha calculados a partir de parâmetros reais do sistema de potência por meio de softwares simuladores de transitórios eletromagnéticos.

O método de teste consiste, resumidamente, na instalação de malas de testes em todos os terminais testados, de tal forma que injetem no sistema de proteção faltas no mesmo instante de tempo em todos os lados, através da coordenação de tempo realizada por receptores de GPS instalados juntos às mesmas, como pode ser observado na FIGURA 1.

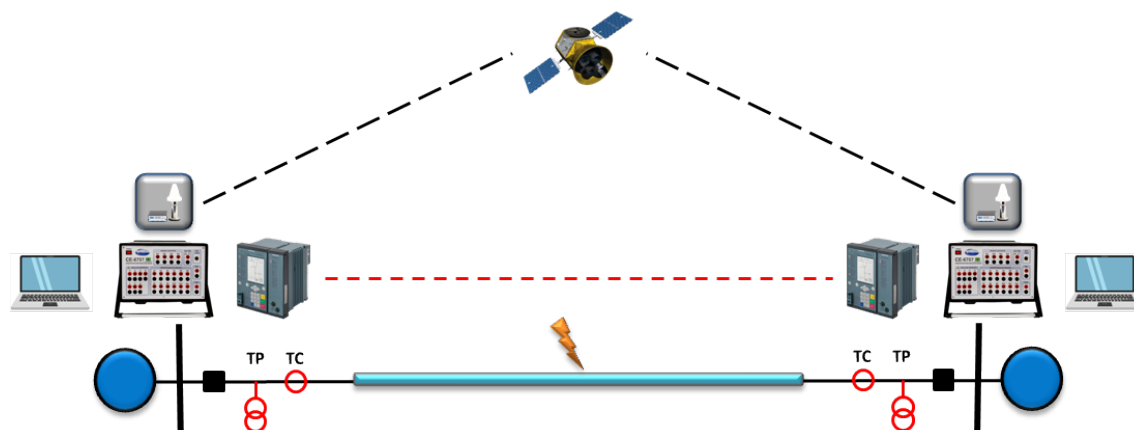


FIGURA 1 – Esquema de teste ponta a ponta

As maiores dificuldades encontradas nos testes ponta a ponta são a necessidade de especialistas em ambas as pontas e a análise de resultados, tendo em vista que cada ponta do teste produz um arquivo separado com os seus respectivos registros de atuação. Como o esquema é testado completamente, esses registros devem ser mesclados para que seja, posteriormente, em escritório, realizado um relatório final validando a atuação do esquema. Todo este procedimento seria mais prático se houvesse uma maneira de centralizar o controle e os registros em uma das pontas do teste. Visando propiciar tal facilidade, foi desenvolvido o método proposto neste trabalho.

3. TESTES DIFERENCIAIS DE BARRA – 87B

Para testar as unidades da proteção diferencial de barra é necessário que a ferramenta de teste utilizada simule a corrente de secundário dos TCs conectados à barra em quantidade e amplitude suficientes para abranger o maior número de tipos de faltas possíveis. Isto significa que é necessário usar uma grande quantidade de fontes de corrente e que cada fonte de corrente deve ter amplitude suficiente para simular até mesmo uma falta na saída da barra (maior valor de corrente de curto circuito).

É neste aspecto que as ferramentas tradicionais de teste encontram dificuldades e limitações no ensaio das unidades diferenciais de barra por não possuírem quantidade de canais de corrente suficiente (as caixas tradicionais são trifásicas ou hexafásicas) e amplitude de corrente limitada (geralmente 30A), tornando necessário o uso de amplificadores externos ou várias caixas de teste sincronizadas via GPS para realização dos ensaios. A necessidade de todo este aparato encarece o ensaio desta proteção, chegando ao ponto de inviabilizar o teste caso não seja possível reunir todo o ferramental necessário.

Quando se trabalha com mais de um equipamento ou amplificador existem dois problemas: o primeiro é a necessidade de sincronização e o segundo é a separação do resultado em vários softwares, tornando o teste mais difícil e fazendo com que o usuário não consiga enxergar o resultado do teste como um todo, não possuindo recursos para plotar graficamente o resultado final.

Devido à complexidade envolvida, os testes da proteção 87B eram até hoje realizados de forma limitada pelas malas de testes, pois os softwares automáticos existentes não estavam aptos a realizar testes diferenciais de barra da maneira exigida por esta proteção através de muitos canais de geração. Essas limitações acabaram tornando o

ensaio desta proteção uma das mais complexas para as equipes de teste. Seu ensaio normalmente é realizado apenas de forma superficial, sem a devida profundidade merecida, principalmente devido às limitações das ferramentas de testes tradicionais. Através da metodologia apresentada neste trabalho, os ensaios dessa proteção tornam-se muito mais fáceis de serem elaborados, realizados e analisados.

4. TESTES DE SELETIVIDADE DA PROTEÇÃO

A atual filosofia de testes realiza os ensaios dos relés individualmente, sem avaliar o comportamento da proteção no sistema como um todo. Qualquer erro ou engano na transcrição dos dados de ajuste poderia ser eliminado se fossem realizados testes em campo confirmando a seletividade das proteções. A possibilidade de validar em campo o estudo da seletividade e de lógicas, que são necessárias para a fiel operação de um sistema elétrico, não possui precedentes e tem como benefício o aumento da confiabilidade do sistema de proteção.

Apesar da evolução com os ensaios ponta a ponta sincronizando as malas de teste ter tido suas aplicações preliminares nos sistemas de transmissão, existe uma grande necessidade nos sistemas industriais, nas usinas geradoras e nos sistemas de distribuição que envolve muitos relés de sobrecorrente em cascata, e que a análise da seletividade não é confirmada por testes visando avaliar o conjunto. A seletividade fica a cargo da equipe de estudo que utiliza um software para alocar as curvas e definir os valores dos ajustes de cada um dos relés, entretanto os testes realizados são individuais, não testando o esquema de proteção. Com os recursos disponíveis até agora, esse tipo de teste ficava inviável, devido à sua complexidade e necessidade de geração em vários terminais simultaneamente. Portanto, esses ensaios não eram amplamente disseminados.

Outro aspecto que justifica esses testes é o caso das proteções de linha, que tem normalmente seus ajustes definidos em percentuais da linha. No entanto, se ocorrerem faltas com alto valor de impedância nas linhas a montante, as proteções de retaguarda poderão não operar devido ao baixo valor de corrente em suas entradas, enxergando faltas fora das zonas ajustadas. Normalmente essas análises são conduzidas pelas equipes de estudo, porém não são testadas em campo.

Com a centralização do controle das malas de testes e da análise de resultados, proposta deste trabalho, os testes de seletividade em campo tornam-se muito mais factíveis e menos complexos.

5. METODOLOGIA PROPOSTA

Visando permitir a geração de vários canais de tensão e corrente em diferentes malas de teste com o controle centralizado, foi criada a “Geração Remota”. Através desta nova metodologia é possível controlar a quantidade de malas de teste que for necessária em um mesmo local através da arquitetura “Local-Remoto”, onde os hardwares que são controlados são denominados de hardwares “remotos” e o hardware que possui o controle total é denominado de hardware “local” (FIGURA 2). Nesta metodologia o operador que estiver junto à mala remota deve apenas conectar a fiação, não necessitando ser um especialista, já que o teste será totalmente controlado pela mala local.

O controle remoto é realizado pela rede, podendo ser uma rede local (LAN) ou pela nuvem através da internet. Todas as mensagens são criptografadas de ponta a ponta e a segurança da conexão é garantida através de uma senha que é compartilhada entre as partes. A conexão é imune a vários problemas de rede, pois utiliza apenas o tráfego HTTP de saída, o mesmo usado para navegar na Internet, de forma a evitar que algum firewall ou roteador interfira na conexão com o terminal remoto. A vantagem desta configuração é a possibilidade de qualquer usuário final estabelecer conexão sem a necessidade de lidar com configurações de rede complexas.

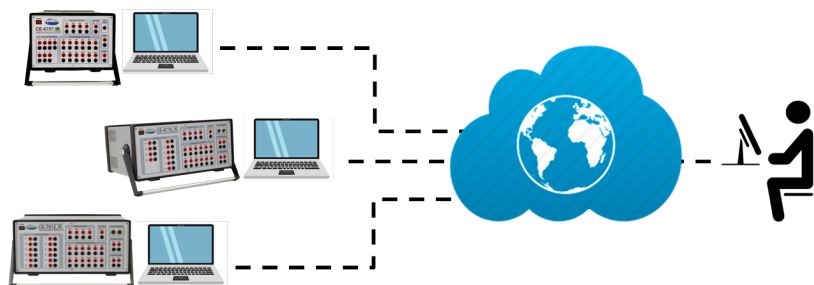


FIGURA 2 – Geração Remota

A partir de um único local, o engenheiro de proteção pode estruturar todo o teste, as avaliações necessárias e injetar diferentes cenários de falha, de forma que testes muito mais eficazes do sistema de proteção sejam possíveis. O “Local” pode controlar o início da injeção sem a necessidade de coordenar com o pessoal nas outras extremidades. Anteriormente, era necessário usar uma configuração composta por computadores e aplicativos de software separados em cada extremidade. Esse procedimento era suscetível a erros para coordenar cada disparo, o que geralmente acontecia por meio de uma conversa por telefone, resultando em um acordo para iniciar a injeção

no minuto seguinte ou em um horário determinado. Realizar um teste ponta a ponta agora é quase tão simples quanto um teste convencional.

Para que a metodologia funcione, o hardware remoto necessita conceder o controle podendo ou não definir uma senha que deve ser repassada ao hardware local. Caso a comunicação seja realizada via rede local, o usuário deve informar ao “Local” o IP e a porta de comunicação. Já para comunicação via nuvem é necessário apenas o ID do usuário. Após conceder o controle, o “Remoto” está pronto (FIGURA 3) para ser controlado pelo “Local” e o usuário responsável pelo teste no lado remoto necessita apenas garantir que a comunicação com a mala de testes esteja ativa e que todos os cabos de teste estejam devidamente conectados.

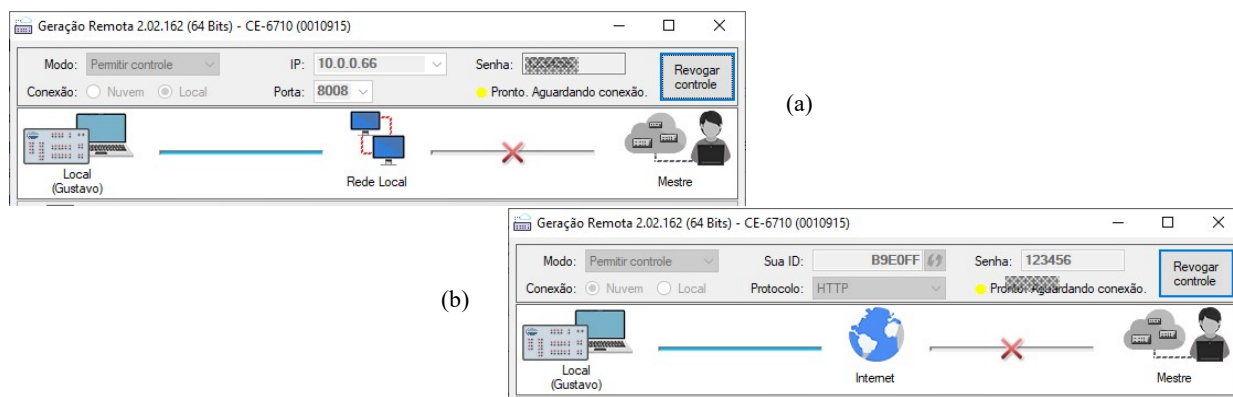


FIGURA 3 – Hardware “escravo” aguardando conexão. (a) conexão local; (b) conexão pela nuvem

O hardware local pode conectar-se em quantos hardwares desejar, basta ir adicionando e definindo a conexão conforme a FIGURA 4. É possível ainda que sejam definidos hardwares remotos com tipos de conexão distintos, ou seja, hardwares conectados via rede local e hardwares conectados via nuvem.

Todos os hardwares remotos definidos ficam disponíveis em uma tabela que apresenta as seguintes informações: descrição automática, modelo e número de série do hardware, status da conexão da rede, status da conexão do hardware e status do sincronismo.

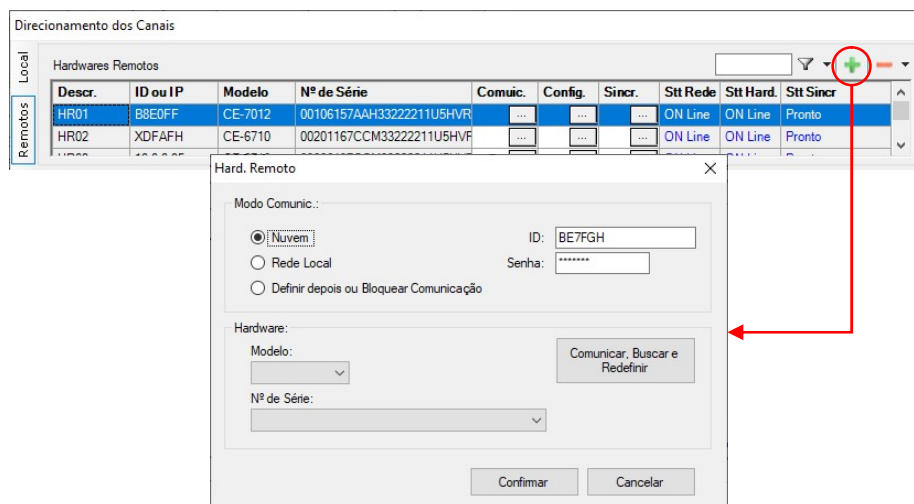


FIGURA 4 – Configuração dos hardwares remotos

Ao adicionar um hardware remoto, todos os canais correspondentes ao mesmo ficam disponíveis para serem controlados pela geração ou aquisição, conforme ilustra a FIGURA 5. Esta imagem apresenta, além dos canais de tensão do hardware local, os canais de tensão de dois remotos de modelos distintos, um modelo (HR01) com 6 canais e outro (HR02) com 4 canais, demonstrando a interoperabilidade entre os equipamentos.

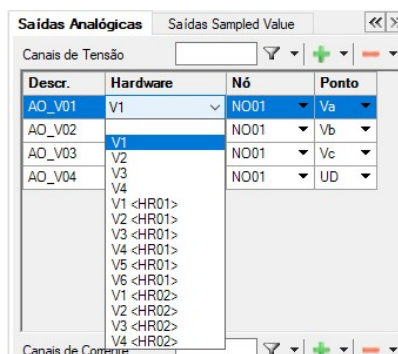


FIGURA 5 – Direcionamento dos canais de hardware

6. SINCRONIZAÇÃO

Conforme mencionado anteriormente, para que o teste com múltiplos equipamentos seja realizado com sucesso, todos os hardwares envolvidos devem estar sincronizados. A injeção sincronizada de tempo das grandezas de falta é essencial para garantir a precisão dos ângulos de fase para todos os sinais, uma vez que, qualquer imprecisão pode resultar em uma operação incorreta da proteção.

A sincronização dos hardwares pode ser realizada através de três maneiras:

- ✓ **IEEE1588 PTP:** O Precision Time Protocol (PTP) é um protocolo de sincronização para redes Ethernet e, em uma rede local, atinge a precisão na faixa de nanosegundos. É adequado para aplicações onde o tempo é crítico para o sistema de medição. A alta precisão do protocolo é obtida compensando o atraso de propagação da informação entre a fonte de sincronização e o destino;
- ✓ **IRIG-B:** sinal padronizado e utilizado para a transferência de informações de tempo que é disponibilizado pelo GPS. As malas de teste possuem entradas que permitem a sincronização utilizando qualquer sinal de IRIG-B disponível, dessa forma, o usuário pode utilizar o sinal do GPS da própria instalação, não necessitando de um hardware adicional para sincronização;
- ✓ **CE-GPS:** equipamento de referência de tempo e frequência que além de propiciar a saída de IRIG-B, possui uma saída proprietária que conecta diretamente as malas de teste para fornecer a sincronização. Permite programar o disparo e fornece a localização precisa através da longitude, latitude e altitude.

Dependendo da distância entre o dispositivo em teste e a antena GPS, é aconselhável utilizar a rede ethernet através do PTP, pois este protocolo compensa quaisquer atrasos de transmissão. Cada hardware pode ter uma fonte de sincronismo diferente, conforme a disponibilidade do local de instalação.

O controle local do disparo possibilita que haja uma configuração automática para o horário de disparo, sem a necessidade de o usuário definir um tempo fixo a todo o momento que necessitar realizar algum teste. Com esse recurso, a cada vez que for solicitada a geração, o software automaticamente fará a leitura da hora atual e ajustará todos os hardwares remotos para disparar após um determinado valor de tempo previamente configurado, facilitando a execução dos testes e permitindo automatizá-los.

A imagem abaixo (FIGURA 6) ilustra a tela de configuração da sincronização no hardware local, sendo possível definir o disparo e também configurar o tipo de sincronização de cada hardware remoto.

FIGURA 6 – Configuração da sincronização e disparo

7. SOFTWARES

O controle da geração remota é possível ser realizado atualmente em 6 softwares distintos:

- ✓ **Sequencer:** software sequenciador de estados que possibilita criar várias sequências de tensão e corrente que podem ser definidas por: entrada direta definindo amplitude, ângulo e frequência de cada canal; componentes simétricas; valores fase-fase; harmônicas (até a quinquagésima ordem); inter-harmônicas; potência; faltas; impedâncias. O software permite ainda criar avaliações de tempo e de amplitude.
- ✓ **Ramp:** software dedicado à criação de rampas de tensão e corrente, podendo variar diversos parâmetros tais como: frequência, módulo, ângulo, ângulo e módulo, módulo e frequência, df/dt . Também permite a criação de avaliações de tempo e de amplitude.
- ✓ **Transient Playback:** software reprodutor de arquivos de forma de onda que permite criar sequências de reprodução de oscilografias no formato COMTRADE, arquivos de simulação ATP e arquivos PCAP relativos a captura de frames Sampled Values oriundos de um software analisador de protocolos de rede.
- ✓ **Master:** aplicação que engloba os softwares *Sequencer*, *Ramp* e *Transient Playback*
- ✓ **Differential:** software automático específico para testes diferenciais que, de posse dos ajustes da função testada, realiza toda a geração e aquisição de forma automática. No *Differential* são realizados três tipos de testes: *Teste de configuração* – avalia se a configuração do equipamento informado está equivalente à cadastrada no software; *Teste de Ponto* – verifica os tempos de atuação através de pontos definidos na característica diferencial; *Teste de Busca* – identifica o ponto de transição entre atuação e não atuação na característica.
- ✓ **PS Simul:** software de simulação de transitórios desenvolvido no Brasil desde o ano de 2009 pela empresa CONPROVE e possui uma versão gratuita [1] disponibilizada pelo site da desenvolvedora. Permite modelar os mais variados e complexos componentes e possui uma interface bastante intuitiva e amigável, utilizando uma série de recursos que facilitam a entrada de dados, assim como a obtenção e avaliação de resultados. O software possui um recurso iterativo [2, 3, 4] onde, por exemplo, um sinal adquirido pode ser utilizado para modificar a simulação de forma a comandar a abertura e fechamento de disjuntores ou em quaisquer outros

pontos dos circuitos que envolvam lógica digital. Este processo de geração e aquisição de sinais acontece por sobreposições automáticas de etapas com a realimentação do circuito, configurando assim um sistema em malha fechada em etapas.

8. ESTUDO DE CASO – SOFTWARE DE SIMULAÇÃO DE TRANSITÓRIOS (PS SIMUL)

O estudo abordou um teste realizado em IEDs comerciais [3], implantados no esquema de proteção de um sistema elétrico típico da rede básica nacional, visando comprovar o correto funcionamento do método. O sistema modelado através do software de simulação de transitórios PS Simul, segue representado na FIGURA 7 e contempla quatro subestações, sendo o trecho principal em análise localizado entre as subestações 02 e 03. Nesse trecho, foram modeladas duas linhas de transmissão paralelas com 56 km de comprimento localizadas em uma mesma torre. As linhas que interligam as subestações 01-02 e 03-04 também foram representadas. Nos terminais da linha protegida (LT1) localizada entre as subestações 02-03 foram inclusos grupos de transformadores de instrumento (TPs e TCs) e disjuntores, que neste estudo foram comandados externamente por relés SIEMENS da linha SIPROTEC 4 modelo 7SA.

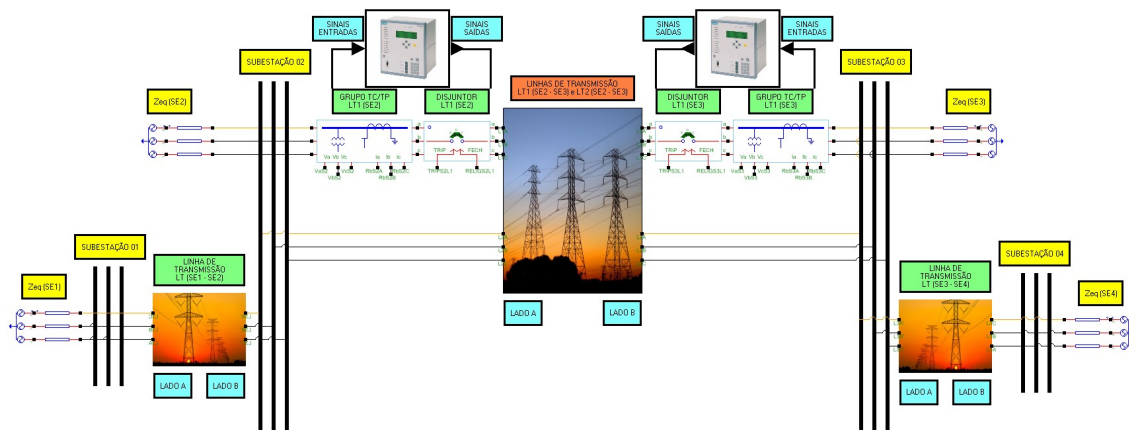


FIGURA 7 – Circuito de potência modelado no software PS Simul

Para realização deste teste, foram utilizadas duas malas de teste modelo CE-6710, dois CE-GPS para sincronização e dois notebooks conectados a internet realizando a geração remota através da conexão pela nuvem.

Foi testado o funcionamento da teleproteção através do teste em malha fechada no esquema de subalcançe (PUTT) diante de uma falta interna a 0% da LT1 entre a subestação SE02 e SE03. Os IEDs foram ajustados de tal forma que a zona1 protege 85% da linha LT1 e a zona1B protege 150% dessa linha, ambas olhando para frente conforme as suas localizações, ou seja, a região direta para o IED1 é no sentido SE02-SE03 enquanto que para o IED2 é no sentido SE03-SE02.

Nesse caso, o IED1 localizado na SE02 identifica a falta dentro da zona1, comanda o sinal de trip (enBn-G1-Z1_SE2) e envia o sinal de teleproteção (enBn-G1-ENVIO_PUTT_SE2) para o IED2 localizado na SE03. Ao receber o sinal do IED1, o relé que não detectou a falta em sua zona1 ativa a zona1B que detecta a falta e comanda o sinal de trip (enBn-G1-Z1B_SE3) como pode ser analisado na FIGURA 8.

Após a eliminação da falta e ultrapassado o tempo morto do religamento ajustado em 1s, ambos os IEDs comandam o sinal de religamento (enBn-G1-COM_RELIG_SE2 e enBn-G1-COM_RELIG_SE3). Ao religar, como a falta ainda não foi eliminada, ambos os IEDs operam instantaneamente. O IED1 opera pelo SOTF (enBn-G1-SOTF_SE2) e o IED2 por estar mais distante do defeito e as correntes não atingirem o limite definido para o SOTF no instante do religamento, opera pela zona1B, que foi configurada para ser ativada no religamento.

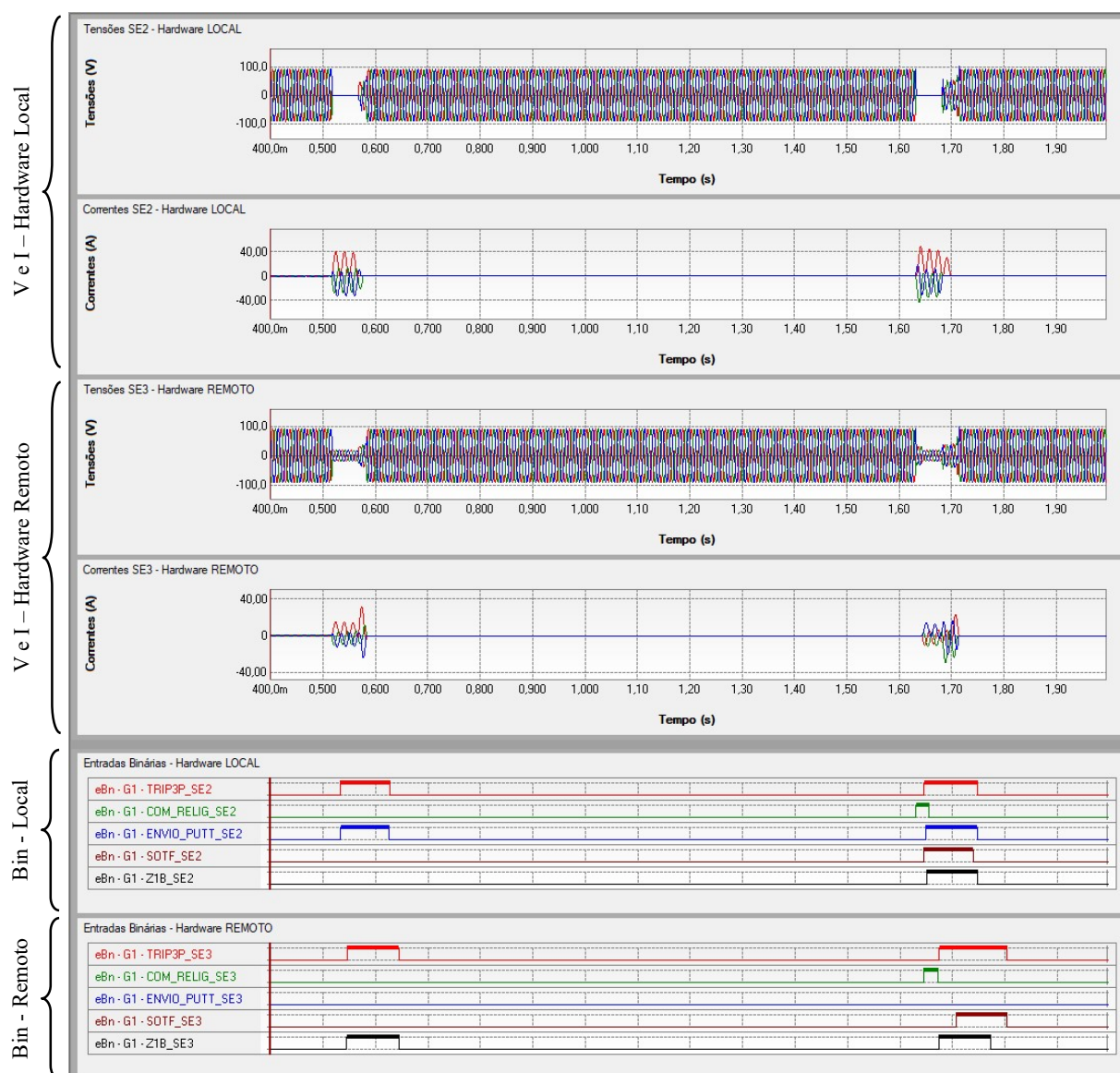


FIGURA 8 – Resultado de um esquema de proteção testado pelo PS Simul

Como é possível observar na figura anterior, apesar dos conjuntos (relé + mala de teste) estarem geograficamente separados, todos os sinais de geração e todas as atuações dos IEDs ficam disponíveis em uma mesma tela de resultados, facilitando assim a análise do esquema de proteção testado.

9. ESTUDO DE CASO – SOFTWARE TRANSIENT PLAYBACK

Utilizando os registros de oscilografias obtidos em IEDs comerciais [4], foi utilizado software Transient Playback para reproduzir um evento de falta seguida de religamento sob falta em uma linha de transmissão que possui como proteção principal a função diferencial de linha através de relés SIEMENS - SIPROTEC 5 modelo 7SL.

Este estudo de caso utilizou duas malas de teste modelo CE-6707 sincronizadas por PTP e dois notebooks conectados a uma rede de dados, possibilitando utilizar geração remota através de conexão pela nuvem.

Neste caso, os IEDs identificam a falta interna e ambos comandam o sinal de trip (7SL86_1-TRIP e 7SL86_2-TRIP). Após a atuação dos disjuntores das subestações, a falta é eliminada e, ultrapassando o tempo morto do religamento (1s), ambos os IEDs comandam o religamento dos disjuntores (7SL86_1-REC_79 e 7SL86_2-REC_79). Após o religamento, como a falta ainda se mantém no sistema (religamento sem sucesso), ambos os IEDs (7SL86_1 e 7SL86_2) operam pelo SOTF (7SL86_1-SOTF e 7SL86_2-SOTF) e pelo diferencial (7SL86_1-DIF_87 e 7SL86_2-DIF_87).

A FIGURA 9 demonstra o resultado final da reprodução apresentando os resultados (LOCAL + REMOTO) concentrados em uma mesma tela de software, facilitando assim a análise da contingência.

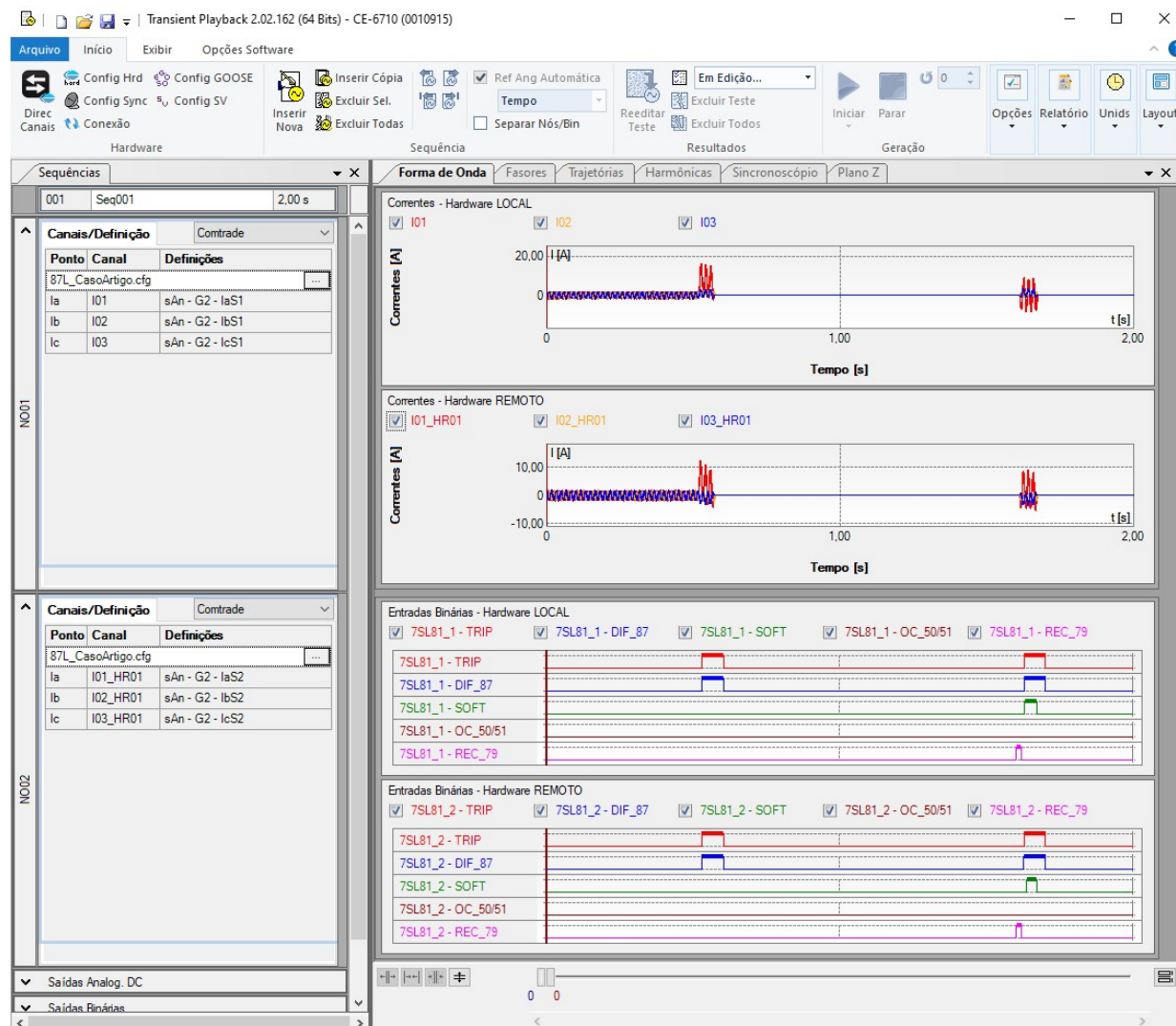


FIGURA 9 – Resultado de um esquema de proteção testado pelo Transient Playback

10. CONCLUSÕES

A nova metodologia para realização de testes em esquemas de proteção contendo relés em vários locais distintos através da rede local ou pela nuvem demonstrou excelente resultado e enorme potencial. A possibilidade de controlar várias malas de testes e ter disponível o controle de mais canais de geração e de aquisição abre um leque de possibilidades para a realização de novos testes em esquemas de proteção, tais como testes de coordenação e seletividade.

Com a Geração Remota, todas as atuações dos IEDs ficam registradas em um único arquivo, independente das distâncias entre os locais de instalação. Com isso, a análise de resultados se torna muito mais fácil, pois não é necessário mais realizar a troca e tampouco a junção de arquivos de resultados dos terminais de testes para que as respostas finais do esquema sejam analisadas.

O fato de centralizar o controle e as repostas faz com que a mão de obra especializada possa estar apenas no hardware Local, diminuindo o custo operacional de um teste deste porte.

Conforme mencionado, todos os ganhos oferecidos pela Geração Remota proporcionam agilidade e diminuição do custo na realização de testes em esquemas de proteção, seja pelo tempo de preparo e execução do teste ou pela

não necessidade de mão de obra especializada em todos os pontos de teste. Isso tudo faz com que testes deste tipo sejam realizados com mais frequência, tornando o sistema elétrico mais robusto e confiável.

11. REFERÊNCIAS

- [1] Conprove Engenharia, Indústria e Comércio, PS SIMUL: Software para modelagem do sistema de potência e simulação de transitórios eletromagnéticos. Acessado em Novembro, 2021: <https://conprove.com/produto/08-ps-simul-software-para-modelagem-do-sistema-de-potencia-e-simulacao-de-transitorios-eletromagneticos/>
- [2] Pereira, P. S., Pereira Junior, P. S., Martins, C. M., Salge, G. S., Lourenço, G. E., Reis Filho, F. A., Davi, M. J. B. Testes Transitórios de Dispositivos de Proteção em Malha Fechada; STPC 2016; Brasil.
- [3] Pereira, P. S., Pereira Junior, P. S., Martins, C. M., Salge, G. S., Lourenço, G. E., Da Silveira, P. M., Davi, M. J. B. B., Guerrero, C. A. V., Reis Filho, F. A. Testes em Malha Fechada: Uma Comparação Entre Tempo Real e Método Iterativo; SNPTEE 2017; Brasil.
- [4] Pereira, P. S., Pereira Junior, P. S., Martins, C. M., Salge, G. S., Lourenço, G. E., Bernardino, R. C., Davi, M. J. B. B. Avaliação da performance de uma proteção de linha implementada com barramento de processo (IEC 61850-9-2) através de ensaios em malha fechada, STPC 2018, Brasil.

DADOS BIOGRÁFICOS



Paulo Sergio Pereira Junior é o diretor da empresa CONPROVE, com sede em Uberlândia, Brasil, uma empresa de alta tecnologia com foco em pesquisa e desenvolvimento de instrumentos elétricos de teste. Graduou-se em Engenharia Elétrica em 2004 pela Universidade Federal de Uberlândia, UFU. Também se formou em Administração de Empresas em 2006 pela UFU, e concluiu MBA pela Fundação Getúlio Vargas, FGV, como especialista em Gestão de Projetos. Paulo tem mais de quinze anos de experiência em Desenvolvimento e Aplicação em Projetos de Software e Hardware para Proteção, Automação e Controle de Sistemas de Potência na CONPROVE.

(2) PAULO SERGIO PEREIRA

Possui 30 anos de experiência em Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentos de Testes de Relés. Engenheiro Eletricista, Graduado em 1975, pela Escola Federal de Engenharia de Itajubá (EFEI). Licenciado em Matemática, em 1976, pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Itajubá (FAFI). Mestre em Ciências, em 1977, pela Escola Federal de Engenharia de Itajubá. PhD, em 1980, pela University of Manchester Institute of Science and Technology (UMIST), em Manchester, Inglaterra.

(3) GUSTAVO SILVA SALGE

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU), concluído em 2008. Atualmente é Engenheiro de Pesquisa e Desenvolvimento da empresa Conprove, atuando principalmente nos seguintes temas: Proteção de Sistemas Elétricos de Potência e Transitório Eletromagnéticos em Sistemas Elétricos de Potência.

(4) GUSTAVO ESPINHA LOURENÇO

Engenheiro Eletricista formado pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU) em 1998. Possui mais de 20 anos de experiência em Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentos de Testes de Relés.

(5) CRISTIANO MOREIRA MARTINS

Engenheiro Eletricista, graduado pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU) em 2004. Desde 2005 trabalha na Conprove com foco em pesquisa e desenvolvimento de novos produtos voltados para o setor de energia elétrica.

(6) RODOLFO CABRAL BERNARDINO

Engenheiro Eletrônico, graduado pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Trabalha com pesquisas e desenvolvimento, com sistemas de controle, desenvolvimento de hardware e em sistemas de proteção com IEC 61850. Possui mais de 07 anos de experiência em trabalhos de desenvolvimento e pesquisa na CONPROVE. Engenheiro e Instrutor de treinamento da CONPROVE em cursos de IEC 61850.