



XX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica
SENDI 2012 - 22 a 26 de outubro
Rio de Janeiro - RJ - Brasil

João de Souza	Ivan Navolar
ELEKTRO - Eletricidade e Serviços S.A	Schneider Electric Brasil LTDA
joao.souza@elektro.com.br	ivan.navolar@gmail.com

Recomposição Automática de Redes de Distribuição utilizando Religadores Automáticos Trifásicos

Palavras-chave

Recomposição Automática
Redes Inteligentes
Religador Automático

Resumo

Este trabalho apresenta um método de Recomposição Automática de Redes de Distribuição, onde se visa a otimização de recursos e principalmente a qualidade do fornecimento de energia. Serão apresentadas neste trabalho regras de utilização e dados reais de implementação destas Redes Inteligentes na concessionária ELEKTRO. A topologia desta configuração considera religadores instalados na Rede de Distribuição com inteligência para tomarem ações conforme os eventos ocorridos na rede. Estas decisões são independentes de sistemas de comunicação, o que gera confiabilidade, assertividade e agilidade ao sistema de distribuição.

1. Introdução

As concessionárias distribuidoras de energia elétrica convergem suas ações para uma melhoria cada vez mais acentuada do serviço prestado ao cliente. A qualidade da energia entregue ao cliente, frequência e duração de interrupções indesejadas de energia elétrica são fatores cada vez mais fiscalizados e motivadores de melhorias das redes de distribuição. Neste sentido, a ELEKTRO instalou sistemas de Recomposição Automática de Redes em 10 (dez) localidades do interior de São Paulo. Estas Recomposições Automáticas baseiam-se no princípio de manobras rápidas e inteligentes, mantendo os clientes fora de fornecimento o menor tempo possível após a ocorrência de uma falta. Os religadores instalados nessas redes, além de executarem todas as funções de proteção, realizam também manobras de abertura e fechamento de circuitos possibilitando a realocação de cargas e energização de circuitos de maneira rápida e eficiente.

2. Desenvolvimento

Motivação do Projeto

Tendo em vista as metas das distribuidoras que estão cada vez mais rígidas, surgiu a necessidade de desenvolver métodos que, na ocorrência de uma falta, agilizassem a operação do sistema de distribuição e por consequência diminuíssem os indicadores (DEC, FEC, DIC, FIC e DMIC) para que as metas fossem atingidas.

O que são os indicadores DEC, FEC, DIC, FIC e DMIC?

O DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) indica o número de horas, em média, que um consumidor fica sem energia elétrica durante um período, geralmente mensal.

O FEC (Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) indica quantas vezes, em média, houve interrupção na unidade consumidora (residência, comércio, indústria etc).

É a partir do DEC e do FEC que a ANEEL estabelece os parâmetros individuais de continuidade (DIC, FIC e DMIC).

Os indicadores DIC (Duração de Interrupção por Unidade Consumidora) e FIC (Frequência de Interrupção por Unidade Consumidora) indicam por quanto tempo (duração) e o número de vezes (frequência) que uma unidade consumidora ficou sem energia elétrica durante um período considerado.

O DMIC (Duração Máxima de Interrupção por Unidade Consumidora) é um indicador que limita o tempo máximo de cada interrupção, impedindo que a distribuidora deixe o consumidor sem energia elétrica durante um período muito longo.

Esses indicadores servem para monitorar o desempenho das distribuidoras quanto à continuidade do serviço prestado. Se os indicadores individuais não forem respeitados as distribuidoras pagam, a título de compensação, pelo descumprimento dos indicadores individuais de continuidade que serão integralmente revertidos para compensar diretamente os consumidores afetados. A compensação paga aos consumidores será feita por meio de compensação na fatura de energia do mês subsequente à apuração dos indicadores.

Além dos indicadores, questões como segurança, benefícios sociais e técnicos são levados em consideração em todas as ações de melhorias de rede.

Configuração do sistema

O método escolhido para melhorar desempenho das distribuidoras quanto à continuidade da energia elétrica foi a Recomposição Automática. Este método consiste em manobrar automaticamente o sistema de distribuição através de religadores automáticos trifásicos. Estes religadores possuem inteligência para além de executar as funções de proteção do sistema, realizar a análise e tomar de decisões para manobra da rede.

Para isso os religadores foram classificados em três tipos:

- **Religador Alimentador:** Equipamento normalmente fechado no circuito. Este verifica a medição de tensão no lado fonte, caso esse valor seja inferior ao mínimo parametrizado o religador inicia a contagem para a abertura do circuito. Também existe a opção do Retorno Automático, ou seja, quando a medição de tensão do lado fonte for restabelecida, o Religador Alimentador inicia a contagem para o fechamento, lembrando que esta opção deve ser ativada. Todas as atuações citadas acima consideram que houve uma queda de tensão trifásica, o Religador também permite que seja configurado para quedas monofásicas.
- **Religador Interligação:** Equipamento normalmente aberto no circuito. Este verifica a medição de tensão tanto no lado carga como fonte (opcional somente carga ou ambos), assim que no lado carga ou fonte é identificada queda de tensão o Religador de Interligação inicia a contagem para o fechamento do circuito. Esta atuação é padronizada como trifásica, mas existe a possibilidade de ser configurada como monofásica. Também existe a opção do Retorno Automático, ou seja, após o seu fechamento este equipamento verifica o fluxo de corrente e assim que este fluxo cai abaixo da metade ou inverte, indicando que a fonte que outrora estava fora do sistema retornou assumindo carga, inicia a contagem para abertura do circuito. Se este religador fechar em condição de falta, o mesmo abre em Disparo Único.
- **Religador Intermediário:** Equipamento normalmente fechado no circuito. Fica localizado entre o Religador Alimentador e o Religador de Interligação. Protege o circuito a montante com um grupo de proteção, assim que os sensores de tensão do lado fonte indicam queda de tensão, este inicia a contagem e alterna seu grupo de proteção para proteger o circuito a jusante.

A necessidade e complexidade do sistema elétrico definem as configurações dos Religadores, no caso da

Elektro, foram escolhidos dois sistemas iniciais.

O primeiro sistema trata-se de uma transferência de carga entre alimentadores. A carga é conectada em primeiro momento ao Religador Alimentador, se houver alguma falta de tensão na fonte deste religador o automatismo realiza a transferência de carga para o alimentador do Religador de Interligação, conforme figura 1.

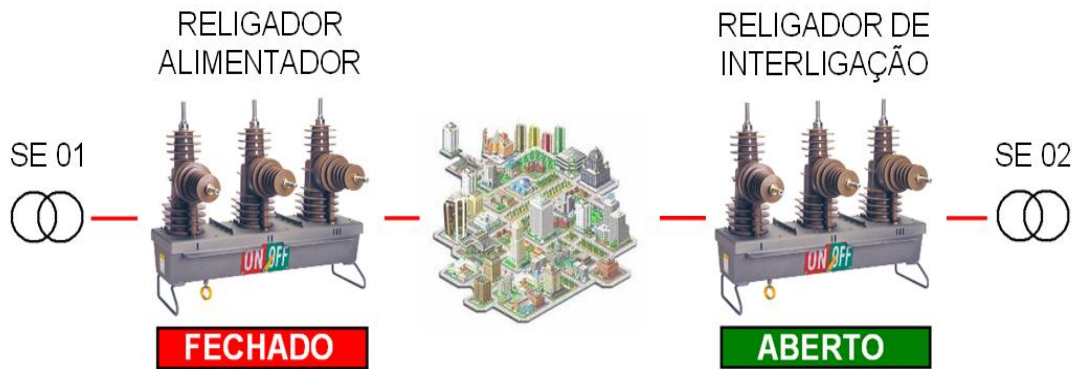


Figura 1 – Esquema de transferência de carga entre alimentadores.

Esta transferência de carga acontece em duas etapas: na primeira etapa o Religador Alimentador temporiza e realiza a abertura, na segunda etapa o Religador de Interligação, que também temporiza (tempo sempre superior ao do Religador Alimentador), realiza o fechamento do circuito alimentando a carga.

Caso exista uma falta na carga e o Religador Alimentador opere até o seu bloqueio, o Religador de Interligação irá fechar em modo Disparo Único, isolando a falta.

O segundo sistema (figura 2) possui dois alimentadores protegidos por dois Religadores Alimentadores e interligados por um Religador de Interligação. Neste sistema, se houver falta de tensão em algum dos alimentadores o Religador Alimentador correspondente ao ramal defeituoso irá temporizar e realizar a abertura. Em sequência o Religador de Interligação irá temporizar e realizar o fechamento do circuito. Neste sistema o Religador de Interligação também realiza o fechamento em modo Disparo Único, o que significa que se houver fechamento sob falta o equipamento irá abrir bloquear e isolar a falta.

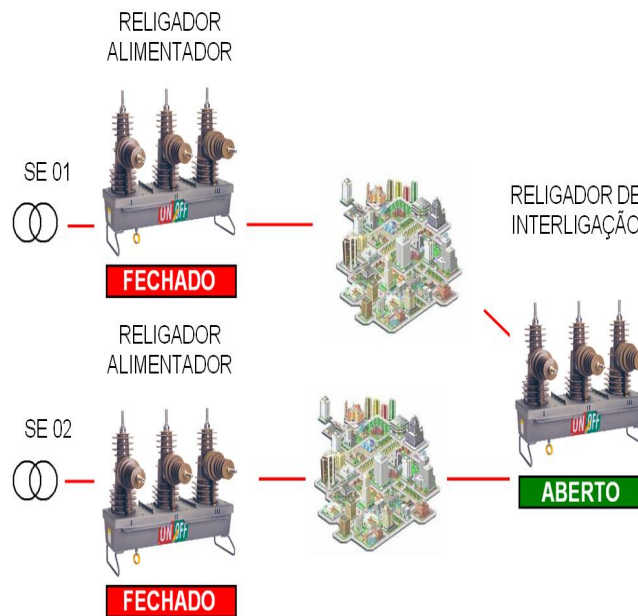


Figura 2 – Esquema de transferência de alimentadores.

Existe um terceiro sistema que não foi implantado, mas já foi testado, onde podemos encontrar a inserção do Religador Intermediário. Este religador irá proteger em um primeiro momento o trecho a montante com um grupo de proteção, se houver falta de tensão no lado fonte, o religador temporiza e realiza a mudança de grupo para proteger o trecho a jusante. Se houver falta no trecho a jusante o Religador Intermediário isola a falta.

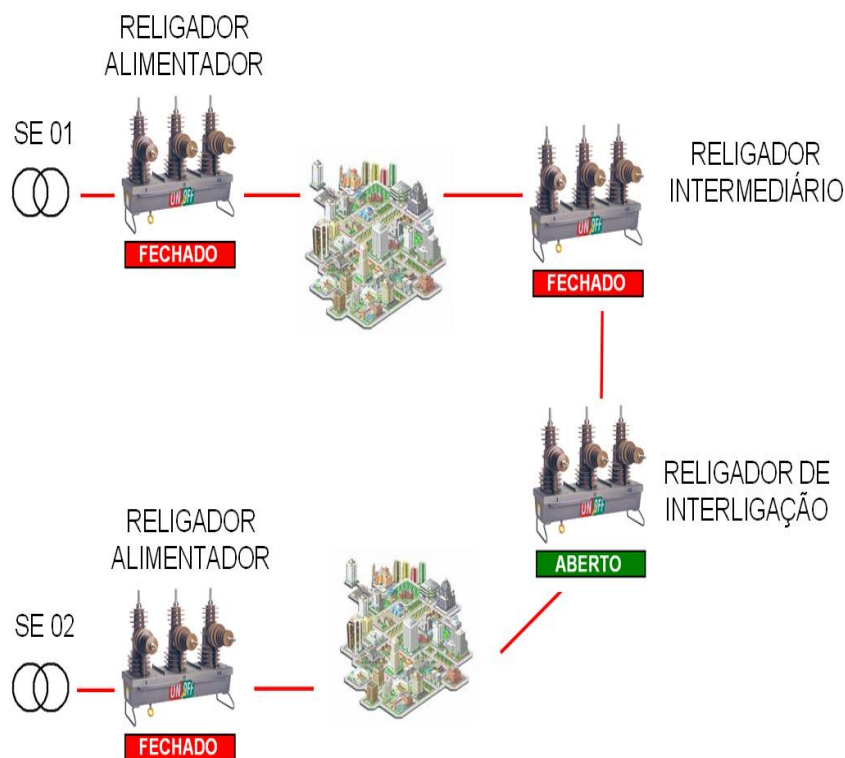


Figura 3 – Esquema de transferência de alimentadores com Religador Intermediário.

Sistemas instalados

O primeiro sistema instalado foi na cidade de Cosmorama, no interior de São Paulo. Esta configuração atende cerca de 3,1 mil clientes, diminuindo o tempo de desligamento de 1 hora para 50 segundos. Este sistema já operou em situações reais e comportou-se como esperado.

O segundo sistema instalado foi na cidade de Castilho, no interior de São Paulo. Esta configuração atende cerca de 6,9 mil clientes, diminuindo o tempo de desligamento de 1 hora para 50 segundos. Este sistema já operou em situações reais e comportou-se como esperado.

O terceiro sistema instalado foi na cidade de Ribeirão Branco, no interior de São Paulo. Esta configuração atende cerca de 5,2 mil clientes, diminuindo o tempo de desligamento de 2 horas para 50 segundos. Este sistema já operou em situações reais e comportou-se como esperado.

O quarto sistema instalado foi na cidade de Bom Jesus dos Perdões, no interior de São Paulo. Esta configuração atende cerca de 8 mil clientes, diminuindo o tempo de desligamento de 1 hora para 50 segundos. Este sistema já operou em situações reais e se comportou como esperado.

O quinto sistema instalado foi na cidade de Campos do Jordão, no interior de São Paulo. Esta configuração atende cerca de 2,9 mil clientes, diminuindo o tempo de desligamento de 1 hora para 50 segundos. Este sistema já operou em situações reais e se comportou como esperado.

O sexto, sétimo, oitavo e nono sistemas instalados foram na cidade de Rio Claro, no interior de São Paulo. Esta configuração atende cerca de 25,6 mil clientes, diminuindo o tempo de desligamento de 1,5 hora para 50 segundos. Este sistema já operou em situações reais e se comportou como esperado.

O quinto sistema instalado foi na cidade de Pirassununga, no interior de São Paulo. Esta configuração atende cerca de 6,8 mil clientes, diminuindo o tempo de desligamento de 1 hora para 50 segundos. Este sistema já operou em situações reais e se comportou como esperado.

Retorno de Investimento

Devido a variação dos perfis de carga, frequência de ocorrências e custos de cada empresa para a operação e manutenção da rede de distribuição, fica difícil estimar uma média exata de retorno do investimento. Porém se tomarmos alguns valores médios de mercado de kWh, custo de mão de obra, multas, benefício sociais, segurança etc, podemos considerar que em 40 operações do sistema temos um retorno considerável do investimento.

3. Conclusões

Os sistemas instalados diminuíram tempo de interrupção de serviço que, em média, era de 1 hora para 50 segundos. O que impactou diretamente e positivamente nos indicadores DEC, DIC e DMIC gerando economia imediata para a concessionária. Além dos indicadores, foram beneficiadas também as áreas de Operação de Sistemas que podem planejar com mais tranquilidade as ações a serem tomadas em condições adversas. Deslocamentos de emergência e alocação de equipes podem, agora, ser realizadas com maior eficiência e agilidade. Não menos importante, a satisfação dos clientes também tem um impacto imediato, pois a agilidade no retorno do fornecimento gera confiança e satisfação com o serviço prestado.

4. Referências bibliográficas

MANTOVANI, J.R.S Reconfiguração de Sistemas de Distribuição Radiais Utilizando o Critério de Queda de Tensão, SBA Controle & Automação Vol. 11 no. 03, 2000.

LIRA, G.N. , Algoritmo de Reconfiguração Ótima de Sistemas de Distribuição de energia Elétrica Visando a Minimização de Perdas, 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST: Módulo 7 – Cálculo de Perdas na Distribuição. Brasília, 2010

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST: Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica. Brasília, 2010.

ARAUJO, A. C. M., 2006, Perdas e Inadimplência na Atividade de Distribuição de Energia Elétrica no Brasil. Tese (Doutorado). COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, pp. 15-16 e 75.
