XVIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2008 - 06 a 10 de outubro

Olinda - Pernambuco - Brasil

Método de Interligação de Setores de Transformadores Secundários de Distribuição em Situações Emergenciais utilizando-se de "Disjuntor-Jumper"

Marcelo Bacalini	Geraldo Lupi Filho	Fábio Luis Bartolo
CPFL Paulista	CPFL Paulista	CPFL Paulista
mbacalini@cpfl.com.br	lupi@cpfl.com.br	cfabiolu@cpfl.com.br

PALAVRAS-CHAVE

Disjuntor-Jumper
Setor Secundário de Distribuição
Setor Secundário de Distribuição Adjacente
Setor Secundário de Distribuição Avariado
Transformador Secundário de Distribuição Avariado

RESUMO

Desenvolveu-se um equipamento denominado "**Disjuntor-Jumper**" para a interligação de setor de transformador de tensão secundária de distribuição (setor avariado) ao setor secundário de distribuição adjacente (setor no qual será realizada a interligação) em situação emergencial, quando houver falha (defeito/queima) no transformador secundário de distribuição. Tal equipamento se faz necessário, uma vez que a logística para a substituição do transformador secundário de distribuição exige um tempo considerável; visando, desta forma, a continuidade e a qualidade no fornecimento de energia elétrica que são preceitos essenciais, atualmente, no setor elétrico; sem que haja para isso, desligamentos desnecessários do setor secundário de distribuição adjacente. Conseqüentemente haverá maior confiabilidade do sistema de distribuição de energia, influenciando diretamente em alguns índices como o **DEC, FEC, DIC, FIC** e **DMIC**, os quais são apurados pela ANEEL para fins de avaliação do desempenho das concessionárias de energia elétrica do país.

1. INTRODUÇÃO

Para atender às imposições do mercado cada vez mais exigente no setor elétrico, considerando os processos e serviços nos dias atuais, e comprometida com a busca da excelência na gestão energética, a concessionária de energia elétrica CPFL Energia disponibiliza produtos e serviços com o objetivo de proporcionar eficiência operacional e elevados padrões de qualidade, ao mesmo tempo em que se busca operar com eficiência e promovendo a melhoria contínua, além de transparência e conduta ética no trato com seus clientes e a sociedade em geral. Isso tudo, faz com que a empresa se torne referência no setor elétrico e no cenário empresarial brasileiro.

Um desses serviços refere-se ao desempenho quanto à continuidade da distribuição de energia que é medido pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) com base em indicadores específicos, denominados de DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) e FEC (Freqüência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora), onde o primeiro indica o número de horas em média que um consumidor fica sem energia elétrica durante um período e o segundo indica quantas vezes em média houve interrupção na unidade consumidora. Além desses indicadores, a ANEEL implantou, ainda, outros indicadores destinados a aferir a qualidade prestada diretamente ao consumidor que são: DIC (Duração de Interrupção por Unidade Consumidora) e FIC (Freqüência de Interrupção por Unidade Consumidora) destinados a indicar por quanto tempo e o número de vezes respectivamente que uma unidade consumidora ficou sem energia elétrica durante um período considerado; além do DMIC (Duração Máxima de Interrupção por Unidade Consumidora) que é um indicador que limita o tempo máximo de cada interrupção.

Dessa forma, para que a empresa atinja as metas estabelecidas pela ANEEL, para tais indicadores, de forma clara e transparente, preservando, dentre outros aspectos, a segurança, a eficiência e a confiabilidade dos sistemas elétricos, tornou-se necessário o desenvolvimento de um equipamento denominado "Disjuntor-Jumper", que proporcionasse uma eficiência considerável aos serviços da área de distribuição de energia em situações emergenciais.

2.DESENVOLVIMENTO

2.1 Terminologia

No sentido de esclarecer algumas definições, indicamos alguns termos essenciais utilizados: Rede primária, ou circuito primário, são as redes de distribuição da classe de 15 kV, nas tensões nominais de 11,9 ou 13,8 kV. Os circuitos secundários, ou rede secundária, são os circuitos nas tensões de (220/127 V). Consumidores de baixa tensão são aqueles ligados diretamente à rede secundária.

Na **FIGURA 1** exemplificamos o sistema de distribuição de energia elétrica, da transmissão ao consumidor final, onde podemos verificar o transformador no poste e o ramal de serviço que é o foco deste nosso trabalho.

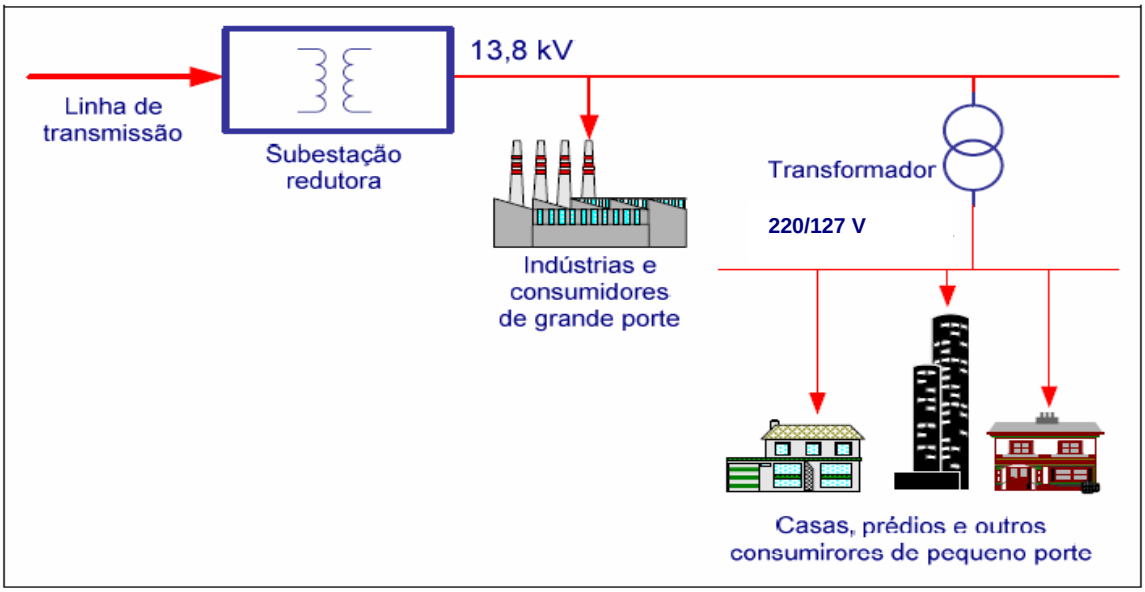

FIGURA 1 - Esquema do Sistema de Distribuição de Energia Elétrica.

2.2 Transformador de Distribuição

Os transformadores na rede de distribuição são trifásicos (**FIGURA 2**) e possuem conexões no lado AT (alta tensão) em delta e no lado BT (baixa tensão) em estrela com o neutro aterrado.

FIGURA 2 – Transformador Secundário de Distribuição Trifásico.

2.2.1 Tipos de Falhas em Transformadores

As falhas em transformadores podem ser classificadas pela sua duração em dois tipos: faltas transitórias e faltas permanentes.

As faltas transitórias são aquelas em que, havendo a operação de um equipamento de proteção, desaparece a causa do defeito e o circuito funciona normalmente depois de religado.

As causas mais comuns de defeitos transitórios são:

- Descargas atmosféricas;
- Contatos momentâneos entre condutores;
- Abertura de arco elétrico;
- Materiais sem isolação adequada.

As faltas permanentes são aquelas em que é necessária a intervenção do homem para que se corrija o defeito causador da interrupção antes de se religar o equipamento operado.

As causas dos defeitos permanentes (queima de transformadores de distribuição) ocorrem por vários fatores, dentre eles:

- *Meio Ambiente* (árvores, descargas atmosféricas, pPássaros);
- *Comunidade* (ligações clandestinas, vandalismo, pipa na rede, aumento de cargas, fraudes);
- *Sistema Elétrico* (desbalanceamento de fase, sobrecargas, manobras).

2.2.2 Proteção do Transformador de Distribuição

A proteção dos transformadores de distribuição é feita através de chaves fusíveis no lado da alta tensão. As chaves fusíveis devem, no mínimo, ter corrente nominal de 100 A, NBI 95 kV e capacidade de interrupção assimétrica de 10.000 A sendo os transformadores trifásicos e os enrolamentos ligados em delta-estrela com atraso de 30 GR, polaridade subtrativa, a corrente do lado da rede primária em caso de curto-circuito na rede secundária só obedece à relação de transformação quando este curto-circuito for trifásico. O “Disjuntor-Jumper” é constituído de um disjuntor termomagnético, que tem papel de interligação a plena carga dos setores, bem como de proteção no caso de alguma falta nos

setores interligados, onde o mesmo irá se sensibilizar e atuar extinguindo a falta; evitando, desta forma, a atuação da proteção primária.

2.3 Custos Financeiros e Impactos aos Clientes

Os custos (perca de faturamento, indenizações, riscos de penalidades pela ANEEL) e os impactos (índices inadequados, danos à equipamentos, reclamações, entre outros) em falhas de transformadores de distribuição são altos; caso seja contado o não fornecimento de energia, isso pode aumentar significativamente. Por isso, o pronto atendimento e a redução do tempo de interrupção para os consumidores devem ser sempre estudados e desenvolvidos novos métodos a serem aplicados.

2.4 Procedimento da CPFL Energia quanto ao atendimento de falta de energia

Inicialmente é recebida a reclamação de falta de energia dos consumidores e gerado uma ordem de serviço (OS). Na seqüência, uma equipe é acionada para o atendimento da respectiva OS. No local, a equipe avalia o serviço, constata a avaria e solicita/executa a substituição do transformador de distribuição.

2.5 O equipamento

No que diz respeito ao atendimento emergencial em equipamentos, as técnicas tradicionais utilizadas são onerosas, com alto tempo de disponibilidade para os clientes. Assim, o desenvolvimento do equipamento **"Disjuntor-Jumper**", que é utilizado na interligação de setores secundários de distribuição, conforme mostra a **FIGURA 3**, é de suma importância; pois coloca uma proteção que funciona como um limitador de corrente e evita um "pisca", ou seja, interrupção, no circuito (setor secundário de distribuição adjacente) que será interligado.

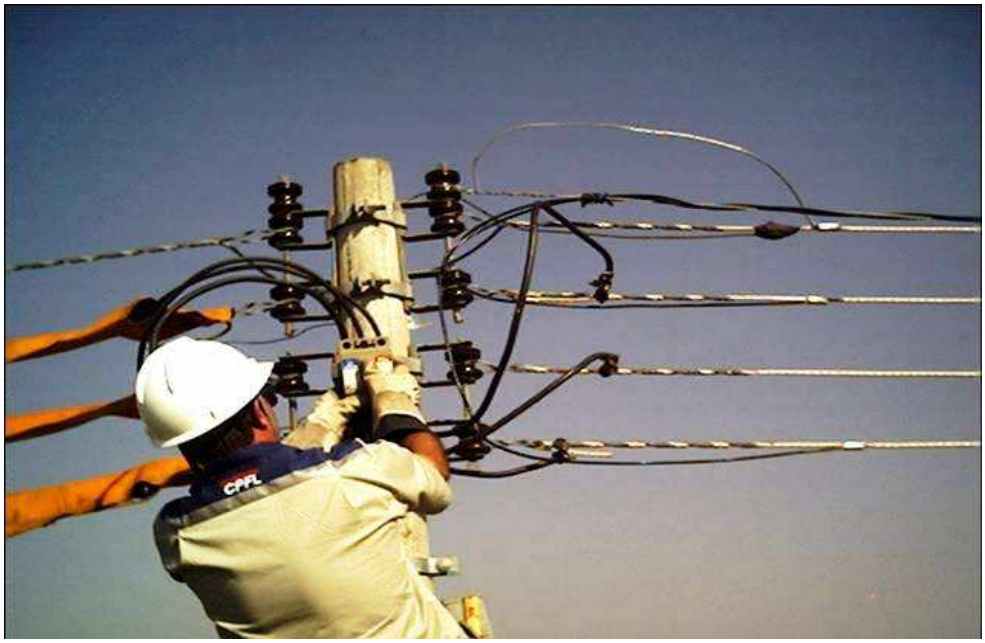

FIGURA 3: Interligação de setores secundários de distribuição (adjacente - avariado).

Tal equipamento serve, também, como proteção secundária do circuito com o transformador queimado; pois havendo defeitos nos circuitos secundários de distribuições (tais como: ramais de serviço, ramais de entrada, muflas secundárias subterrâneas, dentre outros defeitos anormais ocasionados por força maior), que podem ocasionar a queima dos elos primários do transformador de distribuição do circuito que será interligado**,** o "**Disjuntor-Jumper**" (**FIGURA 4**) será sensibilizado e

atuará extinguindo a falta; resultando, desta forma, em um sistema com uma confiabilidade considerável, comparado aos métodos atuais de interligação de setores de transformadores secundários de distribuição em situações emergenciais.

FIGURA 4: "Disjuntor-Jumper".

Um dos fatores preocupantes, quando da interligação, é a queda de tensão a limites precários ou críticos, motivo pelo qual a sua utilização se restringe a circuitos com transformadores de baixas potências, de 45 kVA ou inferiores, em conformidade com os padrões estabelecidos pela ANEEL (TABELA 1); a partir dos quais, é possível analisar o quão eficiente está sendo o sistema interligado e tomar as medidas cabíveis para adequação, caso seja necessário, inclusive a própria interligação com outros setores secundários de distribuição adjacentes, visando a qualidade no fornecimento de energia, bem como a permanente satisfação dos clientes, contribuindo decisivamente para o desenvolvimento e o bem-estar da sociedade; o que resume a missão do grupo CPFL Energia.

É necessário ressaltar, aqui, que a Resolução 505 da ANEEL, de 26/11/2001, estabelece as disposições relativas à conformidade dos níveis de tensão de energia elétrica.

TABELA 1: Limites das faixas de tensões considerados padrões pela ANEEL.

Tensão Nominal (TN) Padronizadas	**Faixa de Valores Adequadas de Tensão**	**Faixa de Valores Precários de Tensão**	**Faixa de Valores Críticos de Tensão**
220 / 127	(201 ≤ **TL** ≤ 231) (116 ≤ **TL** ≤ 133)	(189 ≤ **TL** < 201 ou 231 < **TL** ≤ 233) / (109 ≤ **TL** < 116 ou 133 < **TL** ≤ 140)	(**TL** < 189 ou **TL** > 233) (**TL** < 109 ou **TL** > 140)

2.6 Implantação no CPFL Padrão

A utilização do "**Disjuntor-Jumper**", quando da interligação dos setores secundários de distribuição, foi adotada pela concessionária CPFL Paulista e implantada como passo padrão, através do

GED 11089 – Manual do Eletricista – Tarefas de Acessórios – item 22 – Jampear Transformador, conforme orientações técnicas que serão observadas "passo-a-passo" mais adiante, levando-se em consideração a confiabilidade do sistema e assegurando-se a segurança e a integridade de seus colaboradores e seus consumidores, o que são premissas da CPFL Energia.

A utilização do equipamento na interligação de setores secundários de distribuição pode ser verificada na **FIGURA 5**, bom como possíveis interligações que se fizerem necessárias a outros setores adjacentes para adequação das Faixas de Valores de Tensão a valores Adequados de Tensão.

FIGURA 5: Setor secundário de distribuição passível de utilização de "Disjuntor-Jumper".

Quando da substituição de transformadores secundários de distribuição de 15 kVA, 30 kVA e 45 kVA, na Região Nordeste - CPFL Paulista, no período de Dezembro / 2007, conforme **TABELA 2**, foi verificado um percentual satisfatório na utilização do equipamento "**Disjuntor-Jumper**" nos eventos de queima de transformadores secundários de distribuição e sua interligação em situação emergencial.

Tabela 2: Percentual de utilização de "Disjuntor-Jumper" no mês de Dez/07 no CO Nordeste.

QUEIMA DE TRANSFORMADORES 15 / 30 / 45 kVA - URBANO - DEZEMBRO 2007 – CENTRO DE OPERAÇÃO NORDESTE – CPFL PAULISTA			
	EVENTOS UTILIZADOS *"DISJUNTOR-JUMPER"*	**EVENTOS NÃO-UTILIZADOS *"DISJUNTOR-JUMPER"***	**TOTAL DE EVENTOS**
QUANTIDADE	**33**	**13**	**46**
PERCENTUAL	**71,74**	**28,26**	**100**

2.7 Seqüência na execução da interligação de Setores Secundários de Distribuição

Logo após a equipe detectar a queima do transformador, são abertas as chaves fusíveis e grampos de linha viva, sempre ressaltando a segurança e integridade dos colaboradores, de acordo com a **FIGURA 6** .

FIGURA 6: Abertura de fusíveis e grampos de linha viva.

Sequencialmente são desconectados os condutores secundários dos terminais das buchas do transformador e o condutor de aterramento do transformador, as pontas dos condutores são isoladas e amarradas na rede secundária, conforme pode ser visto na **FIGURA 7**.

FIGURA 7: Desconexão de condutores secundários.

Após a análise do CO (Centro de Operação) em um topo aberto da rede secundária de distribuição (**FIGURA 8**), o mesmo será interligado ao setor secundário de distribuição adjacente. Vale ressaltar que, com a utilização do "Disjuntor-Jumper" na interligação, não será necessário o desligamento do setor secundário de distribuição adjacente; proporcionando, desta forma, uma eficiência considerável ao sistema elétrico de distribuição e, conseqüentemente, uma maior confiabilidade do sistema de distribuição de energia, influenciando diretamente em alguns índices apurados pela ANEEL para fins de avaliação do desempenho das concessionárias de energia elétrica do país.

FIGURA 8: Topo secundário de distribuição aberto.

Passo seguinte é a instalação de coberturas isolantes, iniciando-se pelo condutor inferior, o que proporciona maior segurança ao serviço executado, no topo secundário de distribuição aberto, como pode ser observado na **FIGURA 9**.

FIGURA 9: Instalação de cobertura isolante na rede secundária.

Em seguida é feito o içamento do "Disjuntor- Jamper" de forma fácil e segura, onde o mesmo será fixado na ferragem do poste de forma simples e rápida (**FIGURA 10**), uma vez que as estruturas secundárias de distribuição seguem um padrão no que se refere à disposição das ferragens; facilitando, assim, a utilização do equipamento.

FIGURA 10: Içamento e fixação do "Disjuntor-Jumper".

Depois é verificado se o disjuntor do dispositivo está desligado; então, são conectados primeiro os terminais do dispositivo nas fases da rede secundária do lado desenergizado e segundo os terminais do dispositivo nas fases da rede secundária do lado energizado. Na seqüência, é ligado o disjuntor e efetuada a medição de tensão e corrente (**FIGURA 11**) em conformidade com os padrões estabelecidos pela ANEEL, como foi visto anteriormente.

FIGURA 11: Interligação e medição de tensão e corrente.

Por fim, são retiradas as coberturas isolantes da rede secundária, onde pode ser observada a interligação dos setores (**FIGURA 12**). Todo esse procedimento é feito de forma rápida e segura, assegurando-se a continuidade no fornecimento de energia o que gera uma confiabilidade ao sistema de distribuição e evita transtornos de grande monta as consumidores (em alguns casos, há necessidade de energia continuamente para a própria manutenção da vida, considerando alguma UTI residencial), bem como ao comércio e indústrias em geral, pois nos dias atuais o fornecimento contínuo de energia se faz imprescindível.

FIGURA 12: "Disjuntor-Jumper"com os setores interligados.

3. CONCLUSÕES

O desenvolvimento do equipamento denominado "**Disjuntor-Jumper**", acoplado ao seu método de utilização, proporciona uma eficiência considerável aos serviços na área de sistemas de distribuição de energia elétrica, proporcionando maior confiabilidade do sistema de distribuição de energia, bem como melhor qualidade no fornecimento da mesma; influenciando diretamente nos indicadores de continuidade, os quais são apurados pela ANEEL para fins de avaliação do desempenho das concessionárias de energia elétrica do país.

Tal eficiência e confiabilidade vêm de encontro à realidade do setor elétrico atual, uma vez que são utilizados inúmeros equipamentos eletro-eletrônicos necessários à manutenção da vida, tanto em residências como em hospitais, onde é imprescindível a continuidade no fornecimento de energia elétrica.

Assim, o "**Disjuntor-Jumper**" se faz necessário nos dias atuais, bem como a logística de substituição do transformador secundário de distribuição, que poderá ser executada em horário comercial, proporcionando um excelente custo-benefício imediato, visando a adequação dos equipamentos com o menor impacto possível ao sistema existente, além da satisfação de um modo geral.

Esta aplicação foi desenvolvida na CPFL Paulista pelos eletricistas de distribuição, com o apoio da Engenharia de Manutenção e o RH - Treinamentos, implantada em todo o Grupo CPFL, fazendo parte de uma padronização denominada CPFL PADRÃO – Orientação Técnica Número 11089, sendo publicado no GED - Gerenciamento Eletrônico de Documentos, em 2007.

O ferramental e dispositivos utilizados foram frutos de pesquisas entre os vários fabricantes, fornecedores da CPFL.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

internet, www.aneel.gov.br

internet, www.cpfl.com.br

GED 11089, Manual do Eletricista, Tarefas de Acessórios, item 22, Jampear Transformador, 2007, p. 56-58