



## XVIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2008 - 06 a 10 de outubro

Olinda - Pernambuco - Brasil

### Transformação e Geração Móvel, uma saída para o conflito: Desligamentos programados X DECP

Nome do autor 1	Nome do autor 2	Nome do autor 3
André Miranda Pereira	Alfredo Wesley de Carvalho	Galdino da Silva Mendes
andrem@cemig.com.br	awc@cemig.com.br	gsmendes@cemig.com.br

#### Palavras-chave

DECP;  
Geração Móvel;  
Manutenção de Redes;

#### Resumo

Este trabalho visa mostrar a alternativa encontrada pela CEMIG DISTRIBUIÇÃO, para realização de desligamentos programados em redes de distribuição de 13,8 kV, sem, contudo interromper o fornecimento de energia para os clientes.

A alternativa encontrada foi uma montagem, utilizando grupo motor gerador e transformador elevador para alimentar as cargas das localidades atendidas por redes radiais, as quais estavam ligadas nas redes de distribuição, onde seriam realizados os serviços de manutenção e ou ligação de novos clientes.

#### 1. Introdução

Este trabalho abordará. O projeto, a montagem, a utilização da unidade de geração móvel distribuída, bem como a logística desenvolvida com o objetivo de possibilitar os desligamentos programados em redes radiais de distribuição de média tensão.

O desafio deste trabalho baseia-se em realizar as intervenções nas redes radiais, efetuando os desligamentos programados destas redes, sem contudo interromper o fornecimento de energia elétrica aos clientes ligados a estas redes, evitando assim comprometer os índices de continuidades definidos pelos órgãos reguladores e melhorando também a imagem da Cemig junto aos seus clientes.

Através da utilização do TGM, foi possível alimentar os principais centros de cargas, e ainda disponibilizar as redes radiais para a realização de manutenções preventivas e de obras necessárias. Desta forma conseguiu-se conciliar as necessidades das equipes de manutenções de redes e obras em desligar as redes, bem como a necessidade da área de programação do Centro de Operação, em liberar as intervenções nas redes, sem, contudo comprometer o DEC dos conjuntos ANEEL.

## 2. Desenvolvimento

Realizar os desligamentos nas redes de distribuição radiais, nos locais onde não era possível executar os serviços com equipes de linha viva ou outros artíficos já desenvolvidos, tornou-se um desafio no qual vínhamos trabalhando na busca de uma solução. Com o início das obras do programa “Luz Para Todos” e a necessidade das equipes de manutenção de redes em realizar o programa de manutenção preventiva, percebemos que teríamos mais solicitações de desligamentos em nossas redes, comprometendo assim as metas estabelecidas pelo órgão regulador (ANEEL). Este fato nos levou a intensificar os estudos para a solução deste problema.

Diante das opções analisadas, optamos pela montagem de um grupo motor gerador e transformação móvel, denominado neste trabalho como TRANSFORMAÇÃO E GERAÇÃO MÓVEL - doravante denominado TGM.

### 2.1 - Projeto

Com a definição de como iríamos trabalhar, iniciamos a etapa de projeto, onde foram definidas as características dos equipamentos básicos a serem utilizados e seus respectivos ajustes. A grande dificuldade encontrada nesta etapa foi a falta dos componentes do projeto, pois tratava-se de uma montagem especial, diferente da nossa rotina de trabalho, exigindo assim maior envolvimento dos executores do projeto com outras áreas, buscando alternativas para as dificuldades encontradas.

Em função da disponibilidade do gerador de 450 kVA e o transformador elevador de 500 kVA, passou-se a buscar os demais equipamentos para compor o projeto. Identificamos então a necessidade de um transformador de aterramento, já que as redes da empresa Cemig Distribuição são atendidas por sistemas multi-aterrados e o transformador elevador disponível, possuía ligação triângulo no lado da alta tensão (13,8 kV), o que inviabilizava sua utilização direta na rede.

Vencido este desafio, buscamos adequar o arranjo, quanto a proteção e a segurança necessária dos circuitos. Para atender a este quesito, utilizamos um relé de proteção microprocessado na saída da montagem, que garante o desligamento da rede em caso de falha na mesma e ao mesmo tempo é utilizado como dispositivo de manobra.

Nesta fase foi definido que, devido à carga a ser transportada, seriam utilizados dois veículos conforme (figura 1) para melhor logística do TGM.

O primeiro veículo seria equipado com o grupo motor gerador de 450 kVA a diesel e o reservatório de combustível com capacidade de 600 litros.

O segundo seria equipado com o transformador elevador, transformador de aterramento, equipamento de proteção e medição além dos cabos de conexão.

Foto 1 – Arranjo montado sobre caminhões



#### – Montagem

Após a definição e realização do projeto, passou-se então a fase de agrupamento dos equipamentos e materiais necessários.

De posse destes equipamentos foram realizados os ajustes destes equipamentos conforme parâmetros definidos na fase de projeto. Posteriormente foi realizada a montagem física destes equipamentos sobre os caminhões, para possibilitar os primeiros testes e energização dos mesmos, bem como avaliar sua viabilidade prática.

Por se tratar de uma solução inovadora, algumas fases da montagem são destacadas:

#### 2.2.1 - Sistema provisório de aterramento.

Para garantir a segurança dos operadores do arranjo e a estabilidade do atendimento, uma vez que nossas redes de distribuição possuem o sistema de ligação com neutro multi-aterado, tivemos que especificar um conjunto de dispositivos que possibilitassem a confecção desta malha de aterramento junto ao conjunto fazendo assim a conexão desta ao neutro da rede. Uma preocupação era que esta instalação não dificultasse sua retirada após o uso do sistema. Foram feitas algumas experiências e optamos por utilizar um conjunto composto por hastes copperweld e cabos de cobre flexíveis.

#### 2.2.2 - Grupo Motor Gerador.

Na montagem foi utilizado um grupo motor gerador não cabinado com potência de 450 kVA que forneceria a energia elétrica para as sedes municipais durante os desligamentos da rede de distribuição de Média Tensão. Como estaríamos trabalhando com potência da ordem de 500kVA, para reduzir a corrente no secundário do gerador e conseqüentemente a bitola dos condutores que interligam este ao transformador elevador, optamos por trabalhar com um nível maior de tensão na saída do gerador, portanto a tensão escolhida foi 440 volts. Desta

forma conseguimos reduzir a bitola dos condutores facilitando sua instalação e operação, já que não precisaria ser geminado.

### 2.2.3 - Transformador Elevador

Foi utilizado um transformador com potência de 500 kVA para elevar a tensão para o nível de distribuição em Média Tensão (13,8 kV). Este transformador operava com a tensão de 440 V no lado de baixa.

Seu esquema de ligação é: estrela na baixa tensão e triângulo no lado de alta.

### 2.2.4 - Transformador de aterramento.

Considerando que as redes de distribuição da CEMIG possuem o esquema de ligação com o neutro multi-aterado e com cargas monofásicas ligadas entre fase e neutro (aterado), verificamos a necessidade de ter um transformador elevador com o lado de alta em estrela aterrada, mas como não possuíamos este equipamento optamos por usar um transformador de aterramento garantindo a continuidade do circuito em caso de falha na rede (seqüência zero) bem como possibilitar a atuação da proteção de terra do religador instalado na saída de média tensão do conjunto.

### 2.2.5 - Equipamento de Proteção e Manobras.

Como este arranjo visa alimentar redes de distribuição que atendem áreas urbanas e rurais, verificamos que deveríamos ter um equipamento de proteção e manobra na saída de média tensão para garantir a segurança da população e a proteção dos equipamentos através de atuações automáticas, além de facilitar as manobras de entrada e saída do sistema durante o atendimento feito pelo TGM. Foi instalado um religador com relé eletrônico na saída de média tensão da unidade, com o comando do mesmo de forma acessível a fim de facilitar a operação e controle do equipamento.

Através da caixa de comando do religador é possível executar os comandos de abertura e fechamento, bloqueio e desbloqueio das proteções, mantendo distância das partes energizadas. Este comando possibilita, através de um display, visualizar os valores das grandezas elétricas em tempo real, tais como: frequência, tensão por fase, corrente por fase e neutro, potências ativas e reativas, fator de potência, entre outras, possibilitando todo o monitoramento, controle e operação do sistema elétrico local. Este equipamento também possui memória de massa onde são armazenadas estas medições para análise posterior quanto a qualidade da energia fornecida.

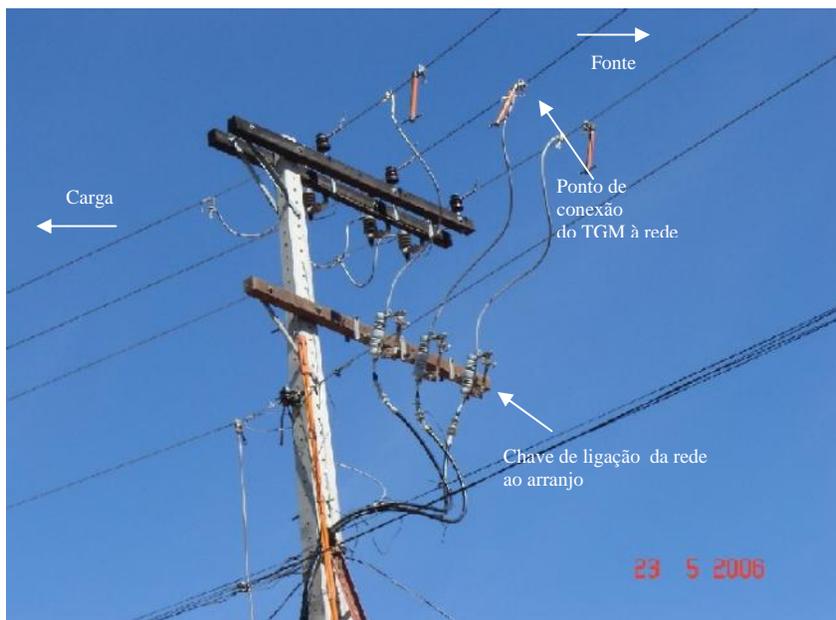
### 2.2.6 - Conexão do arranjo à Rede de Distribuição.

Para interligação do TGM à rede, é utilizado um cabo isolado para média tensão, padrão 15 kV, com a seguinte formação: 3x1x50+3/8. Este cabo tem um comprimento de 50 metros, dando assim flexibilidade a montagem.

Para agilizar a manobra de transferência das cargas do sistema Cemig para o TGM, de forma a minimizar a interrupção aos clientes, foi desenvolvido uma estrutura provisória que é montada e ligada à rede de distribuição existente, sem que a mesma precise ser desligada (foto 3), ou seja com a utilização de métodos de linha viva.

Após autorização do Centro de Operação da Distribuição, é aberto o dispositivo de manobra da entrada da localidade, e em seguida é fechado o equipamento de manobra do TGM, energizando assim o centro de carga. Logo em seguida é isolada a rede que deverá ser trabalhada.

Foto 3 – Estrutura provisória



#### 2.2.7 - Logística para deslocar a montagem aos pontos necessários;

Percebemos que precisaríamos de dois caminhões para fazer estas montagens e como os equipamentos do arranjo devem ser bem fixados a estes, verificamos que estes caminhões ficariam exclusivos para estas atividades possibilitando assim maior facilidade na locomoção do arranjo aos pontos mais distantes, que muitas vezes tem acesso muito difícil, conforme pode ser visto na foto abaixo.

Foto 2 – Conjunto sendo arrastado durante um trajeto



## – Utilização

Com a finalidade de assegurar a real funcionalidade da montagem, foi realizado um teste na localidade de Alvarenga, onde todo o conjunto se mostrou eficaz quanto ao seu propósito. O quadro abaixo mostra o DECp Evitável (Potencial) que conseguimos obter com a utilização do sistema na região leste e nordeste de Minas Gerais.

Conjunto	DECp	Meta DECp
Almenara	2,93	3,13
Aracuaí	1,58	3,69
T. Otoni	1,02	2,22
Valadares	1,38	2,43
Ipatinga	0,08	2,13
Caratinga	1,57	4,40
Itabira	1,06	2,27
Monlevade	0,30	2,38

Após larga utilização do sistema nas localidades da Malha Leste onde em alguns conjuntos, conseguimos reverter tendências de extrapolação das metas da ANEEL. Evitando assim o pagamento de multas e obtendo melhores índices de satisfação junto aos nossos clientes.

### 3. Conclusões

A utilização desta metodologia se tornou indispensável em nossa busca por reduzir os impactos do DECp nos nossos índices de continuidade. Na área de concessão da Cemig Distribuições atualmente existem cinco unidades de geração e transformação móvel como a mostrada acima em larga utilização demonstrando assim a excelente aplicabilidade do projeto diante da proposta inicial que tínhamos para o mesmo.

Atualmente estamos em uma nova fase neste projeto, que é a aquisição pela Cemig distribuição de uma unidade geradora e transformadora com potência de 500 kVA, montada em um único container tratado acusticamente, possibilitando assim utilização de apenas um caminhão para transporte de todo o sistema. Desta forma teremos maior mobilidade, por ser apenas um caminhão, maior flexibilidade de atendimentos devido a maior potência da unidade e maior conforto para as equipes e a população devido o baú ser tratado acusticamente.

### 4. Referências bibliográficas

Desenvolvimento independente.