



XVIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2008 - 06 a 10 de outubro

Olinda - Pernambuco - Brasil

Desenvolvimento e Aplicação do Diagrama Unifilar de Aterramento em Subestações

Zulnei Casagrande
CELESC Distribuição S/A

zulneic@celesc.com.br

Palavras-chave

Aterramento
Manobra
Operação
Segurança
Subestação

Resumo

A interdição e a liberação de equipamentos para as equipes de manutenção em subestações de distribuição dentro dos padrões de segurança exigidos tornou-se, sob o ponto de vista legal (NR-10), procedimento fundamental que deve estar claramente descrito nas manobras de equipamentos e/ou circuitos de subestações.

A complexidade dos arranjos das subestações muitas vezes confundem os profissionais que executam a manobra de aterramento temporário e a falta de definição prévia e exata do ponto geralmente criam dúvidas quanto ao local mais recomendado e mais seguro para execução de tais procedimentos.

Fatores como esse contribuíram para um acidente envolvendo aterramento indevido de partes energizadas da subestação 69 KV Siderópolis, pertencente ao sistema extremo sul da CELESC em Santa Catarina.

Embora sem vítimas, o fato é citado como não isolado e daí justificamos a proposta no sentido de prover as instalações com o que chamaremos de DIAGRAMA UNIFILAR DE ATERRAMENTO – DUA como forma de possibilitar a identificação exata de quais pontos da instalação devem ser aterrados antes da liberação definitiva de equipamentos e/ou circuitos e a quem compete a responsabilidade pela execução de tais manobras.

1. Introdução

Tradicionalmente a definição do ponto e os procedimentos de aterramento temporário de equipamentos e/ou circuitos em subestações de distribuição são executados mais pela experiência do que propriamente pela exata definição, ainda na fase pré-operacional, do local do procedimento.

Embora as solicitações de intervenção em equipamentos elaboradas pelas equipes de manutenção citem a necessidade de aterramento temporário, a sequência de manobra emitida pela operação não raras vezes omite a descrição do procedimento e quando não, limita-se a citá-lo.

Outra questão comum é o conflito de competência, A quem caberia definir o ponto de aterramento temporário bem como sua execução, isto é, a atribuição ficaria sob responsabilidade da equipe de operação ou da equipe de manutenção ou talvez das duas em conjunto.

Como solução estamos propondo que cada instalação, no caso subestações, passem a dispor, além do diagrama unifilar de operação - DUO cotidianamente utilizado, também do **diagrama unifilar de aterramento - DUA**, ferramenta esta que seria utilizada pelos setores envolvidos no planejamento, na programação e execução de serviço em subestações de distribuição.

Através do DUA, definir-se-á ainda na fase de planejamento do serviço quais pontos da instalação devem ser aterrados dentro dos critérios de segurança e de localização mais adequada para que não atrapalhe e nem dificulte a manutenção do equipamento.

A escolha equivocada do ponto pode implicar na necessidade de alteração do ponto já na fase de execução da manutenção e com isto geraria-se risco de transposição do aterramento para local indevido ou mesmo inútil.

2. Desenvolvimento

As subestações da CELESC são classificadas em sua ampla maioria como subestações de distribuição operando na classe até 138 KV.

Os procedimentos de manutenção nestas instalações são precedidos da fase de planejamento e posterior solicitação de intervenção – S.I. emitida ao setor de operação. Normalmente a manutenção requisita o equipamento em dia e horário estabelecido, define o responsável pelo serviço e quais providências operacionais são necessárias do ponto de vista da manutenção entre elas o aterramento temporário do equipamento e/ou circuito.

De posse da S.I. , a operação analisa a solicitação e após a tramitação necessária aprova a execução e emite a complementação da S.I., incorporando a sequência de manobra pertinente à liberação do equipamento.

Tomando por base o segmento do diagrama unifilar operacional de subestação (figura 1) apresentamos a sequência de manobra que constaria em eventual solicitação de intervenção e que é típica para um desligamento e liberação de equipamento para manutenção.

Esta manobra assemelha-se com a que foi executada na subestação Siderópolis cujo objetivo foi a execução de manutenção no Transformador TT-3 e seu equipamentos associados.

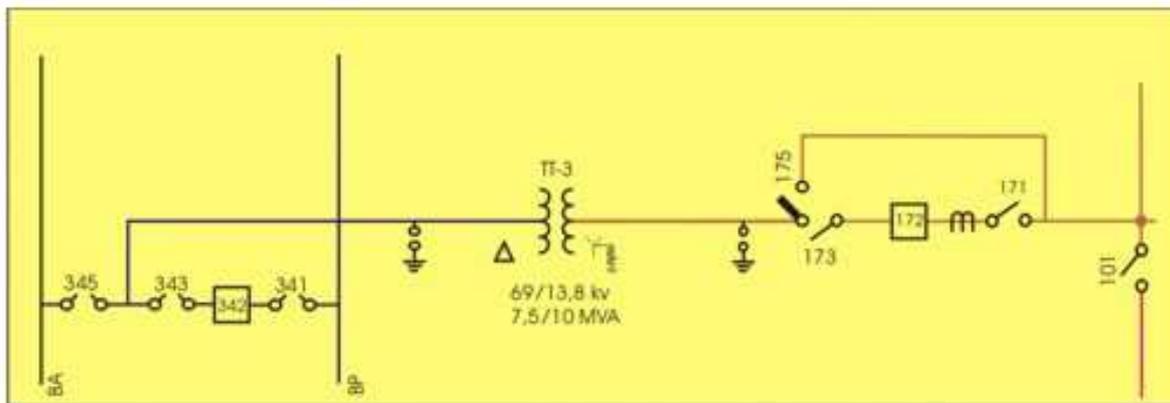


Figura 1 - Diagrama Parcial de Subestação – Bay do Transformador TT-3

Fase Inicial da Manobra - DESLIGAR, ISOLAR E ATERRAR TT-3

Seq.	Ação	Manobra	Eqpto	SE	Responsável
1	N	Mudar Posição Chave 43bto	43bto	SRS	PA CUA
2	A	Abrir DJ 172 (Bt TT-3)	DJ-172	SRS	COA-S
3	A	Abrir DJ 342 (At TT-3)	DJ-342	SRS	COA-S
4	A	Abrir CD 341	CD-341	SRS	PA CUA
5	A	Abrir CD 343	CD-343	SRS	PA CUA
6	A	Abrir CD 171	CD-171	SRS	PA CUA
7	A	Abrir CD 173	CD-173	SRS	PA CUA
8	N	Aterrar TT-3	TT-3	SRS	PA CUA/SPSE

Colocar Cartões de Segurança: 342,172 (SRS)

Fase Final da Manobra - ENERGIZAR TT-3

Seq.	Ação	Manobra	Eqpto	SE	Responsável
1	N	Desaterrar TT-3	TT-3	SRS	PA CUA/SPSE
2	F	Fechar CD 341	CD-341	SRS	PA CUA
3	F	Fechar CD 343	CD-343	SRS	PA CUA
4	F	Fechar CD 171	CD-171	SRS	PA CUA
5	F	Fechar CD 173	CD-173	SRS	PA CUA
6	F	Fechar DJ 342 (AT TT-3)	DJ-342	SRS	COA-S
7	F	Fechar DJ 172 (BT TT-3)	DJ-172	SRS	COA-S
8	N	Mudar Posição Chave 43bto	43bto	SRS	PA CUA

Retirar Cartões de Segurança: 342,172 (SRS)

Em breve análise podemos ainda observar que:

- a) O equipamento TT-3 deve ser aterrado
- b) A manobra não cita exatamente onde e quantos pontos devem ser aterrados;
- c) A manobra delega dupla responsabilidade pela execução.

Os profissionais que recebem a incumbência de executar as manobras ficam responsáveis pela seleção do ponto a ser aterrado, do teste de ausência de tensão e da execução propriamente dita, pois julga-se que são suficientemente conhecedores e experientes na execução de tais tarefas, contudo ocorreu o aterramento indevido de parte energizada na Subestação Siderópolis.

A discussão deste acidente, suas causas e consequências estão sendo tratadas no âmbito da Empresa e neste momento não vamos nos concentrar especificamente nele. Porém como há citações que fato semelhante já ocorrera, nossa proposição é a criação de um mecanismo que contribua para evitar erros desta natureza.

O desenvolvimento do DIAGRAMA UNIFILAR DE ATERRAMENTO – DUA como proposto a seguir servirá para que, ainda na fase de planejamento, seja definido de forma clara e completa todo o procedimento de manobra e aterramento e se aprovado tal metodologia a mesma passa a ser integrante da sequência de manobra das solicitações de intervenção e por consequência normatizada no âmbito da Empresa.

O DUA deve ser elaborado a partir da edição do diagrama unifilar operacional e deve manter informações básicas como representação dos equipamentos, interligações e números operacionais.

Consiste basicamente na inserção de linhas e círculos numerados sequencialmente que serão apostos no diagrama unifilar da subestação de distribuição. A localização dos pontos devem ser previamente estudados “in loco” e indicará todos os pontos da subestação que são passíveis de ser aterrados antes do início do procedimento de manutenção. Entre outros aspectos deve-se observar:

- a) Interligação de equipamentos;
- b) Existência de emendas e conexões passíveis de ser desfeitas durante a manutenção;
- c) Grau de risco e dificuldade de execução do aterramento;
- d) Posição adequada do aterramento sem que dificulte o trabalho de manutenção.

Apresentamos abaixo um modelo (figura 2) de Diagrama Unifilar de Aterramento construído como proposto, cuja instalação selecionada é a Subestação Criciúma Floresta que opera na classe 69 KV com barramento de BT em 13,8 KV. Está localizada em Criciúma, no sul de Santa Catarina a cerca de 180 Km de Florianópolis.

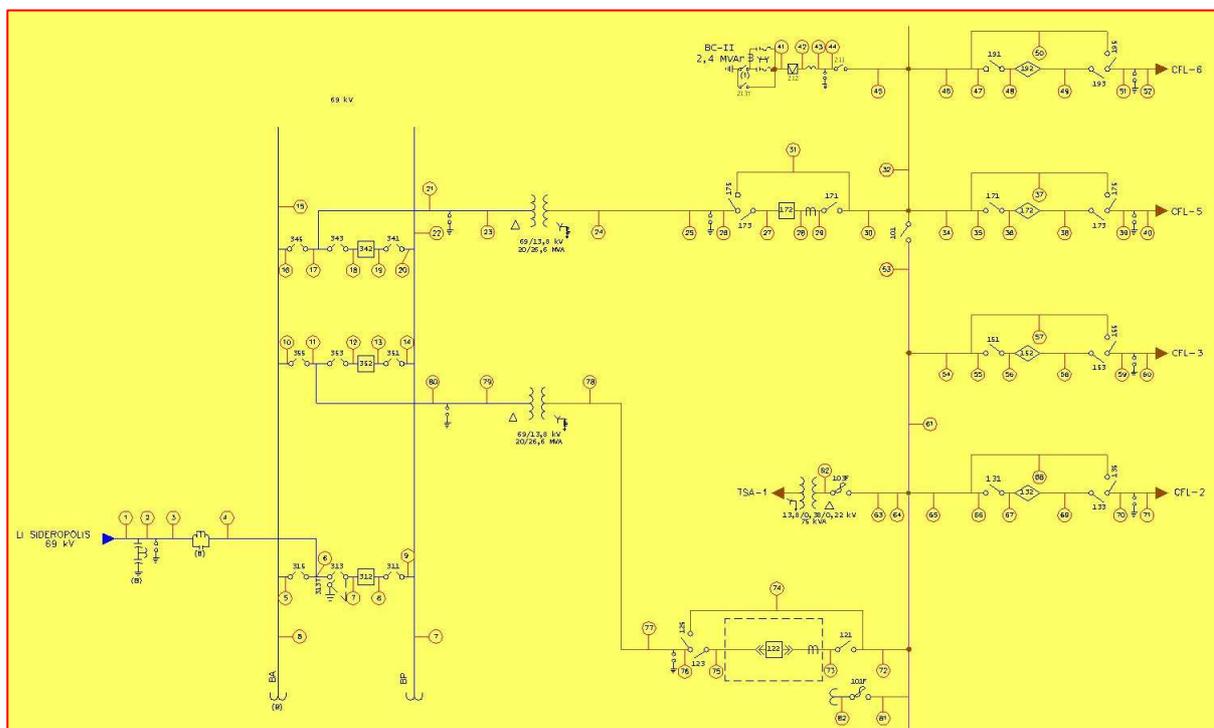


Figura 2 – Modelo Diagrama Unifilar de Aterramento

Desta forma sempre que for necessário promover a manutenção em qualquer equipamento de subestação, o profissional responsável pelo planejamento do serviço necessariamente acessará o DUA respectivo e citará na programação os pontos de aterramento requerido para a execução segura da tarefa.

Por sua vez o setor de operação ao receber a Solicitação de Intervenção verifica a viabilidade e elabora a sequência de manobra, incluindo agora os pontos de aterramento.

Importante frisar que a seleção aleatória do ponto de aterramento muitas vezes pode atrapalhar a execução da tarefa, por isso é importante um diálogo prévio entre a equipe de manutenção e da operação visando tal definição.

Retornando a programação exemplo apresentada anteriormente e utilizando o segmento do DUA (figura 3) configurado com os pontos passíveis de aterramento, vamos mostrar como ficaria a nova sequência de manobra dentro da metodologia proposta:

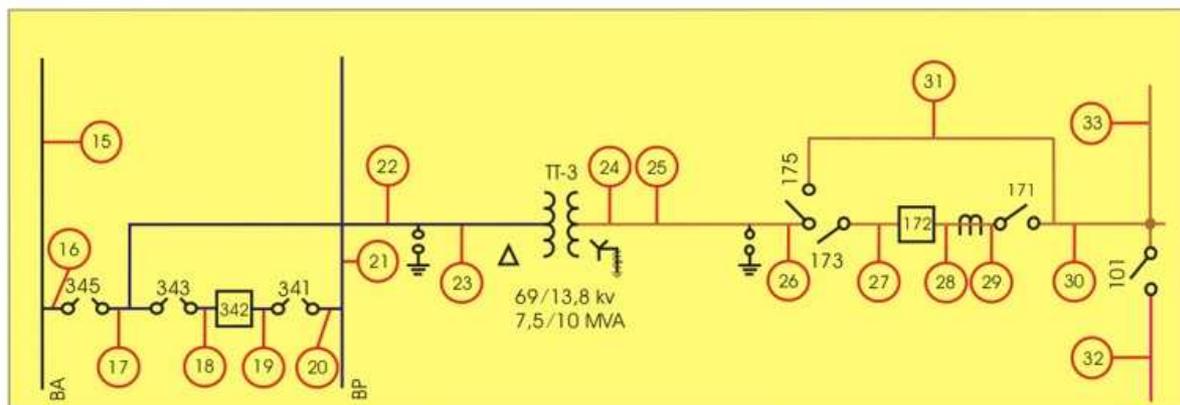


Figura 3 – Diagrama Unifilar de Aterramento Parcial

Fase Inicial da Manobra - DESLIGAR, ISOLAR E ATERRAR TT-3

Seq.	Ação	Manobra	Eqpto	SE Responsável
1	N	Mudar Posição Chave 43bto	43bto	SRS PA CUA
2	A	Abrir DJ 172 (BT TT-3)	DJ-172	SRS COA-S
3	A	Abrir DJ 342 (AT TT-3)	DJ-342	SRS COA-S
4	A	Abrir CD 341	CD-341	SRS PA CUA
5	A	Abrir CD 343	CD-343	SRS PA CUA
6	A	Abrir CD 171	CD-171	SRS PA CUA
7	A	Abrir CD 173	CD-173	SRS PA CUA
8	N	Testar Ausência de Tensão nos Pontos 17, 23, 25	TT-3	SRS PA CUA
9	N	Aterrar Pontos 17, 23, 25	TT-3	SRS PA CUA

Colocar Cartões de Segurança: 342,172 (SRS)

Fase Final da Manobra - ENERGIZAR TT-3

Seq.	Ação	Manobra	Eqpto	SE Responsável
1	N	Desaterrar Pontos 17, 23, 25	TT-3	SRS PA CUA
2	F	Fechar CD 341	CD-341	SRS PA CUA
3	F	Fechar CD 343	CD-343	SRS PA CUA
4	F	Fechar CD 171	CD-171	SRS PA CUA
5	F	Fechar CD 173	CD-173	SRS PA CUA
6	F	Fechar DJ 342 (AT TT-3)	DJ-342	SRS COA-S
7	F	Fechar DJ 172 (BT TT-3)	DJ-172	SRS COA-S
8	N	Mudar Posição Chave 43bto	43bto	SRS PA CUA

Retirar Cartões de Segurança: 342,172 (SRS)



XVIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2008 - 06 a 10 de outubro

Olinda - Pernambuco - Brasil

Como podemos observar, as principais diferenças estão apontadas nos passos nº 8 e 9 da fase inicial da manobra e no passo nº 1 da fase final.

Aos executores da manobra cabe sim a responsabilidade pela execução, porém outros profissionais passam a ser co-responsáveis no processo a medida que, sendo habilitados, terão o dever de especificar exatamente quantidade, onde e como tal procedimento será feito em toda sua amplitude, aumentando o grau de segurança e confiabilidade da manobra.

Vimos assim que novas responsabilidades individuais estão inseridas na tarefa e que em caso de erros como o ocorrido na subestação Siderópolis, a área operacional, digamos os operadores, não responderão isoladamente pelo fato, e aí que está a importância da proposta, isto é, além de todas etapas estar claramente descritas preconizando o estabelecido na NR-10, temos agora, sob o ponto de vista legal, a distribuição de responsabilidades.

3. Conclusões

A metodologia proposta contribui no sentido de exigir que o planejamento e a programação definam exatamente todo o procedimento a ser executado pela área operacional.

O que estamos propondo é uma ferramenta que exige conhecimento, responsabilidade e qualificação e que acima de tudo esclarece procedimentos e atribuições.

Importante é perceber que para acidentes da natureza citada e que por ventura tenham consequências mais graves, o caso passaria a ser conduzido não só administrativamente, mas também na esfera judicial e a comprovação da utilização efetiva desta ferramenta pode tornar-se decisiva nas argumentações de defesa.

Nesse momento é importante refletir que ocorreu uma significativa reformulação da legislação, diga-se NR-10 e revisão da NBR-14.039 e o judiciário está muito atento ao que ocorre no setor elétrico. Embora a proposta pareça simples e se possa julgá-la desnecessária, consideramos o DUA importante alternativa de prevenção e por que não dizer de precaução e defesa.

Finalizando, embora a proposta seja voltada para subestações, nada impede que seja estendida aos diagramas unifilares de rede de distribuição.

4. Referências bibliográficas e/ou bibliografia

1. Diagrama Unifilar Operacional 0828-DVOS; CELESC
2. Solicitação de Intervenção nº 58087/01; CELESC