

Trabalho 2 - ELT 344

Equipe C

Werikson Alves - 96708

Hiago Batista - 96704

Aylen Ramos Freitas - 71312

March 2022

1. Fazer um estudo com as características de dois equipamentos de uma subestação de 13,80 KV, mostrando em detalhes (figuras, diagramas) sua parte funcional, assim como as principais partes construtivas que são essenciais em sua operação.

Solução

- **Disjuntores:** São um dos principais equipamentos de manobra em uma SE, na qual são destinados à operação em carga, permitindo a abertura ou fechamento de circuitos de potência em quaisquer condições de operação, normal e anormal, podendo sua operação ser manual (manobra) ou automática (proteção). Suas principais características de operação são tensão nominal, nível de isolamento, frequência nominal, corrente nominal e tempo de interrupção. O acionamento do disjuntor ocorre quando a corrente no secundário do TC é superior a nominal, fazendo com que o relé feche seu contato. Nesse intervalo a bobina de abertura do disjuntor está sendo energizada por uma fonte auxiliar que vai mandar o disjuntor abrir. Quando o disjuntor abre, ocorre a separação dos seus respectivos contatos. Durante esta separação, devido a energia armazenada no circuito, há o surgimento do arco elétrico, o qual precisa ser eliminado. Com isto, o arco formado torna-se agora o meio de continuidade do circuito mencionado. Os principais tipos de disjuntores são o de sopro magnético, a óleo, a vácuo, a ar comprimido e a SF_6 .

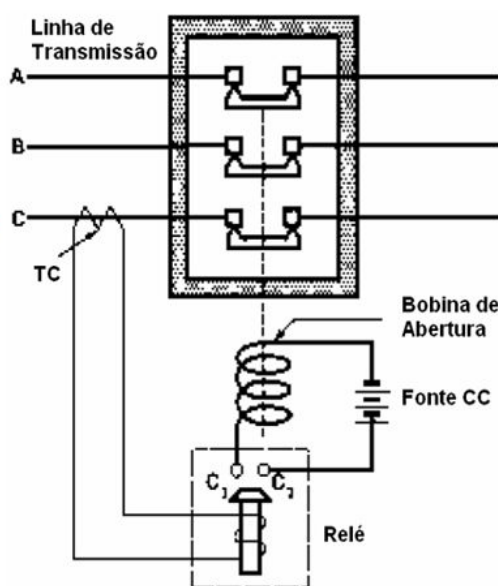


Figura 1: Disjuntor: Aspecto construtivo

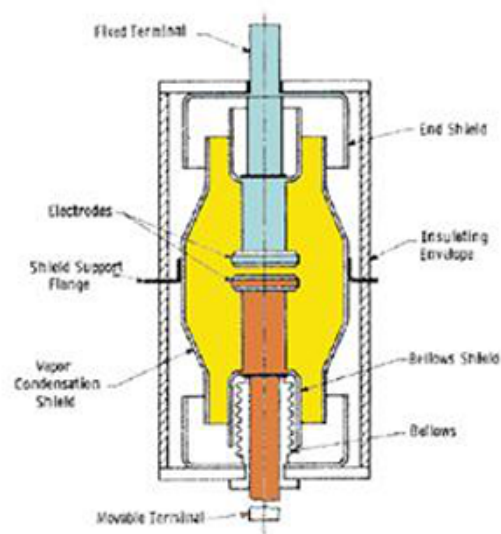


Figura 2: Representação de um disjuntor a vácuo

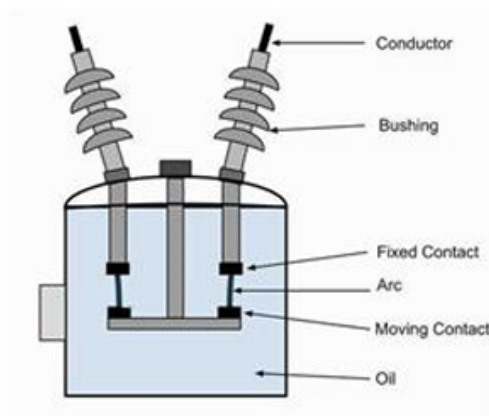


Figura 3: Representação de um disjuntor a vácuo a óleo.

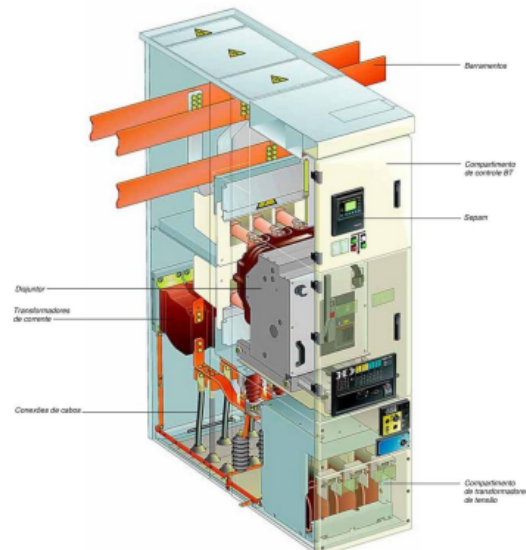


Figura 5: Principais partes do disjuntor

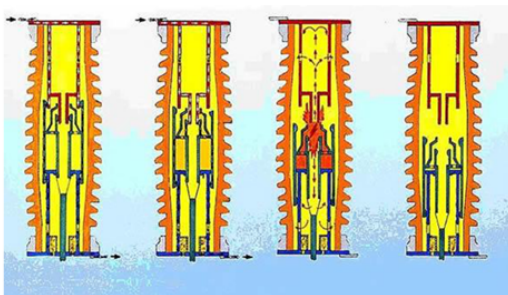


Figura 4: Representação de um disjuntor a vácuo com gás SF6



Figura 6: Disjuntor: Parte interna

- Chaves seccionadoras: São dispositivos destinados a isolar equipamentos, zonas de barramento ou trechos de linhas de transmissão. São operados sem carga, contudo podem ser operados sob tensão. Podem ser do Tipo A - Abertura vertical (Fig 9), Tipo B - Dupla abertura Lateral (Fig 10), Tipo C - Basculhante (3 colunas), Tipo D - Abertura Lateral (Fig 11), Tipo E - Abertura Central (Fig 12), Tipo F - Basculhante (2 colunas), Tipo G - Aterramento, Tipo H - Operação por Vara de Manobra e Tipo J - Fechamento ou Alcance Vertical (Fig 13). As chaves seccionadoras podem ser interligadas e operar simultaneamente ou podem ser operadas individualmente. Podem ser comandadas manualmente ou de forma motorizada. O dimensionamento da chave para SE de 13,8kV ocorre em função da demanda.



Figura 7: Tipo D

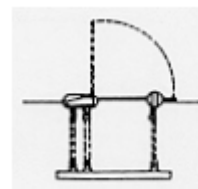


Figura 9: Tipo A: Aspecto Funcional

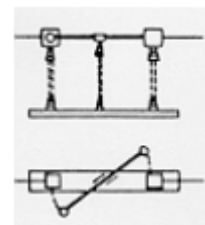


Figura 10: Tipo B: Aspecto Funcional

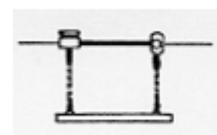


Figura 11: Tipo D: Aspecto Funcional



Figura 8: Tipo A

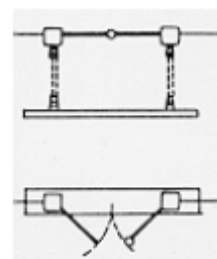


Figura 12: Tipo E: Aspecto Funcional

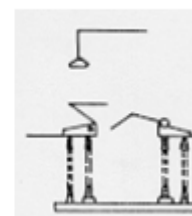
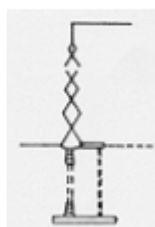
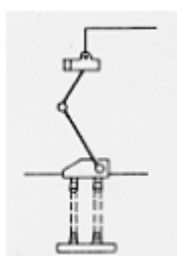


Figura 13: Tipo J: Aspecto Funcional

2. Fazer um levantamento dos principais equipamentos apresentados no diagrama da Cemig, link disponível, mostrando suas funções na planta definida.

Solução

- **Relé:** Os relés são apenas uma parte do sistema de proteção da subestação, ele serve para isolar um área defeituosa das demais, e internamente ele é ajustado para detectar a corrente elétrica e decidir se deve ser acionado ou não. Além disso, sem os relés os disjuntores são apenas uma chave de manobra, pois perdeu sua principal característica: proteção e segurança.
 - **Disjuntor de Interligação:** Caso haja necessidade, o disjuntor de interligação é responsável por estabelecer a ligação entre as barras. Além disso, são os dispositivos de manobra mais eficientes em uso nas redes elétricas. O disjuntor está pronto para interromper, estabelecer e conduzir correntes normais e anormais do sistema. Suas instalações devem estar acompanhadas de seus respectivos relés.
 - **Chaves Seccionadoras:** Os seccionadores são responsáveis por abrir, fechar ou transferir as ligações de circuitos que possuem o ar como meio de isolamento e normalmente sempre se localizam na entrada da sub estação. Por exemplo: Se caso o disjuntor falhar haverá a opção de abrir o circuito pelas chaves seccionadoras.
 - **Transformador de Potencial (TP):** Este equipamento é ligado em paralelo, onde seu secundário irá para os relés (casa de comando), para poder monitorar a rede, com uma tensão menor, porém em nível de proporção. Transformadores de potencial têm como objetivo medir tensões acima de 600V. Além disso, os transformadores de potencial têm como principal característica uma margem baixa de erro na relação de transformação e no ângulo de fase.
 - **Transformador de Corrente (TC):** No caso do TC, este equipamento é ligado em série com a linha. No secundário deste transformador ele irá diminuir o nível de corrente, por volta dos 5 A, que também irá para a casa de comando onde o relé irá verificar a operação da linha.
 - **Transformador de Potência:** Serve para interligar os sistemas que possuem níveis de tensões diferentes.
 - **Para-raios:** É o dispositivo que normalmente fica na entrada da subestação e serve para proteger o sistema de sobretensões, que pode vir da linha de transmissão ou então de descargas atmosféricas.
3. Elaborar uma relação das principais características elétricas dos disjuntores, fazendo um comentário técnico sobre os fenômenos que ocorrem durante a abertura deste equipamento no sistema elétrico.

Solução

Disjuntores são equipamentos utilizados nos circuitos elétricos com finalidade de proteger contra curto-circuito os equipamentos, as linhas de transmissão e os circuitos que estejam conectados à jusante do ponto de sua instalação. Além de proteção, os disjuntores são comumente utilizados como dispositivos de manobra.

Em condições de detecção de falha, onde a corrente ultrapassa o valor limite, o disjuntor atua abrindo os seus contatos de força, de modo a interromper o fluxo de corrente, protegendo assim os sistemas.

A tarefa do disjuntor é complexa, sendo agravada com o constante crescimento da rede de distribuição. Durante as interrupções de correntes de curto-circuitos, arcos elétricos são gerados, dissipando grandes quantidades de energias através do efeito joule, acarretando em elevadas temperaturas e pressões, podendo chegar na ordem de 50000 °C e 10 MPa.

De maneira geral, os disjuntores podem ser classificados quanto sua:

- Tensão de trabalho (baixa, média, alta e ultra alta);
- Localização (uso interno ou externo);
- Design externo (construção física com tanque aterrado ou quente);
- Meio de extinção (ar natural, ar comprimido, pequeno ou grande volume de óleo, gás SF6 ou vácuo).

Analisando as partes construtivas dos disjuntores, podemos dizer que eles apresentam três principais partes:

- Unidade de comando;
- Sistema de acionamento;
- Dispositivo de interrupção.

A unidade de comando é composta por componentes responsáveis pelo comando, controle e supervisão do disjuntor. A configuração desta unidade está baseada basicamente no tipo de acionamento e no meio extintor.

Já o sistema de acionamento (mecanismo de operação) é composto por componentes responsáveis pelo armazenamento e liberação de energia necessária para operações mecânicas do disjuntor, ou seja, comandos de abertura e fechamento. Os principais tipos de sistemas de acionamento são por mola, hidráulico e pneumático.

Por fim, temos a terceira parte construtiva do disjuntor, que seria o dispositivo de interrupção. Tal dispositivo interno é o responsável diretamente por abrir e fechar os contatos de força. Quando temos a abertura desses contatos, temos a formação de um arco elétrico entre esses contatos. Isso ocorre porque a corrente não pode ter uma variação instantânea devido à conservação do fluxo magnético nos indutores. A partir desse ponto, inicia-se o processo de extinção desse arco gerado interiormente no disjuntor.

As principais técnicas de extinção de arco elétrico utilizadas em circuitos de alta tensão atualmente são:

- Ar comprimido;
- Grande volume de óleo;
- Pequeno volume de óleo;
- Vácuo;
- hexafluoreto de enxofre (SF6).

Na figura apresentada na questão temos um disjuntor a pequeno volume de óleo, conhecido como PVO. Estes disjuntores representam o avanço dos antigos disjuntores GVO, na medida em que se procura projetar uma câmara de extinção com fluxo forçado de óleo sobre o arco aumentando-se a eficiência do processo de interrupção da corrente e diminuindo-se drasticamente o volume de óleo no disjuntor. Neste disjuntor, os contatos são instalados no interior de câmaras de extinção, individualmente separadas e montadas juntamente com a caixa do mecanismo de comando. Os pólos que

contêm a câmara de extinção, o contato fixo e móvel de abertura/fechamento e o líquido de extinção do arco são os principais elementos do disjuntor.

O sistema de acionamento dos disjuntores na maioria dos casos são do tipo mecânico e utiliza-se o princípio da energia armazenada por mola. Os disjuntores PVO são normalmente construídos em duas versões, o disjuntor de construção aberta e disjuntor de construção do tipo extraível.