

Barramentos

Os barramentos são condutores reforçados, geralmente sólidos e de impedância desprezível, que servem como centros comuns de coleta e redistribuição de corrente. A denominação arranjo é usada para as formas de se conectarem entre si as linhas, transformadores e cargas de uma subestação.

No desenvolvimento do projeto de uma subestação, devem ser considerados requisitos como disponibilidade, manutenibilidade, flexibilidade operacional do sistema e custo, que de acordo com o grau de complexidade requerido, existem inúmeras topologias de subestação que podem ser adotadas. A denominação arranjo ou topologia de uma SE é usada para as formas de se conectarem entre si as linhas, transformadores e cargas de uma subestação. A seguir serão apresentados os arranjos mais comuns para as SE:

Barramento simples

Duplo barramento simples

Barramento simples seccionado

Barramento principal e de transferência

Barramento duplo com um disjuntor

Barramento duplo com disjuntor duplo

Barramento duplo de disjuntor e meio

Barramento em anel

a) Barramento Simples

É a configuração mais simples, mais fácil de operar e menos onerosa, com um único disjuntor manobrando um único circuito. Todos os circuitos se conectam a uma mesma barra. Pode ser também a configuração de menor confiabilidade, uma vez que uma falha no barramento provocará a paralisação completa da subestação. A designação de singelo se dá além de uma única barra, um único disjuntor para cada circuito, i.é., disjuntor singelo.

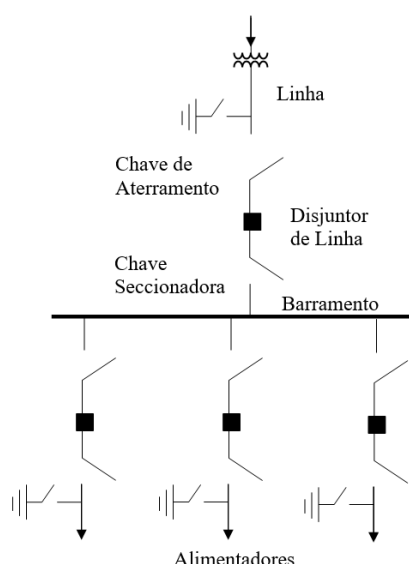


Figura 4.13 Arranjo de Barramento Singelo.

Características:

Mais simples, mais econômico, e menos seguro;

A subestação possui uma só barra de AT e/ou BT;

Utilizado em SEs de pequena potência;

Todos os circuitos conectam-se a uma única barra com um disjuntor para cada circuito;

Recomendável apenas para o caso de se admitir cortes de fornecimento.

Vantagens:

Instalações simples;

Manobras simples, normalmente ligar e desligar circuitos alimentadores;

Custo reduzido.

Desvantagens:

Baixa confiabilidade;

Falha ou manutenção no barramento resulta no desligamento da subestação;

Falha ou manutenção nos dispositivos do sistema requerem a desenergização das linhas ligadas a ele;

A ampliação do barramento não pode ser realizada sem a completa desenergização da subestação;

Pode ser usado apenas quando cargas podem ser interrompidas ou se tem outras fontes durante uma interrupção;

A manutenção de disjuntor de alimentadores interrompe totalmente o fornecimento de energia para os consumidores correspondentes.

Duplo Barramento Simples

É indicado para instalações consumidoras com grupos de carga essenciais e não prioritárias.

Características:

Indicado para instalações consumidoras que requerem alta confiabilidade para cargas essenciais;

Aceitam desligamentos rotineiros para cargas não essenciais;

Encontradas nas subestações consumidoras do tipo hospital, hotel e muitos tipos de indústria.

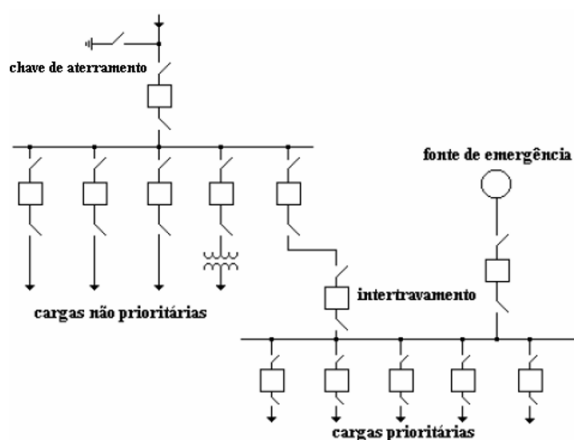


Figura 4.14 Arranjo de Duplo Barramento Simples.

Vantagens:

Flexibilidade de conexão de circuitos para a outra barra;

Qualquer disjuntor pode ser retirado de serviço para manutenção;

Fácil recomposição.

Desvantagem:

Custo mais elevado;

Falha no disjuntor de linha ou no barramento a ele ligado implica em perda das cargas não prioritárias devido à presença de disjuntor de intertravamento.

Barramento Simples Seccionado

O arranjo de barramento simples com disjuntor de junção ou barra seccionada consiste essencialmente em seccionar o barramento para evitar que uma falha provoque a sua completa paralisação, de forma a isolar apenas o elemento com falha da subestação. Quando está sendo feita a manutenção em um disjuntor o circuito fica desligado.

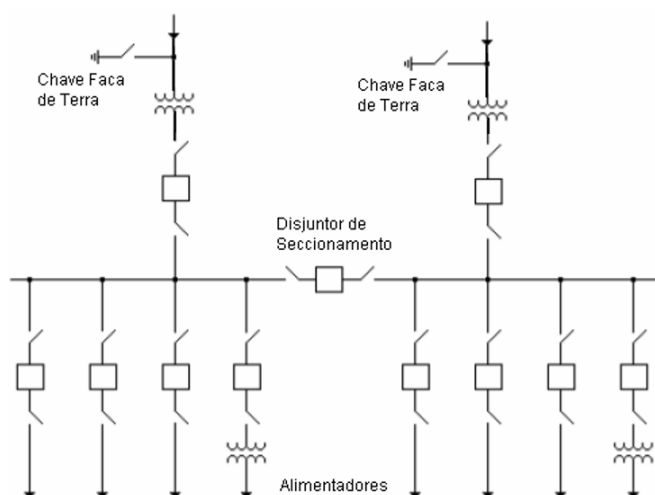


Figura 4.15 Configuração Barra Simples com Disjuntor de Interligação.

Características:

Presença de um disjuntor de barra;

Flexibilidade para manobras no ato da manutenção;

Este arranjo é indicado para funcionar com duas ou mais fontes de energia.

Vantagens:

Maior continuidade no fornecimento;

Maior facilidade de execução dos serviços de manutenção;

Em caso de falha na barra, somente são desligados os consumidores ligados à seção afetada.

Desvantagens:

A manutenção de um disjuntor deixa fora de serviço a linha correspondente;

Esquema de proteção é mais complexo.

Barramento Principal e de Transferência

O barramento principal da subestação é ligado a um barramento auxiliar através de um disjuntor de transferência. A finalidade do disjuntor de transferência é garantir a proteção de um vão (entrada de linha ou saída de linha) quando o equipamento de disjunção principal (disjuntor ou religador) associado a este vão é retirado de serviço para manutenção.

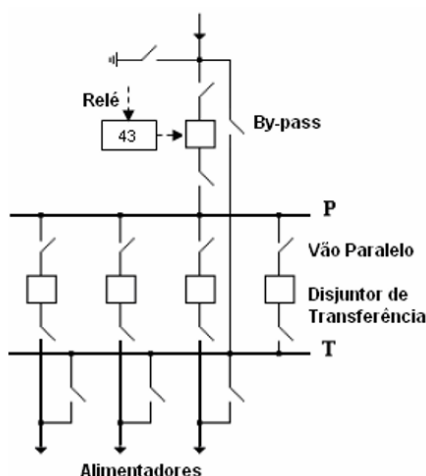


Figura 4.16 Configuração Barra Principal (P) e de Transferência (T).

Em condições normais de funcionamento, o vão de entrada de linha supre a barra principal através do disjuntor principal e das chaves seccionadoras associadas a este disjuntor, que se encontram normalmente fechadas. Existe mais uma chave associada ao disjuntor de entrada de linha que é a de “by-pass” que se encontra normalmente aberta.

Em uma situação de emergência, em que o disjuntor principal é retirado de serviço para manutenção, a entrada de linha é conectada à barra auxiliar através do fechamento da chave seccionadora de “by-pass” e do disjuntor de transferência, após uma sequência de chaveamento pré-estabelecida pelo órgão de operação do sistema elétrico, assim o disjuntor de transferência substitui o disjuntor principal.

A transferência da proteção do disjuntor principal do vão para o disjuntor de transferência pode ser realizada através de uma função da transferência da proteção (função 43) ou através de mudança no ajuste do relé associado ao disjuntor de transferência.

A função de transferência da proteção, genericamente denominada função 43, pode assumir um dos seguintes estados: Normal (N), Em Transferência (ET) e Transferido (T). Se o comando de abertura enviado pelo relé encontra a função 43 no estado N, o relé atua diretamente sobre o disjuntor principal. Caso a função 43 esteja na posição ET, o sinal de abertura é enviado para o disjuntor principal e para o disjuntor de transferência, e quando a função 43 está na posição T, o sinal enviado comanda a abertura somente do disjuntor de transferência.

O relé multifunção de entrada de linha quando sente uma falta e está atinge o valor de atuação da proteção (corrente de “pick-up”), envia um sinal de abertura (“trip”) para o disjuntor associado (disjuntor principal e/ou disjuntor de transferência), de acordo com a posição da função de transferência da proteção, Normal, Em Transferência e Transferido.

Vantagens:

Qualquer disjuntor pode ser retirado de serviço para manutenção.

Desvantagens:

Requer um disjuntor extra para conexão com a outra barra.

Falha no barramento principal resulta no desligamento da subestação.

As manobras são relativamente complicadas quando se deseja colocar um disjuntor em manutenção.

Barramento Duplo com um Disjuntor

Arranjo para instalações de grande porte e importância. A manutenção é feita sem a perda dos circuitos de linha de saída. Cada linha pode ser conectada a qualquer barra.

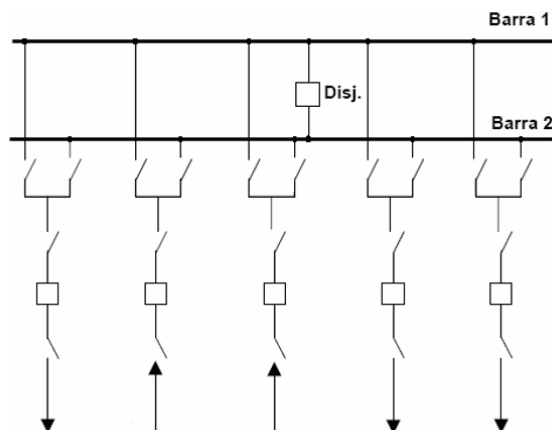


Figura 4.17 Barramento Duplo com um Disjuntor.

Vantagens:

Permite alguma flexibilidade com ambas as barras em operação.

Qualquer uma das barras poderá ser isolada para manutenção.

Facilidade de transferência dos circuitos de uma barra para a outra com o uso de um único disjuntor de transferência e manobras com chaves.

Desvantagens:

Requer um disjuntor extra de transferência para conexão com a outra barra;

São necessárias quatro chaves por circuito;

Falha no disjuntor de transferência pode colocar a subestação fora de serviço.

Barramento Duplo com Disjuntor Duplo

Cada circuito é protegido por dois disjuntores separados. Isto significa que a operação de qualquer disjuntor não afetará mais de um circuito.

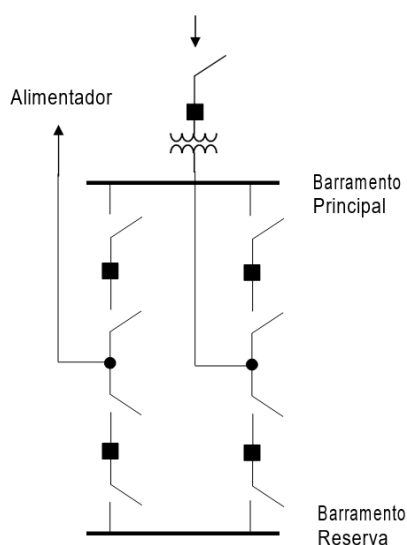


Figura 4.18 Configuração de Barramento Duplo – Dupla Proteção.

Este tipo de arranjo tem um alto nível de confiabilidade, mas é mais caro sua construção. A SE é suprida por linhas de subtransmissão que alimentam a SE através de transformador com disjuntor de alta tensão. Há duas barras nesse arranjo de SE. O alimentador pode ser suprido por qualquer uma das barras. A barra principal é energizada durante operação normal e a barra de reserva é usada durante situações de manutenção e emergência.

Se uma falta ocorre na barra principal, o disjuntor do lado de baixa tensão do transformador operará desenergizando a barra. O disjuntor normalmente fechado do alimentador primário ligado à barra principal é então manualmente aberto pela equipe de campo.

Subsequentemente o suprimento é transferido para a barra reserva pelo fechamento do disjuntor alternativo do lado de baixa tensão do transformador e o correspondente disjuntor do alimentador primário. O serviço é interrompido durante o tempo em que é realizada a manobra manual.

Características:

Aplica-se em instalações de grande potência;

Continuidade de fornecimento;

Utilizado em subestações de EHV (extra-alta tensão).

Vantagens:

Arranjo mais completo;

Muito mais flexível;

Maior confiabilidade;

Qualquer uma das barras pode ser retirada de serviço a qualquer tempo para manutenção sem retirada de circuitos de serviço.

Desvantagem:

Alto custo.

Barramento de Disjuntor e Meio

Para subestação de transmissão, a configuração “disjuntor e meio” é a solução tradicional utilizada na maioria dos países. No arranjo em disjuntor e meio são três disjuntores em série ligando uma barra dupla, sendo que cada dois circuitos são ligados de um lado e outro do disjuntor central de um grupo. Três disjuntores protegem dois circuitos (isto é, existem $1\frac{1}{2}$ disjuntores por circuito) em uma configuração com dois barramentos. Neste caso, como existem duas barras, a ocorrência de uma falha em uma delas não provocará o desligamento de equipamento, mas apenas retirará de operação a barra defeituosa.

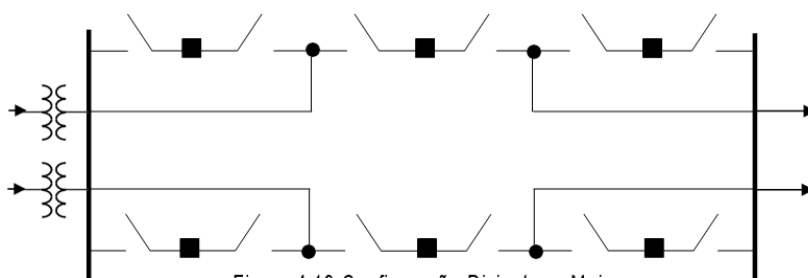


Figura 4.19 Configuração Disjuntor e Meio.

A vantagem deste esquema é que qualquer disjuntor ou qualquer uma das duas barras pode ser colocado fora de operação sem interrupção do fornecimento. Para uma melhor compreensão da configuração de disjuntor e meio, imagine um circuito de entrada e um circuito de saída em que duas barras estão presentes, à semelhança da configuração anterior – barramento duplo.

A fim de garantir uma confiabilidade maior para o sistema, seriam necessários quatro disjuntores para dois circuitos com duas barras quando a configuração disjuntor e $\frac{1}{2}$ não for adotada.

Características:

Equivalente ao barramento duplo anterior, mas com uma importante simplificação;

Utilização de um disjuntor e meio para cada entrada e saída, ao contrário de dois disjuntores por circuito no arranjo anterior;

Mais econômico e tem praticamente a mesma confiabilidade;

É mais utilizado no Brasil nos sistemas de 500 kV e 765 kV.

Vantagens

Maior flexibilidade de manobra;

Rápida recomposição;

Falha em um dos barramentos não retira os circuitos de serviço.

Desvantagens:

Demasiado número de operações envolvidas no ato de chaveamento e religamento dos equipamentos envolvidos.

Os dois últimos esquemas são mais confiáveis por envolverem dois barramentos separados, em contrapartida aos custos envolvidos.

Barramento em Anel

Barramento que forma um circuito fechado por meio de dispositivos de manobras. Este esquema também secciona o barramento, com menos um disjuntor, se comparada com a configuração de barramento simples seccionado. O custo é aproximadamente o mesmo que a de barramento simples e é mais confiável, embora sua operação seja mais complicada.

Cada equipamento (linha, alimentador, transformador) é alimentado por dois disjuntores separados. Em caso de falha, somente o segmento em que a falha ocorre fica isolado. A desvantagem é que se um disjuntor estiver desligado para fins de manutenção, o anel estará aberto, e o restante do barramento e os disjuntores alternativos deverão ser projetados para transportar toda a carga. Cada circuito de saída tem dois caminhos de alimentação, o tornando mais flexível.

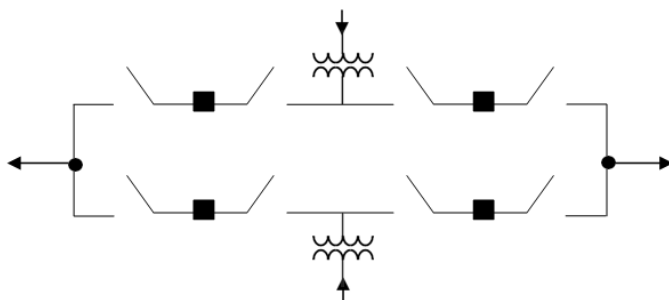


Figura 4.20 Configuração de Barramento em Anel.

Vantagens:

Flexibilidade na manutenção dos disjuntores, podendo qualquer disjuntor ser removido para manutenção sem interrupção da carga;

Necessita apenas um disjuntor por circuito;

Não utiliza conceito de barra principal;

Grande confiabilidade.

Desvantagens:

Se uma falta ocorre durante a manutenção de um disjuntor o anel pode ser separado em duas seções;

Religamento automático e circuitos de proteção são relativamente complexos.

[illegible]