



**SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**
22 a 25 de Outubro de 2017
Curitiba - PR

CB/GOP/27

GRUPO DE ESTUDO DE OPERAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS- GOP

FUNÇÕES OPERACIONAIS DO CONTROLE MESTRE NO SISTEMA HVDC DO RIO MADEIRA: COORDENAÇÃO ENTRE BIPOLOS, BACK-TO-BACK E USINAS HIDRELÉTRICAS.

**Nome JOSÉ JORGE C. TAVARES (*)
ELETROBRAS ELETRONORTE**

**Nome YGHOR PETERSON S. A. CUNHA
ELETROBRAS ELETRONORTE**

RESUMO

Atualmente o Sistema Interligado Nacional (SIN) passa por uma expansão contínua impulsionada principalmente pela construção de novas usinas hidrelétricas, as principais delas estão localizadas no Norte do País, onde foi instalado o complexo de geração / transmissão do Rio Madeira (UHEs Santo Antônio e Jirau) e também da UHE Belo Monte.

A transmissão em corrente contínua, denominada “High Voltage DC Transmission System (HVDC)” está sendo ampliada no país pelas suas vantagens em relação a transmissão em corrente alternada para longas distâncias. Todavia, a operação e manutenção dos equipamentos que compõem o sistema HVDC têm demandado das equipes de operadores dos Centros de Operação e Instalações da Eletrobras Eletronorte diversos esforços adicionais para a gestão destes ativos nos aspectos relacionados à eficiência operacional e do ponto de vista da segurança quanto à manutenção dos equipamentos.

Este trabalho destaca a experiência adquirida pela Eletrobras Eletronorte durante a operação inicial do Bipolo 1 avaliando o desempenho do Controle Mestre do Sistema HVDC do Madeira nas subestações Coletora Porto Velho e Araraquara II, através da execução de funções primordiais no sistema de geração e transmissão, como o balanço entre as potências gerada pelas usinas de Jirau e Santo Antônio e transmitidas pelas linhas em corrente contínua (atendimento ao Sudeste) e Back-to-Back (atendimento ao subsistema Acre/Rondônia); Redistribuir ordens de potência ativa de uma forma ideal entre os Bipolos e Back-to-back devido alguma perda ou limitação na capacidade de transmissão em qualquer parte do sistema.

Vale ressaltar que com a entrada em operação do segundo Bipolo de propriedade do Agente IE Madeira, ocorrerá um aumento na complexidade operacional do Sistema HVDC, devido às mudanças no processo de recomposição, manobras de compartilhamento de eletrodo de aterramento, comunicação entre os centros de operação dos agentes, ou seja, vários fatores que irão impactar nos processos da Eletronorte.

PALAVRAS-CHAVE

Operação, Transmissão, Manobras, Controle Mestre, HVDC, Sistema Interligado Nacional.

1.0 - INTRODUÇÃO

Os Sistemas Elétricos de Potência (SEP) estão sofrendo um contínuo processo de expansão devido à construção de novas hidrelétricas, a maioria delas no Norte do País, por exemplo na construção do Complexo do Madeira em Rondônia (UHEs Santo Antônio e Jirau) e também da UHE Belo Monte no Pará.

(*)Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A - Eletrobras Eletronorte - SCN Quadra 06 Conj. A, Blocos B e C, Entrada Norte 2, Asa Norte – CEP 70.716-901 - Brasília, DF, – Brasil - Tel: (+55 61) 3429-5202 – Email: jorge.tavares@eln.gov.br

O Complexo do Madeira é composto pelas Usinas de Santo Antonio e Jirau, Sistema de transmissão HVDC composto pelos Bipolos 1 e 2 em 600 kV da SE Coletora Porto Velho / Araraquara (Eletronorte e IEMadeira) e Back-to-back (Eletronorte) e é considerado a maior rede de corrente contínua do mundo, com influência determinante no Sistema Interligado Nacional.

A figura 01 abaixo mostra o esquema do complexo de transmissão HVDC do Rio Madeira. Destacando os lotes A, B e C de propriedade da Eletronorte responsável também pela operação/ manutenção do Controle Mestre (CM).

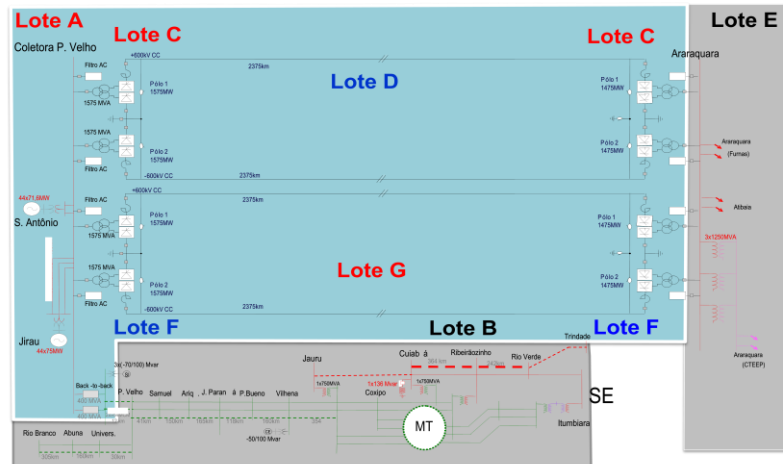


Figura 1 - Complexo de transmissão em corrente contínua do Rio Madeira

A Transmissão em corrente contínua (HVDC) foi a alternativa utilizada para o escoamento desses blocos de energia devido à extensão entre as áreas interligada. Especificamente no complexo de geração/ transmissão Rio Madeira foi utilizado um sistema com tensão em 600 kVcc, interligando as Usinas do Madeira até a SE Araraquara II (figura 02 – polo 01 e 02).



Figura 2 - SE Araraquara II (Conversoras CA/CC)

A transmissão em alta tensão em corrente contínua oferece algumas vantagens em relação à transmissão em corrente alternada, dentre elas podemos destacar:

- Menor impacto ambiental;
- Perdas reduzidas para transmissões em longas distâncias;
- Menores custos de investimento;
- Redução do custo total para transmissão de energia para longas distâncias;
- Menores níveis de curto-circuito.
- Distúrbios em um sistema não são propagados para o outro;
- Controle rápido e preciso do fluxo de potência;

- Controle rápido das correntes de curto;
- Transmissão com ajuda do eletrodo de terra;
- Conexão de sistemas CA sem necessidade de sincronismo;
- Menores níveis de isolamento;
- Chaveamentos mais suaves;

De propriedade da Eletrobras Eletronorte, o primeiro bipolo de corrente contínua entrou em operação comercial no dia 21 de novembro de 2013 juntamente com linha de transmissão em ± 600 kVcc Porto Velho / Araraquara com cerca de 2.500 km de extensão.

2.0 - CONTROLE DO SISTEMA

O sistema de controle do Complexo do Madeira é estruturado de modo que a maioria das funções está localizada na menor unidade comutável, por exemplo, o conversor 12 pulsos (Polo do Bipolo ou Bloco do Back-to-Back). No próximo nível há o controle de Bipolo ou Bibloco coordenando polos ou blocos e no nível mais alto existe o CM, coordenando as funções nas hierarquias mais baixas através de computadores redundantes para uma máxima disponibilidade de geração/ transmissão.

As funções de controle do CM (Controle Mestre) são empregadas em módulos programáveis em diferentes processadores, operando em um ambiente multitarefas. A arquitetura é aberta e utiliza tecnologia em “estado da arte” com computadores industriais e comunicações serial e paralela padrões.

O Controle Mestre é responsável por funções primordiais no sistema de geração e transmissão das usinas do complexo do Rio Madeira. Dentre essas funções podemos destacar:

- A realização do balanço entre as potências geradas pelas usinas de Jirau e Santo Antônio e transmitidas pelas linhas em corrente contínua (atendimento ao Sudeste) e Back-to-Back (atendimento a área Acre/Rondônia);
- Equilibrar e controlar o fluxo de energia reativa entre os conversores HVDC e as redes de corrente alternada;
- Realizar o controle da frequência CA do sistema.

O Controle Mestre também é responsável por redistribuir ordens de potência ativa de uma forma ideal entre os Bipolos e Back-to-back devido perda ou limitação na capacidade de transmissão em qualquer parte do sistema, equalizando a potência ativa na barra CA de 500kV na SE Coletora Porto Velho com o montante gerado pelas usinas de Santo Antônio e Jirau. Isto implica na ordem chamada de “Runback” da potência transmitida nos Bipolos 1 e 2 em caso de perda de geração ou perda da capacidade de transmissão CA em Porto Velho.

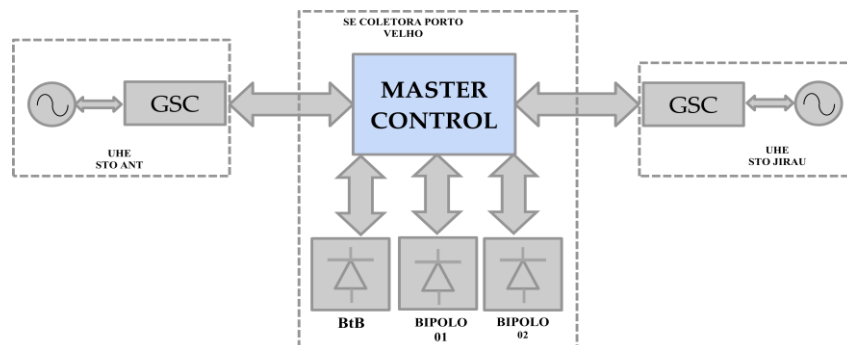


Figura 3 - Representação do Controle Mestre

Outras funções do CM são:

- Redistribuir ordens de potência de forma ideal entre os bipolo 01 e bipolo 02 por perda ou limitação de transmissão;

- Equalizar a potência ativa na barra CA de 500 kV com o monte gerado nas usinas;
- Ordenar a quantidade necessárias de filtros para operação normal;
- Contribuir no controle de frequência do sistema.

Os geradores localizados em Jirau e Santo Antônio que alimentam a transmissão HVDC precisam estar coordenados, de forma a manter equilibrada a potência ativa gerada e a potência consumida. Esta é a função do Coordenador da Estação de Geração (GSC) juntamente com o Controle Mestre de Potência Reativa (MRPC) que utiliza a informação do número de geradores conectados, número de linhas CA conectadas e número de filtros CA inseridos.

Se a capacidade do Sistema HVDC for reduzida, em virtude de trip no Polo ou no Bipolo, o Controle Mestre agirá rapidamente recalculando imediatamente o valor da potência ativa que pode ser transmitida pelo HVDC. Se a quantidade de potência ativa despachada no momento exceder a "Máxima Potência Ativa Admitida" o GSC atuará equalizando o fluxo de potência ativa através do envio de trip às unidades de geração selecionadas (Runback).

Os pólos 01 ou 02 podem operar em sobrecarga de 1,33 pu (2095 MW) em virtude de defeito no outro pólo em um período de 30 min. Caso a sobrecarga no pólo remanescente persista, ao final dos 30 minutos haverá automaticamente redução na transmissão ao valor nominal (1575 MW) conseqüentemente com ordem de Runback (redução de geração) nas UHE Santo Antônio e Jirau por ação do Controle Mestre.

3.0 - MODOS DE CONTROLE PARA A OPERAÇÃO DO BIPOLO 1

3.1 Modo de Controle de Potência de Bipolo (BPC)

Este é o modo preferencial de controle da potência no Bipolo 1. Os dois polos operam sob o controle do Bipolo, o qual mantém o equilíbrio da corrente entre os polos. Na operação com o Bipolo 1 em modo BIPOLAR, estando os seus polos em modo Controle de Potência de Bipolo (BPC), se houver a perda de um polo, o polo remanescente assume a potência perdida até o seu limite de sobrecarga (1.33pu ou 2.095MW) por um período de 30 minutos. Após este tempo ocorrerá um corte de unidades geradoras nas UHEs Santo Antônio e Jirau, a partir de um comando do CONTROLE MESTRE para o GSC das usinas até o valor nominal (1575 MW).

Quando da perda simultânea dos 2 blocos do Back-to-back ou quando da perda de 1 bloco do Back-to-back e a potência não puder ser assumida totalmente pelo remanescente, o CONTROLE MESTRE fará a redistribuição da potência perdida entre os demais polos que estiverem operando no modo de Controle de Potência de Bipolo (BPC).

Durante a operação do Bipolo 1 no modo de Controle de Potência de Bipolo (BPC) o controle STAB 500 deve permanecer ativado e o STAB SIN deve permanecer desativado.

Neste modo de Controle de Potência de Bipolo (BPC), o OEOR-RO deve manter LIGADO o religamento. Quando da operação com 2 Bipolos, se houver a perda de um polo e a potência não puder ser assumida totalmente pelo remanescente o CONTROLE MESTRE fará a redistribuição da potência perdida entre os demais polos.

3.2 Modo de Controle de Potência de Polo (PPC)

Cada polo opera estritamente sob o controle de polo. Cabe à operação manter a corrente de eletrodo próximo de ZERO (Caso não haja restrição), por meio de ajustes nas ordens de potências, de forma que a transmissão seja equivalente nos dois pólos. Executar a rampa em um polo por vez.

Se houver a perda de um polo, o polo remanescente não assume a potência perdida. Haverá corte de unidades geradoras nas UHEs Santo Antônio e Jirau equivalente à potência da transmissão que se desligou, a partir de uma ordem do Controle Mestre aos GSC das usinas.

Quando da perda simultânea dos dois blocos do Back-to-back ou quando da perda de 1 bloco do Back-to-back, e a transmissão não puder ser assumida totalmente pelo bloco remanescente o CONTROLE MESTRE não fará a redistribuição da potência perdida entre os polos que estiverem operando no modo PPC.

3.3 Modo de Controle de Corrente de Polo (PCC)

O Bipolo 1 NÃO PODE OPERAR em PCC, pois o controle de frequência STAB 500 da SE Coletora Porto Velho não fica ativo neste modo. Este modo de controle deverá apenas ser utilizado para testes e comissionamento.

4.0 - FUNÇÕES DO CONTROLE MESTRE DE POTÊNCIA REATIVA (MRPC)

O controle de potência reativa é constituído de 5 funções, são elas: Max Filter, Abs Min Filter, Umax, Min Filter e Q-control. As funções do Controle Mestre de Potência Reativa (MRPC) são executadas pelo CONTROLE MESTRE e efetua a conexão e desconexão de filtros e capacitores para o controle da tensão e controle da troca de potência reativa com o sistema em corrente alternada, objetivando limitar a injeção de harmônicos na rede CA e evitar sobrecarga harmônica nos filtros em operação.

O controle RPC pode ser comutado para o modo automático ou manual, individualmente nas SE Coletora Porto Velho e Araraquara 2, a partir de um comando no RPC do CONTROLE MESTRE. Estando o RPC da subestação no modo manual, somente a conexão dos filtros feita pela função Min Filter deixa de ser automática. A conexão dos filtros feita pela função Abs Min Filter continua em modo automático.

No CONTROLE MESTRE, comutando o MRPC da subestação para o modo manual, somente a conexão e desconexão dos filtros feita pela sua função Q-Control deixa de ser automática. As funções Max Filter e Umax não são alteradas.

4.1 Função ABS MIN FILTER

Esta função tem a finalidade de evitar sobrecarga nos filtros e tem precedência sobre as funções Umax, Min Filter e Q-Control. Está dentro do controle de Bipolo e Bi-bloco do Back-to-back e atua ligando filtros na SE Coletora Porto Velho e Araraquara 2, caso as funções de maior prioridade permitam a ação, conforme faixa de potência transmitida. A função ABS Min Filter NÃO DESLIGA FILTROS. Esta função permanece sempre ligada, mesmo que o RPC do Bipolo seja comutado para o modo manual.

4.2 Função MIN FILTER

Esta função tem a finalidade de evitar injeção excessiva de harmônicos na rede CA e tem precedência sobre a função Q-Control. Está dentro do controle de Bipolo e Bi-bloco do Back-to-back e atua ligando filtros na SE Coletora Porto Velho e Araraquara 2, conforme faixa de potência transmitida, caso as funções de maior prioridade permitam a ação. Esta função é individualizada, sendo uma para a SE Coletora Porto Velho e outra para a SE Araraquara 2. A função Min Filter NÃO DESLIGA FILTROS.

4.3 Função MAX FILTER

Esta função tem a finalidade de evitar autoexcitação em unidades geradoras das UHE Sto. Antônio e Jirau. Fica localizada no CONTROLE MESTRE do Bipolo e fica sempre em modo automático e independem do modo do RPC do Bipolo. Esta função DESLIGA OU INIBE LIGAR FILTROS (apenas na Coletora Porto Velho) conforme configuração de filtros e unidades geradoras.

4.4 Função Umax

Esta função tem a finalidade de evitar violação de tensão nas SE Araraquara 2 e Coletora Porto Velho. Fica localizada no CONTROLE MESTRE do Bipolo. Tanto na SE Coletora Porto Velho como na SE Araraquara 2, caso a tensão ultrapasse 530 kV esta função inibe ligar filtro, e caso a tensão ultrapasse os 550kV esta função desliga filtro. Esta função permanece sempre em modo automático e independe do modo do RPC do Bipolo.

4.5 Função Q-Control

Esta função tem a finalidade de Minimizar intercâmbio de Mvar do bipolo com a rede CA. Fica localizada no CONTROLE MESTRE do Bipolo. Na SE Coletora Porto Velho caso o fluxo de potência reativa ultrapasse ± 130 Mvar esta função desliga filtros (Não atua em filtros do Back-to-back). Na SE Araraquara 2 caso fluxo de potência reativa ultrapasse a referência de -230 Mvar esta função liga filtro e case ultrapasse a referência de +230 Mvar ela desliga filtro (A referência pode ser alterada pelo operador). Esta função fica sempre em modo automático e independe do modo do RPC do Bipolo.

5.0 - OPERAÇÃO DO SISTEMA HVDC

A Eletronorte tem encarado com empenho e dedicação de sua equipe o desafio de operar um sistema completamente novo e diferenciado em termos de tecnologia, sendo o Centro de Operação Regional de Rondônia o órgão responsável pela operação de todos os equipamentos do bipolo 01 e também pela coordenação dos testes e telecomando da operação compartilhada com o Bipolo 2, bem como a simulação real de curto circuitos nas linhas de 600kV e consequentes reflexos nos polos, back-to-back e rede CA.

A operação do Bipolo 1 pode ocorrer através da transmissão monopolar com retorno pela terra (utilizando-se o eletrodo de terra) e retorno metálico (utilizando as duas linhas de transmissão). Toda a transição entre estas configurações são realizadas por meio de pacotes de comandos para conexão de polos, transferência dos modos de retorno pela terra e retorno metálico. O modo principal de operação normal do Bipolo 1 é o modo Bipolar, onde os dois polos transmitem energia e praticamente não há circulação de corrente no eletrodo de aterramento.

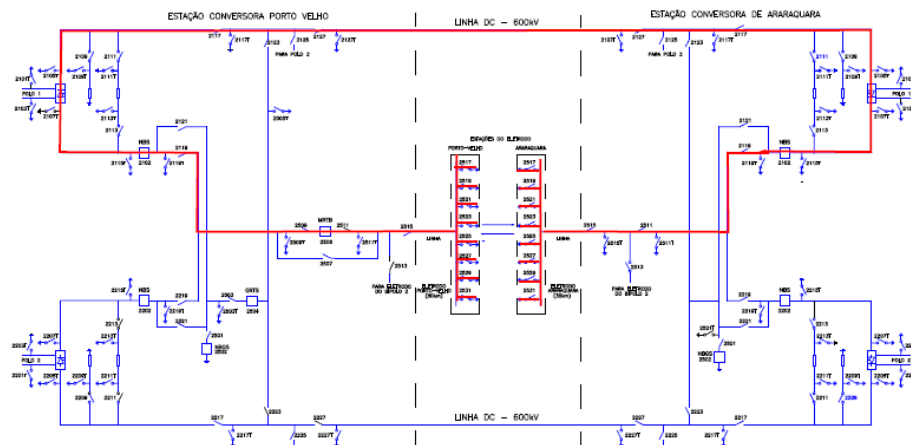


Figura 4 - Operação monopolar com retorno pela terra (fonte: ONS)

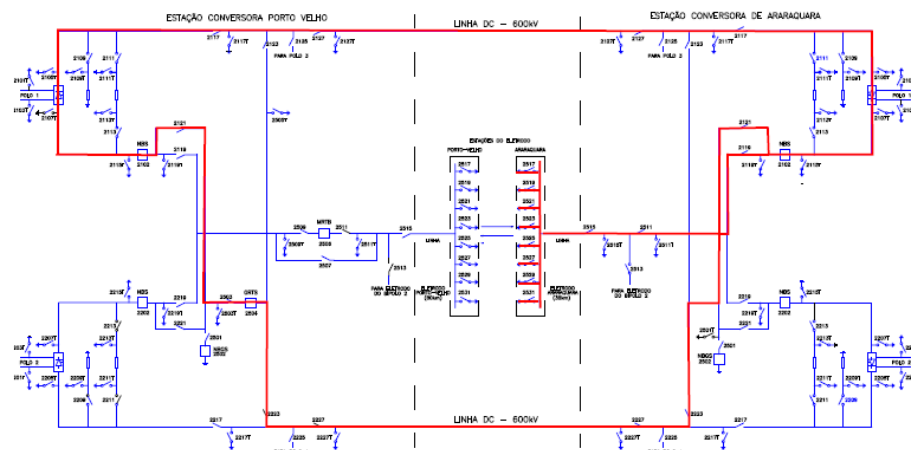


Figura 5 - Operação monopolar com retorno metálico (fonte: ONS)

Houve um aumento considerável da disponibilidade de unidades geradoras das usinas de Santo Antônio e Jirau, e a inserção automática de filtros e capacitores shunt para realizar a filtragem de harmônicos e para providenciar o suporte de potência reativa já foi comprovada em operação normal mostrando toda a disponibilidade. Em condição normal de operação o Bipolo 1 absorve potência reativa na ordem de 50% do montante de potência ativa transmitida.

Inicialmente havia um número reduzido de unidades geradoras disponíveis resultando num intervalo entre os testes bipolares (operação dos dois bipolos). Este tempo foi importante para que os agentes envolvidos juntamente com o ONS verificassem o comportamento sistêmico da operação monopolar do Bipolo 2 em conjunto com o Bipolo 1 e alguns aspectos foram importantes como a identificação da flexibilidade operativa proporcionada pelo compartilhamento do Eletrodo de terra e a dispensa da utilização do transformador provisório de 465 MVA em 500/230 kV que operava em paralelo com os blocos do Back-to-Back.

Apesar de toda a importância associada ao Eletrodo de Aterramento dos Bipolos, o mesmo foi alvo de algumas situações inesperadas como o roubo de cabos no terminal de Araraquara e forçaram uma análise mais detalhada quanto às condições de operação no caso da indisponibilidade deste equipamento. Sendo avaliada a utilização do terra local da subestação nestas situações, por meio dos disjuntores NBGS (Neutral Bus Ground Switch) ilustrada na figura 06.

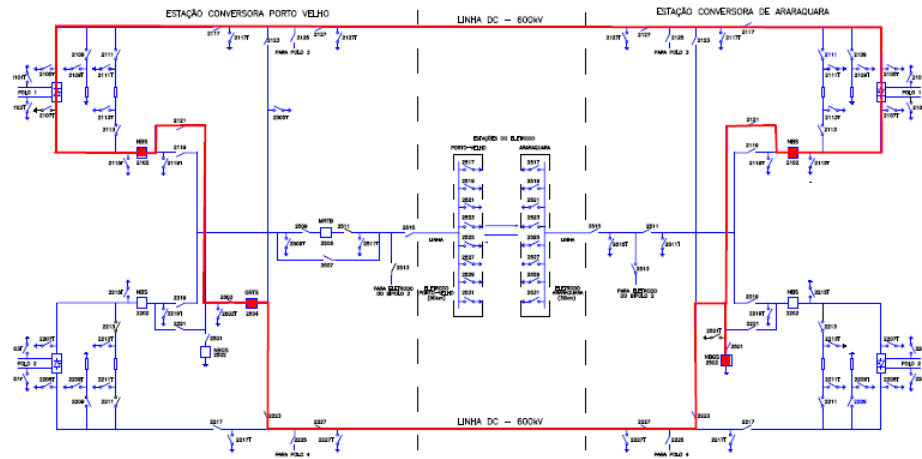


Figura 6 - Retorno metálico sem eletrodo de terra (terra local na SE Araraquara II)

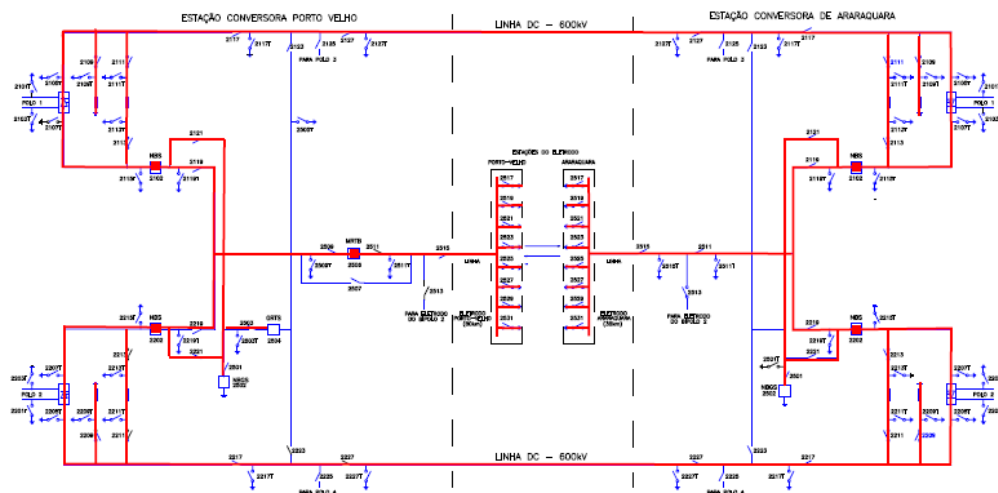


Figura 7 - Configuração Bipolar

A equipe de engenharia de operação e normatização da Eletrobras Eletronorte detalhou e documentou todas as ações operacionais necessárias como também o comportamento do sistema nas diversas situações de

contingência, resultando no documento “Instrução Especial de Operação do Sistema HVDC”, arquivo que contém o passo a passo das ações operacionais relacionadas ao sistema HVDC.

6.0 - CONTROLE DE TENSÃO DO SISTEMA HVDC

Os LTCs dos trafos conversores do bipolo 01 operam no modo automático e controlam a tensão do Elo CC visando manter a potência transmitida no valor pré-determinado pelo operador. Para conseguir isto o sistema de controle atua principalmente determinando o instante de disparo das válvulas e controlando a relação de transformação dos transformadores conversores.

A tensão contínua é controlada pelo comutador de carga do inversor enquanto os ângulos de extinção são mantidos constantes. A corrente contínua é controlada pelo ângulo de disparo do retificador.

Então, a condição ideal para a operação das Estações Conversoras é procurar manter o os tapes dos Transformadores Conversores na posição mais intermediária possível, o que propiciará uma faixa maior de possibilidade de ajustes da potência transmitida.

Outro ponto de flexibilidade operativa que temos no sistema HVDC do Madeira, é a possibilidade da operação com tensão CC no modo normal ou reduzida:

- Tensão CC normal: transmissão de potência com tensão CC nominal (600 kV)
- Tensão CC reduzida: transmissão de potência com um nível de tensão CC menor que a nominal, geralmente para superar um eventual problema de isolamento da linha CC (420 kV).

7.0 - SIMULAÇÃO OPERACIONAL UTILIZANDO A FERRAMENTA OTS.

Após aquisição pela Eletrobras Eletronorte da ferramenta OTS (Operator Training Simulator) integrada ao Sage, na preparação dos operadores de sistemas para atuar com mais segurança nos processos de Operação Normal e Desligamento, além dos casos de Preparação de manobras e processo de Recomposição (no caso, Sistema HVDC do Madeira).

O OTS é um programa computacional que tem a capacidade de simular, em tempo real, a forma do comportamento dinâmico de todo o SIN - Sistema Interligado Nacional. Em função de sua integração com o SAGE, essa ferramenta foi adquirida pela Eletrobras Eletronorte, que passou a realizar treinamentos simulados com os operadores do Centro de Operação de Sistemas de Rondônia de forma a prepará-los para os múltiplos e complexos cenários inerentes ao sistema HVDC do Madeira, e ainda preparar a equipe para atuar de forma efetiva diante de qualquer situação de Contingência.

Com a Utilização da Ferramenta OTS os operadores de Sistema puderam verificar as seguintes situações:

- Quando do desligamento de um dos polos durante o modo de operação bipolar, foi realizada com sucesso a transferência de potência para o polo remanescente, dentro das condições possíveis de sobrecarga (1,33 pu);
- Desligamento simulado de unidades geradoras nas Usinas de Santo Antônio e Jirau, sendo realizada pelo Controle Mestre a ordem de diminuição da potência transmitida no Bipolo 01;
- Desligamento simulado de um dos blocos do Back-to-Back, sendo realizado pelo Controle Mestre a ordem de aumento de potência transmitida no Bipolo 01 de modo a garantir o balanço entre potência gerada e transmitida;

8.0 - CONCLUSÃO

Atualmente encontra-se em período de testes para a entrada em operação do Bipolo 02 de propriedade da empresa Integração Elétrica do Madeira – IEM, sendo necessária realização de diversos testes e simulações operacionais para verificar o desempenho da operação paralela dos dois Bipolos e verificar também a atuação do Controle Mestre neste novo cenário.

O Norte do Brasil ainda possui locais de aproveitamento hidráulico, tendo em vista sua importância e a dimensão das Usinas que lá serão instaladas, cabe-nos aprimorar os estudos elétricos da região por meio de simulações e análises de desempenho dos equipamentos do HVDC de forma a servir de fontes de consultas para novos empreendimentos.

Com a utilização da ferramenta OTS (Operator Training Simulator), o processo de certificação dos operadores de sistemas na Eletrobras Eletronorte ganhará mais agilidade e contribuirá de forma decisiva para a melhoria dos indicadores do processo de recomposição após perturbação além de propiciar um melhor desempenho nos processos de Operação Normal e Desligamento, e também Preparação de manobras para intervenções em equipamentos.

9.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) JARDINI, J. A. et al – Alternativas não Convencionais para a Transmissão de Energia Elétrica – Estudos Técnicos e Econômicos. Livro. Editora Goya. Brasília 2012.

(2) JARDINI, J. A. et al. – Alternativas não Convencionais para a Transmissão de Energia Elétrica – Estado da Arte. Livro. Editora Goya. Brasília 2011.

(3) FRONTIN, S. O. et al. Ultra High Voltage Technology. (CIGRÉ Brochura 85). Working Group 04 (UHV Testing Facilities and Research) of the Study Committee 38 (Power System Analysis and Techniques). Jun/1994.

(4) LOPES, F. R. “Operação Inicial Do Bipolo 1 Do Elo De Corrente Contínua Do Complexo Do Rio Madeira” – XXIII SNPTEE. Outubro/2015

10.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

(1) José Jorge Corrêa Tavares, nascido em 1980 em Recife / PE, formado como técnico em eletrotécnica pela Escola Técnica Federal de Pernambuco em 1997. Ingressou na Companhia Hidroelétrica do São Francisco (Chesf) em 2002 como Operador de Sistemas. Obteve o grau de engenheiro eletricista pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) em 2004. Ingressou na Eletrobras Eletronorte em 2007 e atualmente trabalha na Superintendência de Engenharia de Operação de Sistemas na área de Normatização e Programação de Intervenções.

(2) Yghor Peterson Socorro Alves da Cunha, nascido em 1979 em Araguari / MG, formou como técnico em eletrotécnica no ano 2000 pela Escola Técnica Federal de Goiás. Obteve o grau de engenheiro eletricista pela Universidade Federal de Goiás (UFG) em 2004. No ano de 2007 obteve o título de Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Goiás na área de Sistemas de Controle de Máquinas Elétricas. Ingressou na Eletrobras Eletronorte no ano de 2007 ocupando o cargo de Engenheiro de Operação trabalhando na área de operação de sistemas entre 2007 a 2014. Atualmente trabalha na Superintendência de Engenharia de Manutenção na área de Estudos de Proteção e Controle.