

MÓDULOS HÍBRIDOS ABB: VANTAGENS E DESVANTAGENS DE SUA UTILIZAÇÃO NAS SUBESTAÇÕES DA CHESF

¹DIEGO ALVES CARVALHO LINS, Estudante, UPE, Recife-PE, diego_carvalho1@hotmail.com

²Prof. Eng. Civ. Francisco José Costa de Araújo, UPE, Recife-PE, francisco.araujo51@gmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: Para atender à crescente demanda por energia elétrica nas grandes cidades, a construção de subestações compactas tem se mostrado uma necessidade no cenário atual, tendo em vista que um dos principais desafios que tal construção enfrenta são as restrições de espaço em grandes centros urbanos, devido aumento constante das áreas urbanas, o que acarreta na escassez e consequente elevação de custos de terrenos para construção de subestações do modelo convencional. Com o aumento de carga no sistema elétrico, também se faz necessário elevar a confiabilidade dos equipamentos, afim de se manter a máxima disponibilidade de energia. Este artigo tem o objetivo de, inicialmente, apresentar o conceito da tecnologia híbrida, destacando suas aplicações, aspectos técnicos e o seu principal agente facilitador, o gás hexafluoreto de enxofre (gás SF₆). Em seguida, será demonstrado algumas vantagens e desvantagens da utilização dos módulos híbridos da Asea Brown Boveri (ABB) nas subestações da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF) do tipo barra dupla com um disjuntor de interligação de barras a três chaves.

PALAVRAS-CHAVE: Subestações compactas, gás SF₆, PASS, confiabilidade.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, entre 2016 e 2019, o Brasil vem registrando aumento no consumo de energia elétrica (a exceção é o ano base 2020 que, devido às consequências da pandemia, registrou uma queda de 1,4%). Segundo o Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020 (ano base 2019), elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE, em 2019, o consumo no país apresentou aumento de 1,6% em relação ao ano anterior, atingindo cerca de 482 TWh (EPE, 2020).

Este constante aumento no consumo de energia elétrica, principalmente nas grandes cidades, faz com que a construção de novas subestações seja necessária, porém, devido ao expressivo crescimento das áreas urbanas, se observa que a construção de subestações do modelo convencional é cada vez mais inviável, pois o espaço físico, além de escasso, possui o valor do metro quadrado muito elevado. Segundo Gonçalves & Kajikawa (2008), o custo para aquisição de um espaço físico para construção de uma subestação convencional pode chegar a 47,5% do valor total da sua implantação.

Além disso, é necessário que as subestações mantenham um alto nível de confiabilidade e disponibilidade dos seus equipamentos, garantindo o pleno fornecimento de energia elétrica para suprir a alimentação das cargas consumidoras e evitando eventuais sanções estabelecidas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) por conta da indisponibilidade no fornecimento de energia, mantendo assim a sua lucratividade.

Diante disso, as empresas geradoras, transmissoras e distribuidoras de energia elétrica buscam soluções em novas tecnologias que viabilizem a construção de suas instalações em áreas urbanas, bem como a utilização de equipamentos mais confiáveis, visando garantir a máxima eficiência em sua operação.

Entre as inovações está a tecnologia híbrida, que é baseada no agrupamento de vários equipamentos de alta tensão em um único módulo e isolados a gás SF₆, disponibilizando assim um equipamento multifuncional, sendo complementada por componentes isolados a ar. Esse tipo de tecnologia possui amparo legal no Brasil, mediante o submódulo 2.6 (item 3.1.2) dos Procedimentos de Rede do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), que diz que arranjos de barramento

alternativos podem ser utilizados, inclusive os de tecnologia com isolamento em SF₆, desde que comprovem desempenho igual ou superior ao dos arranjos de barramentos com isolamento a ar (ONS, 2021).

Em 2011, quando a Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF), objeto de estudo deste trabalho, venceu a disputa pelo lote B do Leilão de Transmissão nº 006/2011 realizado pela ANEEL, o qual contemplava duas linhas de transmissão e três subestações, a saber: Maceió II, Nossa Senhora do Socorro e Poções II, ela observou a oportunidade de aderir à utilização dessas novas tecnologias. Inicialmente, porém, o leilão contemplava a construção de subestações convencionais.

Após análises técnicas junto a fornecedores, a CHESF verificou a oportunidade de aplicar, para estes empreendimentos, a tecnologia híbrida da ABB, permitindo assim economia de espaço, com menores custos com obras civis e estruturas, mantendo a mesma confiabilidade das subestações convencionais, com a vantagem do menor tempo de implantação e menores custos a longo prazo com operação e manutenção dos ativos (Fraga, 2014). Posteriormente, essa tecnologia foi utilizada em outras subestações da CHESF, tais como Igaporã III, Pindaí II, Mossoró IV, Touros e Jaboaão II.

DESENVOLVIMENTO

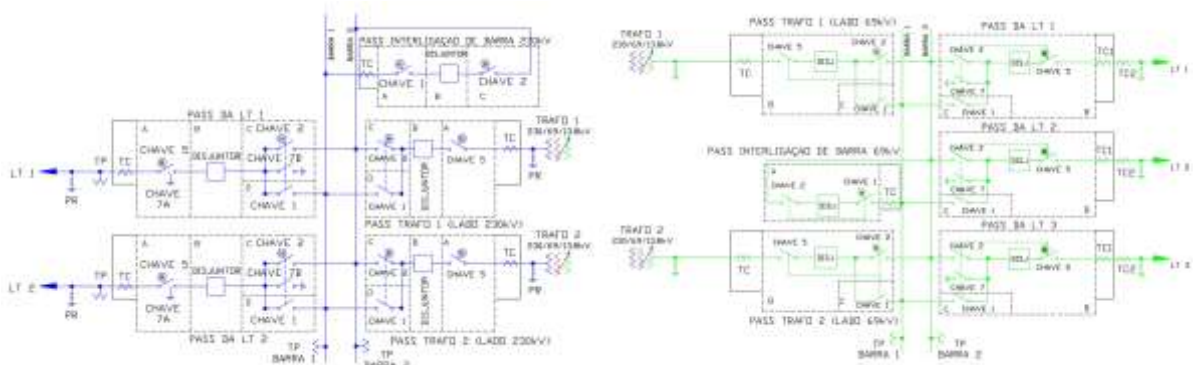
Os módulos híbridos são equipamentos que combinam vários componentes de alta tensão em um único módulo, visando garantir a compactação da área útil ocupada pelos equipamentos de seccionamento, manobra e medição das subestações (Rodrigues, 2015). De uma maneira geral, os módulos híbridos possuem o disjuntor, as chaves seccionadoras e de aterramento, o transformador de corrente (TC) e buchas de isolamento. Todos esses equipamentos, com exceção dos dois últimos, ficam enclausurados em um ambiente pressurizado a gás SF₆, que é um gás não tóxico, mais pesado que o ar e apresenta excelentes propriedades dielétricas e é largamente utilizado no setor elétrico como meio isolante e extintor de arco elétrico. As buchas possuem SF₆ internamente, não ficando abrigadas, mas sim em contato externo com o ambiente. A região onde os componentes ficam enclausurados recebe o nome de “câmara”. As câmaras de SF₆ apresentam duas funções: extinguir o arco elétrico internamente ao equipamento durante as manobras de abertura/fechamento do disjuntor e isolar as partes internas sob tensão do meio externo, protegendo inclusive as pessoas próximas ao equipamento.

EQUIPAMENTOS ADOTADOS NA CHESF

Os módulos híbridos adotados pela CHESF foram de fabricação ABB, do tipo Plug and Switch System (PASS) M00 (72,5 – 100 kV), PASS M0 (145 – 170 kV) e PASS M0S (245 kV). Tais equipamentos são utilizados em terminais de LTs, bays de transformadores, bem como em interligação de barramentos e são aplicados em tensões de 69, 138 e 230 kV.

Neste artigo, utilizaremos como exemplo uma subestação abaixadora 230/69 kV, arranjo barra dupla com um disjuntor de interligação de barras a três chaves, tanto nos barramentos de 230, quanto 69 kV. A figura 1 abaixo representa, de forma ilustrativa, o arranjo de tal subestação.

Figura 1: Exemplo ilustrativo de arranjo de subestação 230 kV (azul) e 69 kV (verde) da CHESF (Barra dupla com um disjuntor de interligação a três chaves). Fonte: Elaborado pelo próprio autor com base em diagramas unifilares internos à CHESF.



Os módulos híbridos utilizados nessa instalação são os módulos PASS M00 e PASS MOS, sendo que a depender da função a ser exercida pelo equipamento, existem alguns aspectos construtivos importantes a serem destacados, que serão vistos a seguir.

A. Bay 230 kV

- Módulo destinado aos terminais de LT: composto por 4 câmaras (A, B, C e D) que contém três chaves seccionadoras, duas chaves de aterramento e um disjuntor. Conta ainda com um TC.
- Módulo destinado aos bays de transformadores: composto por 4 câmaras (A, B, C e D), contendo três chaves seccionadoras e um disjuntor. Possui um TC.
- Módulo destinado à interligação de barra: composto por 3 câmaras (A, B e C), contendo duas chaves seccionadoras e um disjuntor. Também possui um TC.

B. Bay 69 kV

- Módulo destinado aos terminais de LT: composto por 2 câmaras (B e C) que contém duas chaves seccionadoras, uma chave de aterramento e um disjuntor. Dispõe de TC.
- Módulo destinado aos bays de transformadores: composto por 2 câmaras (B e C), contendo três chaves seccionadoras e um disjuntor. É contemplado com um TC.
- Módulo destinado à interligação de barra: composto apenas por uma câmara (A), contendo duas chaves seccionadoras e um disjuntor. Possui também um TC.

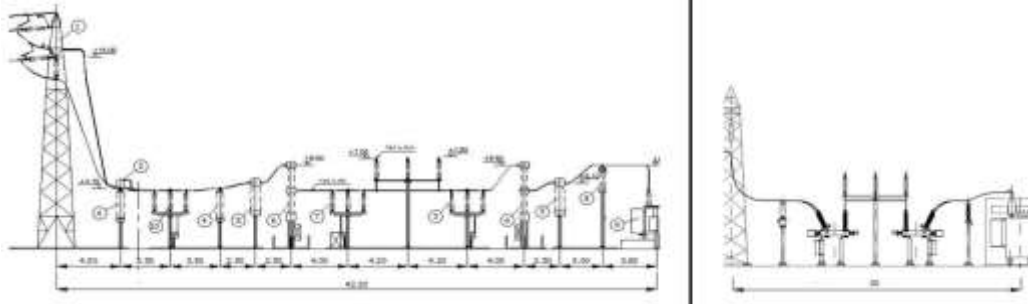
Dessa forma, observa-se que os módulos híbridos, mesmo que sejam da mesma família/tipo, podem apresentar diferenças nos aspectos construtivos que variam de acordo com a sua aplicabilidade, o que torna a sua utilização bastante versátil.

VANTAGENS DOS MÓDULOS HÍBRIDOS ABB NA CHESF

A. Espaço físico e conexões elétricas

Ao optar pela tecnologia híbrida do PASS, existe uma economia de 65% do espaço em relação a uma subestação convencional, para uma mesma configuração (ABB, 2016). A figura 2 representa, em layout de corte, subestações do modo convencional e as do modelo híbrido.

Figura 2: Layout em corte de subestação híbrida (esquerda) e convencional (direita). Fonte: ABB (2016).



As vantagens do PASS ficam evidentes: menor espaço ocupado, diminuindo obras civis; menor número de componentes para instalação, o que possibilita a redução dos materiais necessários para a construção da subestação, reduzindo assim o impacto sobre o meio ambiente e; menor número de contatos elétricos, com conseqüente diminuição da possibilidade de não conformidades térmicas.

B. Custos financeiros reduzidos

A utilização dos módulos PASS possibilitam uma redução de até 20% no valor final da implantação de uma subestação de mesma configuração (ABB, 2017).

C. Maior rapidez e simplificação na instalação e comissionamento

O tempo estimado para montagem e comissionamento é de aproximadamente 16 horas, incluindo as etapas de preparação da fundação e montagem da estrutura de suporte, descarregamento e desembalagem do módulo, fixação do módulo na estrutura, rotação dos polos, enchimento de gás SF₆, conexão dos cabos e comissionamento (ABB, 2013).

D. Maior confiabilidade de equipamentos de seccionamento

Nas subestações convencionais, existem inúmeros problemas que acometem as chaves seccionadoras, ocasionados muitas vezes devido ao desgaste das articulações, travas de buchas com folga, problemas na lâmina de contato, acúmulo de sedimentos de material no contato da chave que se encontra ao tempo, o que pode acarretar em não conformidades térmicas e até mesmo na indisponibilidade de manobras da chave.

Nesse sentido, o PASS vem dotado de chaves seccionadores e de aterramento que ficam dentro do seu invólucro e isoladas a SF₆. O princípio de funcionamento é baseado no movimento rotatório do contato e o mecanismo é composto por um pequeno número de componentes mecânicos. Esse mecanismo é intrinsecamente confiável e, de acordo com o fabricante, não requer manutenção, fazendo com que a confiabilidade do sistema seja elevada.

E. Versatilidade dos equipamentos reservas

Mesmo nas subestações da CHESF existindo 6 configurações diferentes de módulos PASS (conforme visto no item “Equipamentos adotados na CHESF” deste artigo), basta que exista apenas um módulo de LT reserva para cada nível de tensão, pois este módulo pode substituir o próprio módulo de LT, de trafo ou o de interligação, feita as devidas adequações nas interligações do equipamento reserva.

DESVANTAGENS DOS MÓDULOS HÍBRIDOS ABB NA CHESF

Apesar de ser um equipamento com inúmeras vantagens sobre os modelos convencionais, os módulos híbridos da ABB, quando instalados nas subestações da CHESF (barra dupla com um disjuntor de interligação de barra a três chaves), possuem alguns pontos de desvantagens que merecem destaque, tendo em vista os riscos que algumas situações proporcionam ao sistema e usuários.

A. Impossibilidade de transferência de evento

No caso da configuração da subestação em que o PASS foi instalado, não existe nenhum mecanismo de transferência de eventos (by-pass) em caso de necessidade de indispor algum disjuntor, ou seja, a indisponibilidade de um módulo PASS causa também a indisponibilidade do evento que o mesmo está conectando ao sistema, seja LT ou trafo, podendo acarretar em prejuízos para a empresa.

B. Impossibilidade de desenergização do módulo híbrido

Pelo fato de as chaves seccionadoras serem internas ao módulo, não conseguimos desenergizar e isolar um PASS totalmente apenas com as manobras operacionais convencionais, pois as buchas de entrada ficam permanentemente conectadas aos barramentos da subestação que, em condições normais de operação, estão sempre energizadas. Então mesmo o PASS estando com o disjuntor aberto e todas as suas chaves associadas também abertas, as buchas de entradas continuam energizadas. Desse modo, em uma eventual necessidade de manutenção em que seja necessário o equipamento estar totalmente desenergizado, será preciso desconectar os pulos (cabos) que conectam o PASS aos barramentos da subestação, acarretando em uma mão de obra mais específica.

C. Perda total da barra da subestação em caso de atuação de 2º grau SF₆ em câmaras que não estão sendo utilizadas

Uma atuação de 2º grau de SF₆ (perda de gás) em uma câmara que não está sendo utilizada (chave aberta) é mais prejudicial ao sistema do que a mesma atuação em uma câmara que está sendo utilizada (chave fechada). Por exemplo, em caso de atuação de 2º grau de SF₆ na câmara C do PASS da LT 1 da figura 1, haverá abertura automática do disjuntor do PASS da LT 1, bem como de todos os disjuntores do setor de 230 kV da subestação, perdendo toda a barra de 230 kV da instalação, trazendo sérios prejuízos à empresa.

D. Perda total da barra de 69 kV em caso de atuação de 2º grau no PASS de interligação de barra

Por questões construtivas do PASS de interligação de barra de 69 kV (este possui apenas uma câmara), a atuação do 2º grau neste equipamento implicará necessariamente na perda total da barra de 69 kV, pois se houver tensão em qualquer uma das barras da subestação, a câmara deste PASS vai estar energizada, o que não pode acontecer em caso de atuação do 2º grau de SF₆.

E. Risco aos equipamentos e às pessoas em caso de atuação de 2º grau na câmara B de PASS de linha de 69 kV alimentando concessionárias

A depender da câmara que atuar 2º grau de SF₆, além de desligamento do terminal local, será enviado também comando de abertura do terminal remoto. Quando ambos terminais forem de propriedade CHESF, tendo as proteções atuado corretamente, o PASS estará totalmente desenergizado e isolado. Porém, em linhas que se conectam com subestações de concessionárias, como não existe teleproteção, o PASS permanecerá energizado de retorno. É o que ocorre com as LTs de 69 kV. Em ocorrendo a referida atuação, antes de qualquer intervenção junto ao equipamento, deve ser solicitado ao agente proprietário do terminal remoto o desligamento da linha de transmissão.

CONCLUSÃO

Este artigo permitiu compreender a importância das novas tecnologias utilizadas para a expansão do sistema elétrico, tratando exclusivamente dos módulos híbridos. Vimos que é possível aumentar a capacidade de fornecimento de energia elétrica com confiabilidade operacional, tendo como objetivo principal a redução dos custos totais da implantação de uma subestação de energia, bem como redução da área física utilizada e dos prazos de execução, aumento de vida útil dos componentes e confiabilidade sistêmica. Foi possível apresentar também uma análise da utilização dos módulos híbridos da ABB adotados pela CHESF. Ficou claro os benefícios operacionais que os módulos híbridos isolados a SF₆ proporcionaram à Companhia, mas, ao mesmo tempo, podemos ver alguns aspectos que precisam de melhorias, visando manter a confiabilidade do sistema cada vez maior.

Como recomendação para trabalhos futuros acerca do tema abordado, sugere-se:

- Por ser uma tecnologia muito recente na CHESF, um estudo de caso na empresa é interessante, com a finalidade de verificar se os benefícios dos módulos híbridos apresentados pela ABB realmente se traduzem em resultados financeiros à Companhia;
- Estudo de viabilidade técnica e financeira, visando a implantação de melhorias que permitam o “by-pass” dos módulos híbridos, bem como a possibilidade de isolá-los eletricamente do barramento e trafos das subestações, bem como das LTs;
- Estudo para se verificar a melhor solução para o caso da possibilidade de alimentação de retorno pelas Concessionárias, quando da atuação de 2º grau de SF₆ da câmara B dos disjuntores de 69 kV.

REFERÊNCIAS

- [1] ABB. ABB Power Products High Voltage. Italy, 2016. Disponível em: < https://new.abb.com/docs/librariesprovider78/eventos/abb-high-voltage-customer-day-2017/abb-power-grids-hv.pdf?sfvrsn=3a389612_2> Acesso em 25 de jul. 2021.
- [2] ABB. Manual Operacional PASS M00 72,5 – 100 kV, 2013.
- [3] ABB. Plug and Switch System – PASS Introduction, 2013. Disponível em <<https://library.e.abb.com/public/c6de8225a8d04a28c1257ba400328e6d/PASS%20Portfolio%20-%20Presentation.pdf>> Acesso em 25 de jul. 2021.
- [4] EPE. Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020 no ano base de 2019. p. 92, 2020.
- [5] FRAGA, F. N; GODOY, A.V; CALAZANS, A.E.A.L; MELO, R. O. Desafios para implantação de novas tecnologias de subestações na rede básica brasileira. Chesf PE / Brasil, Padronização dos projetos de subestações subestação, 2014.
- [6] GONÇALVES JR, Francisco. A.; KAJIKAWA, Carlos O. Aplicação de Tecnologia Híbrida em Subestação Compacta Abrigada. SENDI – 18º Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica. Brasil. Outubro de 2008.
- [7] ONS (OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO). Procedimentos de Rede. Submódulo 2.6 – Requisitos mínimos para subestações e seus equipamentos. Disponível em: <<http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-ons/procedimentos-de-rede/vigentes>> Acesso em: 30 de jul. 2021.
- [8] RODRIGUES, D. S. F. Análise da Aplicação de Equipamentos Híbridos de Proteção e Seccionamento em Subestações Elétricas, 2015.