



Linha de média tensão





**SIEMENS – AHE JIRAU**  
13,8kV – 8000A



**GE Hydro / INEPAR – AHE PONTE DE PEDRA**  
13,8kV – 3000A



**ANDRADE GUTIERREZ – UTE TUBARÃO**  
13,8kV – 6000A



**VOITH SIEMENS – UHE SALTO PILÃO**  
13,8kV - 5000A



**IMPROLEC – UTE LOS GUINDOS (CHILE)**  
13,8kV – 6000A

Os Barramentos Blindados de Fases Isoladas **IPB IsoPhase** vem sendo empregados em ligações de altas correntes desde 1936.

Sua aplicação principal é para ligações entre geradores, transformadores e demais equipamentos auxiliares em usinas hidrelétricas, termelétricas fósseis ou nucleares. Os Barramentos Blindados de Fases Isoladas IPB IsoPhase possuem cada condutor de fase montado em um invólucro metálico individual.

Os condutores são isolados a ar, apoiados e centralizados no interior do invólucro por meio de isoladores. O sistema é eletricamente contínuo: os invólucros das 3 fases são unidos em curto circuito nas extremidades conectadas ao gerador, ao transformador e derivações. Este arranjo elétrico em estrela permite o fluxo de correntes induzidas em cada invólucro, de magnitude quase igual a corrente do condutor, mas de direção oposta, resultando na redução de até 95% do fluxo eletromagnético externo ao invólucro.

Sua construção totalmente blindada elimina a possibilidade de curtos circuitos fase-fase, bem como de circulação de corrente induzidas nas estruturas metálicas, tubulações e outros corpos metálicos em aço existentes nas proximidades dos Barramentos, reduzindo as perdas e garantido segurança ocupacional.

A blindagem provida pelos invólucros reduz drasticamente os esforços eletromagnéticos nos condutores e as tensões nos isoladores suporte. IPB's atendem as normas ANSI 37.23 e NBR IEC 62271-200.

### Sistemas Perfeitamente Coordenados

Fornecemos serviços de engenharia básica, projeto e assistência em campo, assegurando uma instalação perfeitamente coordenada em todos os detalhes. Trabalhamos em estreita colaboração com o cliente, desde a elaboração das especificações até o término da instalação, operação, bem como ao longo da vida útil da instalação.

Projetamos e fabricamos os nossos Barramentos para satisfazer as mais severas condições de operação, de acordo com as necessidades particulares de cada cliente, incluindo: abalos sísmicos, vento, neve, altitudes elevadas e ambientes tropicais com altas temperaturas e umidade.

Barramentos Blindados instalados em regiões de alta sismicidade são dimensionados por meio de Métodos de Elementos Finitos (FEM) de modo a suportar os abalos. Temos registro de equipamentos PowerBus que suportaram abalos de magnitude 8.8 Mw/Richter (Sismo Chile fev. 2010).

O sistema é fornecido completamente coordenado em todas as suas interfaces proporcionando instalação rápida, eficiente e sem erros.



## Condutores

Os condutores são fabricados em tubos redondos de alumínio de alta condutividade e são extrudados até 300mm (liga ABNT 6101) ou calandrados (liga ABNT 1350/1050).

São dimensionados, baseado na troca térmica por convecção natural até 31500A. Acima desse valor até 55000A são ventilados por meio da circulação de ventilação forçada a ar (FAC).

## Invólucros

Os invólucros são fabricados de chapas de alumínio de alta condutividade ABNT 1350/1050, calandradas formando tubos cujo diâmetro é definido de acordo com o BIL requerido.

O invólucro é fabricado por processo de solda helicoidal contínua (SWP) até 10000A e acima de 12500A calandrado a partir de chapas.

O acabamento externo padrão é cinza Munsell N6,5 ou em outras cores de acordo com especificação do cliente. O interior do invólucro é pintado em preto fosco Munsell N1 para melhorar a troca térmica.

## Emendas Soldadas no Campo

As virolas para as emendas de invólucros são tipo sobrepostas e telescópicas, permitindo amplo acesso para soldagem do suporte (back), soldado de fábrica no condutor e garantindo perfeita estanqueidade do invólucro, uma vez que as mesmas são soldadas após a conclusão da solda do condutor.

## Isoladores

Os isoladores podem ser fornecidos em resina epóxi moldados a vácuo ou em porcelana e são previstos para absorverem os esforços de curto circuito, de forma segura e garantir os níveis de isolamento/BIL requeridos/distâncias fase-terra dos equipamentos.

São fornecidos com 01 ponto de fixação até In 8000A e acima de 10000A com 3 pontos de fixação com cabeças elásticas permitindo a livre movimentação em casos de curto circuito (zero force design) bem como absorver vibrações e/ou dilatações diferenciais dos materiais.

Os isoladores podem ser removidos facilmente pelo exterior dos invólucros por meio de flanges fundidas providas de O-Rings.

Os flanges são estanques IP65 não sendo necessárias janelas de acesso especiais para substituição e/ou inspeção/limpeza dos isoladores.



## Juntas de Dilatação

Empregadas para absorção de vibrações de origem sísmica em casos de Barramentos instalados em zonas sísmicas 2 de acordo com o US Uniform Building Code. Pode também ser empregadas somente como junta sísmica ou combinada com junta de dilatação térmica ou como elo removível para isolamento de certos trechos da ligação para manutenção.

## Terminação aos Equipamentos

As terminações flexíveis dos invólucros são realizadas por meio de foles de expansão em EPDM que isolam os equipamentos conectados (elétrica e mecanicamente). Nas conexões estanques são empregados passa barras em epóxi. Os condutores são conectados aos equipamentos por meio de juntas flexíveis laminadas em cobre e são fixados com elementos de fixação em aço inox A2.70. As áreas de contato são prateadas eletricamente com camada de  $5\mu\text{m}$ .

## Embalagem-Transporte

As seções são acondicionadas em engradados de madeira para transporte doméstico. As extremidades das seções e aberturas dos isoladores também são fechadas com lona plástica para evitar a entrada de poeira e sujeira. Para exportação as seções são embaladas em engradados de madeira e containerizadas em contêineres OPEN TOP de 40 pés. Os acessórios são embalados em caixas de compensado e protegidos com plástico em seu interior com produtos dessecantes e fumigadas atendendo NIMF 15.

## Sistema de Pressurização com ar Seco

Os Barramentos podem ser fornecidos com sistema de controle de condensação e umidade por meio de secadores a sílica-gel ou pressurizados com ar seco e tratado. O ar pode ser tomado da rede de ar de serviço da planta 600-800kPa. Se a planta não dispõe de ar de serviço podemos fornecer um sistema com compressor para produção de ar.

O sistema inclui:

- Compressor (opcional);
- Painel de controle;
- Reguladores de pressão com 2 pontos de ajuste 0,5 e 2,0kPa;
- Válvulas de segurança;
- Filtros removedores de óleo, e de partículas;
- Secadores de ar;
- Contatos NA/NF para sinalização remota SCADA.



## Sistema de Ventilação

O uso dos sistemas de ventilação por meio da circulação forçada de ar é oferecido para ligações de geradores com correntes nominais acima de 31500A. O sistema de ventilação é fornecido completo, incluindo ventiladores, dutos, trocadores de calor ar-água, sistemas de medição de temperatura, monitoramento e alarme.

## Acessórios

Uma linha completa de acessórios é disponível em complemento ao Barramento Blindado de Fases Isoladas IPB:

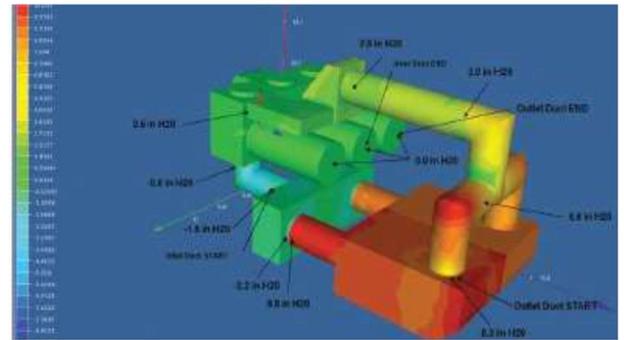
- Elementos para transposição e inversão de fases;
- Juntas elásticas para absorção de abalos sísmicos;
- Barreiras Corta-Fogo classe 2 (duas) horas;
- Transformadores de medição integrados aos Barramentos Blindados;
- Sistema de tratamento de ar com ou sem compressores;
- Sistemas de monitoramento de temperatura;
- Seccionadores motorizados;
- Seccionadores de aterramento.

## Montagem na Obra

Os Barramentos Blindados são projetados em seções com comprimentos de acordo com as condições de acesso e montagem no campo.

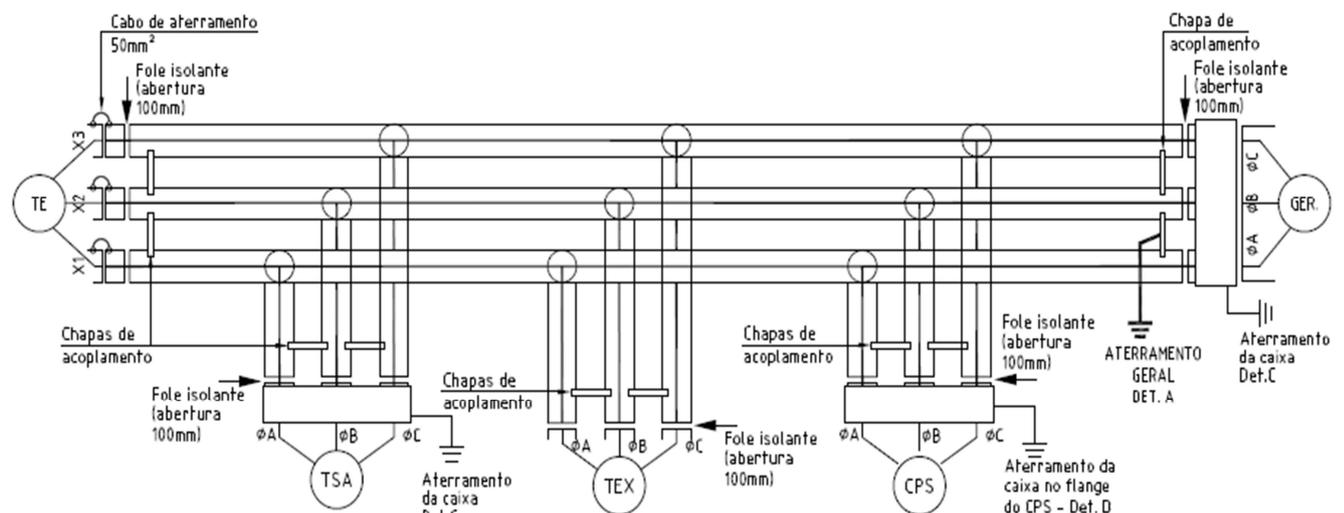
Os elementos podem ser fornecidos com até 12m de comprimento reduzindo a quantidade de soldas a serem realizadas no campo ao mínimo.

As soldas realizadas na fábrica e na obra seguem a norma AWS D1.2.



## Aterramento

Para o aterramento do sistema são fornecidos terminais de aterramento, soldados no invólucro para conexão, em um único ponto com malha de aterramento da usina.



ESQUEMA DE ATERRAMENTO UG'S 01-02

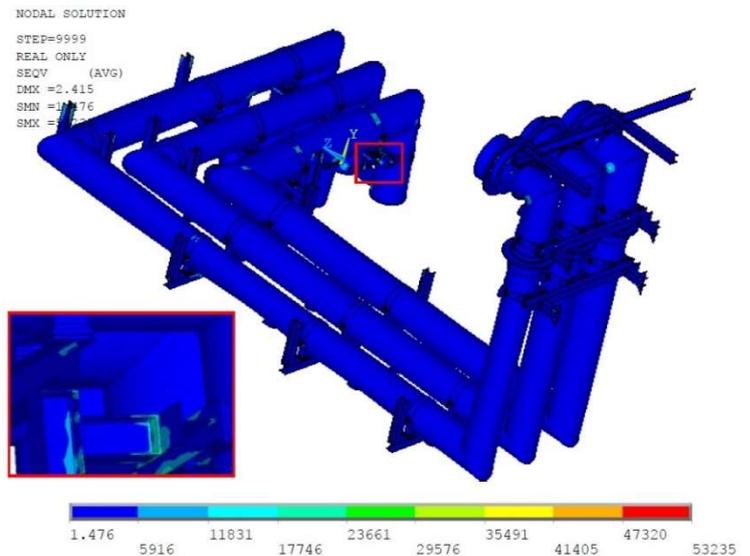
**Qualidade-Ensaio**

PowerBus é uma empresa certificada ISO 9001 pelo BSI e os Barramentos foram submetidos à ensaios de tipo de acordo com a norma ANSI C37.23, realizados em laboratórios oficiais do CEPEL, IEE-USP, IPTB da Universidade de Blumenau, LAC TEC etc.



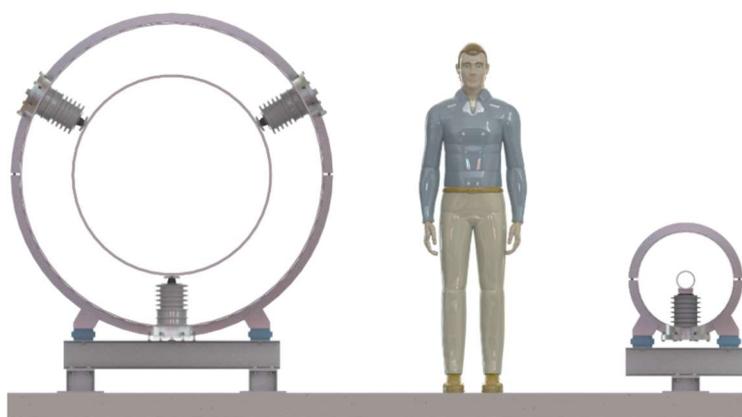
**ITAIPÚ 18kV - 30.000A – 125kV BIL**

Ensaio de Tipo no CEPEL  
 Recorde mundial em ventilação natural  
 In 33.000A



**Dimensões****Barramentos Blindados de Fases Isoladas IPB****15,5 a 38kV – 2000 a 31500A, Ventilação Natural. – 2000 a 31500A**

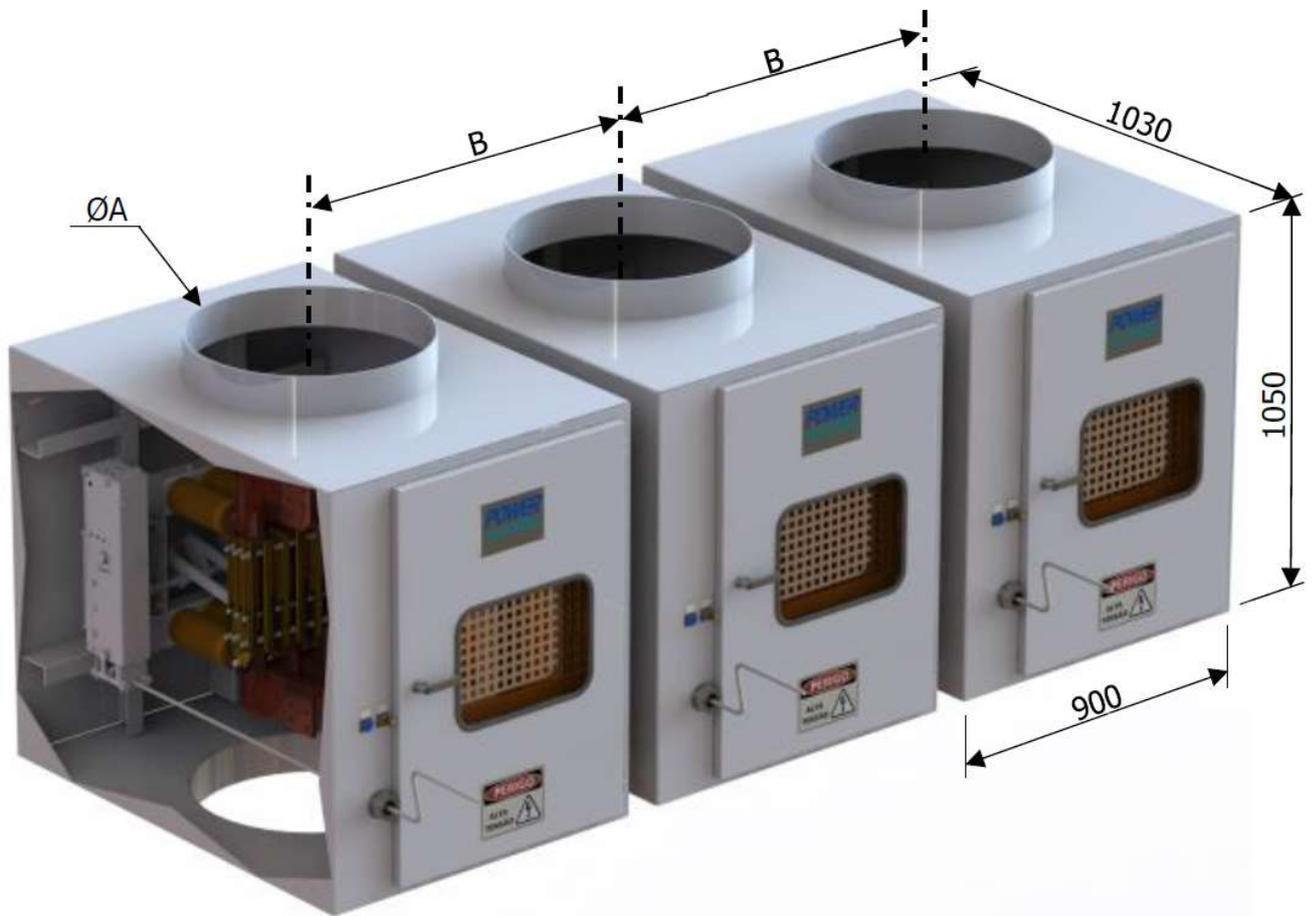
Tensão Máxima kV rms (U <sub>max</sub> )	ANSI		15,5	27	38
	IEC	17,5		24	36
Tensão Suportável de Impulso kV crista (NBI/BIL)	<b>ANSI</b>		<b>110</b>	<b>125</b>	<b>150</b>
	IEC	95		125	170
Corrente Nominal A rms (I <sub>n</sub> )	ØInvólucro (mm)				
<b>2000</b>	460x3,2	510x3,2	560x3,2	660x4,0	
<b>2500</b>	460x3,2	510x3,2	560x3,2	660x4,0	
<b>3150</b>	460x3,2	510x3,2	560x3,2	660x4,0	
<b>4000</b>	510x3,2	560x3,2	610x3,2	710x4,0	
<b>5000</b>	560x3,2	610x3,2	660x4,0	760x4,0	
<b>6300</b>	610x3,2	660x4,0	710x4,0	810x4,0	
<b>8000</b>	660x4,0	710x4,0	760x4,0	860x5,0	
<b>10000</b>	760x4,0	810x5,0	860x5,0	960x5,0	
<b>12500</b>	860x6,0	910x6,0	960x6,0	1060x6,0	
<b>16000</b>	1010x6,0	1060x6,0	1110x6,0	1210x6,0	
<b>18000</b>	1110x6,0	1160x6,0	1210x6,0	1310x6,0	
<b>20000</b>	1210x6,0	1260x6,0	1310x6,0	1410x6,0	
<b>25000</b>	1360x8,0	1410x8,0	1460x8,0	1560x8,0	
<b>31500</b>	1460x10,0	1510x10,0	1560x10,0	1660x10,0	



- a) Características garantidas para temperaturas ambiente 40 °C, 50/60Hz;  
b) Ventilação Forçada (**FAC**) e correntes de curto circuitos sob consulta.

## Secionador Motorizado para IPB - IsoPhase

Equipamento desenvolvido para abertura de circuitos sem carga com a possibilidade de operação local e remota. Podendo operar até 38kV.



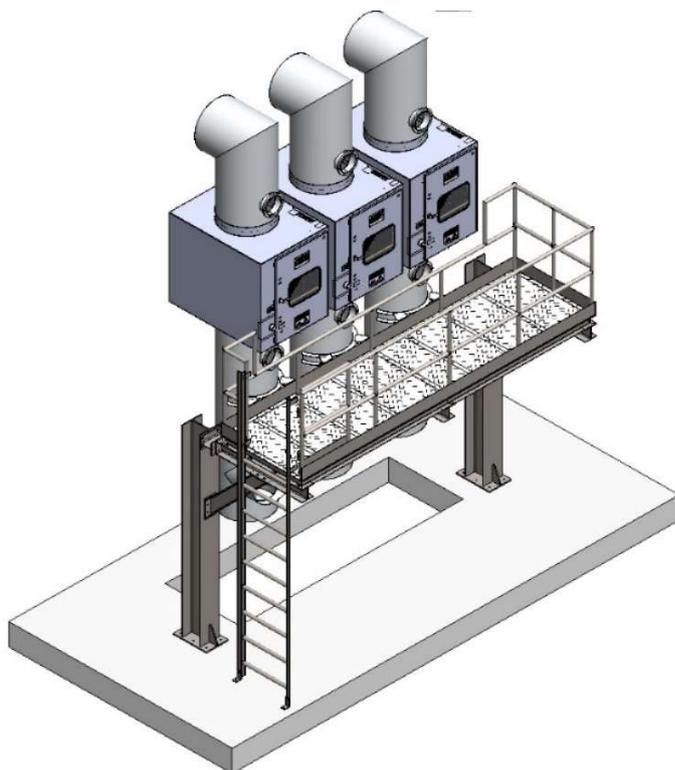
Corrente A	ØA	B
2500 A	500	850
4000 A	550	900
6300 A	650	1000

### Valores Garantidos

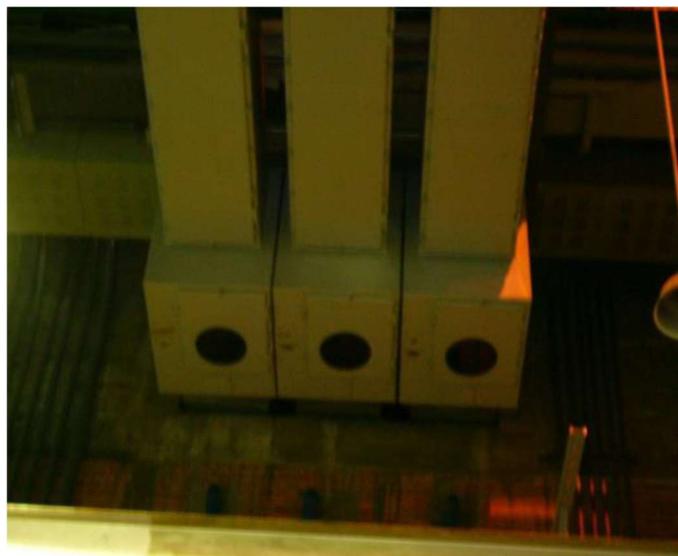
-Tensão Máx. Nominal	15,5-27 kV
-Tensão Suportável em Freq. Ind.	50-60 kV,1 min
-Tensão Suportável de Impulso (BIL)	110-125 kV
-Corrente Nominal	2500 - 6300A
-Corrente de Curto Circuito, Ith,1 s	63-160kA
-Frequência	50/60Hz
-Norma Aplicável	IEC 62 271-102

### Características Principais

- Abertura sem carga
- Acionamento elétrico 220Vca ou 125Vcc
- Acionamento Manual por alavanca
- Contatos Cu prateados
- Isoladores em epóxi
- Intertravamento mecânico e elétrico
- Interrupção correntes magnetizantes: 0,5A
- Resistência mecânica:10.000 aberturas



**UHE CACHOEIRA CALDEIRÃO - 13,8kV – 5000A**



**UTE PIRATININGA  
13,8kV – 6000A**



## Aplicação

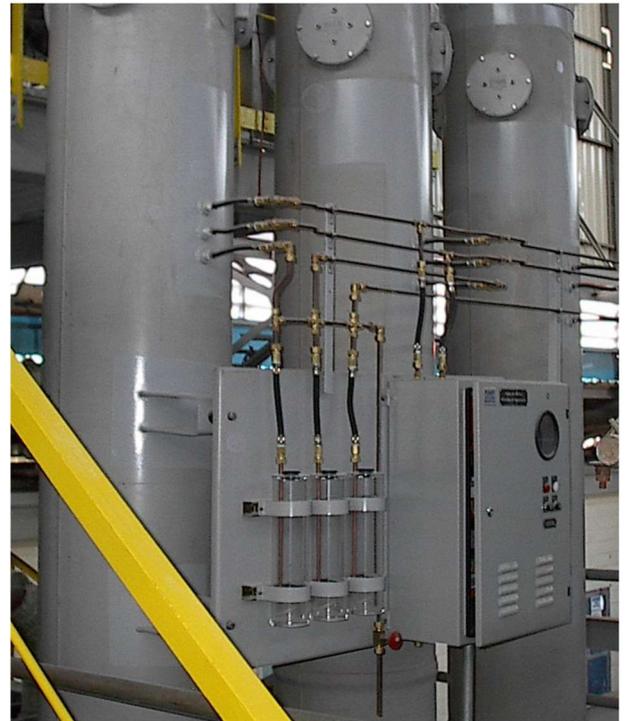
Sistemas de controle de umidade eliminam a possibilidade de acúmulo de condensado, bem como, o ingresso de contaminantes e poluentes atmosféricos no interior de Barramentos Blindados, que podem causar paradas intempestivas gerando custos extras de manutenção, além da perda de receita com a paralisação das Unidades.

A **POWERBUS** oferece soluções, adaptadas para cada caso, visando a eliminação do risco de falhas devido ao acúmulo de umidade, que podem surgir em múltiplos pontos em Barramentos Blindados.

**1** - Sistema autônomo - Compressores com secadores integrados e painel de controle de pressão Controle da Condensação em Barramentos de Fases Isoladas.

**2** - Sistema com ar seco de instrumentação e painel de controle de pressão Sistemas de controle de umidade eliminam a possibilidade de acúmulo de condensado, bem como, o ingresso de contaminantes e poluentes atmosféricos no interior de Barramentos Blindados, que podem causar paradas intempestivas gerando custos extras de manutenção, além da perda de receita com a paralisação das Unidades.

**3** - Sistema com ar tomado da rede de serviço 600-700kPa com secador e painel de controle de pressão.



**3 - CST UTE Tubarão 225,1MW**



**1 - CMPC UTE Guaíba 214,0 MW**



**2 - UHE SALTO PILÃO 191,89 MW**

## O Problema

A condensação pode se formar no interior dos invólucros devido à uma série de fatores, desde instalações mal projetadas, com deficiências de grau de proteção ou com problemas crônicos de instalação, até condições climáticas adversas em regiões com alta umidade.

Usinas geradoras que operam em ciclos combinados ou em regiões tropicais são mais propícias aos problemas de condensação.

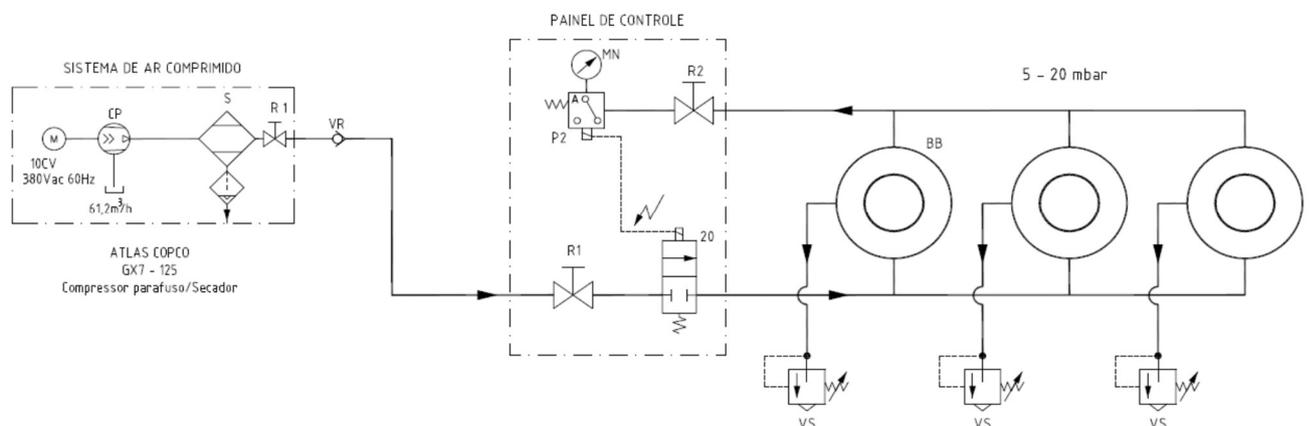
Ao longo do tempo a umidade desencadeia atividades de corona que são aceleradas pela presença do ar ionizado confinado no interior dos invólucros e que podem levar a falhas catastróficas, com perdas de geração, custos para a reposição de equipamentos danificados, além do risco de acidentes fatais com pessoal.

## A Solução

Consiste no insuflamento de ar tratado, com pressão levemente positiva (0,5 a 2,0kPa) no interior dos invólucros, para manter a pressão constante, independente da condição de carga dos Barramentos, evitando a condensação e entrada de contaminantes em seu interior.

Normalmente, em baixa carga, a pressão interna nos invólucros é menor que a pressão externa fazendo com que ar contaminado seja tragado pelos Barramentos, depositando-se nos isoladores, buchas e outras partes isolantes, aumentando o risco de descargas disruptivas.

Antes de ser injetado no interior dos invólucros o ar é filtrado para remoção de óleo (menor que 1,0 ppm) e de contaminantes sólidos (menor que 5,0 $\mu$ m) sendo em seguida secado por processo de refrigeração para a remoção da umidade (ponto de orvalho +3C ou abaixo da menor temperatura ambiente possível)



CP=COMPRESSOR PARAFUSO  
 VR=VÁLVULA RETENÇÃO  
 VS=VÁLVULA DE SEGURANÇA  
 MN=MANÔMETRO  
 P2=PRESSOSTATO INCORPORADO AO MANÔMETRO  
 Z=ELETROVÁLVULA  
 R1 e 2=REGISTRO  
 BB=BARRAMENTO BLINDADO  
 S=SECADOR  
 PA=PURGADOR  
 FA=FILTROR DE AR  
 FO=FILTROR REMOVEDOR DE ÓLEO  
 M=MOTOR

A controle da pressão da rede (6-8 bar) para a pressão do barramento (5-20 mbar) é feita através da eletro-válvula (Z) em conjunto com pressostato (P2)



**POWERBUS Equipamentos Elétricos Ltda.**

Rod. Jorge Lacerda SC 412 - km 0,3 no.350 Bloco A

88311-605 Itajaí SC Brasil

fone/fax (47)3349-6334

[www.powerbus.com.br](http://www.powerbus.com.br)

e-mail: [wmotta@powerbus.com.br](mailto:wmotta@powerbus.com.br)