

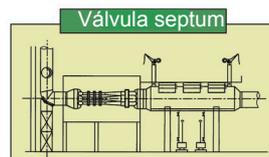
## Planta de Turbina de Recuperação de topo (TRT)

### Características

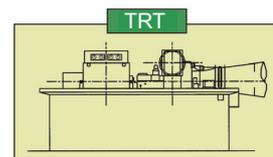
A TRT é um equipamento instalado junto ao Alto Forno de uma usina siderúrgica para economia de energia, possuindo a função de controlar a pressão do topo do Alto Forno e, ao mesmo tempo, de gerar a energia elétrica através do acionamento de turbina pelo gás gerado no processo.

Tem as seguintes características:

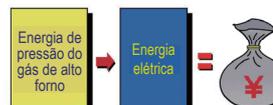
- ◆ Não requer nenhum combustível para gerar eletricidade → Despesa zero de combustível e não emite gases de efeito estufa como o CO<sub>2</sub>.
- ◆ Gera menos ruído em comparação com a válvula septum convencional → contribui para o melhoria do ambiente ao redor do alto forno.
- ◆ Não requer tecnologia sofisticada para operação e manutenção → operadores e equipe de manutenção do alto forno conseguem executar a operação e manutenção
- ◆ Requer pouca água, nitrogênio, etc para sua operação → As utilidades existentes do alto forno são suficientes para cobrir a demanda.



Controle de pressão do topo

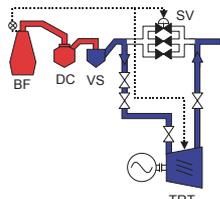


Controle de pressão do topo + geração de energia

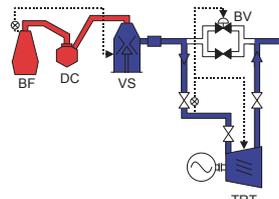


### Descrição Geral ou Princípios do Sistema

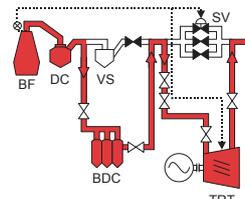
- ◆ A turbina de recuperação de pressão de topo é instalada na saída do coletor de pódo alto forno. Existem 2 tipos de coletor de pó: o seco que não requer água e o úmido que requer água. Depois que os resíduos forem coletados por qualquer um destes equipamentos, o gás do alto forno é conduzido para a turbina, de forma a acioná-la através da expansão do gás pela redução de pressão de topo até à atmosférica. A força motriz da turbina se transfere para o gerador que a transforma em energia elétrica. Assim, recupera-se a energia do gás de alto forno que anteriormente era descartado através da redução de pressão pela válvula septum, como energia elétrica, resultando em significativa economia de energia.



(a) turbina de recuperação de pressão de topo tipo úmido



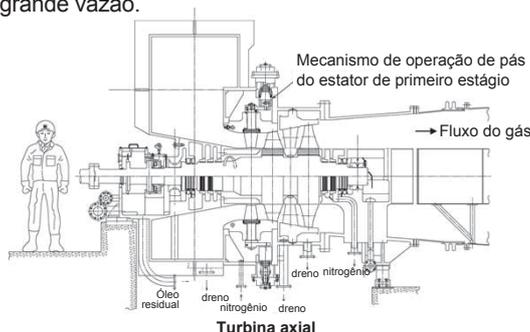
(b) turbina de recuperação de pressão de topo tipo úmido



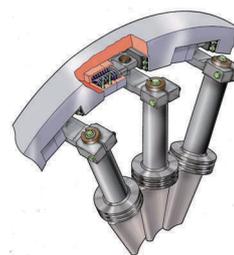
(c) turbina de recuperação de pressão de topo tipo seco

- BF : Alto forno
- TRT : Turbina de recuperação de pressão de topo
- BDC : Coletor de pó tipo seco
- VS : Coletor de pó tipo úmido
- DC : Coletor de pó
- SV : Válvula septum
- BV : Válvula de bypass

- ◆ Há 2 tipos de turbinas: turbinas radial e axial. Atualmente a turbina axial é adotada mais amplamente por ser mais apropriada para grande vazão.

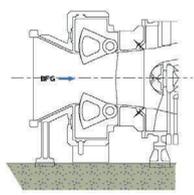
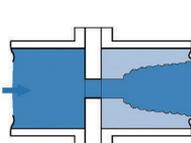
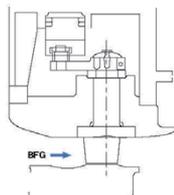
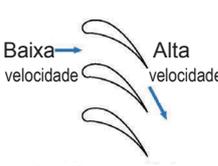


Turbina axial



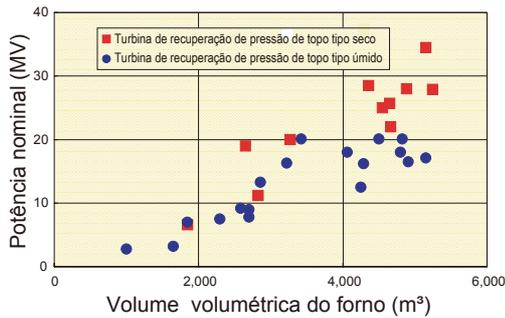
Mecanismo de operação de pás do estator de primeiro estágio

- ◆ O controle da pressão do topo é feito por meio de abertura e fechamento das pás do estator de primeiro estágio da turbina de acordo com o aumento e diminuição do volume de gás do alto forno. Na turbina convencional, se utilizava em conjunto uma válvula reguladora para controlar a pressão do topo. Porém a válvula reguladora provocava uma grande perda de pressão em comparação com as pás do estator, além de apresentar desvantagem na recuperação de energia e poluição sonora. Por isto, atualmente, o sistema mais comum é o controle da pressão do topo somente com as pás do estator de primeiro estágio.

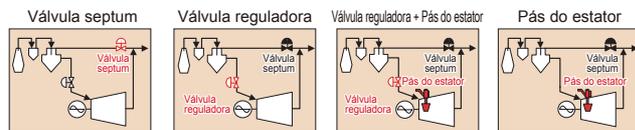
Válvula reguladora		pás do estator	
	 Pressão → turbulência		 Baixa velocidade → Alta velocidade Pressão → velocidade
Perda de pressão = Grande → Alta perda de potência na saída		Perda de pressão = Pequena → Baixa perda de potência na saída	

**Efeitos de Economia de Energia e Itens Específicos**

- ◆ Dependendo do tamanho do alto forno, geralmente pode-se extrair até 35.000kW de potência. Recentemente com o aumento do tamanho dos alto fornos, há o aumento do volume de cogeração de energia com turbina de recuperação de pressão de topo.
- ◆ Em setembro de 1974, a Kawasaki instalou no Japão a primeira planta de turbina de recuperação de pressão de topo. Desde então a Kawasaki continua com inovações tecnológicas para obter um melhor controle de pressão de topo e alto nível de recuperação de energia através de desenvolvimento de turbinas reatoras de fluxo axial, e adoção do sistemas de controle onde é aplicado somente as pás do estator de primeiro estágio.



Ano	'70	'80	'90	'00	Taxa de recuperação de energia	Aumento da taxa de recuperação
Tipo de turbina	74: Turbina radial tipo úmido	79: Turbina axial tipo úmido			100%	Aprox. 10%
		90: Turbina axial tipo seco			Aprox. 110%	Aprox. 35%
					Aprox. 145%	
Controle da pressão do topo	74: Válvula septum 76: Válvula reguladora	81: Válvula reguladora + pás do estator 83: Pás do estator			100%	Aprox. 5%
					Aprox. 105%	



**Implementações Realizadas ou Previstas**

**JAPÃO**

- Histórico de fornecimento: 27 unidades.
- \* Turbina de recuperação de pressão de topo tipo úmido: 20 unidades
- \* Turbina de recuperação de pressão de topo tipo seco: 7 unidades



Histórico de fornecimento da Kawasaki: Total 48 unidades (embarcados até final de setembro de 2016)

**EXTERIOR**

- Histórico de entrega 22 unidades
- \* Turbina de recuperação de pressão de topo tipo úmido: 18 unidades
- \* Turbina de recuperação de pressão de topo tipo seco: 4 unidades
- Turbina de recuperação de pressão de topo para Usina Siderúrgica Usinimas (foto) Brasil, Estado Minas Gerais, Cidade Ipatinga – Alto Forno No3 Planta da turbina de recuperação de pressão de topo tipo úmido
- Área do Forno: 3.180 m³
- Potência nominal: 18.800 kW
- Início geração de energia: 14 de junho de 2003



**Contacto:** Kawasaki Heavy Industries, Ltd., Gas Turbine & Machinery Company, Energy Solution Division, Domestic Sales Department  
 Tel: 03-3435-2267 Fax: 03-3435-2022 <http://www.khi.co.jp/machinery/product/power/blast.html>