voith.com

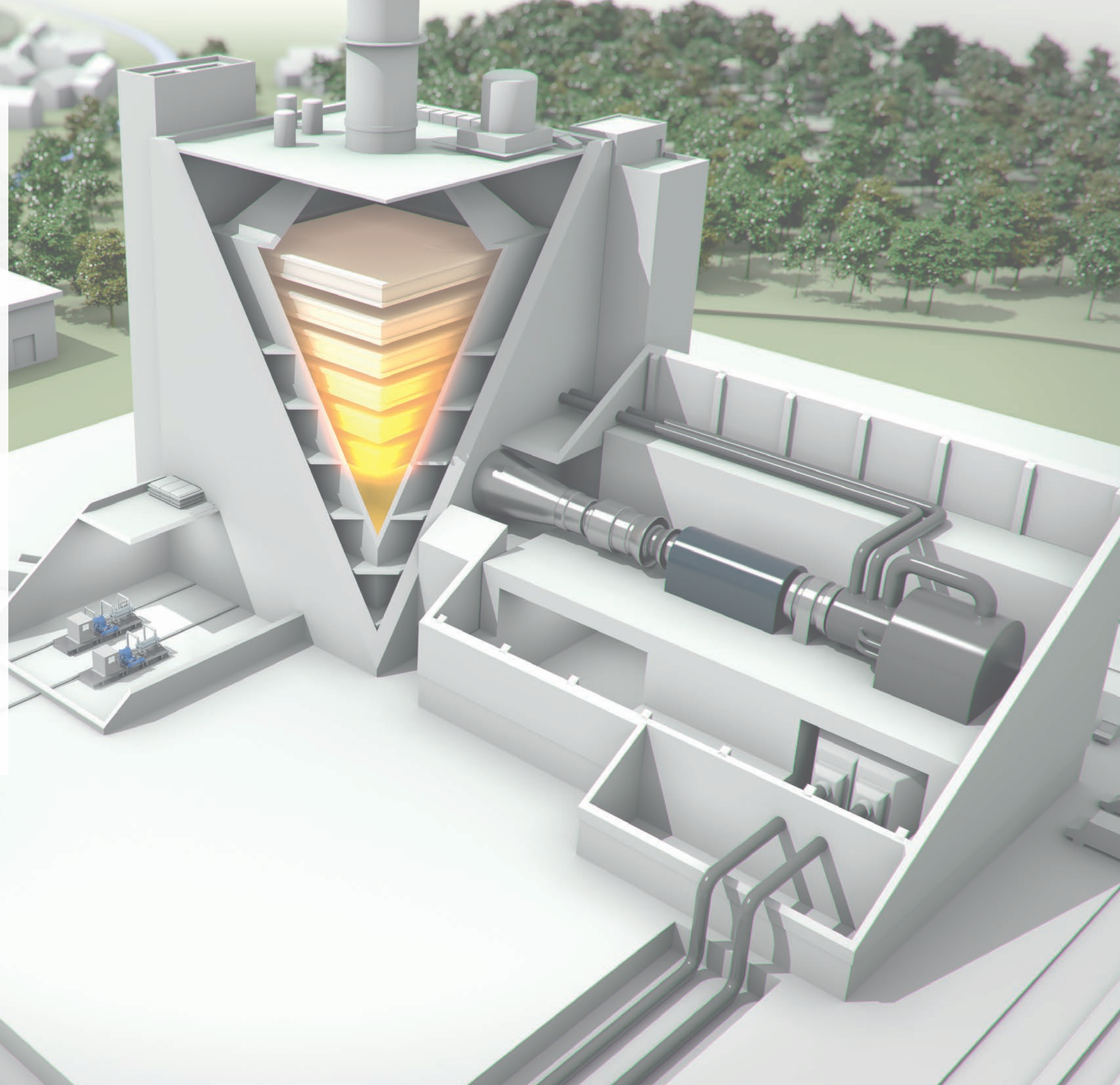
VOITH

Potente, eficiente, confiável
Componentes-chave para usinas de ciclo combinado

Voith tem sido um parceiro de confiança para o mercado de usinas com ciclo combinado por mais de 50 anos. Nossos produtos são extremamente confiáveis e tornam sua operação mais eficiente.

Nosso portifólio de produtos:

Controle de velocidade para bomba de alimentação de caldeira	Página 4 – 7
Dispositivos de partida e giro-lento para turbinas a gás e a vapor	Página 8 – 9
Acoplamentos de conexão e segurança	Página 10 – 11
Atuadores e sistemas de controle para turbomáquinas	Página 14 – 15
Caixas de engrenagens integradas para compressores gás combustívell	Página 16
Turbo-redutores para turbinas a gás e a vapor	Página 17
Parceiro de serviço perto de você	Página 18 – 19



Regulação de velocidade para bombas de alimentação de caldeira
Turbo-variadores

Em uma usina de energia de ciclo combinado, muitas margens de segurança de projetos são consideradas para a bomba de alimentação. Isso significa que, mesmo em uma planta de carga normal, a bomba se mantém operando em máxima rotação, o que resulta em alto consumo de energia.

- Margem de segurança de fluxo (10 % a 25 %)
- Margem de segurança na velocidade da bomba (5 %)
- Margem de segurança na pressão (5 % a 20 %)
- Margem de segurança na produção de vapor (5 %)

O ponto de operação de uma bomba resulta da interseção da curva característica da bomba com a curva de resistência do sistema. Outros pontos de operação podem ser obtidos aumentando a perda de carga do sistema por estrangulamento (controle por válvula). Além da perda de carga, a eficiência da bomba diminui significamente ao operar a taxas de fluxo mais baixas.

Uma forma mais econômica de se controlar vazão da bomba é alterando sua velocidade, resultando em diferentes curvas características da mesma.

O uso de um turbo-variador permite reduzir a velocidade da bomba de alimentação de caldeira para condições de cargas parciais. Isso resulta em uma significativa economia de energia em comparação com rotação fixa e uso de válvula de estrangulamento. Além disso, com turbo-variador a bomba pode ser operada próxima de sua máxima eficiência em toda faixa de regulação.

Benefícios

+ Excelente confiabilidade
+ Aumento da confiabilidade de todo o trem de força
+ Economia de energia ante o controle por estrangulamento
+ Simplicidade → baixo grau de complexidade
+ Robustez → adequado para operação ao tempo também sob condições climáticas extremas
+ Disponibilidade de sobressalentes ao longo de toda vida útil (acima de 30 anos)
+ Baixo custo de manutenção (OPEX). Facilidade de manutenção e manuseio são muito alta
+ Sistema de lubrificação integrado

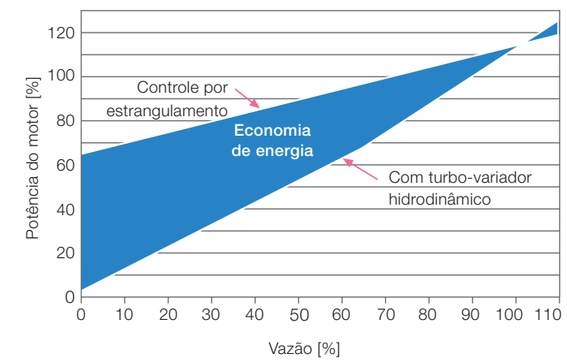
Descrição do produto

Turbo-variadores são acoplamentos hidrodinâmicos, conectando o motor à bomba de alimentação de caldeira. Eles permite o controle de velocidade conforme necessidade. Acoplamentos hidrodinâmicos fornecem transmissão de potência sem desgaste e com amortecimento de vibração entre entrada e saída. Além disso, eles também podem servir como sistema de lubrificação central do acionamento; por exemplo, podem fornecer óleo para lubrificação de motor e bomba. Com o tubo captador (movimentado por um atuador), a volume de óleo na câmara de trabalho é modificado e, assim, a velocidade da máquina acionada.

Ao se utilizar regulação de velocidade, economia de custos adicionais podem ser alcançadas selecionando uma válvula de controle de fluxo de recirculação mais barata e uma válvula de controle de 100% (pequena pressão diferencial).

Como a vida útil média de uma usina é em torno de 30 anos, ninguém pode prever os preços do combustível e do gás, bem como os padrões de carga durante este período de tempo. A flexibilidade é um fator decisivo para a tecnologia avançada de usinas atuais. A operação das bombas de alimentação de caldeira também deve ser flexível. Isso somente é alcançado pela operação com regulação de velocidade.

Comparação do consumo de energia do motor entre a utilização do controle por estrangulamento e o turboacoplamento de velocidade variável



Turbo-variador tipo “S”

Potências de 200 kW a 6000 kW e velocidades de 3000 / 3600 rpm

Comparação controle por válvula versus turbo-variadores

3x Bombas de alimentação de caldeira @ 50%		Controle por válvula		Turbo-variadores	
Pontos de operação		**425 MW**	**Bloco de teste**	**425 MW**	**Bloco de teste**
Tempo de operação	[h/ano]	7 990	10	7 990	10
Fluxo	[kg/s]	62,70	78,38	62,70	78,38
Carga	[bar]	131,99	115,21	93,50	115,21
Densidade da água	[kg/m³]	925,87	925,87	925,87	925,87
Eficiência da bomba	[%]	78,96	80,00	80,00	80,00
Velocidade da bomba	[rpm]	2 980	2 980	2 487	2 872
Potência requerida	[kW]	1 132	1 219	791	1,19
Perdas por escorregamento	[kW]	–	–	157	46
Perdas mecânicas	[kW]	–	–	12	12
Potência total	[kW]	2 x 1 132	2 x 1 219	2 x 960	2 x 1 277
Energia por ano	[kWh]	18 089 360	24 380	15 340 800	25 540
Energia total por ano	[kWh]	18 113 740		15 366 340	
Custo de 1 kWh: 0,05 EUR	[EUR]	**905 687**		**768 317**	

Economia: EUR 137 370 por ano

Exemplo: Estudo de retorno de investimento mostrou que o tempo amortização com regulação de velocidade é geralmente entre 6 e 20 meses.

Turbo-variador hidrodinâmico de engrenagens integradas tipo “RKM”

Turbo-variador
de engrenagens integradas
Tipo RKM
para bombas de alimentação
de caldeiras de
5000 a 6000 rpm

“Voith tem fornecido turbo-variadores como acionamentos de bomba de caldeira para usinas de ciclo combinado por quase 40 anos, apoiando com sucesso o crescimento do mercado dessas usinas desde o início deste milênio. Uma esquadra de mais de 1300 unidades está atualmente (2018) em operação. O principal fator de sucesso é a incomparável confiabilidade com base em um design robusto.”

Ralph Höfert, Gerente de Produto Turbo-variadores Hidrodinâmicos da Voith, Alemanha

Dispositivos de partida e de giro lento para turnas a gás e a vapor

Conversores de torque hidrodinâmicos

A partida confiável de turbinas a gás é essencial para a operação segura de usinas de ciclo combinado. Fornecer alto torque de arranque e aceleração na faixa de regulação de velocidade autossustentável são as principais funcionalidades da família de conversores de torque Voith para partida de turbinas a gás.

Baseado no princípio de transmissão hidrodinâmica de potência descoberto há mais de 100 anos por Hermann Föttinger, os conversores de torque são utilizados para adaptar de forma otimizada as características da máquina motora às demandas da máquina movida.

Energia mecânica, de um acionamento normalmente de velocidade constante, é transformada em energia cinética em fluxo de fluido por um rotor bomba e reconvertida em energia mecânica por meio de um rotor turbina.

A sustentação do impulso, que é essencial para conversão de torque e velocidade, é obtida alterando-se o fluxo por meio de aletas móveis. Este princípio é a base para alta disponibilidade e longa vida útil. Em números: MTBF > 100 anos é obtido com base em nossa experiência com milhares de conversores de torque em operação em todo mundo.

Condições ambientais desafiadoras como deserto, offshore ou condições de frio extremo são também áreas típicas de operação. Dispositos de giro lento integrados são utilizados para manutenção da turbina a gás bem como seu resfriamento seguro.

Vários modelos e execuções estão disponíveis para que o conversor de torque atenda suas necessidades específicas de partida.

Conversor de torque hidrodinâmico

Benefícios

+ Aletas móveis para velocidade constante ou variável para partida suave e controlada
+ Carcaça drenável para eliminar embreagem
+ Dispositivo de giro lento para resfriamento seguro e manutenção
+ Conversores de torque únicos para compacta integração na estrutura da turbina a gás
+ Pacotes de acionamento customizados

Dispositivos de giro lento

Dispositivos de giro lento permitem, pricipalmente, resfriamento seguro do eixo da turbina a vapor ou a gás ou compressor. Isso auxilia que o rotor permanece dimensionamente estável. Redutores de giro lento permitem, também, arranque, partida ou posicionamento preciso de eixos árvore.

Princípio de operação “embreagem”

A unidade de giro lento pode ser montada na extremidade livre do eixo pinhão de um redutor, por exemplo. Após verificar as condições de inicialização (tensão elétrica, pressão do óleo de lubrificação, nível de óleo hidráulico, rotor da turbina parado), o dispositivo de giro lento estabelece a conexão com o rotor na partida. A unidade de giro lento então conduz o conjunto a uma velocidade pré-definida.

À medida que a turbina continua a acelerar, o dispositivo de giro lento desacopla fazendo com que o engrenamento deslizante libere a conexão entre o mesmo e o eixo pinhão no sentido axial e permitindo que forças centrífugas empurrem as travas de bloqueio radialmente. O redutor de giro lento reduz sua velocidade até desligar. Se o eixo da turbina é desligado para manutenção, por exemplo, o giro-lento é trazido simultaneamente para sua velocidade nominal. As travas são bloqueadas e o dispositivo de giro-lento e o eixo se conectam, sincronizando as velocidades.

Princípio de operação “pinhão articulado”

O dispositivo de giro-lento pode ser montado, por exemplo, sobre a carcaça de proteção de mancais de uma turbina a gás. Após verificar as condições de inicialização – como alimentação de ar comprimido, tensão elétrica, pressão do óleo de lubrificação, nível de óleo hidráulico e rotor da turbina parado – o eixo-pinhão acopla com o eixo da turbina. Desta forma, o giro-lento conduz o eixo da turbina a uma rotação nominal de giro lento. Isso permite que a turbina a gás continue acelerando por conta própria. O giro-lento desacopla e desacelera até desligar. Se a turbina é desligada para manutenção, o giro-lento retorna à sua velocidade nominal assim que uma velocidade de desaceleração da turbina é alcançada. Quando as velocidades são sincronizadas, o pinhão articulado do giro-lento reengata e leva o eixo da turbina a uma velocidade baixa e controlada. O dispositivo de giro-lento é desligado para que o rotor pare.

Dispositivos de giro-lento

Benefícios

+ Alta confiabilidade e baixa incidência de falhas
+ Alto nível de flexibilidade na configuração do sistema
+ Custos de reparo mais baixos
+ Aumento adicional de disponibilidade do sistema
+ Operação totalmente automática

Acoplamentos de ligação e de segurança
Acoplamentos de diagrama

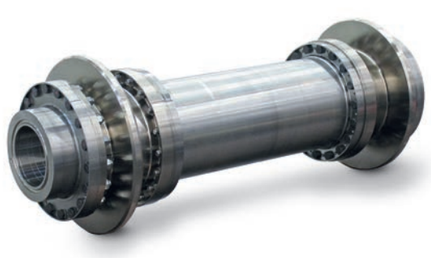
O acoplamento de diafragma converte torque de maneira confiável, segura e sem desgaste ou necessidade de manutenção. Equipado com diafragma simples ou duplo, esses acoplamentos de ligação atendem uma faixa entre 100 kW e 70.000 kW.

Os acoplamentos de diafragma Voith são a ligação ideal de caixa de transmissão com as máquinas motriz e movida. O acoplamento de diafragma simples EconTors pode ser utilizado em velocidades de até 8.000 rpm em aplicações de velocidade média, enquanto os acoplamentos de diafragma duplo Twin-Tors é utilizado em compressores de alta performance ou bancadas de teste cujas velocidades atingem até 80.000 rpm.

Há designs disponíveis para todas as possíveis aplicações de conexão. A dinâmica rotórica, características de fluxo de ar e ruído dos acoplamentos podem ser otimizados conforme necessário.

Acoplamentos de diagrama de alto rendimento são extremamente robustos e sua habilidade de compensar deslocamento angular de até 0,5 grau aumenta a confiabilidade operacional do acionamento.

Acoplamento de diafragma TwinTors



Benefícios

+ Adaptado aos requisitos técnicos operacionais
+ Atrativo custo total de aquisição (CAPEX + OPEX)
+ Alto nível de segurança
+ Minimiza despesas de manutenção
+ Baixa turbulência
+ Medidas especiais de proteção a ruído
+ Equipamento de refrigeração e monitoramento

Acoplamentos limitadores de torque SafeSet para proteção de componentes de acionamentos

O princípio do SafeSet é simples: fricção e adaptabilidade. Sem desgaste ou fadiga de material garantem constante limitação de torque durante operação.

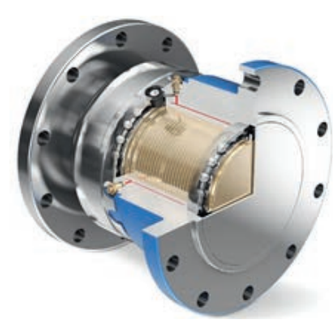
O acoplamento SafeSet consiste em uma luva com câmara oca a ser pressurizada. Fricção é gerada a partir da expansão da câmara de pressurização por óleo hidráulico. O tubo de cisalhamento integrado mantém a pressão constante, mas um torque de transmissão facilmente ajustável. No caso de sobrecarga, o SafeSet escorrega e o tubo de cisalhamento é cortado. A pressão cai e as superfícies de fricção são desacopladas. Assim o SafeSet gira sobre os rolamentos sem transmissão de qualquer torque.

Capacidade de torque disponível entre 1 kNm e 20.000 kNm.

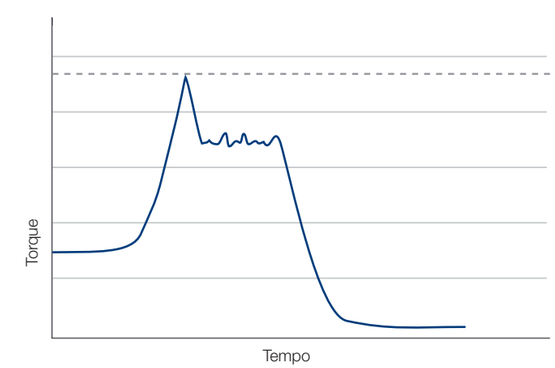
Benefícios

+ Máxima proteção dos componentes de transmissão
+ Desarme constante e preciso
+ Torque de desarme ajustável
+ Rápido rearme para máxima disponibilidade
+ Feito sob medida para atendimento a requisitos específicos

Acoplamento limitador de torque SafeSet



SafeSet com desarme instantâneo



Voith – Tecnologia comprovada em usinas de ciclo combinado

Atuadores e sistemas de controle para turbomáquinas

Atuadores de controle

Nós projetamos as soluções para atuadores em linha com seus requisitos de segurança e disponibilidade. Por exemplo, oferecemos produtos com redundância para processos que demandam alta disponibilidade ou produtos certificados para áreas classificadas. Além disso, a maioria de nossos atuadores possuem certificados SIL e assim cumprem o padrão internacional de segurança operacional.

Benefícios

- **Nossos atuadores reduzem a complexidade geral de seu sistema de controle**
- **Os resultados são aumento de confiabilidade e disponibilidade de sua planta**
- **Permite uma operação lucrativa e livre de problemas**
- **A excelente velocidade de controle e precisão dos atuadores fornecem processos estáveis que garantem alta qualidade aos seus produtos.**

Três diferentes grupos de produto para válvulas de controle

Produto	Conversores I/H	Válvulas direcionais	Servo-motores
Função	Conversores corrente-pressão → Válvula piloto → Cilindro hidráulico → Válvula de controle	Servo-válvula com controlador de posição → Cilindro hidráulico → Válvula de controle	Atuador linear → Válvula de controle
Atuação da válvula	Complexo	Menos complexo	Simples

Produto Voith Fornecido pelo cliente

Atuadores de “trip”

O design dos produtos é compacto e modular. Isso permite que quase todos os padrões de segurança padrão para sistemas de controle de turbinas sejam implementados de maneira econômica.

Benefícios

- **No evento de um “trip”, sua turbina pára de maneira segura através de nossos atuadores no menor tempo possível.**
- **São evitados danos imediatos e consecutivos resultantes de sobre-velocidade da turbina.**

Controladores

Sistemas de controle Voith são adequados para todas as turbinas a vapor usadas para acionar geradores, compressores, bombas e outras máquinas acionadas mecanicamente.

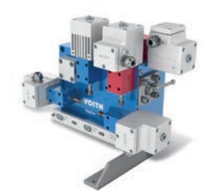
Os sistemas de controle estão disponíveis em dois designs:

1. Controladores padrão que são “pré-engenheirados” com software padrão.
2. Controleadores customizados oferecendo diferentes funcionalidades e opções de redundância com software adaptado e redundância opcional.

Benefícios

- **Sua turbina ou compressor opera de maneira segura, confiável e eficiente com nossos controladores**
- **A produtividade de sua planta é garantida e a qualidade dos produtos fabricados, assegurada.**
- **Sua turbina ou compressor opera de maneira muito eficiente com algorítmos de software comprovados e testados múltiplas vezes.**
- **Nossos engenheiros estão continuamente otimizando esses algorítimos e os adaptando em busca da excelência.**

Três grupos de produto para válvulas de “trip”



Produto	Bloco de “trip”	Atuador de “trip”	Proteção para sobre-velocidade
Função	Unidade de controle eletro-hidráulica de segurança → Cilindro hidráulico → Válvula de “trip”	Atuador “on/off” → Válvula de “trip”	“Trip” e detecção de sobre-velocidade → Cilindro hidráulico (diretamente montado) → Válvula de “trip”

Produto Voith Fornecido pelo cliente

Caixas de engrenagens integradas para compressores de gás combustível
Caixas de engrenagens integradas

Com mais de 45 anos de experiência, Voith forneceu a parte central de mais de 2000 compressores com caixa de engrenagens integradas. Esse tipo de compressor já se estabeleceu na indústria de processos. Originalmente esse mercado era claramente reservado para compressores independentes axiais e radiais, e também para os do tipo pistão alternativo. Entre as principais razões para esse desenvolvimento está a demanda por menos espaço e uma eficiência total mais elevada dos pacotes de compressão.

Nossas soluções padronizadas e customizadas para caixas de engrenagens para aplicação em compressores de gás combustível proporcionam ao cliente a solução ideal para seu compressor de engrenagens integradas e suporta o operador a manter sua planta de geração de energia confiável e eficiente.

Caixa de engrenagens integradas

Benefícios

A tecnologia de caixas de engrenagens integradas proporciona uma solução muito eficiente e confiável combinada com economia de espaço:

- **+ Customizada para as necessidades do operador**
- **+ Otimizada para a aplicação em compressores**
- **+ Longos períodos sem paradas não-planejadas**
- **+ Maior eficiência em comparação a designs de eixo único**
- **+ Cada estágio pode ser otimizado para operar na sua velocidade ideal**
- **+ Design compacto e leve**

Caixas multiplicadoras para turbinas a gás e a vapor
Caixas de eixos paralelos e planetárias

Caixas de engrenages Voith são utilizadas entre turbinas a gás ou a vapor e geradores nas usinas de ciclo combinado para converter torque com alta eficiência.

Planetárias são aplicadas em potências de até 45 kW, velocidades de até 80.000 rpm e torques que podem passar de 550.000 Nm. Com design de estágio único, relações de até 12:1 são alcançadas; design de dois estágios, relações de até 80:1.

Caixas de eixos paralelos transmitem potências de até 85 MW com relações disponíveis de 1:1 a 10:1.

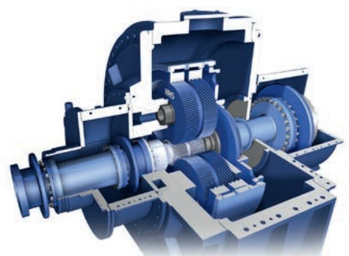
Todas as caixas de engrenagens podem ser customizadas para atender demandas especifícicas da aplicação e satisfazer as necessidades do operador. Isso significa que o sentido de giro do lado motriz e movido, o design do engrenamento, e a forma e o material da carcaça são otimizados para o seu equipamento.

As normas internacionais ISO, AGMA ou API são cumpridas. O “princípio Stoecklcht” assegura um balanço de carga ideal entre pinhão solar, engrenagens planetárias e coroa dentada em caixas planetárias. Planetárias atingem as mais altas eficiências em altas (i > 6), permitem acionamentos coaxiais e são muito compactas.

Benefícios

- **+ Eficiência: economia de energia (eficiência energética) com soluções de caixas de engrenagem de alta eficiência**
- **+ Disponibilidade: aumento de vida útil e de segurança operacional**
- **+ Confiabilidade: períodos extra-longos sem paradas não-planejadas**
- **+ Padrões pré-definidos personalizados às necessidades do operador**
- **+ Baixo nível de ruído com uso de engrenagem helicoidal dupla**
- **+ Sistemas de acionamento compactos e leves**

Planetária e caixa de engrenagens paralelas



Um provedor competente de serviço perto de você

Apoiada por 500 técnicos de serviço, 43 oficinas, e mais de 150 anos de experiência, Voith Service é o parceiro confiável para operadores de plantas com turbinas a gás ou a vapor. Esse time ajuda clientes a superarem desafios do cotidiano. A motivação que move esse time é fazer com que a operação de usinas, equipadas com produtos Voith ou de terceiros, seja sempre mais segura, confiável, durável e eficiente.

Ness processo, a Voith a si mesma como um parceiro para os operadores de usinas e, em linha com sua filosofia de serviço, focaliza suas ações e esforços nas necessidades de cada cliente.

Além de serviços convenciais, a Voith possui opções de especial interesse para o mercado de usinas de energia: contratos de serviço, rápida fabricação e entrega de peças sobressalentes, conceito de estoques individuais para parque de máquinas, rápidas e econômicas avaliações de condição de estado de equipamentos, suporte técnico especializado para problemas de operação, bem como modernizações e retrofits como medidas de aumento de performance e modificações aos métodos operacionais.

Consulte nossos especialistas para futuras otimizações operacionais de sua planta!

Verifique casos de serviços em acionamentos de turbinas, bombas e compressores em nosso website:
www.voith.com/turbo-industry-service

Serviços técnicos & contratos

- Número para emergências 24/7
- Suporte de Engenharia
- Análise de falha e causa raíz
- Solução de problemas
- Assistência remota
- Monitoramento de estado
- Avaliação de estado
- Medições e análises
- Treinamentos para cliente
- Contratos de serviço
- Extensão de garantia

Peças & unidades sobressalentes

- Pacotes de peças sobressalentes
- Unidades sobressalentes
- Fabricação de peças
- Entrega expressa
- Serviços de armazenagem
- Ferramentas e acessórios

Manutenção, reparo & revisão geral

- Instalação e comissionamento
- Instalações ao tempo
- Serviços de reparo em oficina
- Reparos em campo
- Reparos emergenciais
- Testes

Retrofit & modernização

- Modernização
- Atualizações
- Troca
- Retrofit
- Soluções turn-key

Presença mundial – escritórios e oficinas

VT0303, pt-br, BDI, 2025-06. Todos os dados e informações não são vinculativos. Sujeito a alterações.

Voith Group
St. Poeltener Str. 43
89522 Heidenheim, Alemanha

Contato:
Fone +55 11 3944-4000
Service.Turbo-Brasil@voith.com
www.voith.com

VOITH