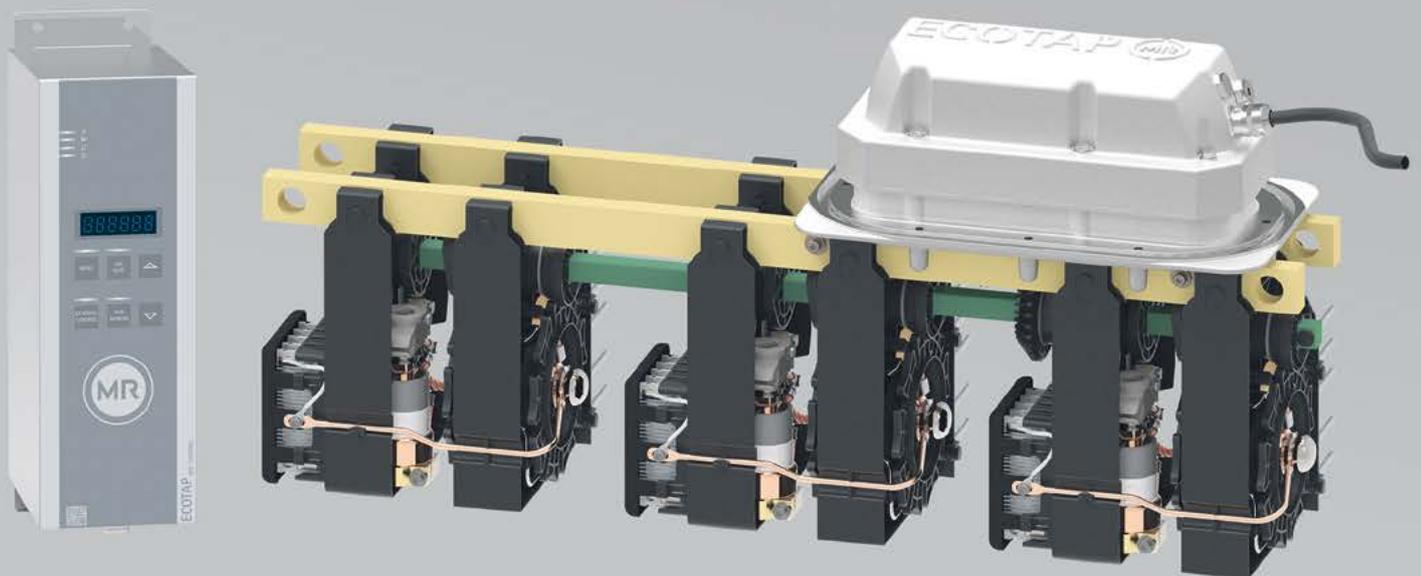




ECOTAP<sup>®</sup> VPD<sup>®</sup>

A CLASSE COMPACTA DE TRANS-  
FORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO.

[WWW.REINHAUSEN.COM](http://WWW.REINHAUSEN.COM)





# COMUTADORES DE DERIVAÇÃO EM CARGA COM TECNOLOGIA DE VÁCUO AGORA TAMBÉM PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO.

Compactos, confiáveis e sem manutenção: com a tecnologia de vácuo superior para comutadores de derivação em carga da Maschinenfabrik Reinhausen (MR), os transformadores de distribuição se tornam reguláveis. Eles mantêm a tensão estável em redes de distribuição públicas, industriais e particulares compensando as oscilações em média e alta tensão e reagindo de forma dinâmica às mudanças de alimentação e carga no nível de baixa tensão.

## Multitalentos: transformadores de distribuição reguláveis

- ▮ estabilizam redes com capacidade de curto-circuito limitada
- ▮ permitem a integração à rede de energia renovável sem a necessidade de expansão de rede onerosa
- ▮ aumentam a eficiência operacional das redes elétricas
- ▮ estabilizam processos industriais
- ▮ ajudam a reduzir os custos de energia no ambiente operacional
- ▮ facilitam a conexão de parques solares e eólicos em conformidade com o código de rede e de modo econômico

## Conceito comprovado originário da rede de transmissão

Os transformadores reguláveis que tornam a relação de transformação e as tensões modificáveis dinamicamente são um padrão no mundo inteiro nas redes de alta tensão e tensão extrema. Os comutadores de derivação em carga necessários para isso são em grande parte da MR. Mas nos transformadores conectados à média tensão encontrava-se no passado praticamente um comutador de derivação desenergizado, através do qual era possível ajustar a tensão somente após o desligamento do transformador. Com os avanços técnicos na tecnologia de regulação de tensão, bem como as mudanças atuais nas redes, deu-se início à mudança do cenário descrito estabelecido havia décadas.

No planejamento e operação de rede, são cada vez mais evidentes as vantagens que resultam do ajuste dinâmico da tensão, inclu-

sive em rede de distribuição e, assim, em média e baixa tensão. Como já ocorre nos níveis de tensão mais altos, neste campo o comutador de derivação em carga a vácuo também se mostra ser a primeira escolha para acrescentar a função de regulação de tensão na operação aos transformadores até então estáticos na rede de distribuição.

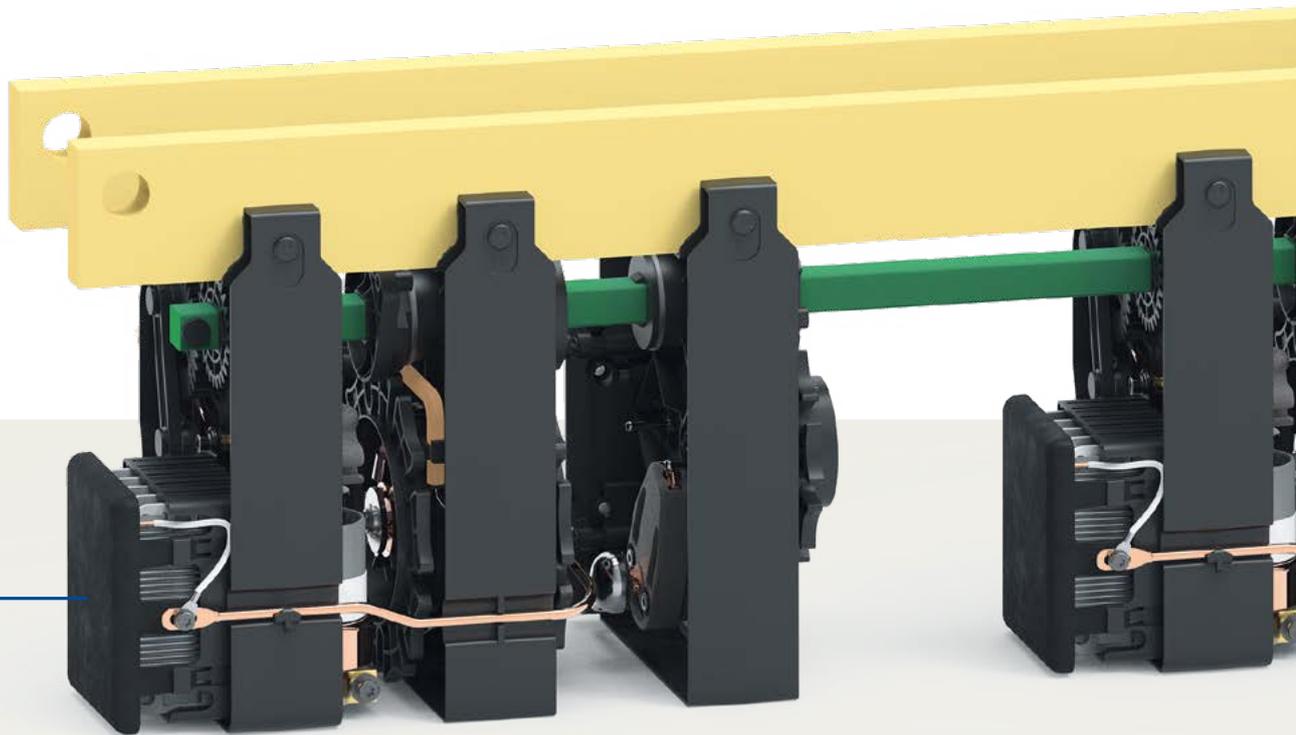


# COMUTADOR DE DERIVAÇÃO EM CARGA ECOTAP® VPD®.

Às vezes a grandeza pode ser incrivelmente compacta.

O ECOTAP® VPD® combina a competência construída por décadas da MR em comutadores de derivação em carga de vácuo na tecnologia de resistor rápido com a experiência acumulada desde 2012 em transformadores de distribuição reguláveis junto com fabricantes e operadores de transformadores. Com o ECOTAP® VPD® qualquer fabricante de transformadores de distribuição no mundo pode ampliar sua gama de produtos com transformadores reguláveis: com a tecnologia de vácuo avançada da MR e por um preço que torna o sistema composto por transformador e comutador de derivação em carga bastante atraente para muitos operadores.

- As dimensões compactas permitem a instalação em praticamente todas as categorias de desempenho de transformadores de distribuição, sem mudar substancialmente o volume ocupado
- O princípio de funcionamento eletromecânico comprovado da tecnologia de vácuo da MR garante a operação estável e confiável por décadas sem manutenção do equipamento primário
- O princípio do resistor rápido conhecido entre fabricantes e operadores há décadas garante que durante a concepção, fabricação, inspeção e operação se tenha acesso às experiências existentes e não seja necessário fazer treinamentos abrangentes

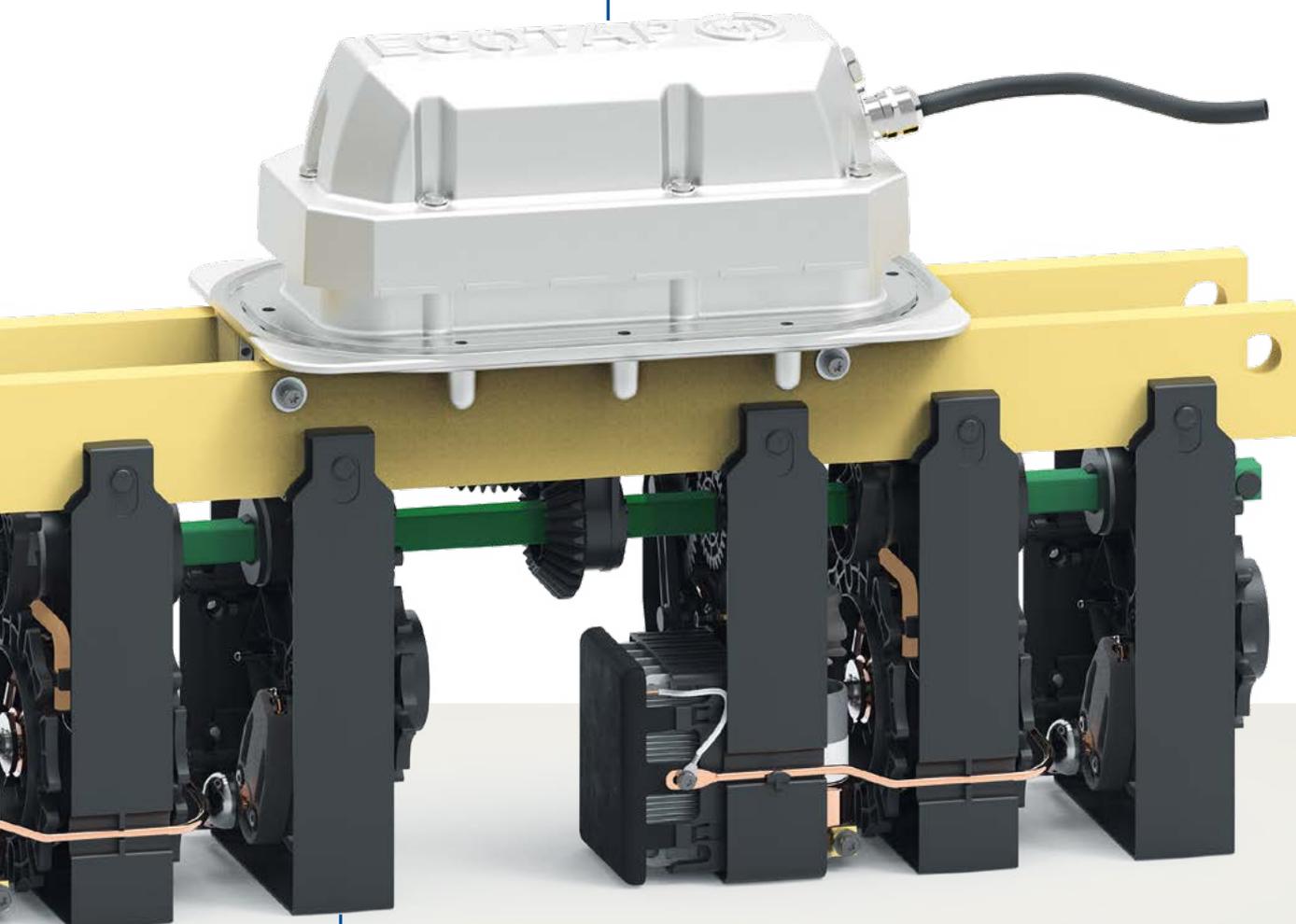


## Unidade de comutação

- Os tubos de vácuo impedem a contaminação do óleo de transformadores e garantem que o equipamento primário não precise de manutenção
- Uma tensão de tap de até 825 V, uma tensão média operacional máxima de até 40,5 kV e correntes comutáveis de até 30 A/100 A garantem um amplo espectro de aplicação em transformadores de até 8 MVA (dependendo da tensão superior do transformador)
- O princípio do resistor rápido com regulagem no lado de tensão superior evita contribuições significativas às perdas do transformador e garante o cumprimento da diretriz da UE de design ecológico

### Acionamento direto

- O máximo de 20 comutações de tap por minuto permite uma reação rápida às mudanças na rede
- As funções de segurança abrangentes e um acumulador de energia elétrico garantem que as comutações de tap iniciadas sejam concluídas mesmo em caso de queda total de tensão
- Possibilidade de uso externo graças ao grau de proteção IP66



### Módulos de seletor

- A mecânica robusta permite 500.000 comutações sem necessidade de manutenção e, com isso, ultrapassa a vida útil comum de um transformador de distribuição correspondente
- As 9 ou 17 posições do comutador de derivação em carga garantem um grande intervalo de regulagem com graduação fina dos passos de comutação
- Devido à capacidade de uso em ésteres selecionados sintéticos e naturais, a operação é garantida também em aplicações com exigências rigorosas em relação ao impacto ambiental e carga de incêndio

# ECOTAP® VPD® – UNIDADE DE COMANDO E REGULAGEM DE TENSÃO.

Compacto, robusto, fácil de usar e ampliável.



## Compacto e robusto

- ▮ Apenas 10 cm de largura e 35 cm de altura
- ▮ Pode ser montado com ajuda de um adaptador de forma compacta com a largura de uma barra de disjuntores em uma barra coletora
- ▮ Faixa de temperatura mais ampla de -25°C a +70°C
- ▮ Alto nível de ruído elétrico de até 4 kV
- ▮ Grau de proteção IP30, com carcaça opcional de IP54
- ▮ Concebido para uma vida útil de 20 anos

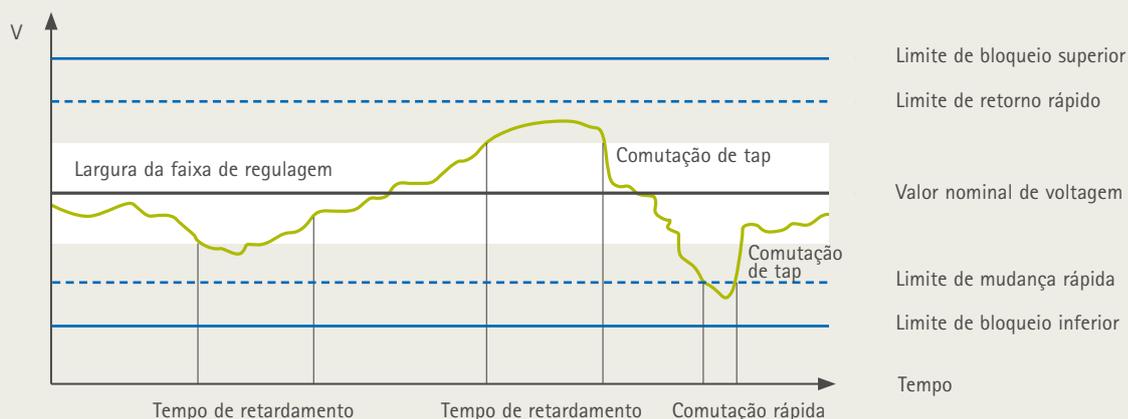
## Fácil de usar

- ▮ Operação automática com algoritmo de regulagem de tensão monofásico
- ▮ Operação manual com operação de subir e baixar
- ▮ Parametrização completa possível na unidade de comando, não é necessário o uso de um laptop
- ▮ Indicações de status completas no display

## Ampliável com módulo adicional CONTROL PRO

- ▮ Comunicação remota conforme IEC 60870-4-104, IEC 61850, DNP3, MODBUS TCP
- ▮ Algoritmos de regulagem de tensão avançados, como os índices de tensão baseados em potência
- ▮ Regulagem paralela
- ▮ Medição trifásica de tensão e corrente
- ▮ Armazenamento de valores de medição de Power Quality

Algoritmo de regulagem confiável com base na tensão da barra coletora medida em uma fase.



# OTIMIZADO PARA FABRICANTES E OPERADORES DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO.

Otimizado conforme o processo. Plug & Play.

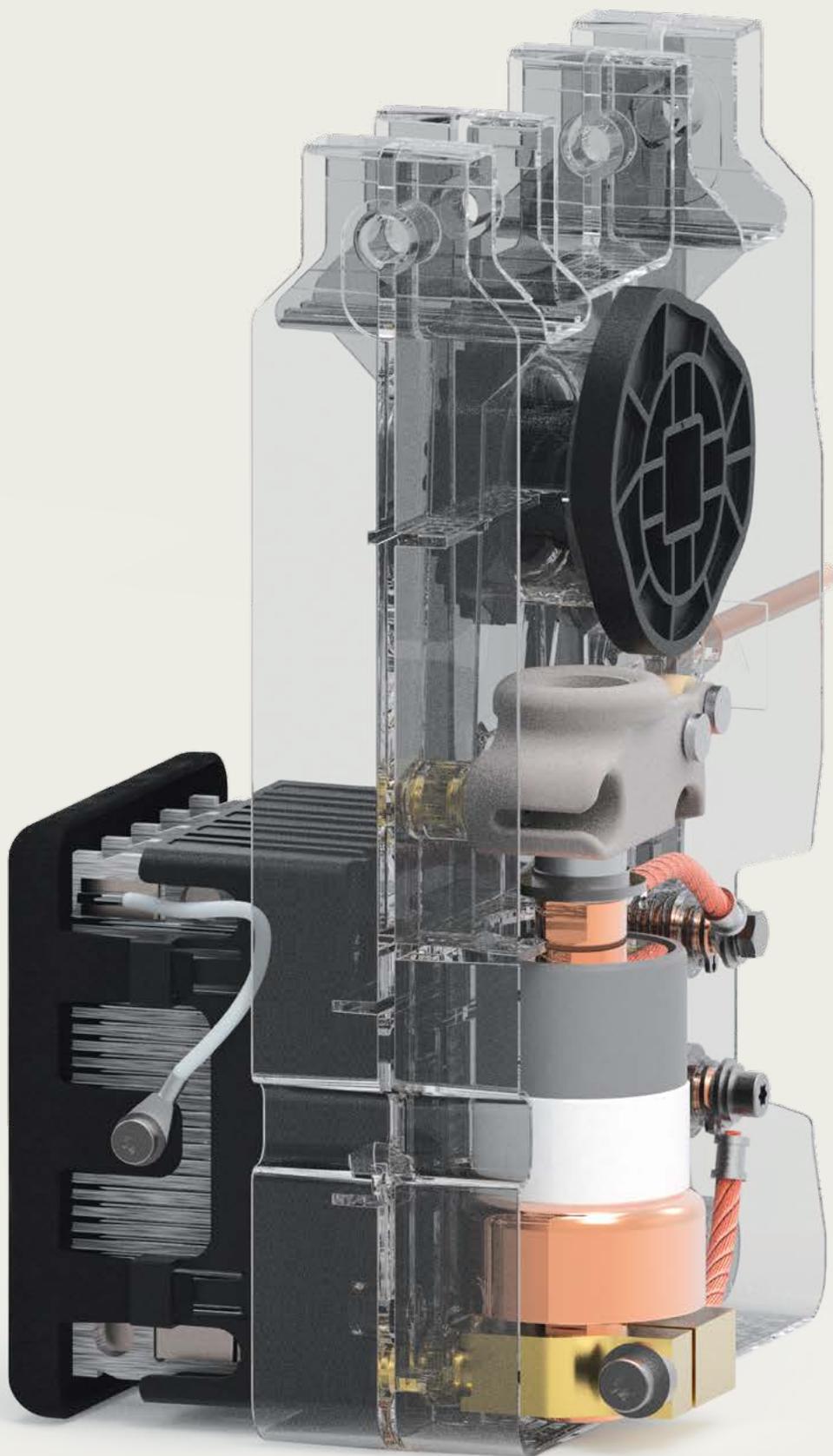
O ECOTAP® VPD® se integra aos processos dos **fabricantes de transformadores** – desde a concepção, passando pela montagem e até a inspeção.

- O já conhecido princípio do resistor rápido permite a adaptação simples do design anterior do transformador com pouco esforço
- Prazos de entrega curtos graças ao número baixo de modelos do produto (sete variantes de resistor em toda a gama de potência)
- O enrolamento de regulação pode ser integrado tanto de forma mecânica quanto elétrica em qualquer ponto no enrolamento do transformador
- Esforço moderado de montagem devido ao número baixo de peças e cabeamento reduzido ao nível mínimo
- Adequado para todos os processos de secagem
- Adequado para todos os campos de teste (sem correntes indutivas adicionais)
- Assistência da rede de serviços mundial da MR

O ECOTAP® VPD® torna o uso de transformadores de distribuição regulados para os **operadores** tão fácil quando o de transformadores convencionais.

- Disponível para transformadores de todos os fabricantes
- A máxima rentabilidade torna o uso aconselhável em várias aplicações
- O pouco volume ocupado permite uma substituição simples dos transformadores existentes no campo
- O design compacto da unidade de comando permite a instalação em apenas uma barra de disjuntores
- Máxima durabilidade graças à tecnologia de vácuo comprovada da MR
- Sem necessidade de manutenção durante toda a vida útil do transformador de distribuição
- Conformidade com a diretiva da UE de design ecológico, já que a classe de perda do transformador não é modificada
- Devido ao intervalo de regulagem amplo com graduação fina, é oferecido um amplo espectro de aplicação sem o perigo de flutuação
- Adequado também para fluidos de isolamento alternativos
- Ligação simplificada no local de instalação por meio de conectores
- Para treinamentos e em caso de assistência, a rede mundial da MR está à disposição





# MAIS POTÊNCIA, MAIS VALOR.

Tecnologia avançada. Economicamente convincente.



## O comutador de derivação em carga mais compacto do mundo para transformadores de distribuição com o maior escopo de desempenho

- Sem alteração do volume ocupado em relação aos transformadores convencionais em praticamente todas as categorias de desempenho
- A unidade de comando compacta se encaixa em qualquer lugar, até mesmo em uma barra coletora
- Escopo de desempenho líder de mercado apesar das dimensões mínimas



## Isento de manutenção e durável com a confiança comprovada da MR

- Vida útil análoga à do transformador de distribuição por ser desnecessário o uso de eletrônica de potência no equipamento primário
- Sem contaminação do óleo de transformadores e sem manutenção do equipamento básico graças à tecnologia de vácuo comprovada da MR
- Integração de toda nossa experiência com mais de 60.000 comutadores de derivação em carga com tecnologia de vácuo



## Máxima economia para todo o sistema de transformador e comutador de derivação em carga

- Sem despesas de manutenção do equipamento primário – uma vida útil de transformador longa; possibilidade de troca do equipamento secundário com custo baixo
- O princípio do resistor rápido evita custos adicionais de energia perdida
- A tecnologia de vácuo comprovada amplia o escopo de funções do transformador significativamente com custos adicionais moderados em relação ao modelo sem regulagem



## Equipado para os requisitos do futuro

- Já atende às exigências da diretriz da UE de design ecológico para 2021
- Permite o uso de ésteres sintéticos e naturais como fluidos de isolamento
- Recursos adicionais devido ao conceito de comando modular que pode ser equipado posteriormente por um custo baixo



## Integração perfeita aos processos pelo fabricante de transformadores

- Compatível com todos os designs de transformador comuns e processos de secagem e inspeção
- Possibilidade de conexão elétrica e mecânica no transformador com ferramentas e procedimentos comuns
- Em relação a um transformador não regulado, um esforço de cabeamento ligeiramente maior e máxima flexibilidade na disposição dos enrolamentos



## Colocação em operação descomplicada – operação simples

- Colocação em operação e operação como em um transformador de distribuição sem regulagem
- Possibilidade de parametrização e operação sem uso de laptop
- Ligação rápida por conectores



# OPERAÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO PÚBLICAS COM TENSÃO ESTÁVEL.

Os clientes operadores de rede de distribuição pública esperam não só que a alimentação de energia elétrica seja confiável, mas também que seja fornecida com tensão uniforme dentro de uma faixa limitada regulada por normas.

A qualidade da alimentação de energia é prejudicada com as oscilações de tensão. Isso pode causar falhas em aparelhos e processos e danos de sistemas elétricos até perigo de vida ou de ferimentos. Dependendo da topologia e dos componentes da própria rede, os esforços para estabelecer a tensão do operador de rede a jusante, o escopo e o comportamento das cargas e alimentações, bem como o regime de regulação anterior, a garantia de uma tensão estável é um desafio para o operador de rede de distribuição.

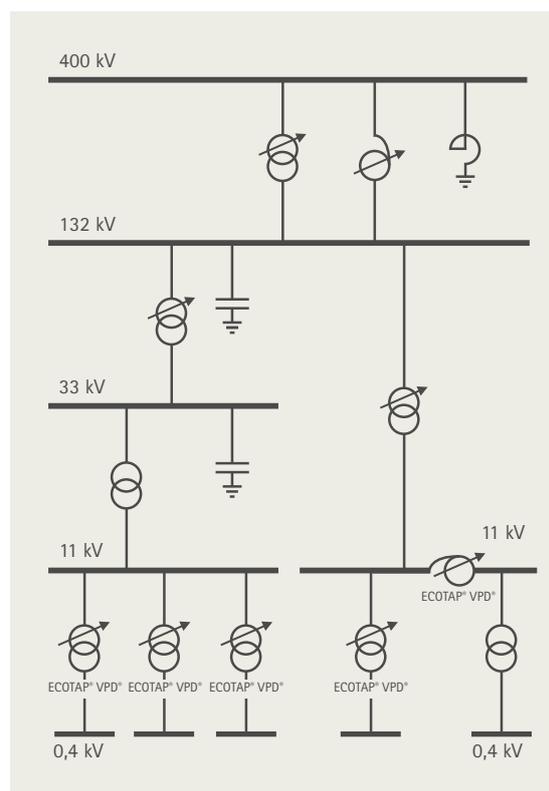
Em redes amplas com linhas aéreas com capacidade de curto-circuito baixa, comum na Ásia e na África, é difícil garantir que a alimentação tenha tensão estável. Especialmente se o operador de rede a jusante não atua ou atua de forma limitada para manter a estabilidade da tensão.

## Controle total da tensão para operadores de rede de distribuição

Em transformadores reguláveis ou reguladores de linha com ECOTAP® VPD®, os operadores de rede de distribuição ganham acesso direto a um componente comprovado, com o qual, independentemente da tensão na rede a jusante, conseguem estabilizar a tensão em um ponto central para várias saídas de baixa tensão. Em comparação com os bancos de capacitores, os transformadores reguláveis ou reguladores de linha têm uma resistência muito maior e permitem uma regulação mais fina.

A escolha da solução ideal entre um transformador regulável ou um regulador de linha com ECOTAP® VPD® vai depender do tamanho da área de rede a ser estabilizada.

A tecnologia de vácuo comprovada da MR faz com que o ECOTAP® VPD® seja extremamente confiável. Além disso, em sua



categoria ele é o único comutador de derivação em carga sem necessidade de manutenção. Com sua construção extremamente compacta, os transformadores com ECOTAP® VPD® podem ser usados em qualquer lugar – também em instalações de poste. A alta rentabilidade de todo o sistema do transformador e ECOTAP® VPD® fazem deste comutador de derivação compacto a solução mais eficiente em muitos casos para estabilizar a tensão de uma rede de distribuição.



# INTEGRAR ENERGIAS RENOVÁVEIS E NOVAS CARGAS ÀS REDES DE FORMA ECONÔMICA.

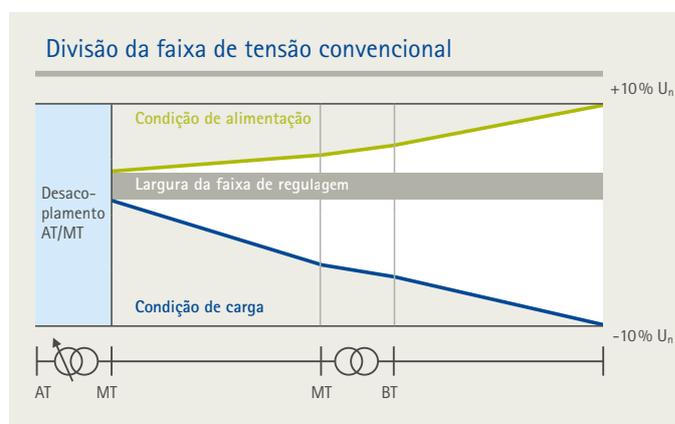
Os operadores de rede de distribuição estão diante de um sério dilema: eles precisam garantir uma tensão de alimentação estável na rede de média e baixa tensão e, ao mesmo tempo, integrar cada vez mais as energias renováveis (aumento de tensão) e, no futuro, também outros tipos de carga (redução de tensão).

Em geral, os operadores de rede de distribuição são incentivados a manter em cada ponto na rede uma tensão de alimentação de  $\pm 10\%$  da tensão nominal conforme EN 50160. A faixa de operação disponível de 20% precisa ser dividida por toda a extensão da rede de média tensão, do transformador de rede local convencional, da rede de baixa tensão até a conexão doméstica, a partir do transformador de AT/MT regulado por comutador de derivação em carga. Não é incomum a admissão de uma amplitude máxima de tensão. Devido às energias renováveis, isso correspondente a 3% na rede de baixa tensão e 2% na rede de média tensão. O restante da faixa de operação é reservado para quedas de tensão e exatidões de ajuste.

Com o crescimento rápido da capacidade de alimentação de energias renováveis, ainda existe o perigo frequente de violar a faixa de tensão permitida (conforme EN 50160). De forma análoga, as novas formas de carga (eletromobilidade, bombas térmicas etc.) prejudicam a manutenção da faixa de tensão na outra direção. Como consequência, os operadores de rede de distribuição se veem obrigados a tomar medidas de ampliação de rede onerosas, embora as capacidades térmicas de seus componentes na rede não estejam longe de estar exauridas.

## Utilização da capacidade de rede de forma ideal pelos transformadores de rede locais reguláveis

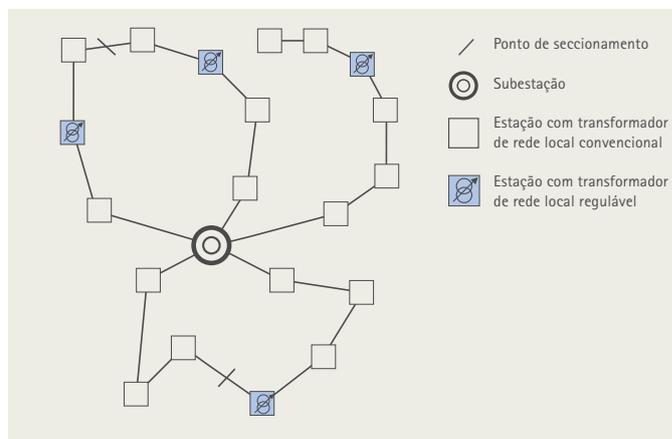
Um transformador de rede local regulável, ou seja, um transformador de rede local com ECOTAP® VPD®, atua na raiz do problema, a manutenção da faixa de tensão, ajustando a tensão de forma dinâmica.



A faixa de tensão disponibilizada conforme EN 50160 pode ser dividida novamente graças ao desacoplamento da baixa e média tensão e, com isso, pode ser melhor usada. Este princípio é usado hoje principalmente para a conexão de energias renováveis, mas também é possível integrar cargas adicionais à rede existente.

Como a capacidade de absorção da rede pode ser aumentada em até quatro vezes, é possível evitar a dispendiosa ampliação de rede que de outro modo seria necessária ou pelo menos adiar tal medida. O mais importante é que, com ajuda do transformador de rede local regulável, os componentes podem ter um aproveitamento significativo, o que aumenta a rentabilidade.

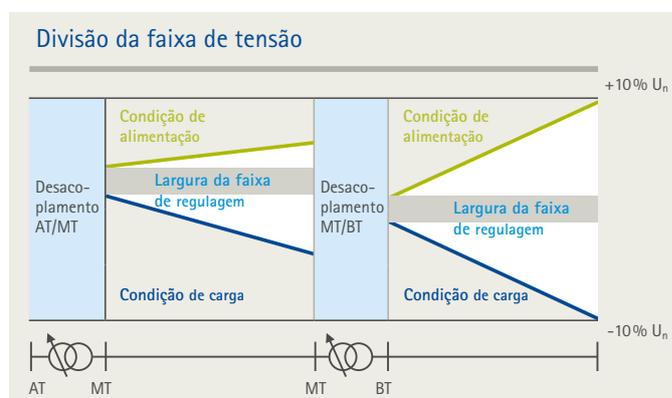




Além de evitar violações da faixa de tensão em redes de baixa tensão, os transformadores de rede locais reguláveis podem fazer a integração de fornecedores e cargas de forma mais econômica no uso em grandes extensões ou no uso inteligente, até mesmo na rede de média tensão.

Na integração rentável de rede de energias renováveis e novos tipos de carga, os comutadores de derivação em carga são especialmente adequados, pois com suas dimensões compactas, ausência de manutenção e longa vida útil, os custos de investimento e de operação são mantidos baixos para os operadores da rede de distribuição. Uma faixa de regulação maior com graduação fina garante ainda que o máximo de potência de alimentação ou carga possa ser integrado às redes sem causar flutuações devido às alterações grandes na tensão.

### Uso pontual de transformadores de rede local reguláveis com foco na rede de baixa tensão



### Princípio de funcionamento

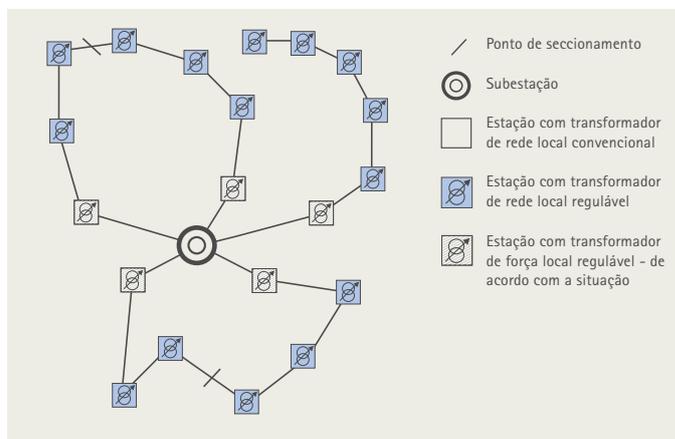
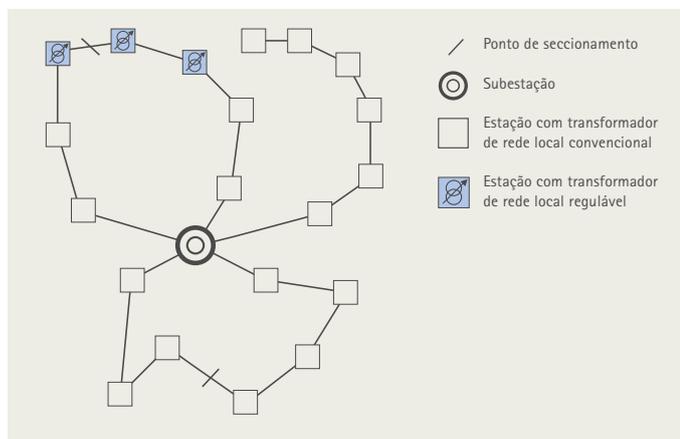
- ▀ Cada estação de rede local é equipada com um transformador de rede local regulável com o qual a baixa tensão é desacoplada da média tensão
- ▀ A faixa de tensão na baixa tensão é dividida novamente dentro das especificações da EN50160 ( $\pm 10\%$ )

### Campo de aplicação

- ▀ Potenciais violações da faixa de tensão pontuais na média tensão devido a grandes fornecedores flutuantes (como centrais eólicas) ou grandes cargas industriais irregulares
- ▀ Potenciais violações da faixa de tensão pontuais na baixa tensão devido a fornecedores voláteis (como instalações de telhado de painéis fotovoltaicos) ou consumidores novos (como eletromobilidade, bombas térmicas)

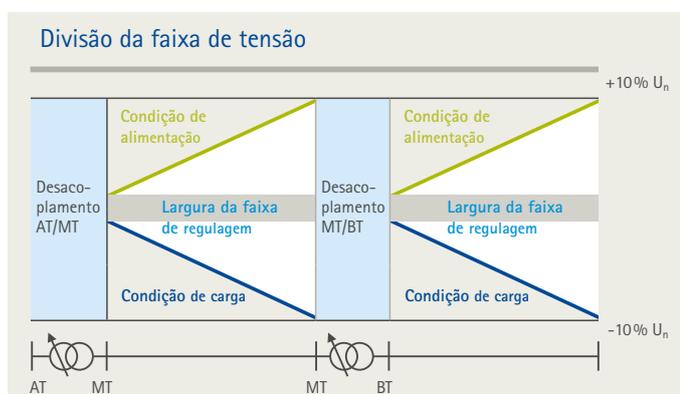
### Vantagens

- ▀ Maior potencial de integração para fornecedores e cargas em toda a rede de baixa tensão
- ▀ Evitar ou adiar medidas de reforço de rede na rede de baixa tensão (paralelização de cabos, definição de novas estações de rede local etc.)
- ▀ Maior segurança de planejamento em todas as saídas da respectiva estação de rede local devido ao maior potencial de integração



### Uso em terminais de transformadores de força local reguláveis com foco na rede de média tensão

### Uso abrangente de transformadores de força local reguláveis com foco na rede de média tensão



### Princípio de funcionamento

#### Princípio de funcionamento

- As estações de rede locais a partir de uma determinada distância da subestação são equipadas com transformadores de rede locais reguláveis
- A tensão das redes de baixa tensão a jusante é desacoplada da tensão da linha de média tensão afetada e se mantém dentro das determinações da EN 50160 graças aos transformadores de rede locais reguláveis
- Como consequência, podem ocorrer oscilações de tensão maiores na rede de média tensão afetada

#### Campo de aplicação

Potenciais violações da faixa de tensão em uma área grande relacionada no nível de média tensão, como no fim de linhas radiais, causadas por alimentadores com flutuação acentuada ou constantes ou consumidores nas proximidades das estações em questão

#### Vantagens

- Maior potencial de integração para alimentadores e cargas na rede de média tensão e nas redes de baixa tensão a jusante
- Evitar ou adiar medidas de reforço de rede na rede de média tensão (paralelização de cabos)

- Todas as estações de rede locais que não estejam nas proximidades da subestação são equipadas com um transformador de rede local regulável
- A tensão das redes de baixa tensão a jusante é desacoplada da média tensão e se mantém dentro das determinações da EN 50160 graças aos transformadores de rede locais reguláveis
- Na rede de média tensão afetada são permitidas oscilações maiores de tensão e também uma redução adicional do valor nominal da tensão no transformador de AT/MT

#### Campo de aplicação

Potenciais violações da faixa de tensão em uma área relacionada maior na média tensão devido a altas tensões da alta tensão ou a alimentadores ligados diretamente à subestação que não podem ser compensados pelo comutador de derivação em carga no transformador de AT/MT.

#### Vantagens

- Maior potencial de integração para fornecedores e cargas na rede de média e alta tensão e nas redes de baixa tensão a jusante
- Evitar ou adiar medidas de reforço de rede de grande extensão na rede de média tensão ou construção de uma outra subestação
- Evitar ou adiar uma troca do transformador de AT/MT por um transformador com outra relação de transformação ou transformador com comutador de derivação

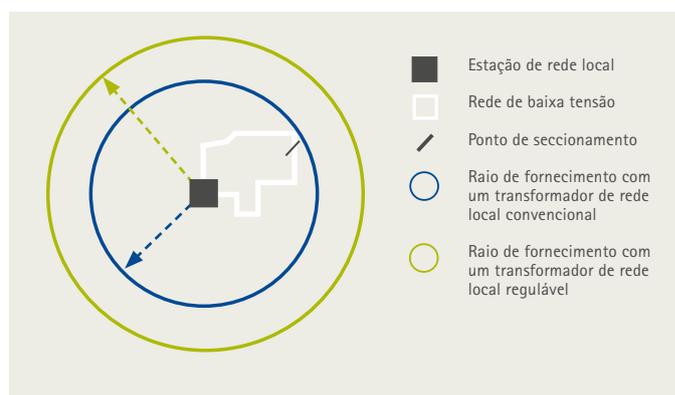


# OTIMIZAR AS TOPOLOGIAS DE REDE.

Uma rede de distribuição eficiente tem o menor número possível de componentes. Assim é possível economizar tanto em investimentos quanto em custos operacionais. Com o ECOTAP® VPD®, os transformadores de rede local regulados ajudam a aumentar a eficiência das seções de rede e com isso o número total de estações de rede locais pode ser reduzido.

A quantidade de estações de rede local necessárias para uma região é determinada, por um lado, pela carga máxima a ser fornecida ou alimentação máxima a ser transportada e, por outro, pela máxima distância possível dos pontos de tensão entre a estação da rede local e os pontos de conexão da rede. Os transformadores de rede locais reguláveis ajustam a tensão dinamicamente e permitem um raio de fornecimento de energia elétrica maior em torno da respectiva estação. Assim é possível incluir também em uma estação de rede local consumidores ou alimentadores mais distantes.

Com isso, o operador da rede tem a chance de interligar duas estações ou ainda prescindir da construção de mais uma estação de rede local. Se a alimentação só puder ser assumida por uma estação de rede local, haverá economias no aluguel de terrenos, reparos das estações ou investimentos em substituições ou equipamentos novos. O pré-requisito é que um único transformador possa ser concebido de forma que sua potência para a carga ou alimentação seja suficiente para a área de rede aumentada.



Para a otimização das topologias de rede, a área de regulagem máxima de comutadores de derivação em carga é de grande importância, já que é ela que define o raio de alimentação. As dimensões compactas e a dispensa de manutenção ajudam ainda na rentabilidade da medida de otimização.

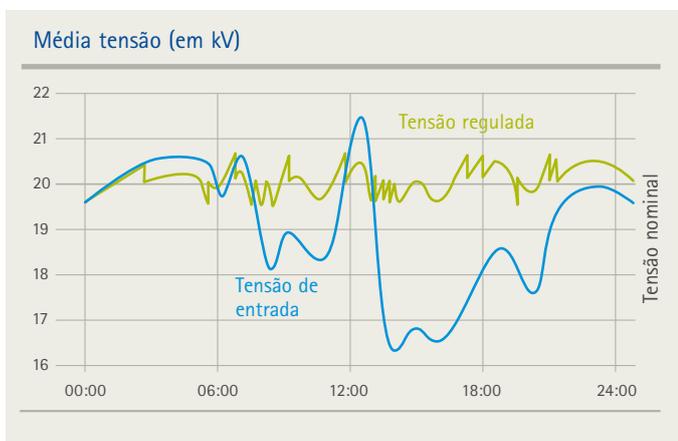
## Exemplo de uma topologia de rede otimizada com transformadores de rede locais reguláveis

Uma pequena localidade com cerca de 1.500 habitantes é abastecida por 12 estações de rede locais, sendo sete delas localizadas na parte povoada. Quatro das sete estações têm mais de 40 anos e deverão ser modernizadas em breve. Com a mudança para transformadores de rede local regulável com ECOTAP® VPD®, os raios de fornecimento das estações aumentam de modo que a parte habitada é alimentada com cinco em vez das sete estações anteriores sem perda de qualidade. Isso reduz pela metade o esforço de modernização. Além disso, podem ser recuperadas áreas de terreno. A manutenção e os reparos de duas estações deixa de ser necessária.



# ESTABILIZAR PROCESSOS INDUSTRIAIS EM REDES VOLÁTEIS.

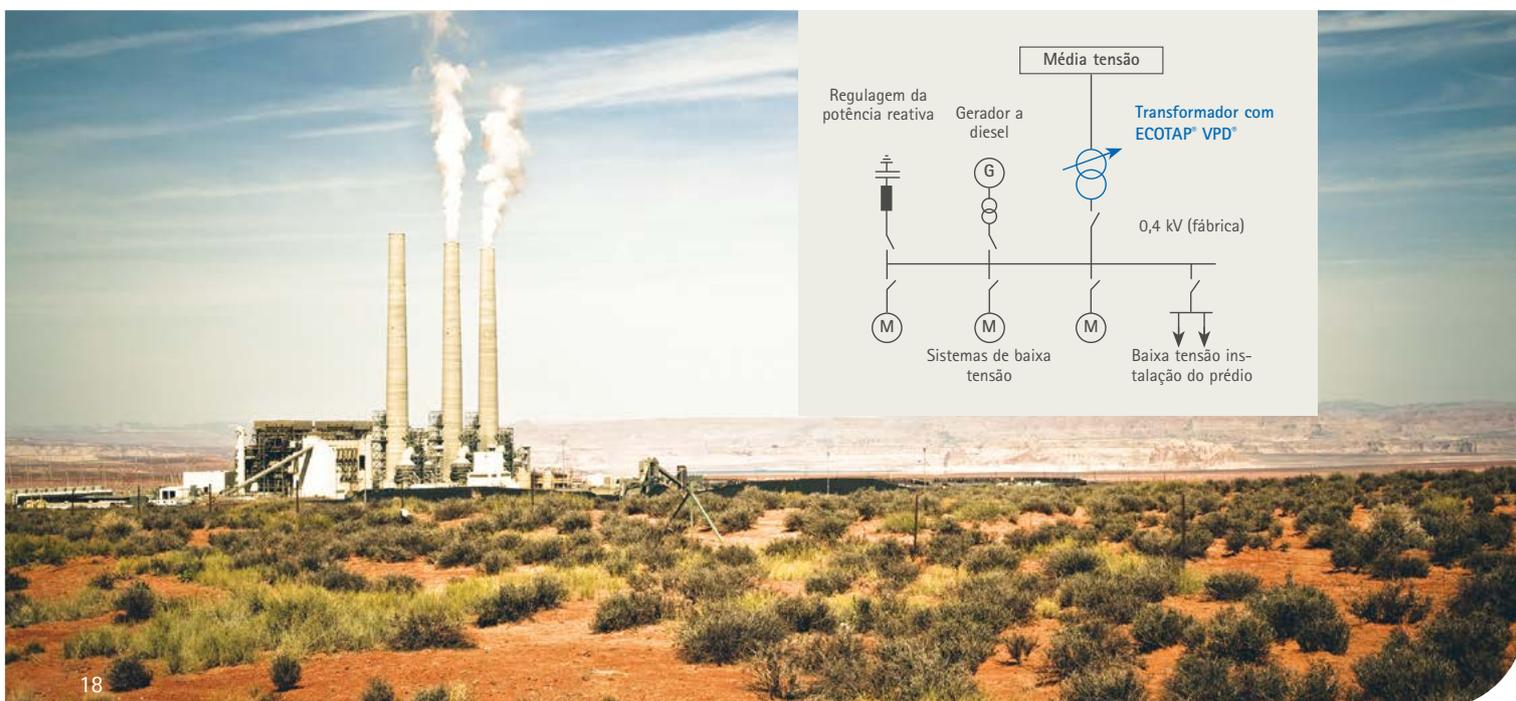
Para que os processos industriais possam ser executados com estabilidade e confiança, eles precisam ser alimentados com tensão estável que se move por uma faixa bem definida.



Em redes com potência de gerador insuficiente, longos trechos de transmissão ou consumidores e geradores voláteis, a média tensão a ser fornecida pode ficar sujeita a grandes oscilações de tensão. Com isso, pode ocorrer interrupção dos processos de fabricação, falta de partida dos motores e falha dos sistemas de

controle. Principalmente em processos industriais sensíveis, isso pode causar danos extensos. Isso é bastante crítico em hospitais. Além das interferências diretas nos processos, a oscilação frequente de tensão pode prejudicar a vida útil dos componentes.

Um transformador regulável com ECOTAP® VPD® na rede de distribuição industrial garante que os consumidores sejam abastecidos com tensão estável independentemente da volatilidade da média tensão. Para esta aplicação, os comutadores de derivação em carga são ideais, já que com a ajuda deles é possível regular uma grande área, inclusive com oscilações abrangentes na média tensão durante muitos anos de forma confiável e sem necessidade de manutenção. As dimensões compactas ajudam a manter os custos baixos, pois o transformador regulador pode ser instalado no local anteriormente ocupado pelo transformador não regulado.



# REDUZIR CUSTOS DE ENERGIA COM TENSÃO OTIMIZADA.

Para cargas como motores, aquecimentos ou iluminação convencionais, ou seja, não regulados por frequência, o consumo de energia é influenciado, entre outros fatores, pela tensão fornecida aos equipamentos.

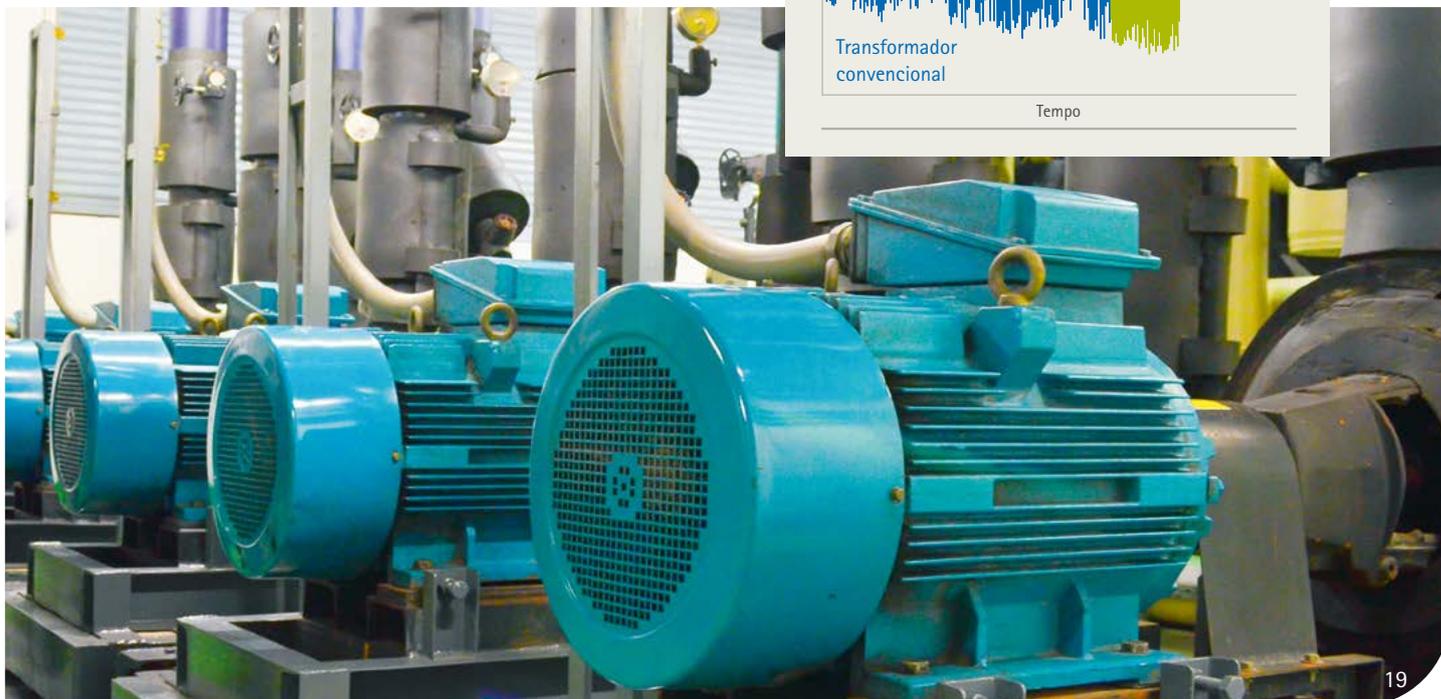
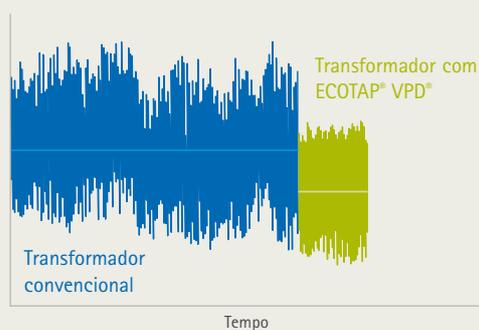
Se um dispositivo deste tipo for alimentado com uma tensão maior do que a necessária, por exemplo, porque a média tensão está acima da tensão nominal, o dispositivo consumirá mais energia do que o necessário.

O uso de um transformador regulável com ECOTAP® VPD® na rede de distribuição industrial permite que os dispositivos sejam alimentados ativamente com uma tensão ideal. Isso reduz o consumo de energia sem limitar a função dos equipamentos. A equalização da tensão atual e ideal de consumo é feita pela unidade de comando do transformador regulável. Antes que a tensão continue se reduzindo de modo a prejudicar a operação dos equipamentos, o transformador regulável entra em ação e repõe a tensão no nível ideal para o equipamento. Ao fazer isso, é possível conseguir uma redução dos custos de energia de até 15%.

Para a otimização do consumo de energia são necessários comutadores de derivação em carga com uma faixa de regulagem

grande que também possam comutar em passos de comutação mais finos. Com isso garante-se que a tensão real sempre fique o mais próximo possível da tensão ideal dos pontos de consumo de energia. Os equipamentos muito compactos oferecem ainda a vantagem de fazer a instalação no local do transformador convencional, sem necessidade de alterar a construção dos locais de operação elétrica. Para um rendimento ideal na medida de economia de energia, essa é uma solução relevante que pode ser operada com confiança por vários anos sem necessidade de manutenção.

Consumo de energia (em kW)



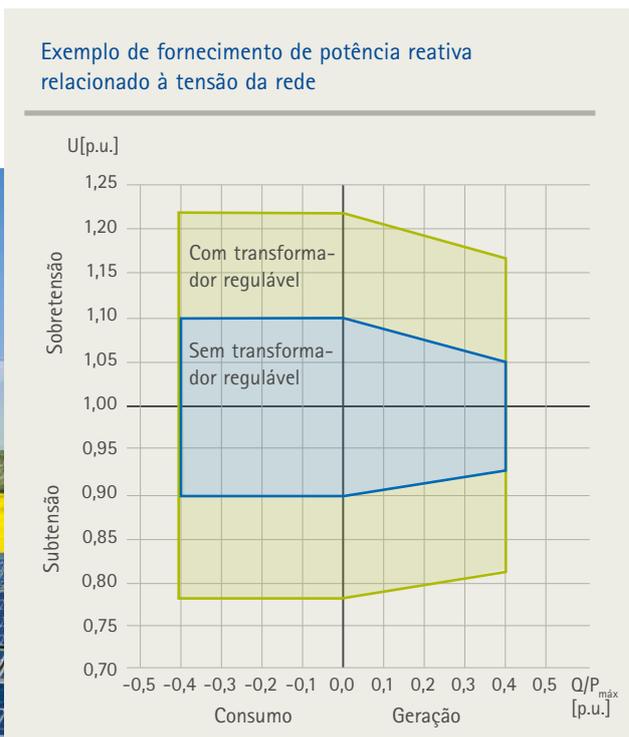
# MANTER AS CONDIÇÕES DE LIGAÇÃO DE REDE DE FORMA ECONÔMICA.

Os sistemas de geração descentralizados baseados em energias renováveis (fotovoltaica, eólica, biogás) devem atender os respectivos requisitos do operador de rede durante a integração à rede na forma de condições de ligação de rede válidas.

As condições de ligação de rede muitas vezes obrigam os fabricantes de sistemas de geração descentralizados a comprovar as propriedades elétricas dos sistemas e exigem testes de aprovação. O ponto crítico aqui é principalmente o fornecimento da potência reativa que depende da tensão da rede. Especialmente na área subexcitada, a capacidade de potência reativa de sistemas de geração com subtensão é restrita dependendo do sistema. Em caso de exigências rigorosas referentes ao fornecimento de potência reativa, elas podem ser muitas vezes representadas por um superdimensionamento do conversor ou exigem um comportamento de operação do sistema de geração que reduz a alimentação de potência ativa dependendo da situação para disponibilidade a potência reativa exigida. Ambas as abordagens são pouco atraentes, pois a primeira delas aumenta os custos de sistema de geração enquanto que a segunda opção reduz a potência do sistema. Em ambos os casos, o rendimento do operador cai.

## Os transformadores reguláveis aumentam a potência reativa

Pelo desacoplamento da tensão secundária da tensão da rede no gerador, os transformadores reguláveis com ECOTAP® VPD® garantem que o sistema de geração sempre será alimentado com a tensão nominal do sistema e, com isso, poderá ser usada toda a capacidade da potência reativa. Dependendo da concepção, toda a capacidade de potência reativa está disponível, por exemplo, em uma faixa entre +20% e -20% da tensão nominal.



Por meio do desacoplamento de tensão permitido pelo transformador regulável, é possível abrir mão de um superdimensionamento do conversor ou da redução da alimentação de potência ativa, o que no fim possibilita um sistema de geração econômico. Como alternativa, também é possível usar o espaço livre ganho pelo transformador regulável para colocar um sistema de geração existente em uma classe de potência superior.

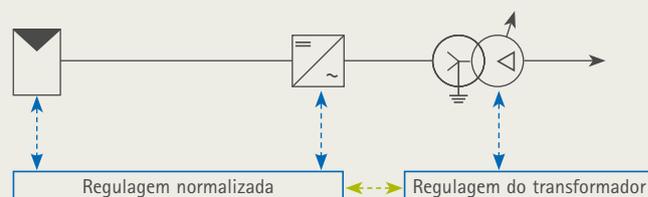
Outra vantagem relacionada ao uso de transformadores reguláveis em sistemas de geração é que não há mais a necessidade de um sistema de compensação de potência reativa externo que, caso contrário, seria necessário para atender as condições de ligação de rede. Essa medida também aumenta a rentabilidade do sistema de geração.

A integração de transformadores reguláveis é possível em todos os sistemas de geração descentralizados. Os exemplos típicos são os sistemas de centrais eólicas e parques fotovoltaicos.

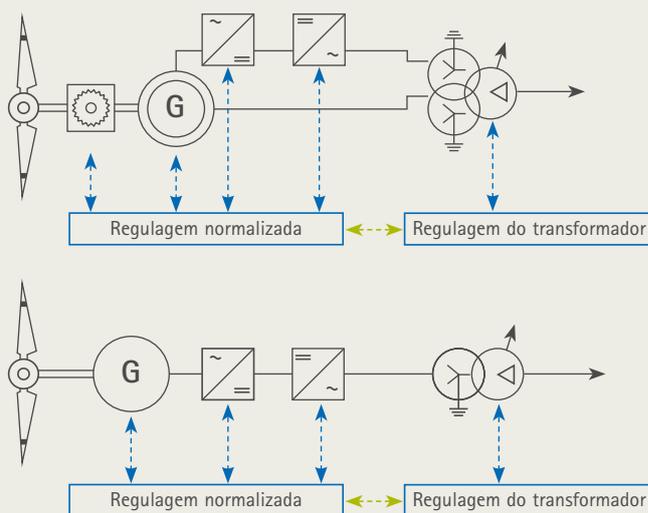
Nos sistemas de centrais eólicas, também é possível a combinação com transformadores reguláveis com diferentes conceitos de acionamento, como geradores assíncronos ou conversores. O transformador regulável pode basicamente agir autonomamente ou ser integrado na regulação na unidade de geração.

Em razão dos espaços muito limitados, principalmente em sistemas de centrais eólicas, os comutadores de derivação em carga extremamente compactos são um pré-requisito obrigatório. Além disso, a rentabilidade desta aplicação aumenta com a abrangência da área de regulação do comutador de derivação em carga, que além de questões ambientais e de carga de incêndio em fluidos isolantes alternativos, precisa ser operada por vários anos sem manutenção de forma estável. Como normalmente também é preciso atender a determinações de tempo para o fornecimento de potência reativa dos sistemas de geração, um comutador de derivação em carga pode ser vantajoso, pois consegue transferir as mudanças de tensão em poucos segundos.

#### Transformador regulável em parques fotovoltaicos

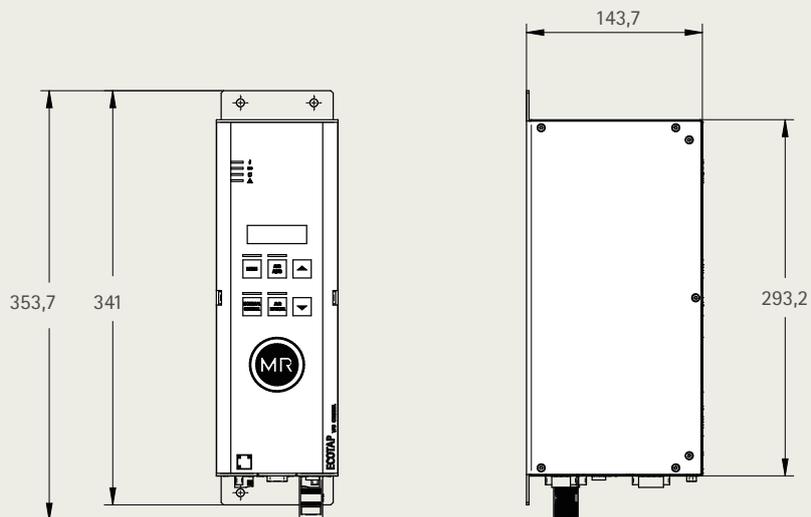
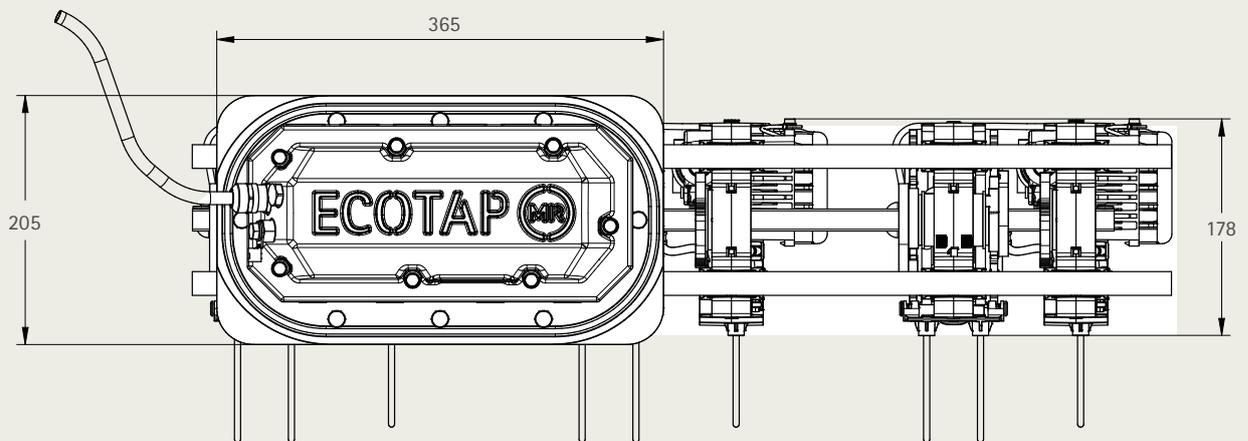
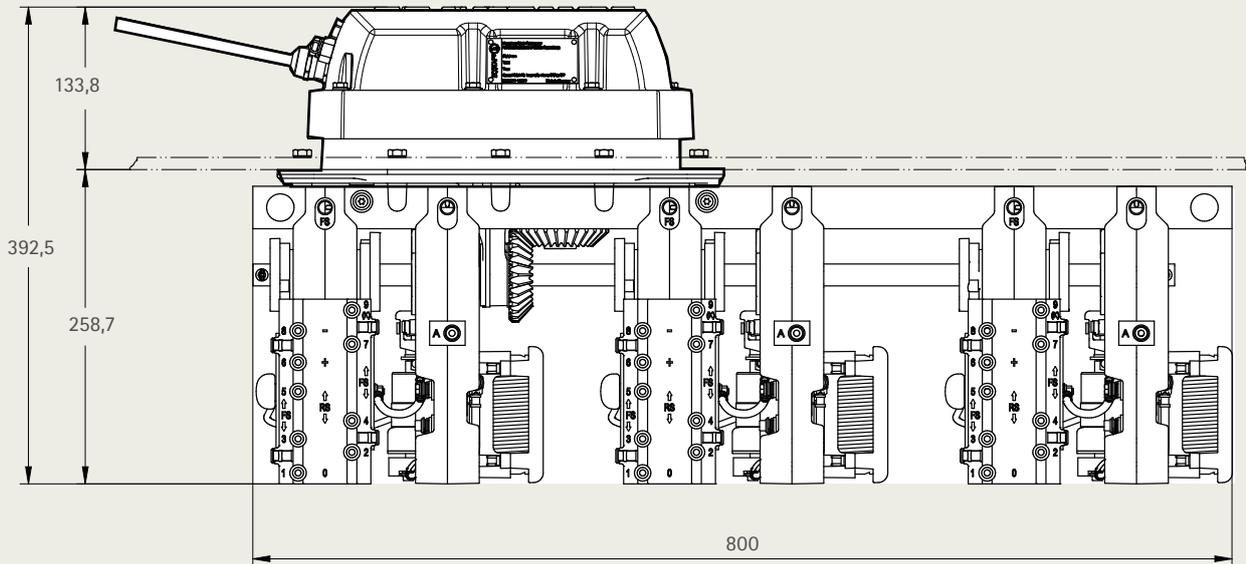


#### Transformador regulável em sistemas de centrais eólicas



# ECOTAP® VPD®

Desenhos técnicos do modelo 36 kV



# DADOS TÉCNICOS.

Comutador de derivação em carga	ECOTAP® VPD® III 30	ECOTAP® VPD® III 100
Número de fases	3	
Aplicação	Em qualquer ponto do enrolamento	
Tipos de transformadores permitidos	Ventilação livre com conservador de óleo Transformadores herméticos totalmente abastecidos com óleo (sem colchão de gás) Ventilação livre com colchão de ar apenas em combinação com um modelo especial do ECOTAP® VPD® (sob consulta)	
Corrente transitória nominal máx.	30 A	100 A
Tensão de taps nominal máxima	825 V	
Número máximo de posições de serviço	9 posições do comutador de derivação em carga sem pré-seletor 17 posições do comutador de derivação em carga com pré-seletor	
Tensão máxima para componentes	36 kV, 40,5 kV	
Frequência nominal	50/60 Hz	
Número de comutações máxima	500.000	
Pressão absoluta permitida na operação	0,7...1,4 bar	

Acionamento motorizado	
Tempo de operação por comutação de tap	aprox. 420 ms
Distância mais curta entre duas comutações de tap	3 s
Temperatura ambiente permitida durante operação	-25°C ...+70°C
Classe de proteção	IP66
Local de instalação	Ambiente fechado, exterior

Unidade de controle	
Gama de tensão permitida	100...240 VCA, 50/60 Hz
Observação: a tensão de medição é a tensão de alimentação	
Consumo de energia	Máx. 345 VA
Fusível interno (F1)	Fusível térmico, 6,3 x 32 mm, mín. 250 V, T4A
Temperatura ambiente permitida durante operação	Operação contínua: -25°C ...+50°C Curta duração (máximo de 2 h por dia): -25°C ...+70°C
Classe de proteção	IP30
Local de instalação	Uso interno, com carcaça separada também adequado para área externa

**Maschinenfabrik Reinhausen GmbH**

Falkensteinstrasse 8  
93059 Regensburg, Germany

Phone: +49 941 4090-0  
E-mail: [info@reinhausen.com](mailto:info@reinhausen.com)  
[www.reinhausen.com](http://www.reinhausen.com)

Please note:

The data in our publications may differ from  
the data of the devices delivered. We reserve  
the right to make changes without notice.

IN4910327/01 PT – ECOTAP® VPD® –

F0372001 – 08/23 – uw

©Maschinenfabrik Reinhausen GmbH 2018

THE POWER BEHIND POWER.

