Tecnologia – Princípios Básicos

Expertise, desempenho, inovação

ebmpapst

A escolha dos engenheiros

Como fornecedor líder de tecnologia de ventilação e engenharia de acionamento, a ebm-papst é um parceiro de engenharia altamente respeitado em muitos setores. Com mais de 15.000 produtos diferentes, podemos fornecer a solução certa para praticamente qualquer aplicação. E todos os nossos ventiladores e acionamentos são confiáveis, silenciosos e eficientes em termos energéticos.

Seis coisas que nos tornam o parceiro ideal:

Nossa expertise em sistemas.
Naturalmente, você sempre desejará a melhor solução para cada projeto. Isso só pode ser alcançado considerando os aspectos de ventilação e engenharia de acionamento como um todo. E é precisamente isso que fazemos: com tecnologia de motor que define padrões, eletrônica sofisticada e projetos aerodinamicamente otimizados - tudo de um único fornecedor e perfeitamente combinado. Essas soluções de sistema criam potencial para efeitos exclusivos de sinergia em todo o mundo.
E mais: eles economizam muito trabalho, para que você possa se concentrar em sua principal área de especialização.

O espírito de invenção da ebm-papst.
Juntamente com a nossa ampla gama de produto, nossa equipe de 600 engenheiros e técnicos especializados em nossas quatro fábricas alemãs em Mulfingen, Landshut, St. Georgen e Lauf está sempre à disposição para desenvolver soluções personalizadas para atender às suas necessidades.

Nossa tecnologia de ponta.
Nosso trabalho de desenvolvimento inovador e pioneiro no campo da tecnologia EC altamente eficiente nos dá uma liderança enorme em relação a outros fabricantes de motores. Quase todos os nossos produtos podem ser fornecidos com a tecnologia GreenTech EC, oferecendo vantagens inigualáveis: Maior eficiência, manutenção e vida útil mais longa, minimização de ruídos, características de controle inteligente e eficiência energética inigualável, com economia de até 80% em comparação com as convencionais Tecnologia AC. Use nossa tecnologia de ponta para sua vantagem competitiva.

Proximidade aos nossos clientes.
A ebm-papst possui 57 escritórios de vendas em todo o mundo, 47 dos quais são subsidiárias com uma extensa rede de representantes de vendas e distribuidores. Portanto, há sempre alguém por perto para entrar em contato, que fala sua língua e está familiarizado com seu mercado.

Nossos padrões de qualidade.
Não é preciso dizer que você pode confiar na alta qualidade de nossos produtos, porque empregamos um sistema de gestão de qualidade intransigente em todas as etapas do processo.
Isso é ressaltado, por exemplo, pela nossa certificação de acordo com as normas internacionais DIN EN ISO 9001, ISO / TS 16949-2 e DIN EN ISO 14001.

Nossa abordagem sustentável.
Assumir responsabilidade pelo meio ambiente, por nossos funcionários e pela sociedade é parte integrante de nossa filosofia corporativa. É por isso que desenvolvemos produtos com a máxima compatibilidade ambiental e empregamos métodos de produção que preservam recursos. Promovemos a conscientização ambiental entre nossos funcionários e estamos ativamente envolvidos em atividades esportivas, culturais e educacionais. Isso é o que nos torna uma das “melhores empresas” - e um parceiro melhor para você.

Conteúdo

Prefácio: Parceiro ideal – Conteúdo	02 I 03
Ventiladores	04 I 61
Ventiladores Axiais	14 I 29
Ventiladores Centrífugos	30 I 47
Ventiladores Diagonais	48 I 55
Sopradores tangenciais	56 I 61
Motores	62 I 71
Motores EC	66 I 67
Motores AC	68 I 71
Eletrônica de controle	72 I 85
Controle de circuito aberto de motores EC	76 I 83
Controle de circuito aberto de motores AC	84 I 85
Apêndice	86 I 127
Fatores que influenciam o desempenho do ventilador	88 I 91
Parâmetros gerais de desempenho	92 I 99
Medição de desempenho	100 I 103
Aerodinâmica	104 I 105
Acústica	106 I 109
Ponto de operação	110 I 111
Valores de eficiência	112 I 113
Eletrônica e EMC	114 I 121
Quantidades físicas, símbolos, unidades	122 I 125
Índice	126 I 127

Ventiladores
Designs

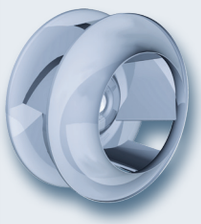
Como bombas e compressores, os ventiladores são um tipo de máquina de fluido. Um ventilador consiste em uma hélice e um motor de acionamento, além de um invólucro para controle de fluxo. As pás rotativas são projetadas de tal forma que mudam a direção do fluxo do meio de trabalho, aplicando pressão e energia cinética a ele no processo.

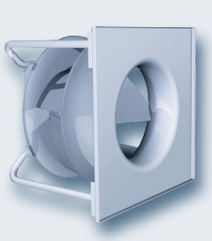
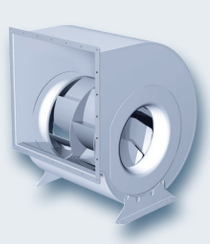
É feita uma distinção entre vários desenhos baseados na forma geométrica do ventilador, com a designação referente à direção do fluxo principal no ventilador.

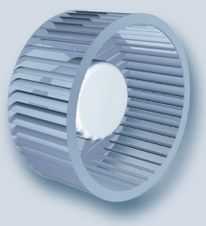
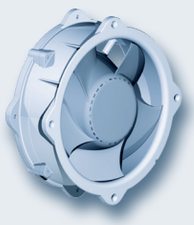
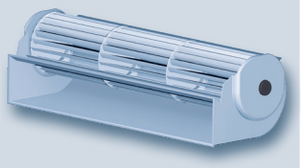
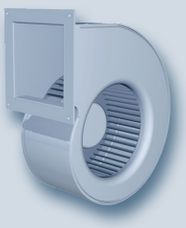
As principais tecnologias empregadas nos ventiladores da ebm-papst são:

Tecnologia de acionamento
A tecnologia determina o sistema de acionamento usado. Os diferentes tipos são:
– Tecnologia DC (corrente contínua)
– Tecnologia EC (corrente contínua, comutação eletrônica)
– Tecnologia AC (corrente alternada)
Mais informações sobre tecnologias de acionamento podem ser encontradas na seção de Motores.

Tecnologia de controle
Informações sobre este tópico podem ser encontradas na seção controle eletrônico.

Ventilador Axial	Ventilador Centrífugo
	
Hélice em forma de foice HyBlade As principais características dos ventiladores axiais são sua profundidade de instalação superficial, baixo nível de ruído e excelente eficiência. Com um ventilador axial, semelhante a uma hélice em operação, o ar é transportado na direção axial em paralelo com o eixo do motor em rotação.	Ventilador com pás curvadas para trás Ventiladores centrífugos com pás curvadas para trás são usados principalmente como ventiladores de entrada/admissão de ar. O aumento de pressão essencialmente ocorre na hélice, e assim geralmente não há necessidade de um invólucro de rolagem. Ventiladores centrífugos exibem extremamente boa eficiência hidráulica e um baixo nível de ruído e são adequados para pressões mais altas.

		
Ventilador com ou sem voluta Ambas as direções do fluxo de ar	Voluta Entrada única	Voluta Entrada dupla

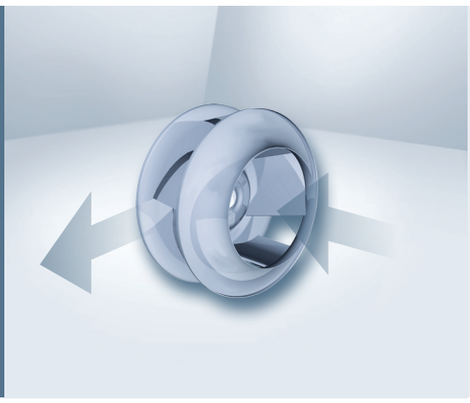
	Ventiladores Diagonais		Sopradores Tangenciais
 Ventilador com pás curvadas para a frente As características dos ventiladores centrífugos com pás curvadas para a frente são sua geração mínima de ruído e uma alta densidade de potência. Eles são empregados sempre que houver necessidade de movimentar grandes volumes de ar em um espaço confinado.	 Ventiladores diagonais – Tipo Axial O ponto de operação de um ventilador diagonal está em uma faixa de pressão mais alta do que a de um ventilador axial: Os ventiladores diagonais fornecem mais pressão com um fluxo de ar consideravelmente maior.	 Ventiladores diagonais – Tipo Centrífugos Os ventiladores diagonais do tipo centrífugo combinam as características positivas das máquinas de fluxo axial e centrífuga. Essas vantagens são utilizadas da melhor forma na faixa de pressão média: Insensibilidade à pressão mesmo com o aumento da perda de pressão - e ao mesmo tempo alta eficiência com baixo nível de ruído. O escoamento diagonal produz um fluxo de passagem mais uniforme, reduzindo significativamente a formação de “pontos quentes” prejudiciais e, assim, prolongando a vida útil.	 Soprador Tangencial Os sopradores tangenciais forncecem uma distribuição de ar uniforme e silenciosa so bre toda a largura do soprador e são usados em espaços confinados. Os sopradores tangenciais são adequados para altas taxas de fluxo de ar com baixas pressões de retorno.
 Voluta Simples aspiração			
 Voluta Dupla aspiração			

Ventiladores
Direção do fluxo de ar

Ventiladores Axiais

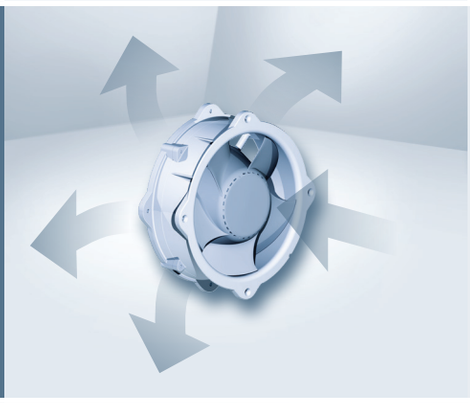
A direção de entrada e saída de ar de um ventilador axial corre em paralelo com o eixo.
Uma característica dos ventiladores axiais é sua grande área de contato.
Eles têm uma profundidade de instalação superficial.
O consumo de energia está no mínimo sem pressão de retorno (ar livre). O requisito de energia aumenta com o aumento da pressão de retorno.
Os ventiladores axiais precisam de um alojamento para guiar o ar. Eles podem ser usados sem alojamento em certos casos, mas isso resulta em uma redução de 10 a 15% no desempenho.

Ventiladores Centrífugos



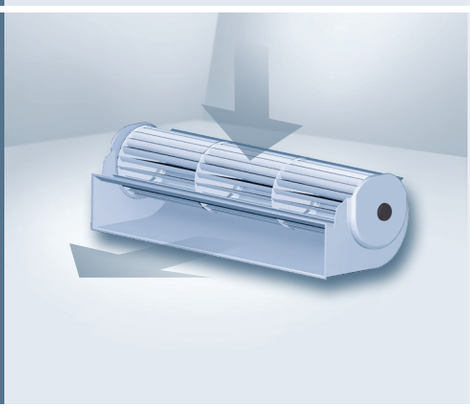
A direção de entrada de ar de um ventilador centrífugo corre em paralelo com o eixo do ventilador. O fluxo de ar é então desviado em 90 ° no rotor, que sai em direção centrífuga.
Uma distinção é feita basicamente entre dois tipos principais de ventilador centrífugo: Ventiladores centrífugos com pás curvadas para trás e pás curvadas para a frente (na direção de movimento). Ventiladores com pás curvadas para trás podem ser usados sem um alojamento. Eles também podem ser operados com um invólucro de rolagem para guiar o ar.
Por outro lado, ventiladores com pás curvadas para a frente sempre exigem um invólucro de rolagem para um fluxo ideal. Com relação aos alojamentos, uma distinção é feita entre projetos de entrada única e de entrada dupla.

Ventiladores Diagonais



Uma variação no ventilador axial é o chamado ventilador diagonal, no qual a carcaça e as pás do ventilador são de formato cônico (o diâmetro torna-se maior em direção ao lado de saída). Isso faz com que o ar surja diagonalmente.
Para o mesmo desempenho e tamanho, os ventiladores diagonais têm uma vazão de ar um pouco menor do que os ventiladores axiais e aumentam a pressão.
Uma distinção é novamente feita entre dois tipos de ventiladores diagonais: ventiladores diagonais de projeto axial e ventiladores diagonais de projeto centrífugo.

Sopradores Tangenciais



Os sopradores tangenciais têm hélices em forma de tambor, cujas lâminas estão dispostas em paralelo com o eixo de rotação. O ar flui através do tambor da lâmina duas vezes na direção centrífuga - de fora para dentro na área de entrada e de dentro para fora na área de fluxo de saída. É feita uma distinção entre os ventiladores de fluxo cruzado com 90° e de direcionamento de ar 180º.
Seu grande volume de ar é distribuído em uma área ampla. O aumento de pressão é relativamente baixo e a curva é estável.
Além de dimensões compactas, eles oferecem um baixo nível de ruído. O consumo de energia é o mais alto sem pressão de retorno, isto é, em operação de ar livre.

Performance dos Ventiladores

Números adimensionais são usados como um meio de avaliar e comparar os ventiladores. Sua posição no chamado diagrama de Cordier ilustra o quão longe um ventilador é da solução “ótima”. Estes números não dependem da velocidade n, da densidade ρ_1 ou da pressão estática p_{fs}. As seguintes quantidades são relevantes:

– Fluxo de ar adimensional (coeficiente de fluxo)

$$\varphi = \frac{4 \cdot q_V}{\pi^3 \cdot D^3 \cdot n}$$

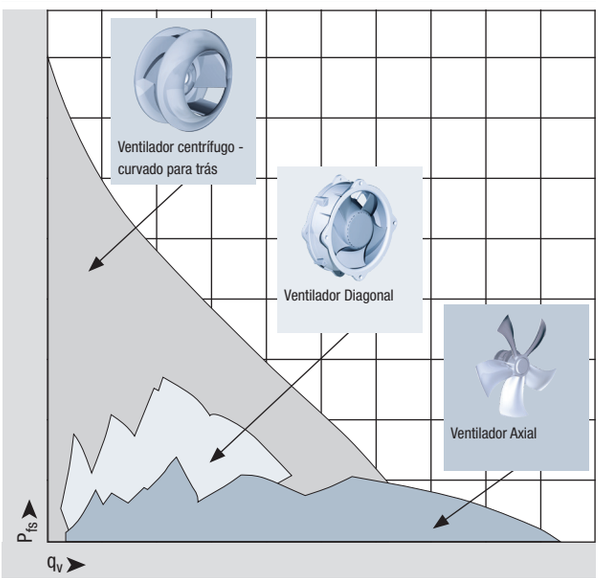
– Pressão adimensional (coeficiente de pressão)

$$\Psi = \frac{p_{fs}}{\rho \cdot \underbrace{\pi^2 \cdot D^2 \cdot n^2}_{u^2}} = \frac{2 \cdot y_t}{(\pi \cdot D \cdot n)^2}$$

– Potência do eixo adimensional (coeficiente de potência)

$$\lambda = \frac{8 \cdot P_2}{\rho \cdot \pi^4 \cdot D^5 \cdot n^3}$$

Curva Adimensional



Essa ilustração mostra os mapas típicos de curvas para ventiladores axiais, centrífugos (curvados para trás) e diagonais.

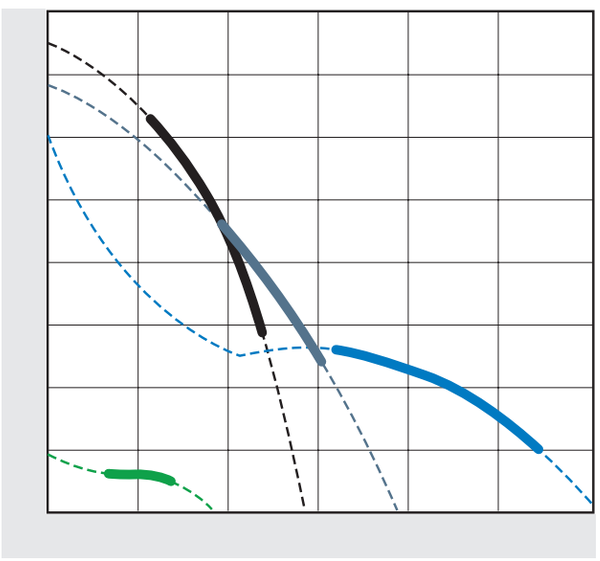
Faixa de operação ideal

Ventiladores axiais fornecem altas taxas de fluxo de ar com baixa pressão estática (curva superficial) e são freqüentemente usados em operação de ar livre. Um ventilador axial com um motor de rotor externo é de projeto extremamente superficial. Para garantir uma operação eficiente, é necessário espaço suficiente na frente e atrás do ventilador para permitir um bom fluxo de ar para dentro e para fora.

Ventiladores centrífugos são usados principalmente em aplicações onde uma alta contrapressão tem que ser superada. Este é o caso, por exemplo, em unidades de tratamento de ar ou para refrigeração de eletrônica de potência.

Ventiladores diagonais estão posicionados entre as duas versões acima mencionadas em termos de suas características operacionais. Eles são a melhor escolha se os ventiladores axiais não fornecerem pressão suficiente e os ventiladores centrífugos gerarem um fluxo de ar muito baixo.

Sopradores tangenciais fornecem altas taxas de fluxo de ar com baixas contrapressões e características de ruído extremamente boas. No entanto, não são particularmente eficientes e, portanto, são utilizados apenas para níveis de desempenho de ar muito baixos.



— Curva característica para ventiladores axiais
— Curva característica para ventiladores centrífugos
— Curva característica para ventiladores diagonais
— Curva característica para sopradores tangenciais

Ventiladores da ebm-papst

Ventiladores Axiais

Ventialdores Axiais da ebm-papst

Os ventiladores axiais formam uma unidade compacta com o motor de rotor externo ebm-papst sendo diretamente integrado ao ventilador axial. Para montagem, o uso geralmente é feito de alojamentos de ventiladores em bocais curtos ou longos. É possível escolher entre a tecnologia GreenTech EC com suas boas características de controle e controle preciso do fluxo de ar e tecnologia AC. Uma variedade de opções de conexão, algumas permitindo o posicionamento individual, facilitam a integração: por exemplo. para conexão de rede ou interfaces compatíveis com barramento. Além disso, há uma ampla gama de designs, tamanhos, níveis de desempenho de ar e classes de proteção, bem como aprovação de VDE, UL, CSA, CE e EAC.

Ventiladores Centrífugos

Ventiladores centrífugos da ebm-papst

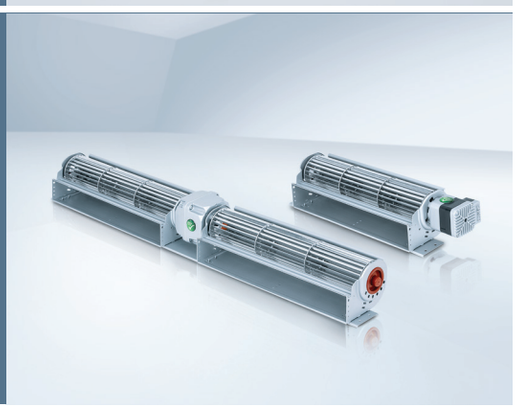
Os ventiladores centrífugos ebm-papst são fornecidos na forma de componentes ou unidades prontas para uso. O escopo mínimo de entrega inclui o motor e a máquina de fluxo, neste caso um ventilador centrífugo. Os ventiladores centrífugos padrão são adequados para instalação interna e podem ser adaptados a outras condições climáticas, conforme necessário. Várias alternativas mecânicas estão disponíveis para facilitar a incorporação nos dispositivos do cliente. O comissionamento inicial rápido e fácil é possível quando fornecido como unidades prontas para uso.

Ventiladores Diagonais

Ventiladores diagonais da ebm-papst

Os ventiladores diagonais ebm-papst são fornecidos como unidades compactas com o motor integrado diretamente na hélice do ventilador. Muitos tamanhos, opções de conexão e designs permitem o uso em todos os tipos de aplicativos. A tecnologia GreenTech EC fornece controle preciso do fluxo de ar, com saída de tacômetro opcional, entrada linear ou PWM, interfaces compatíveis com bus e vários sensores. A tecnologia AC confiável também está disponível para áreas especiais de aplicação. Selos especiais que impedem a entrada de poeira e água e numerosas aprovações, como VDE, UL, CSA, CE e EAC, tornam os ventiladores adequados para uso em todo o mundo.

Sopradores Tangenciais



Sopradores tangenciais da ebm-papst

Os sopradores tangenciais ebm-papst são equipados com um motor de pólo sombreado assimétrico, um motor de capacitor ou um motor EC GreenTech com eletrônica de comutação integrada (incluindo saída tach e PWM ou entrada analógica). Recursos especiais facilitam a incorporação em aplicações específicas do cliente. Estes incluem versões à prova de umidade para sistemas de refrigeração e motores GreenTech EC proporcionando uma velocidade mais alta do que os motores de pólo sombreado ou de capacitor, para superar contrapressões mais altas, por exemplo. A tecnologia EC define automaticamente os pontos de operação necessários através dos sensores correspondentes. Soluções com arranjo de tambor em cascata estão disponíveis para aplicações especiais (convectores de piso), ou seja, um motor com até 4 tambores em série.

Seleção de Ventilador

Critério de seleção
Os parâmetros a seguir são de importância crucial ao selecionar um ventilador para uma aplicação específica:

Condições de operação:
– Tensão nominal
– Frequência de linha

Requisitos de desempenho do ventilador
– Vazão de Ar
– Contrapressão (compressão)
– Requisitos de ruído
– Requisitos de eficiência

Influência de aplicação / arredores:
– Condições ambientais/de uso
– Aplicação (área)
– Grau de proteção conforme EN 60529
– Temperatura média do fluxo
– Temperatura ambiente
– Posição de instalação
– Trajeto do fluxo de ar e distância
– Expectativa de vida
– Modo de operação
– Proteção de enrolamento TOP / TL
– Aprovações: VDE, UL, CSA, CCC, EAC
– Espaço de instalação disponível

Componentes

A ebm-papst pode fornecer soluções de tecnologia de ventilação para atender virtualmente a todas as tarefas possíveis.
Para aplicações de ar condicionado, ventilação, refrigeração, aquecimento e industriais, os usuários geralmente podem encontrar exatamente o que precisam em nossas abrangentes gamas de produtos padrão. Alternativamente, podemos fornecer soluções de design personalizadas desenvolvidas em conjunto com os usuários e depois adaptadas à aplicação em questão. Um ventilador de ebm-papst sempre consiste em pelo menos uma máquina de fluxo e um motor elétrico. A máquina de fluxo pode assumir a forma de um ventilador chamado axial, centrífugo, diagonal ou tangencial.
Possíveis versões do motor são motores assíncronos (motores AC), motores de corrente contínua de alimentação de linha (motores EC) e motores de corrente contínua (motores DC).
Com poucas exceções, o uso é sempre feito de motores de rotor externos. Com este design, o estator forma o centro do motor e o rotor gira em torno deste estator. Um motor de rotor externo é basicamente o oposto do projeto padrão, no qual o rotor está localizado dentro do motor e rodeado pelo estator.
Motores de rotor externos são motores de acionamento ideais para ventiladores, já que a máquina de fluxo (ventilador) pode ser montada diretamente no rotor.

Hélice

A hélice é o componente crucial no que diz respeito a acelerar o ar e gerar trabalho sob a forma de pressão. Apenas alguns princípios de design têm se mostrado bem-sucedidos quando se trata de mover o ar.
A ebm-papst pode oferecer ventiladores axiais, centrífugos, diagonais e tangenciais. As designações referem-se à direção principal do fluxo através da hélice. Com ventiladores axiais, a entrada de ar está na direção axial e o ar também deixa o ventilador na direção axial.
É feita uma distinção entre dois tipos de ventiladores centrífugo: Ventiladores com pás curvadas para a frente e ventiladores com pás curvadas para trás. Como com os ventiladores axiais, ambos apresentam entrada axial, mas o ar é soprado para fora na direção centrífuga. Ventiladores centrífugos com pás curvadas para trás podem ser fornecidos com um invólucro de rolagem - ventiladores centrífugos com pás curvadas para a frente precisam ter um alojamento de rolagem para funcionar eficientemente. Com ventiladores diagonais, o influxo é axial.

A direção de saída principal está em um ângulo de 20° a 70° em relação ao eixo de rotação. Abaixo de 20° e acima de 70°, esses ventiladores são classificados como ventiladores axiais ou centrífugos. A entrada com ventiladores tangenciais (também conhecidos como tambores tangenciais) é completamente diferente da dos ventiladores acima mencionados. Isso também se aplica ao fluxo de saída.
O ar entra no tambor em ângulo reto em relação ao eixo de rotação e o deixa novamente em ângulo reto com o eixo de rotação. O ar passa assim através das pás do ventilador duas vezes.

Motor

A maioria dos motores ebm-papst é do tipo de motor de rotor externo. As hélices descritas (com exceção dos modelos tangenciais) são montados diretamente no rotor do motor. Isso torna a unidade do motor ventilador extremamente curta e compacta. Isso também significa que as massas rotativas (hélice e rotor) podem ser balanceadas em conjunto em uma operação de fixação. Um equilíbrio particularmente bom da unidade rotativa é assim alcançado. Motores de rotor externo AC são operados diretamente na linha de tensão. Enrolamentos podem ser projetados para todas as tensões e freqüências concebíveis. Ambos os motores AC monofásicos (1 ~) e motores trifásicos (3 ~) são construídos segundo este princípio. Cabos pré-fabricados ou uma caixa de terminais são fornecidos para conexão de alimentação. Como o nome indica, os motores de corrente contínua com alimentação eletrônica com alimentação de linha também são conectados e operados com alimentação AC monofásica ou trifásica.
O modo de operação da eletrônica de comutação anexada é comparável ao de um inversor de frequência.

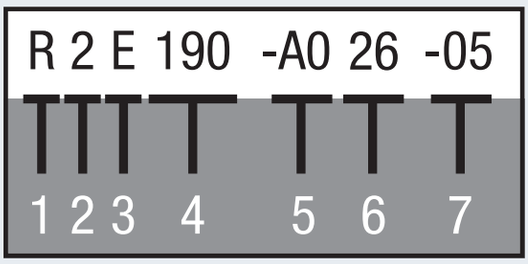
Devido a sua operação síncrona (sem perda de escorregamento como em um motor assíncrono) e aos ímãs permanentes instalados no rotor, um motor EC será sempre mais eficiente que um motor AC. Um outro aspecto positivo é que os motores de rotor externos EC-ebm-papst não contam com o suprimento problemático de ímãs de terras raras. O princípio de funcionamento do motor de rotor externo torna possível produzir um fluxo magnético suficientemente denso usando ímãs permanentes feitos de ferrita barata.
Os motores CC de baixa tensão basicamente funcionam exatamente da mesma forma que os motores EC, exceto que não há necessidade de retificação na entrada e a comutação ocorre em um nível de tensão muito menor (por exemplo, 12, 24, 48 VDC).

Eletrônica

Eletrônica de comutação é necessária para operar um motor EC.
A eletrônica emprega sensores para detectar a posição do rotor em relação às bobinas do enrolamento do estator. Dependendo da posição, as bobinas correspondentes são energizadas, fazendo com que o rotor gire. Além de energizar corretamente as bobinas, a eletrônica também pode processar sinais de controle adicionais e enviar informações de status.

Dígito de Código

Dígito de Código para os ventiladores da ebm-papst Mulfingen
Quais informações estão contidas no código de tipo dos produtos ebm-papst Mulfingen?
As primeiras seis posições são de particular impotância. Estes indicam o tipo, motor e tamanho do ventilador. As últimas seis posições são códigos para desenhos e variantes mecânicos e elétricos. O seu significado só pode ser encontrado no sistema de processamento de dados.



Significado:
– Ventilador radial
– 2 polos
– Monofásico - AC
– Diâmetro do rotor 190 mm

As designações dos ventiladores de Mulfingen são baseadas neste tipo de código para facilitar a identificação do produto:

1) Tipo
A-Ventilador Axial
S-Ventilador Axial com grade
W-Ventilador Axial com difusor
V-Combinação Axial
R-Ventilador centrífugo, entrada única
G-Ventilador centrífugo, simples aspiração com invólucro (Siroco)
B-Ventilador centrífugo, entrada dupla sem caixa
D-Ventilador centrífugo, dupla aspiração com invólucro (Siroco)
K-Centrífugo combinado
M-Motor
P-Bomba

2) Número de polos (AC) ou número de fases (EC)
2, 4, 6, 8 e 12-polos (Z = 12) ou monofásico e trifásico

3) Tipo de motor
D-Motor Trifásico
E-Motor Monofásico
G-Motor EC
S-Motor de pólo sombreado
Q-Motor Q de pólo sombreado

4) Diâmetro em mm
Diâmetro da hélice (ventiladores)
Diâmetro do espaço de ar (motores)

5) Código para projeto mecânico (ventiladores) ou código para comprimento total (motores)

6) Código para projeto elétrico

7) Código para variantes mecânicas

A maneira mais rápida de encontrar o melhor produto para sua aplicação: FanScout da ebm-papst

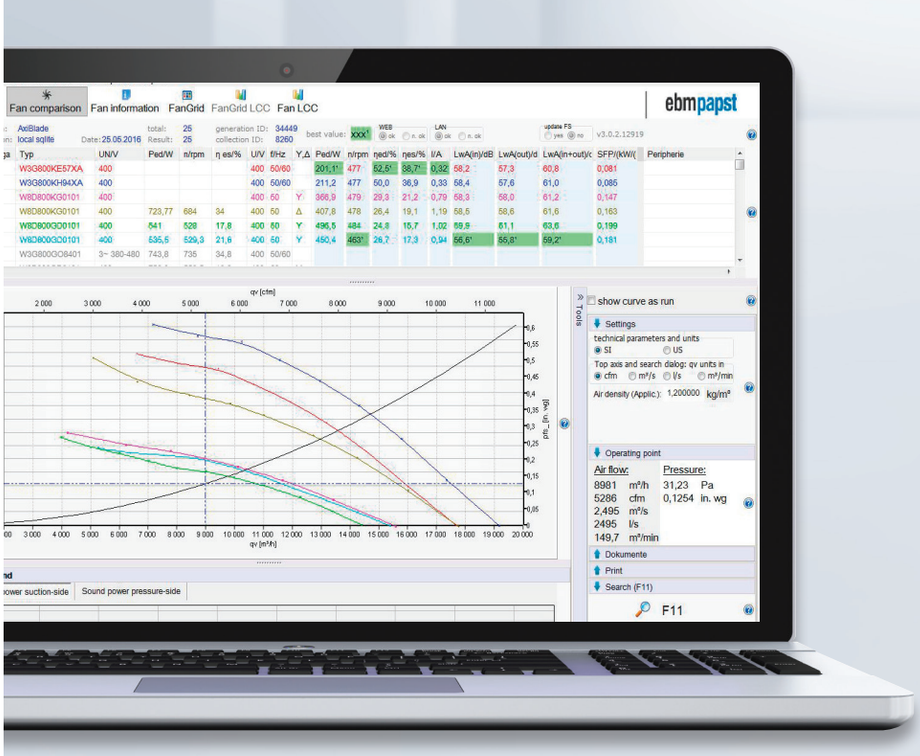
Não potente o suficiente significa refrigeração inadequada - por outro lado, muita potência significa consumo de energia desnecessário. Um software confiável de seleção de ventiladores é necessário para determinar a solução certa para atender aos requisitos específicos.

Com sua excelente facilidade de uso e valores reais de medição, o FanScout da ebm-papst já provou seu valor. O programa permite que os usuários selecionem rapidamente o melhor ventilador para a aplicação em questão, para exibir e alterar as características operacionais e para registrar os dados técnicos. Fatores como desempenho de ar, tempo de operação e espaço de instalação podem ser considerados neste processo. As diferenças entre os dados calculados deste modo e as medições reais foram verificadas pela TÜV SÜD, que julgou a precisão do cálculo como sendo da mais alta classe.

Melhores decisões graças a uma avaliação mais precisa dos custos do ciclo de vida: Os custos de operação, aquisição, instalação e serviço podem ser calculados por um período de tempo definido.
Uma vantagem prática: Fácil incorporação do software ao seu programa de configuração de dispositivos via interface DLL.

Agora com a inovadora função de seleção FanGrid.

Para os ventiladores centrífugos e axiais, fazer a escolha certa é o que realmente importa! É por isso que a nova versão agora também possui uma função de seleção exclusiva para FanGrids. O FanScout possibilita a elaboração da combinação de ventiladores mais econômica da linha ebm-papst. Os parâmetros de entrada são: Espaço de instalação, desempenho de ar, tempo de operação, investimento e custos de serviço. Você pode então ter certeza de encontrar o FanGrid mais eficiente para cada aplicação.



GREEN
TECH

Ventiladores Axiais

Ventiladores Axiais

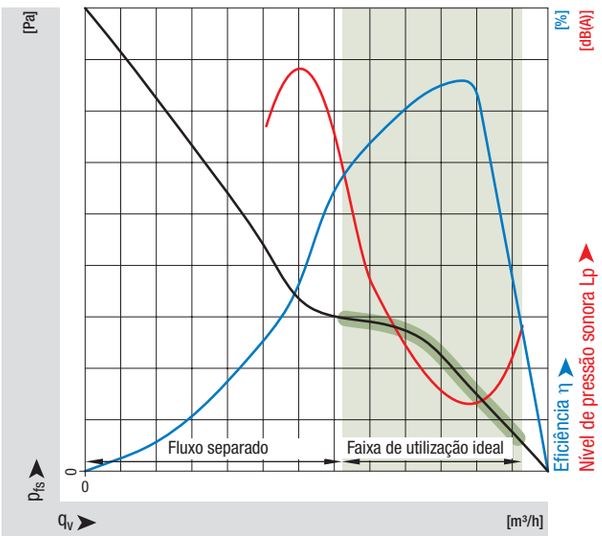
Os verdadeiros ventiladores axiais que economizam espaço da ebm-papst são usados para trocar ar quente e frio em todos os tipos de dispositivos e sistemas. Suas características proeminentes incluem uma profundidade de instalação rasa, um baixo nível de ruído e excelente eficiência, tornando-os particularmente adequados para transportar ar através de trocadores de calor.
Em combinação com a tecnologia GreenTech EC, eles também fornecem um meio inteligente de economia de energia em toda uma gama de aplicações diferentes.

Os fatos em resumo:
– Dimensões compactas
– Escolha da tecnologia GreenTech EC ou AC
– Muitos projetos diferentes, tamanhos e níveis de desempenho de ar
– Ótima eficiência e mínima geração de ruído graças às pás do ventilador aerodinamicamente otimizadas
– Versões altamente eficientes e economizadoras de economia de energia com GreenTech
– Tecnologia EC e integração padronizada de funções de controle e sinais de sensores
– Ampla gama de grades de proteção, grades de proteção de cestos e alojamentos de ventiladores como acessórios
– Todos os ventiladores axiais são balanceados dinamicamente em dois planos de acordo com a norma DIN ISO 1940
– Numerosas aprovações incluindo VDE, UL, CSA, CCC e EAC
– Áreas de aplicação: Ventilação, refrigeração, ar condicionado, indústria automotiva, usinas eólicas e indústria de máquinas / equipamentos industriais

Ventiladores Axiais
Faixa de desempenho

Faixa de utilização ideal
À direita do gráfico (seção direita das curvas de desempenho do ar):
– Máxima eficiência
– Mínimo ruído
À esquerda do gráfico (seção esquerda das curvas de desempenho do ar):
– Limite do ventilador (Stalling)
– Queda de eficiência
– Aumento abrupto do ruído

A faixa de utilização ideal do ventilador é destacada em verde na ilustração adjacente.



– Curva do Ventilador
– Curva de Eficiência
– Curva de ruído
– Curva do sistema ou dispositivo
• Ponto de operação
Faixa de uso

Seleção dos ventiladores

Os catálogos de produtos contêm todas as informações relevantes sobre

– Designação do produto

O cabeçalho define a tecnologia (AC ou EC), o tipo (centrífugo, axial, ...), a série (por exemplo, série S), o diâmetro da hélice e outras características do produto.

– Descrição do produto

Dependendo do produto, os seguintes itens de informação são apresentados aqui: Material, número de pás, direção do fluxo de ar, direção de rotação, grau de proteção, classe de isolação, posição de instalação, furos de drenagem de condensação, modo de operação, mancais, características técnicas, EMC, corrente de toque, proteção do motor, conexão elétrica, cabo/caixa de terminais, classe de proteção, capacitor, conformidade com normas aprovações e opções.

– Dados nominais

Produtos AC (até o tamanho do motor 074) e produtos EC (com alimentação CC):
Ar livre / produtos AC com contrapressão mínima (como do motor tamanho 094) e produtos EC (com alimentação AC):
No ponto de operação com carga máxima

– Designação/tipo de encomenda

Uma explicação sobre a designação e o tipo de ordem é dada em um código.

– Desenho do produto

– Pontos de operação

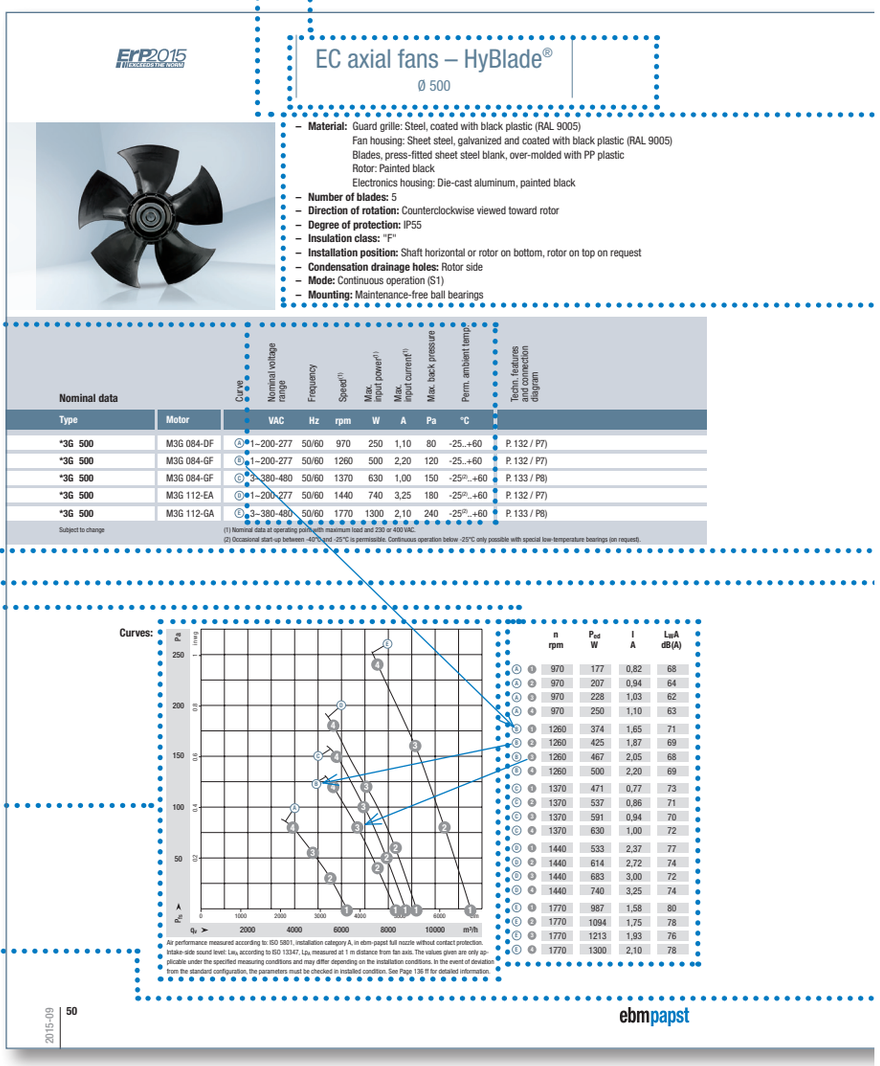
Os pontos de operação com informações sobre velocidade, Consumo de energia, consumo de corrente, nível de potência sonora ou pressão sonora. O nível e a eficiência geral do ventilador estão listados na tabela adjacente do ponto de operação.

– Curvas

As curvas de desempenho do ar para o produto são mostradas no gráfico.

– Acessórios

Os acessórios apropriados (por exemplo, difusores de entrada, grelha de proteção, caixas de ventilador) e mais informações (por exemplo, o diagrama de conexão) podem ser encontradas nos números de página fornecidos.



ErP2015 Regulations fulfilled

EC axial fans – HyBlade®

Ø 500

– **Material:** Guard grille: Steel, coated with black plastic (RAL 9005)
Fan housing: Sheet steel, galvanized and coated with black plastic (RAL 9005)
Blades, press-fitted sheet steel blank, over-molded with PP plastic
Rotor: Painted black
Electronics housing: Die-cast aluminum, painted black
– **Number of blades:** 5
– **Direction of rotation:** Counterclockwise viewed toward rotor
– **Degree of protection:** IP55
– **Insulation class:** "F"
– **Installation position:** Shaft horizontal or rotor on bottom, rotor on top on request
– **Condensation drainage holes:** Rotor side
– **Mode:** Continuous operation (S1)
– **Mounting:** Maintenance-free ball bearings

Nominal data		Curve	Nominal voltage range	Frequency	Speed[1]	Max. input power[1]	Max. input current[1]	Max. back pressure	Perm. ambient temp.[2]	Techn. features and connection diagram
Type	Motor		VAC	Hz	rpm	W	A	Pa	°C	
*3G 500	M3G 084-DF	A	1~200-277	50/60	970	250	1,10	80	-25..+60	P. 132 / P7)
*3G 500	M3G 084-GF	B	1~200-277	50/60	1260	500	2,20	120	-25..+60	P. 132 / P7)
*3G 500	M3G 084-GF	C	3~380-480	50/60	1370	630	1,00	150	-25[2]..+60	P. 133 / P8)
*3G 500	M3G 112-EA	D	1~200-277	50/60	1440	740	3,25	180	-25[2]..+60	P. 132 / P7)
*3G 500	M3G 112-GA	E	3~380-480	50/60	1770	1300	2,10	240	-25[2]..+60	P. 133 / P8)

Subject to change

(1) Nominal data at operating point with maximum load and 230 or 400 VAC.
(2) Occasional start-up between -40°C and -25°C is permissible. Continuous operation below -25°C only possible with special low-temperature bearings (on request).

Curves:

		n rpm	Pod W	I A	LwA dB(A)
A	1	970	177	0,82	68
A	2	970	207	0,94	64
A	3	970	228	1,03	62
A	4	970	250	1,10	63
B	1	1260	374	1,65	71
B	2	1260	425	1,87	69
B	3	1260	467	2,05	68
B	4	1260	500	2,20	69
C	1	1370	471	0,77	73
C	2	1370	537	0,86	71
C	3	1370	591	0,94	70
C	4	1370	630	1,00	72
D	1	1440	533	2,37	77
D	2	1440	614	2,72	74
D	3	1440	683	3,00	72
D	4	1440	740	3,25	74
E	1	1770	987	1,58	80
E	2	1770	1094	1,75	78
E	3	1770	1213	1,93	76
E	4	1770	1300	2,10	78

Air performance measured according to: ISO 5801, installation category A, in ebm-papst full nozzle without contact protection. Intake-side sound level: LwA according to ISO 13347, LpA measured at 1 m distance from fan axis. The values given are only applicable under the specified measuring conditions and may differ depending on the installation conditions. In the event of deviation from the standard configuration, the parameters must be checked in installed condition. See Page 136 ff for detailed information.

2015-09 | 50

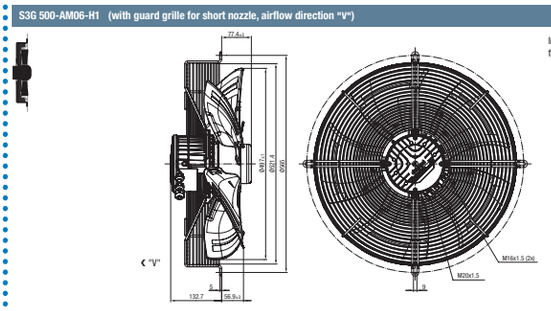
ebmpapst

– **Technical features:** See connection diagram P. 132 ff.
– **EMC:** Immunity to interference according to EN 61000-6-2 (industrial environment)
Circuit feedback according to EN 61000-3-2
Interference emission according to EN 61000-6-4 (industrial environment), according to household appliance standard on request
– **Touch current:** <= 3.5 mA according to IEC 60990 (measuring circuit Fig. 4)
– **Electrical connection:** Via terminal box
– **Protection class:** I (with customer connection of protective earth)
– **Conformity with standards:** Ⓐ Ⓑ EN 61800-5-1, EN 60335-1, CE
Ⓒ Ⓒ EN 61800-5-1, CE
Ⓟ EN 61800-5-1, EN 60335-1 in preparation, CE
– **Approvals:** Ⓟ EAC, UL; Ⓐ Ⓒ EAC, UL on request
Ⓟ UL, CSA; Ⓒ UL, CSA planned

Airflow direction	‹ "V" without attachments	kg	Weight without attachments	‹ "V" with square full nozzle	kg	Weight with square full nozzle	‹ "V" with guard grille for short nozzle	kg	Weight with guard grille for short nozzle
"V"	A3G 500-BK07 -G1	4,80		W3G 500-GK07 -G1	11,30		S3G 500-AK07 -G1	7,40	
"V"	A3G 500-BM06 -H1	5,70		W3G 500-GM06 -H1	12,30		S3G 500-AM06 -H1	8,30	
"V"	A3G 500-BM03 -M1	6,00		W3G 500-GM03 -M1	13,30		S3G 500-AM03 -M1	9,50	
"V"	A3G 500-BA74 -21	7,40		W3G 500-GA74 -21	14,40		S3G 500-AA74 -21	10,70	
"V"	A3G 500-BD59 -01	8,90		W3G 500-GD59 -01	15,90		S3G 500-AD59 -01	12,20	

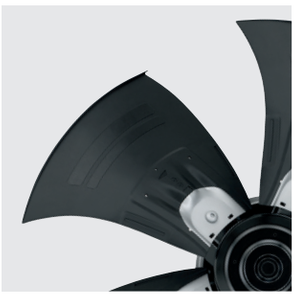
Airflow direction "A" on request

S3G 500-AM06-H1 (with guard grille for short nozzle, airflow direction "V")

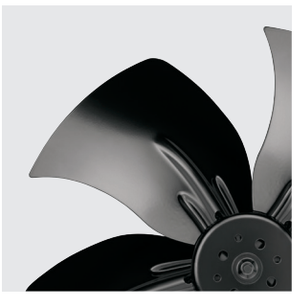


Ventiladores Axiais

HyBlade
Estrutura híbrida única, combinação de material de base de alumínio e cobertura de plástico reforçado com fibra de vidro, formato aerodinamicamente otimizado, todas as versões disponíveis com diâmetros de 200 mm a 990 mm. As características marcantes são um design aerodinâmico sofisticado e baixo peso. Desde o seu lançamento no mercado (2007), a gama de produtos tem sido utilizada com sucesso em todos os tipos de aplicações, desde o ultracongelamento a -40 ° C até condições quentes e úmidas como nos condensadores evaporativos e até mesmo climas desérticos.



HyBlade



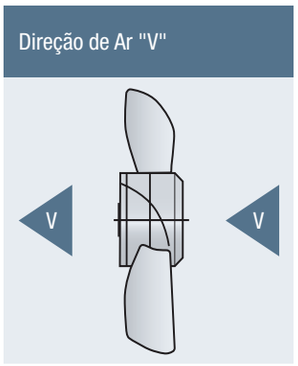
Versão S

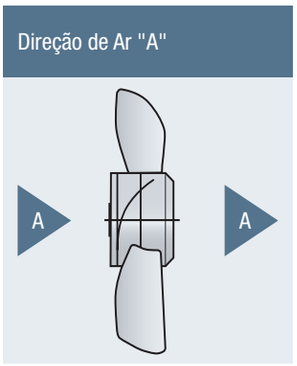
AxiBlade
A linha AxiBlade combina os materiais inovadores e bem-sucedidos da linha de produtos HyBlade com os mais recentes desenvolvimentos aerodinâmicos (por exemplo, design de lâmina, ponta da asa, ...), com certas versões também apresentando componentes periféricos inovadores, como direcionadores de ar, difusor e Flowgrid. A linha de produtos AxiBlade obtém mais do mercado padrão do que qualquer outro ventilador axial.

Versão S
Lâminas de metal em forma de foice (chapa de aço ou alumínio fundido). Extremamente adequado para todas as aplicações em que o plástico não é uma opção.

Direções do fluxo de ar
A direção do fluxo de ar é sempre dada da seguinte forma.

A direção do fluxo de ar é determinada quando vista na direção da face final do rotor. Ajuda de memória:
Se, ao olhar para o alojamento do rotor do ventilador axial, o ar sopra em sua direção, essa direção do fluxo de ar recebe a designação “A” (caso contrário, “V”).



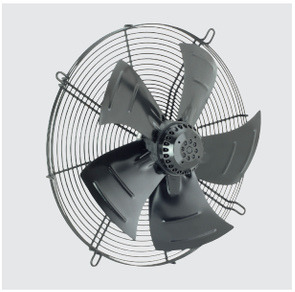


Ventiladores Axiais
Versões

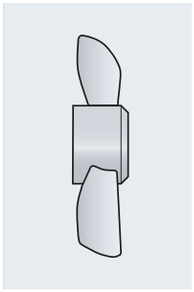
Gamas de produtos

– Linha de produtos A – Ventilador Axial: Hélice com motor. Montagem na flange do motor/bucha do estator
– Linha de produtos S – Ventilador axial com grade de proteção: Hélice com motor e grade de proteção. Montagem na grade de proteção (suportes de montagem verticais ou horizontais).
– Linha de produtos W – Ventilador axial com carcaça do ventilador: Hélice com motor, grade de proteção e difusor do ventilador. Montagem no alojamento do ventilador.

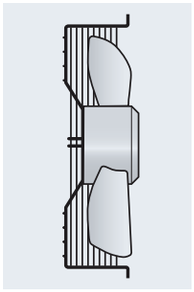
Linha de produtos A



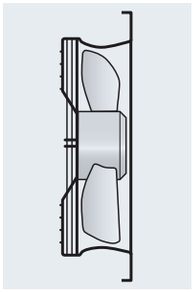
Linha de produtos S



Linha de produtos A



Linha de produtos S



Linha de produtos W

Linha de produtos W

Linha de produtos W com grade de proteção

Difusores do ventilador

– Bocal completo: Do ponto de vista aerodinâmico, um bocal completo é a solução ideal. Sempre que possível, deve ser dada preferência sobre outras geometrias dos bocais.
– Bocal curto: Bocais curtos são usados se o bocal fizer parte da carcaça no dispositivo do cliente.
– Flange dupla: Os bocais com flange dupla permitem a montage de anéis de entrada em um sistema de dutos.

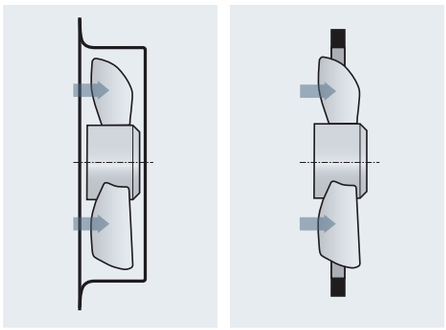
Bocal completo

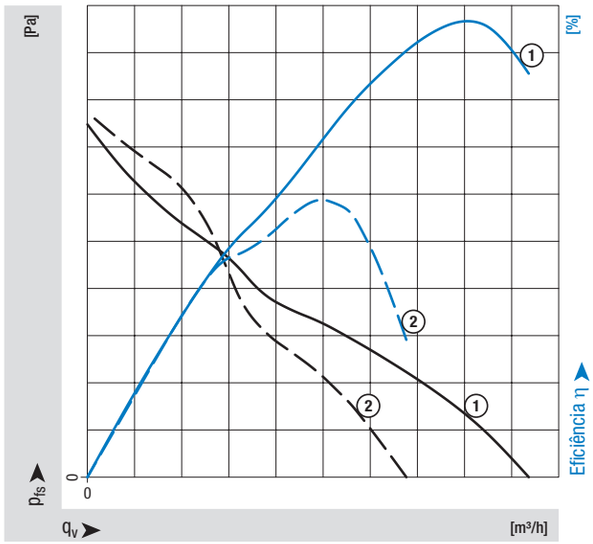
Flange dupla

Ventiladores Axiais
Estrutura do ventilador e bocal

Efeitos da instalação no invólucro ou abertura do ventilador
A instalação de um ventilador em um invólucro projetado de maneira otimizada pode aumentar bastante o desempenho e a eficiência do ar de um ventilador axial.

① Invólucro do ventilador ② Abertura

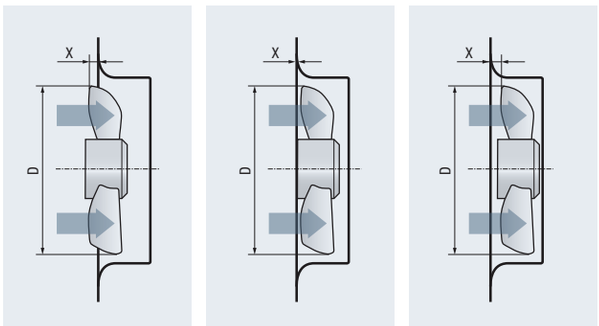


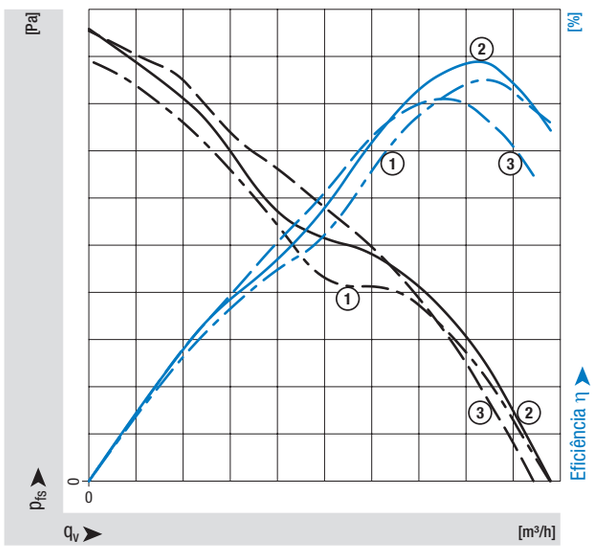


— Curva do ventilador
— Eficiência

Efeitos da posição axial do alojamento do ventilador
O desempenho do ar e a eficiência de um ventilador axial também são influenciados por sua posição axial no alojamento do ventilador.

① Lado da admissão projetado x/D = 7%
② Lado da admissão nivelado x/D = 0%
③ Lado da admissão recuado x/D = -7%

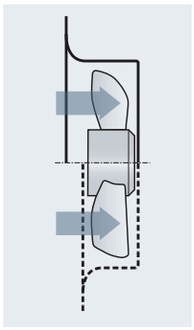


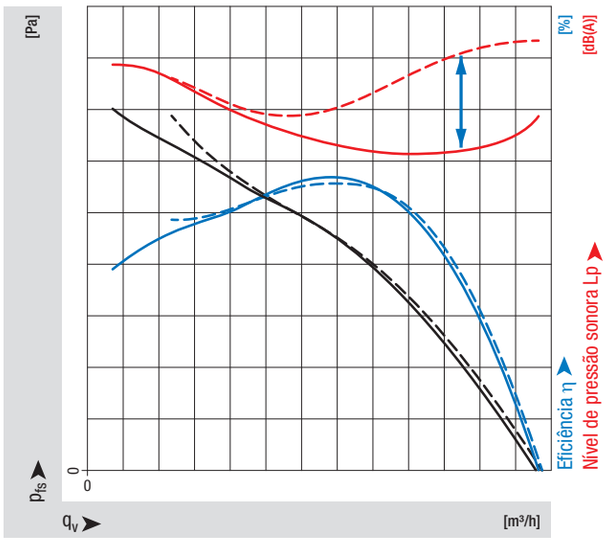


— Curva do ventilador
— Eficiência

Ventiladores Axiais
Estrutura do ventilador e bocal

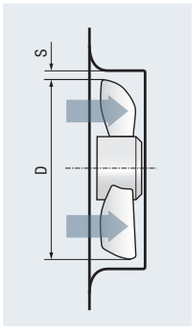
Efeitos da geometria da caixa do ventilador com ventiladores axiais

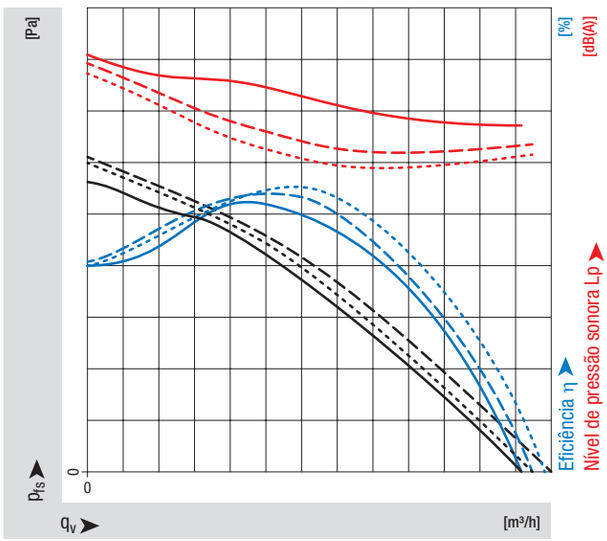




Efeitos da largura do espaço de ar entre o alojamento do ventilador e a lâmina com ventiladores axiais

Além do formato do alojamento do ventilador, o espaço de ar centrífugo entre as pás do ventilador e o alojamento do ventilador também tem uma influência significativa nos valores das características técnicas.

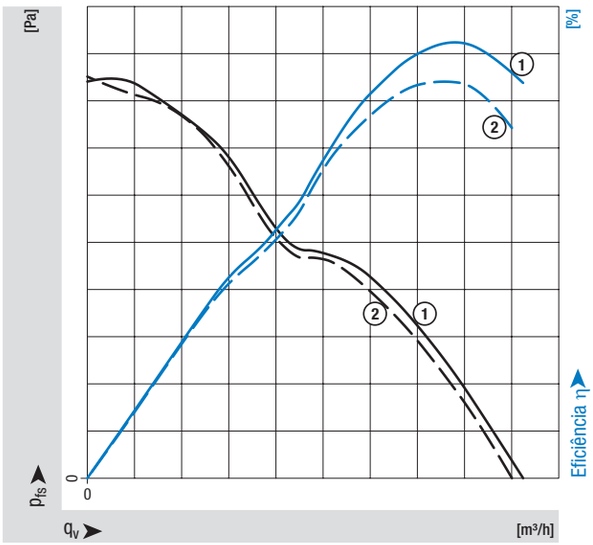




— s / D = 0.70%
- - s / D = 0.44%
· · · s / D = 0.19%

Ventiladores Axiais
Grade de proteção

Efeitos da grade de proteção com ventiladores axiais
A montage de uma grade de proteção reduz o desempenho do ar de um ventilador.

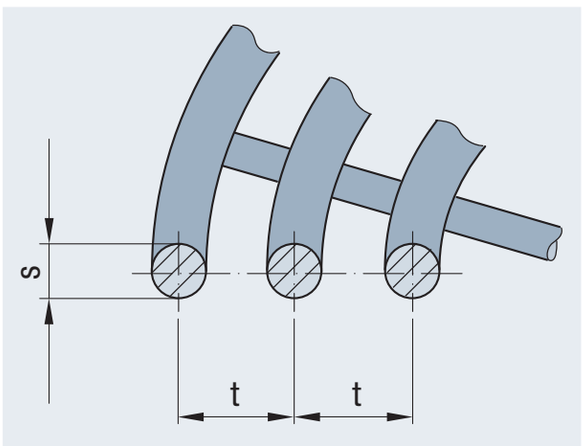


① Sem grade de proteção ② Com grade de proteção

A perda de pressão em Pa pode ser calculada aproximadamente usando a seguinte equação:

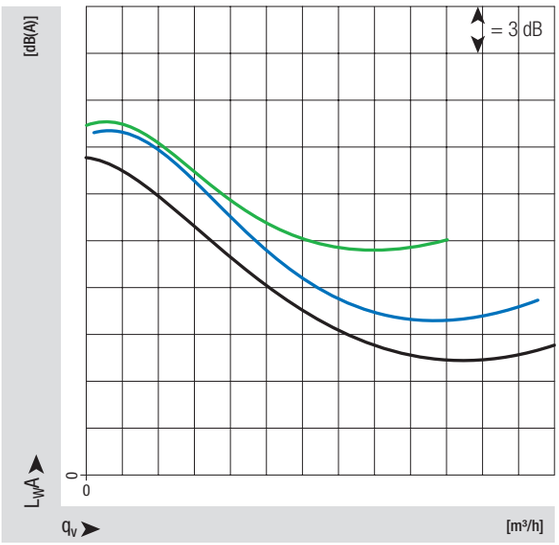
$$\zeta = \frac{\frac{s}{t}}{(1-\frac{s}{t})^2} \cdot 0.8$$

$$\Delta p_v = \zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot \left(\frac{qv}{\frac{\Pi}{4} \cdot D^2}\right)^2$$



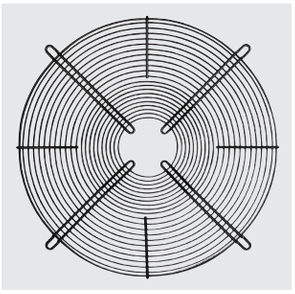
Ventiladores Axiais
Grade de proteção

Efeitos de grade de proteção com ventiladores axiais
A montagem de uma grade de proteção aumenta o nível de ruído de um ventilador axial.
Os catálogos listam os valores de potência sonora no lado da entrada com o bocal completo ou em um alojamento de ventilador sem grade de proteção.
O uso de uma grade de proteção altera o nível de ruído devido ao ruído do fluxo.
A potência sonora total pode aumentar em até +6dB (A) sobre os valores do catálogo.



– Valores de catálogo
– Ventilador com grade de proteção (laboratório)
– Ventilador com grade de proteção (aplicação)

A finalidade das grades de proteção é evitar o contato com as peças rotativas e a entrada de corpos estranhos no ventilador. Grades de proteção, no entanto, criam resistência aerodinâmica adicional. Por este motivo, o processo de projeto não garante apenas a conformidade com as distâncias de segurança de acordo com a norma DIN EN ISO 13857, também leva em conta as influências aerodinâmicas para minimizar os efeitos negativos. No entanto, recomendamos apenas o uso de grades de proteção nos casos em que não seja possível encaixar outros tipos de proteção.

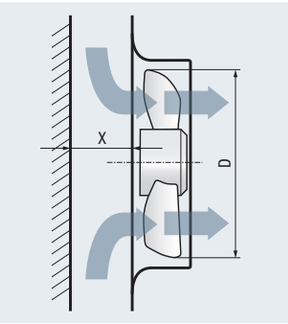


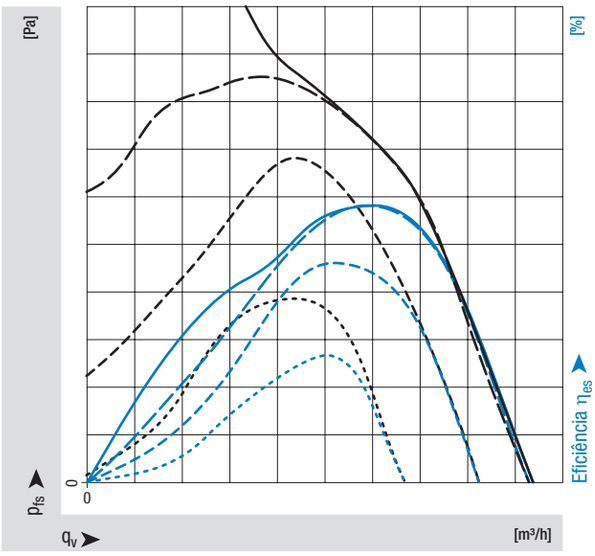
Grade de proteção

Grade de proteção com caixa do ventilador

Efeitos de obstrução de entrada

Efeitos de obstrução de entrada
As obstruções laterais de entrada e saída reduzem o desempenho de ar dos ventiladores.





— x / D = ∞ - - - x / D = 20%
– – x / D = 40% · · · x / D = 15%

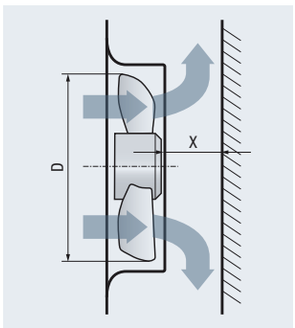
Efeitos da grade de entrada de ar
Ruído adiconal ocorre quando a entrada de ar no ventilador é obstruída, por exemplo. A turbulência afeta diretamente as pás rotativas do ventilador, dando origem ao que é conhecido como ruído da hélice ou frequência de passagem da hélice.

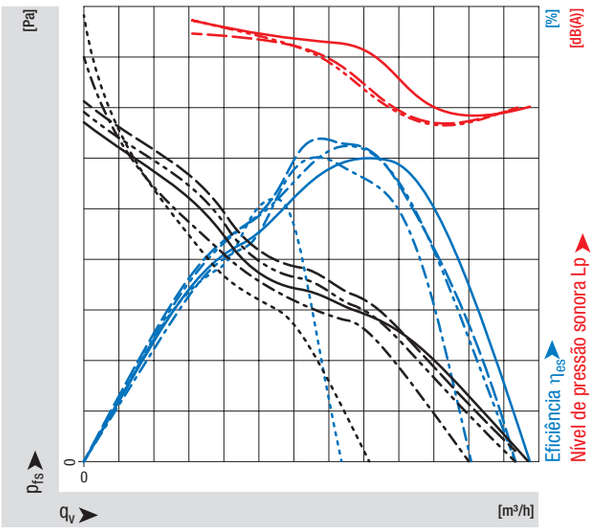
O FlowGrid – a grade de entrada de ar no lado de admissão – diminui o efeito da obstrução de entrada e reduz a turbulência que causa ruído: Isso reduz a pressão sonora em toda a faixa de frequência e, em particular, a perturbação causada pela frequência da passagem da hélice no intervalo de baixa frequência.

FlowGrid para ventiladores Axiais

Efeitos de saída de entrada

Efeitos das obstruções de saída





— x / D = ∞
- · · - x / D = 75%
– – x / D = 50%
- · - x / D = 25%
· · · x / D = 10%

Os streamers podem dobrar a flecha de ar do ventilador para um fluxo de ar compatível.
– Distribuição mais uniforme de ar frio em câmaras frigoríficas
– Retrofit simples de streamers
– Os streamers de guia são facilmente destacados para limpeza

Streamer (AxiCool)

Streamer

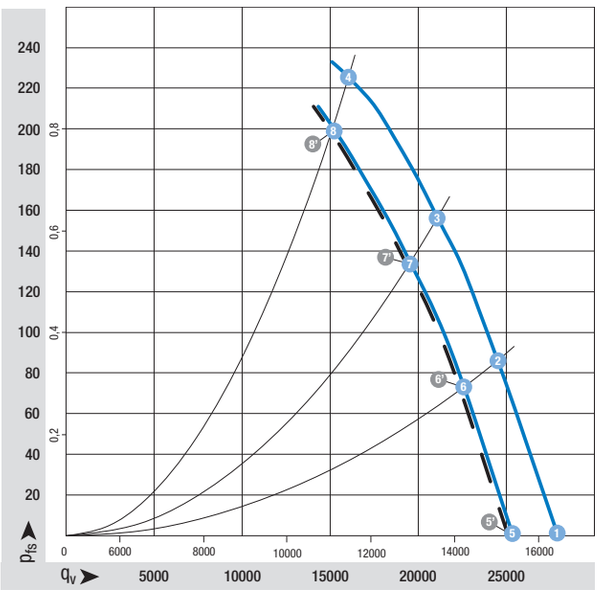
Ventiladores Axiais
Difusores

Um difusor melhora significamente a eficiência e os níveis de ruído de operação. Como tem o efeito de aumentar pressão, também minimiza as perdas de saída e permite uma melhor adaptação do ventilador aos trocadores de calor disponíveis comercialmente.

AxiTop para ventiladores Axiais

Efeitos de um difusor em curvas de ventiladores axiais
Comparação de curvas:
W3G 800-HU23-71 (com difusor) vs.
W3G 800-GU25-01 (sem difusor)

Comparação de curvas (desempenho de ar em 50 Hz)



— Com difusor, com proteção contra contato
— Sem difusor, com proteção contra contato

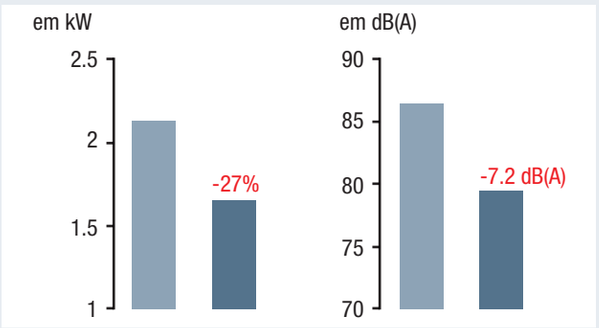
Valores medidos

1 - 8 Com difusor, com proteção contra contato
5' - 8' Sem difusor, com proteção contra contato

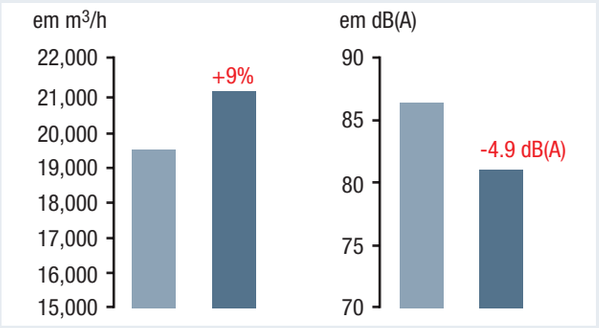
	n em rpm	P_e em W	I em A	L_{WA} em dB(A)
1	1020	1461	2.33	81
2	1020	1817	2.85	80
3	1020	2056	3.21	81
4	1020	2325	3.50	84
5	925	1091	1.74	79
6	940	1432	2.23	78
7	945	1634	2.55	79
8	960	1953	2.94	83

Ventiladores Axiais
Difusores

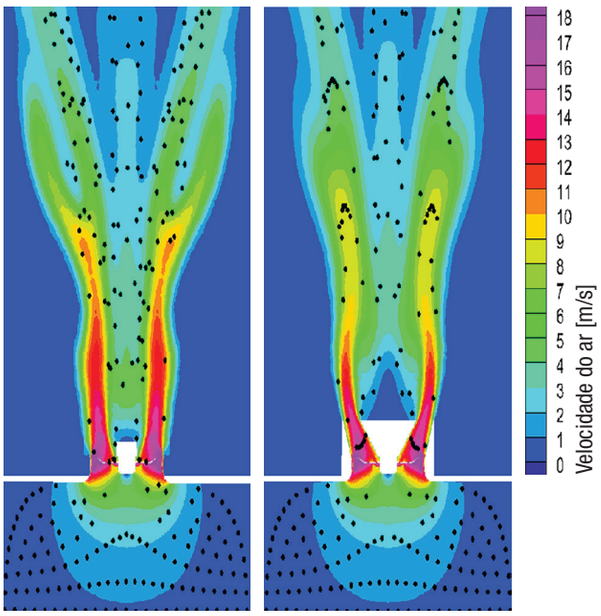
Redução do consume de energia e geração de ruído
Para o mesmo ponto de operação, economia de energia de 27% e 7,2 dB (A) de redução na geração de ruído são possíveis, dependendo da aplicação. (Medição baseada no tamanho 800mm).



Fluxo de ar aumentado
Ao operar na velocidade máxima, a saída pode ser aumentada em até 9% e a geração de ruído reduzida em até 4,9 dB (A), dependendo da aplicação. (Medição baseada no tamanho 800mm).



As perdas de fluxo são baseadas na dissipação, o que significa que a energia cinética do fluxo é convertida em calor que não pode ser usada em nenhum outro uso técnico. Com o difusor AxiTop, uma grande parte da energia cinética dinâmica pode ser convertida em pressão estática pela desaceleração do fluxo de ar. Esta reconversão aumenta o aumento de pressão do rotor.



Ventiladores Centrífugos

Ventiladores Centrífugos

Ventiladores centrífugos da ebm-papst estão disponíveis com lâminas curvadas para a frente e para trás. Os ventiladores centrífugos de funcionamento silencioso com pás curvadas para a frente são fornecidos como combinações de motor e hélice ou com uma carcaça de rolagem. Os ventiladores centrífugos com pás curvadas para trás têm um eixo de funcionamento livre e não requerem um alojamento de rolagem. No caso de ventiladores centrífugos com motores de rotor externos, o motor é posicionado na hélice, garantindo não apenas o resfriamento ideal do motor, mas também um design particularmente compacto. Toda a gama está disponível com tecnologia de motor AC e tecnologia GreenTech EC.

Os fatos em resumo:

– Ventiladores de baixa pressão AC e EC “RadiCal”
– Ventiladores de média pressão EC “RadiPac”
– Ventiladores centrífugos “RadiFit” EC com pás curvadas para trás e voluta
– Ventiladores centrífugos EC com pás curvadas para trás
– Ventiladores centrífugos AC e EC com pás curvadas para frente e voluta
– Design compacto graças à tecnologia de motor de rotor externo
– Ampla gama de produtos de ventiladores com tecnologia EC para todas as aplicações
– Controle de velocidade de 100% com interface analógica ou serial
– Alta eficiência através do uso da tecnologia EC GreenTech
– Operação silenciosa graças ao controle de fluxo otimizado e comutação sofisticada do motor EC
– Start-up facilitado por componentes perfeitamente compatíveis: Controlador / motor / ventilador
– Ampla gama de acessórios

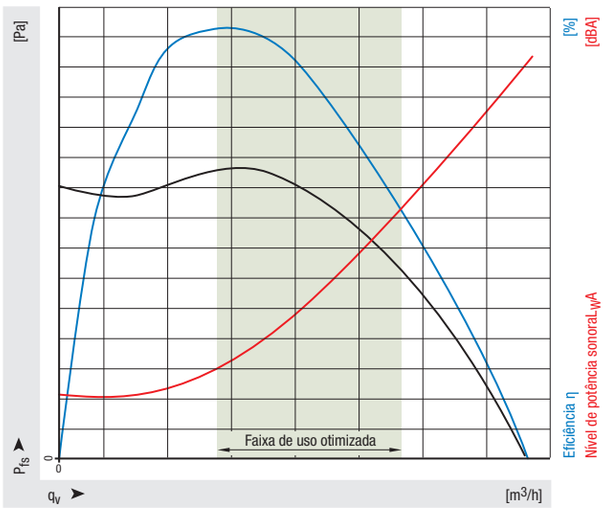
Ventiladores Centrífugos
Faixas de desempenho

Faixas de operação

Faixa de uso otimizada

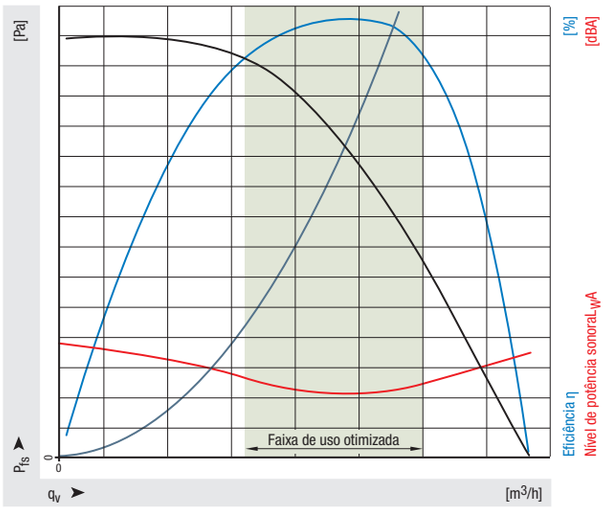
O funcionamento ideal de ventiladores centrífugos com pás curvadas para trás é obtido quando o ponto de operação está próximo do ponto de máxima eficiência. Se a consideração também for dada ao aspecto econômico, é melhor garantir que o ponto de operação do ventilador selecionado esteja à direita do ponto ótimo ou logo à direita. Ventiladores centrífugos com pás curvadas para a frente possuem diferentes características operacionais. Aqui, novamente, é importante que o ponto de operação esteja próximo ou ligeiramente à direita do ponto ótimo - mas deve ser lembrado que a potência exigida pelos sopradores centrífugos aumenta significativamente com a diminuição da pressão de retorno. Isso pode levar a sobrecarga do motor. O software de seleção “ebm-papst FanScout” (ver página 13) apresenta os fatores importantes, ou seja, eficiência máxima e ruído mínimo, para que você sempre possa fazer a escolha certa.

Ventiladores centrífugos curvados para frente



– Curva do ventilador
– Curva de eficiência
– Curva de ruído
– Curva do sistema ou dispositivo
• Ponto de operação
▮ Faixa de uso

Ventiladores centrífugos curvados para trás



– Curva do ventilador
– Curva de eficiência
– Curva de ruído
– Curva do sistema ou dispositivo
• Ponto de operação
▮ Faixa de uso

Seleção dos Ventiladores

Os catálogos de produtos contêm todas as informações relevantes sobre

– Designação do produto
O cabeçalho define a tecnologia (AC ou EC), o tipo (centrífugo, axial, …), a série (por exemplo, série S), o diâmetro do rotor e outras características do produto.

– Descrição do produto
Dependendo do produto, os seguintes itens de informação: Material, número de pás, direção do fluxo de ar, direção de rotação, grau de proteção, classe de isolação, posição de instalação, furos de condensação, modo de operação, rolamentos, características técnicas, EMC, corrente de toque, proteção do motor, conexão elétrica, cabo/caixa de terminal, classe de proteção, capacitor, conformidade com as normas, aprovações e opções.

– Dados nominais
Produtos AC (até o tamanho do motor 074) e produtos EC (com alimentação CC):
Ar livre/com produtos AC de contrapressão mínima (a partir do tamanho do motor 094) e produtos EC (com alimentação AC): No ponto de operação com carga máxima.

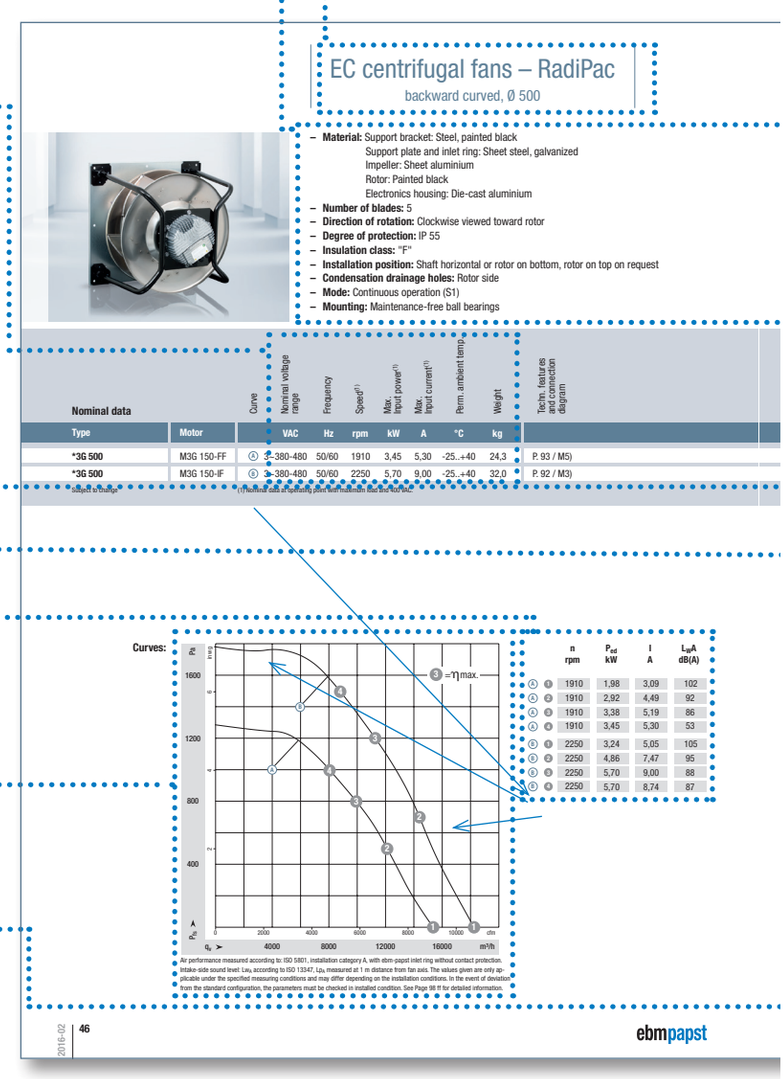
– Designação/tipo de encomenda
Uma explicação sobre a designação e o tipo de pedido é dada em um código.

– Desenho do produto

– Pontos de operação
Os pontos de operação com informações sobre velocidade, consumo de energia, consumo de corrente, nível de potência Sonora ou nível de pressão sonora e eficiência geral do ventilador estão listados na tabela de pontos operacionais adjacente.

– Curvas
As curvas de desempenho do ar para o produto são mostradas no gráfico.

– Acessórios
Os acessórios apropriados (por exemplo, difusores de entrada, grades de proteção, caixas de ventilador) e mais informações (por exemplo, o diagrama de conexão) podem ser encontradas nos números de páginas fornecidos.


EC centrifugal fans – RadiPac
backward curved, Ø 500

– **Material:** Support bracket: Steel, painted black
Support plate and inlet ring: Sheet steel, galvanized
Impeller: Sheet aluminium
Rotor: Painted black
Electronics housing: Die-cast aluminium
– **Number of blades:** 5
– **Direction of rotation:** Clockwise viewed toward rotor
– **Degree of protection:** IP 55
– **Insulation class:** "F"
– **Installation position:** Shaft horizontal or rotor on bottom, rotor on top on request
– **Condensation drainage holes:** Rotor side
– **Mode:** Continuous operation (S1)
– **Mounting:** Maintenance-free ball bearings

Nominal data		Curve	Nominal voltage range	Frequency	Speed(1)	Max. Input power(1)	Max. Input current(1)	Perm. ambient temp.	Weight	Techn. features and connection diagram
Type	Motor		VAC	Hz	rpm	kW	A	°C	kg	
*3G 500	M3G 150-FF	A	3~380-480	50/60	1910	3,45	5,30	-25..+40	24,3	P. 93 / M5)
*3G 500	M3G 150-IF	B	3~380-480	50/60	2250	5,70	9,00	-25..+40	32,0	P. 92 / M3)

Subject to change (1) Nominal data at operating point and maximum load and 400 VAC.

Curves:

		n rpm	P_{ed} kW	I A	L_{wA} dB(A)
A	1	1910	1,98	3,09	102
A	2	1910	2,92	4,49	92
A	3	1910	3,38	5,19	86
A	4	1910	3,45	5,30	53
B	1	2250	3,24	5,05	105
B	2	2250	4,86	7,47	95
B	3	2250	5,70	9,00	88
B	4	2250	5,70	8,74	87

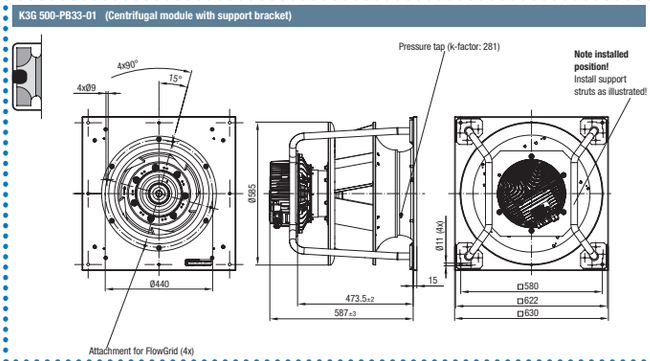
Air performance measured according to: ISO 5801, installation category A, with ebm-papst inlet ring without contact protection. Intake-side sound level: L_{wA} according to ISO 13347, L_{pA} measured at 1 m distance from fan axis. The values given are only applicable under the specified measuring conditions and may differ depending on the installation conditions. In the event of deviation from the standard configuration, the parameters must be checked in installed condition. See Page 98 ff for detailed information.

2016-02 46 ebmpapst

- **Technical features:** See connection diagram P. 92 f.
- **EMC:** Ⓐ Interference emission according to EN 61000-6-4
  Ⓑ Interference emission according to EN 61000-6-3,
  except EN 61000-3-2 for professionally used equipment
  with a total rated power greater than 1 kW
  Ⓐ Ⓑ Immunity to interference according to EN 61000-6-2
- **Touch current:** <= 3,5 mA according to IEC 60990 (measuring circuit Fig. 4)
- **Terminal box design:** electrical connection via terminal strip
- **Protection class:** I (with customer connection of protective earth)
- **Conformity with standards:** EN 61800-5-1, CE
- **Approvals:** Ⓐ EAC
  Ⓔ EAC, UL, CSA
- **Efficiency:** Ecodesign EU regulation EU 327/2011

Centrifugal fan	Weight centrifugal fan kg	Inlet ring with one pressure tap	Centrifugal module with support bracket	Weight centrifugal module with support bracket kg
R3G 500-PA23 -71	24,3	64025-2-4013	K3G 500-PA23 -71	38,7
R3G 500-PB33 -01	32,0	64025-2-4013	K3G 500-PB33 -01	48,0

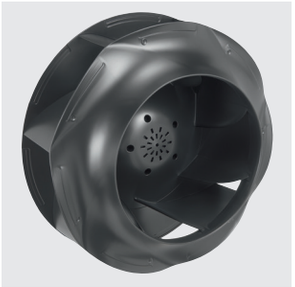
K3G 500-PB33-01 (Centrifugal module with support bracket)



Ventiladores Centrífugos com pás curvadas para trás

Ventiladores centrífugos com pás curvadas para trás

- RadiCal: Hélices de peça única feitos de material compósito de alta tecnologia, controle de fluxo otimizado, combinado com motores assíncronos confiáveis ou motores de alta eficiência GreenTech EC: Esses são os principais recursos da nova geração de ventiladores centrífugos curvados para trás. Operação sem invólucro de rolagem. Eles abrem novas perspectivas, não apenas na tecnologia de ventilação e ar condicionado: os ventiladores AC atualmente em uso podem ser substituídos pelos ventiladores com tecnologia EC GreenTech sem a necessidade de um trabalho de conversão.
- RadiPac: Suporta ventiladores centrífugos de média pressão e os identifica como uma linha independente de produtos ao lado da linha de produtos de baixa pressão RadiCal. O nome RadiPac é uma referência ao termo “empacotado”, significando que: todas as funções necessárias são incorporadas. Isso cria potencial para outras aplicações, não apenas nas indústrias de ar condicionado e ventilação. Ventiladores RadiPac são geralmente destinados a operação sem voluta.
- RadiFit: Informações sobre ventiladores centrífugos RadiFit com pás curvadas para trás podem ser encontradas nesta seção em “Ventiladores centrífugos com invólucro de rolagem”.



RadiCal

RadiPac

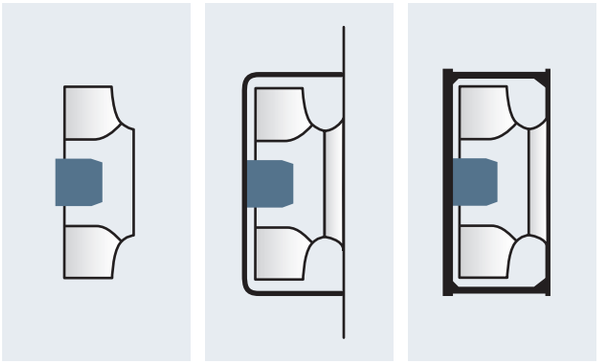
RadiFit

Ventiladores Centrífugos
Gama de produtos

Gama de produtos

– R série de ventiladores radiais: Hélice com motor. Montagem na flange do motor/bucha do estator.
– K série de ventiladores centrífugos com suporte: Hélice com motor e suporte. Montagem na placa de suporte. Instalação com eixo vertical e horizontal do motor.
– K série de ventiladores centrífugos com design de cubo: Hélice com motor e estrutura em cubo. Montagem na placa de suporte ou estrutura de cubo. Instalação com eixo vertical e horizontal do motor.

Versão R



Versão K com suporte

Versão K com suporte em cubo

Ventiladores Centrífugos
Difusor

Determinação do fluxo de ar para difusores de entrada com ponto de tomada de pressão

O método da pressão diferencial compara a pressão estática a montante do diffusor. O fluxo de ar pode ser calculado a partir da pressão diferencial (entre as pressões estáticas) com base na seguinte equação:

$q_v = k \cdot \sqrt{\Delta p}$ q_v em [m^3/h] e Δp em [Pa]

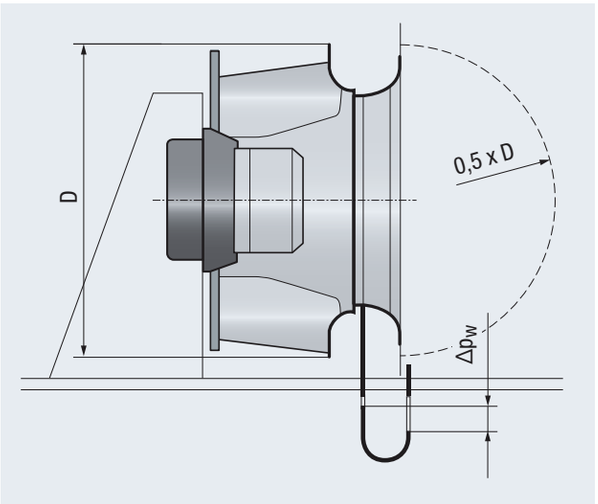
Se o fluxo de ar deve ser regulado para um nível constante, a pressão do difusor deve ser mantida constante:

$\Delta p = q_v^2 : k^2$

k considera as propriedades específicas do difusor.

A pressão é tocada em 1(4) ponto(s) na circunferência do difusor de entrada.

A conexão do lado do cliente é feita por meio de um encaixe de mangueira em forma de T embutido. O encaixe da mangueira é adequado para mangueiras pneumáticas com um diâmetro interno de 4mm.



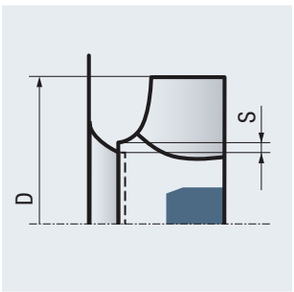
Ventiladores Centrífugos
Efeitos do ar na lacuna e sobreposição

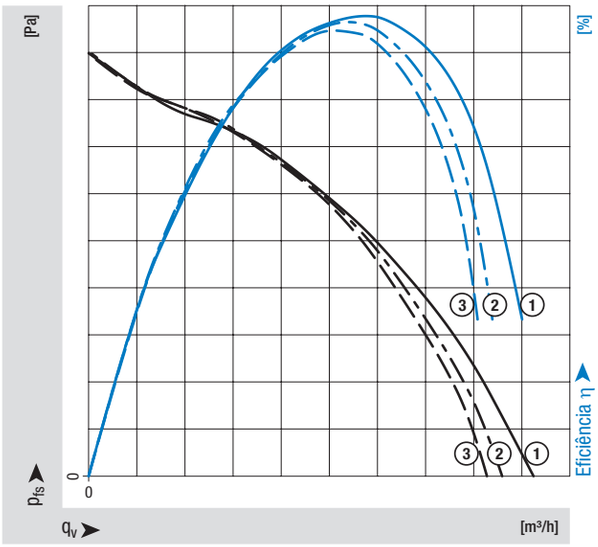
Efeitos da alteração do intervalo radial

O espaço de ar entre o difusor e a hélice do rotor influencia o desempenho do ar e a eficiência de um ventilador centrífugo.

Uma mudança na dimensão da abertura do difusor influência a curva:

① s / D = 0.4% ② s / D = 1.0% ③ s / D = 1.4%



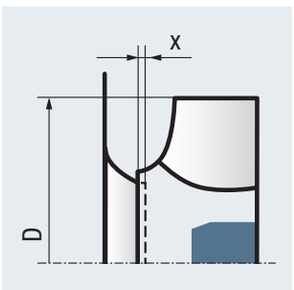


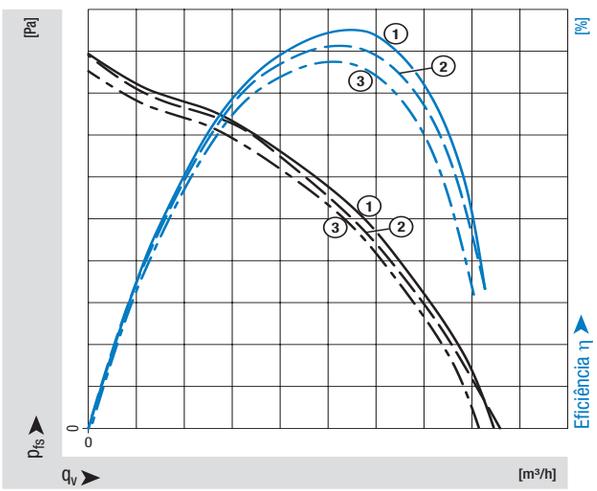
Efeitos da alteração da sobreposição axial

A sobreposição axial entre o difusor e a hélice do ventilador influencia o desempenho do ar e a eficiência de um ventilador centrífugo.

Uma mudança na sobreposição influencia a curva:

① x / D = 0.6% ② x / D = 0% ③ x / D = -0.8%

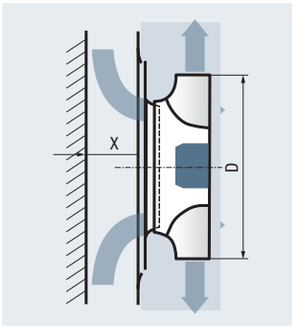


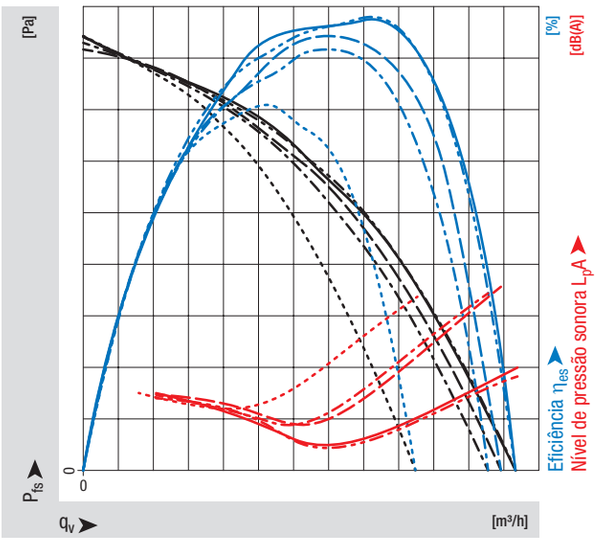


Ventiladores Centrífugos
Efeitos de obstrução de entrada

Efeitos de obstrução de entrada

As obstruções laterais de entrada e saída reduzem o desempenho de ar dos ventiladores centrífugos.



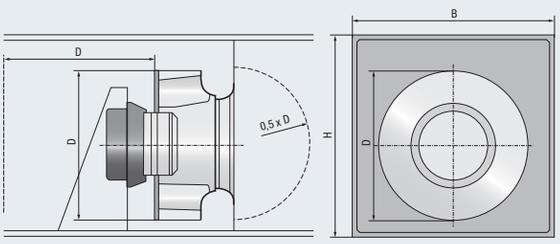


— x / D = ∞
- · · - x / D = 40%
– – x / D = 20%
- · - x / D = 15%
· · · x / D = 10%

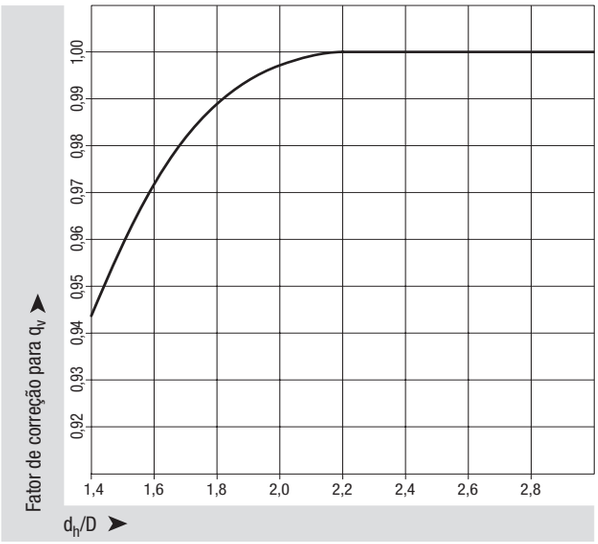
Ventiladores Centrífugos
Efeitos do espaço de instalação

Efeitos do espaço de instalação

As perdas de instalação ocorrerão se um ventilador centrífugo estiver instalado em uma unidade de ventilação com pouco espaço. O efeito sobre as características operacionais do ventilador pode ser estimado a partir da curva mostrada. Para caixas com seção transversal quadrada, o diâmetro hidráulico deve ser calculado a partir da largura e altura da caixa e o valor dividido pelo diâmetro do ventilador. O fator de correção do fluxo de ar pode ser lido no gráfico como base nesse valor.



d_h Diâmetro Hidráulico
$d_h = 2 \cdot B \cdot H / (B + H)$
B Largura da caixa
H Altura da caixa
D Diâmetro externo do ventilador



O FlowGrid ajuda a minimizer o ruído extra causado por uma situação de instalação confinada. Há, então, muitas vezes menos necessidade de medidas extensas de proteção contra ruídos secundários, se for o caso.

O FlowGrid é simplesmente conectado na área de entrada do ventilador centrífugo.

FlowGrid para ventiladores centrífugos

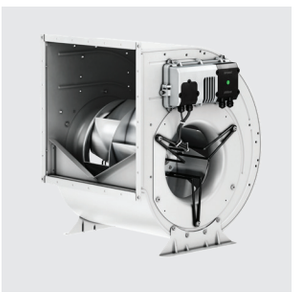
Ventiladores Centrífugos com caixa de rolagem

Ventiladores centrífugos com voluta

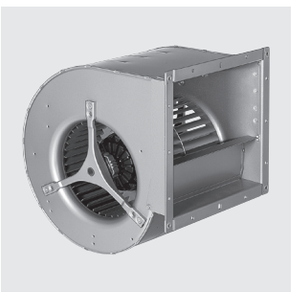
– RadiFit: Nossa gama de produtos de ventiladores centrífugos RadiFit com invólucro de rolagem e lâminas curvadas para trás é a solução de sistema ideal para uma ampla gama de aplicações de tecnologia industrial e de ventilação. Com seus altamente eficientes motores GreenTech EC, eles podem oferecer excelente eficiência em altas pressões. Eles também são extremamente compactos, leves e robustos.

– Série D e G: Os ventiladores centrífugos com pás curvadas para a frente estão disponíveis nas versões de entrada dupla (D) ou de entrada única (G). Os ventiladores centrífugos são adequados para virtualmente todas as aplicações concebíveis, desde unidades de tratamento de ar compactas, cortinas de ar e fan coils a aquecedores de ar para edifícios de fábricas ou ventiladores para resfriamento forçado de conversores de energia, geradores ou instalações de telecomunicações.

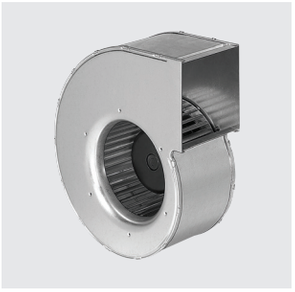
– Série K (combinações): A solução de ventilação ideal para fan coils e cortinas de ar da porta. Graças à tecnologia altamente eficiente EC GreenTech, eles não são apenas extremamente baratos de operar, mas também totalmente confiáveis e totalmente livres de manutenção durante um período de tempo excepcionalmente longo - reduzindo ainda mais os custos do ciclo de vida.



RadiFit



Série D



Série G

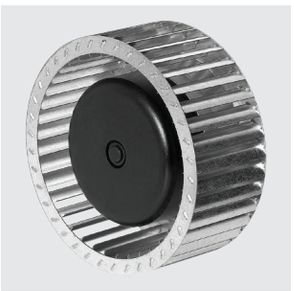
Série K

Ventiladores Centrífugos
Hélices

Ventiladores

– Chapa de aço: Os rotores de chapa de aço são usados em uma ampla gama de aplicações. Suas características proeminentes são grande estabilidade e robustez.
– Alumínio: Sendo resistentes à corrosão, os ventiladores de alumínio têm uma vida útil mais longa. Eles também são leves e altamente duráveis. Possíveis áreas de aplicação incluem a tecnologia de ventilação industrial.
– Plástico: Os ventiladores de plástico são mais versáteis do que os ventiladores de metal em termos de forma e, portanto, são adequados para aplicações especiais de tecnologia de ar condicionado e ventilação. Eles também são resistentes à corrosão.

Ventiladores de alumínimo



Ventiladores de chapa de aço

Ventiladores de plástico

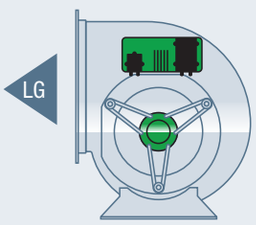
Direção da rotação

A posição da caixa e o sentido de rotação dos ventiladores correspondem à diretiva EUROVENT.

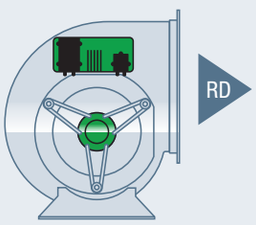
A direção do fluxo de ar é determinada quando vista em direção ao lado da transmissão:

– Sentido anti-horário = sentido de rotação “LG”
– Sentido horário = Sentido de rotação “RD”

Direção da rotação “LG”



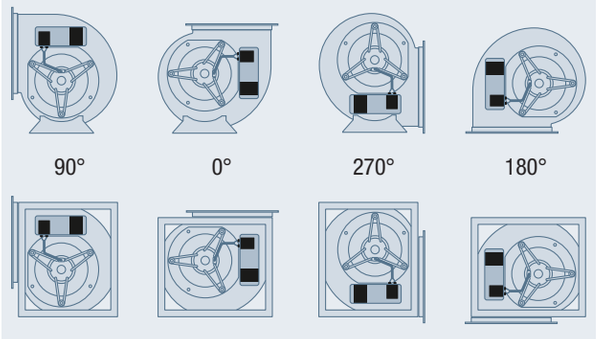
Direção da rotação “RD”



Posição da carcaça

As seguintes posições de caixa estão disponíveis para ventiladores com suporte de montagem ou estrutura de montagem.

Posição da carcaça

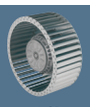


Ventiladores Centrífugos
Caixa de rolagem

Dimensionamento da caixa de rolagem para ventiladores
O tamanho é determinado pelo diâmetro do rotor em milímetros ou polegadas. Os ventiladores também são classificados com base nos tamanhos nominais de acordo com a série de padrões DIN 323 R20.

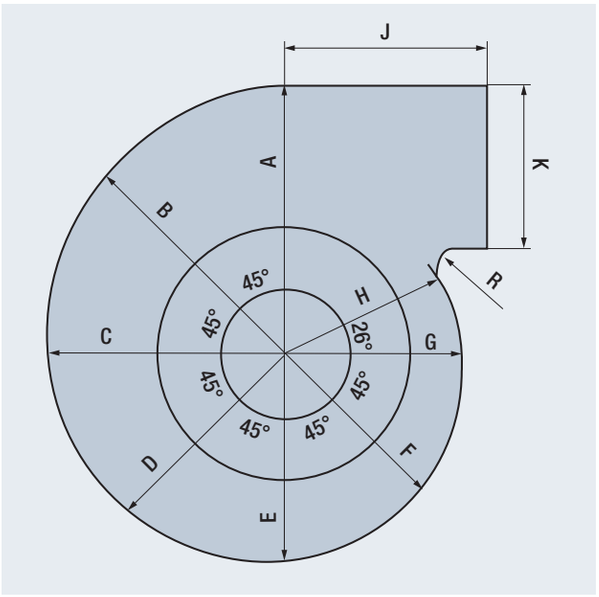
As dimensões de uma carcaça de rolagem típica podem ser calculadas com os seguintes formulários baseados no diâmetro do rotor D:

Ajuste das dimensões para se adequar a espaços menores é possível. Teremos o prazer de lhe oferecer nossa assistência.



Ventilador centrífugo com pás curvadas para frente	
A	1.062 · D
B	0.992 · D
C	0.922 · D
D	0.853 · D
E	0.784 · D
F	0.715 · D
G	0.646 · D
H	0.612 · D
J	0.720 · D
K	0.689 · D
R	0.073 · D

Ventilador centrífugo com pás curvadas para trás	
A	1.10370 · D
B	1.01625 · D
C	0.93573 · D
D	0.86159 · D
E	0.79332 · D
F	0.73046 · D
G	0.67258 · D
H	0.62500 · D
J	0.77000 · D
K	0.70195 · D
R	0.10000 · D

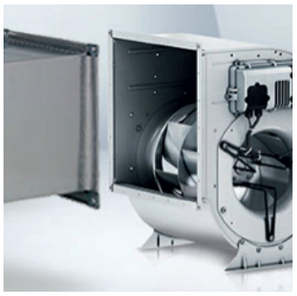


Ventiladores Centrífugos
Versões

Flange de conexão

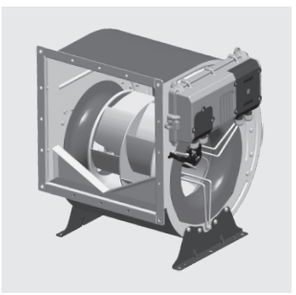
As caixas de rolagem estão equipadas com um flange de conexão como padrão. O flange facilita a instalação de tubos ou a fixação do ventilador nas paredes correspondentes.

O design dos flanges de conexão difere dependendo da faixa de produtos do ventilador.

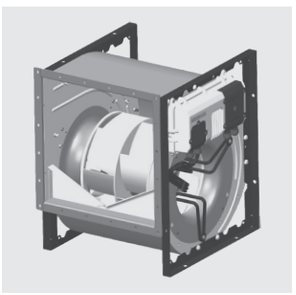


Gamas de produtos

– RadiFit: Ventilador centrífugo com pás curvadas para trás, caixa de rolagem de entrada dupla, motor de rotor externo da EC integrado ao rotor do ventilador, eletrônica externa. Com suporte de montagem ou estrutura de montagem.
– Linha de produtos D: Ventilador centrífugo com pás curvadas para a frente, voluta de entrada dupla, motor de rotor externo AC ou EC integrado ao ventilador, componentes eletrônicos externos.
– Linha de produtos G: Ventilador centrífugo com pás curvadas para a frente, carcaça de rolagem de entrada única, motor de rotor externo AC integrado ao ventilador.
– Série K (combinações): Centrífugo com pás curvadas para a frente, voluta de entrada dupla, motor de rotor externo integrado ao ventilador.
Disponível como combinação em design duplo ou triplo, por exemplo.



RadiFit com suporte de montagem

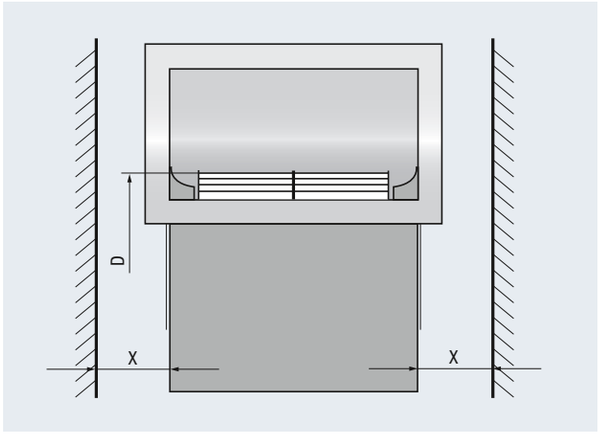


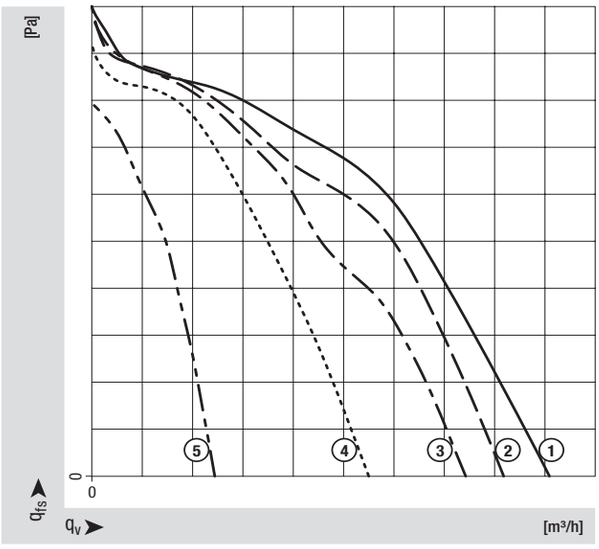
RadiFit com estrutura de montagem

Ventiladores Centrífugos
Efeitos de obstrução de entrada

Efeitos de obstrução de entrada

As obstruções do lado da entrada reduzem o desempenho do ar dos sopradores centrífugos.





1 x / D = ∞ 2 x / D = 30% 3 x / D = 23%

4 x / D = 15% 5 x / D = 7.5%

Efeitos de obstruções da admissão com operação de volume constante

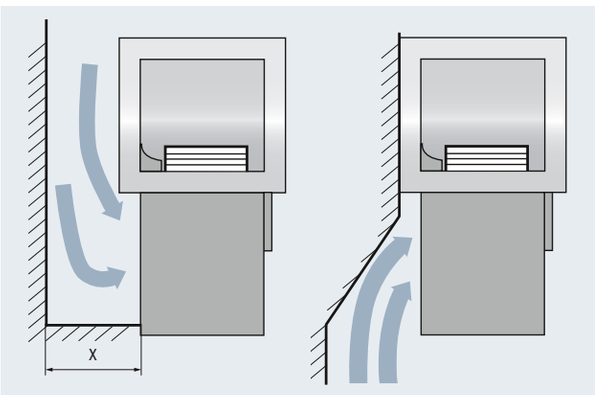
Um volume constante só é alcançado se não houver obstruções de entrada. O afluxo obstruído (por exemplo, assimétrico ou parcialmente bloqueado) pode afetar significativamente a curva e produzir desvios consideráveis de uma curva de volume constante.

Notas sobre como obter um afluxo suficientemente desobstruído:

A distância x entre a admissão do ventilador e as paredes ou obstruções limitantes deve ser igual a pelo menos 25% do diâmetro do rotor. O redemoinho de fluxo ou o influxo rotacional assimétrico devem ser evitados. Resistências do lado da entrada, como filtros ou grades, nivelam o afluxo.

Sob pedido, podemos fornecer versões calibradas de sopradores otimizadas para situações específicas de instalação.

Exemplos de entrada obstruída

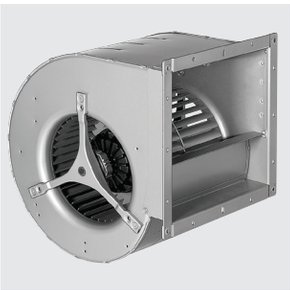


Ventiladores Centrífugos
Difusor escalonado

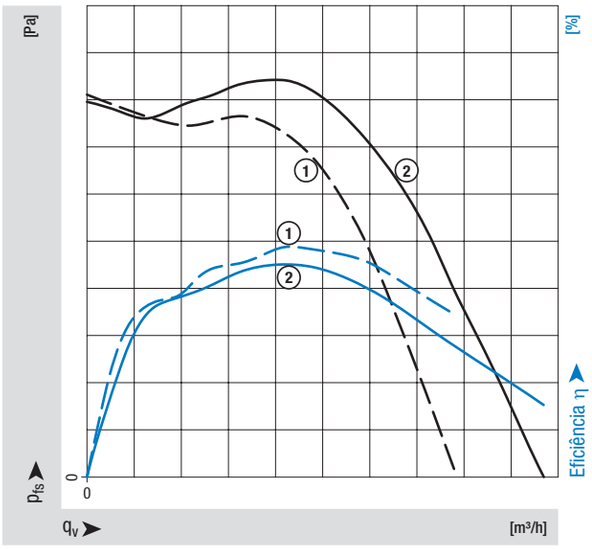
Efeitos do difusor escalonado

Um difusor com duto de saída conectado no lado da descarga aumenta o desempenho do ar e a eficiência dos sopradores centrífugos.

① Sem difusor escalonado



② Com difusor escalonado



Ventiladores Diagonais

Ventiladores Diagonais

Ventiladores diagonais são a escolha preferida para alto desempenho de ar em um espaço confinado. Funções fornecidas incluem:

– Controle de temperatura
– Refrigeração ativa do motor
– Monitoramento de filtro com saída de sinal para substituição de filtro

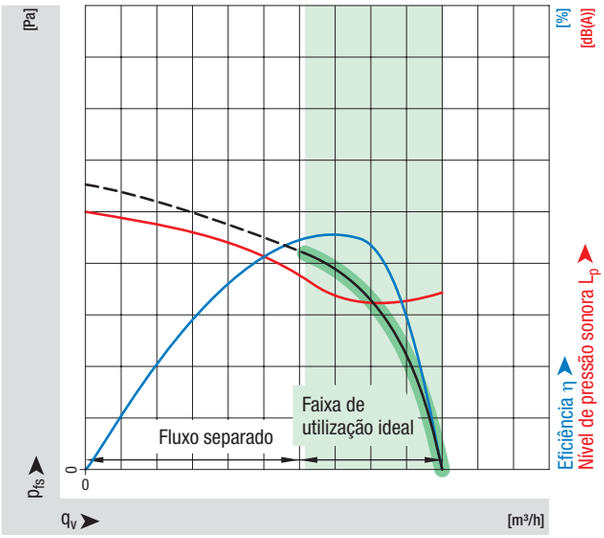
Os fatos em resumo:

– Ampla gama de motores para ventiladores diagonais:
– Motores AC ou DC
– Rotor interno ou externo
– Comutação mecânica ou eletrônica
– Motor EC com sistema eletrônico integrado ou externo
– Unidades de acionamento capazes de comunicação com interface de barramento

Ventiladores Diagonais
Gama de desempenho

Faixa de utilização ideal
Imediatamente à direita da inclinação
(seção direita das curvas de desempenho do ar):
– Máxima eficiência
– Ruído mínimo
À esquerda da inclinação (seção esquerda das curvas do desempenho do ar):
– Limite do ventilador (Stalling)
– Queda de eficiência
– Aumento abruto do ruído

O ponto de operação de um ventilador diagonal é entre os ventiladores axiais e centrífugos.
A faxia ideal de uso do ventilador é destacada em verde no gráfico adjacente.



– Curva do ventilador
– Curva de Eficiência
– Curva de ruído
– Curva do Sistema ou dispositivo
• Ponto de operação
▮ Faixa de uso

Seleção dos Ventiladores

Os catálogos de produtos contêm todas as informações relevantes sobre

– Designação do produto

  O cabeçalho define a tecnologia (AC ou EC), o tipo (centrífugo, axial,…), a série (por exemplo, série S), o diâmetro do rotor e outras características do produto.

– Descrição do produto

  Dependendo do produto, os seguintes itens de informação são apresentados aqui: Material, número de pás, direção do fluxo de ar, direção de rotação, grau de proteção, classe de isolação, posição de instalação, furos de condensação, modo de operação, rolamentos, características técnicas, EMC, corrente de torque, proteção do motor, conexão elétrica, cabo/caixa de ligação, classe de proteção, capacitor, conformidade com as normas, aprovações e opções.

– Dados Nominais

  Produtos AC (até o tamanho do motor de 074) e produtos EC (com alimentação CC):
  Produtos AC com Ar livre/com minima contra pressão (a partir do tamanho do motor 094) e produtos EC (com alimentação AC):
  No ponto de operação com carga máxima.

– Designação/tipo de encomenda

  Uma explicação sobre a designação e o tipo de ordem é dada em um código.

– Desenho do produto

– Pontos de operação

  Os pontos de operação com informações sobre velocidade, consume de energia, consume de corrente, nível de potência sonora ou nível de pressão sonora e eficiência geral do ventilador estão listados na tabela de ponto operacionais adjacentes.

– Curvas

  As curvas de desempenho de ar para o produto são mostrados no gráfico.

– Acessórios

  Os acessórios apropriados (por exemplo difusores, grades de proteção, caixa de ventilador) e mais informações (por exemplo, o diagrama de conexão) podem ser encontradas nos números de páginas fornecidos.

Max. 1100 m³/h

S-Force

DC diagonal fan

Ø 172 x 51 mm

- **Material:** Housing: Die-cast aluminum
  Impeller: GRP[1)] (PA)
- **Direction of air flow:** Exhaust over struts
- **Direction of rotation:** Counterclockwise, looking towards rotor
- **Connection:** (+) and GND: AWG 18, UL 1007, TR 64; speed and alarm signal: AWG 22, UL 1007, TR 64
- **Highlights:** Highly efficient and smoothly operating 3-phase fan drive
  Housing with grounding lugfor screw M4 x 8 (Torx)
- **Weight:** 1050 g

- **Possible special versions:**
  (See chapter DC fans - specials)
  - Speed signal
  - Go / NoGo alarm
  - Alarm with speed limit
  - External temperature sensor
  - Internal temperature sensor
  - PWM control input (standard)
  - Analog control input
  - Multi-option control input
  - Moisture protection
  - Salt spray protection
  - Degree of protection: IP 54

1) Thermally conductive plastic

Series DV 6300 TD

Nominal data

Type	Air flow	Air flow	Nominal voltage	Voltage range	Sound pressure level	Sound power level	Sintec-sleeve Bearings / Ball bearings	Power consumption	Nominal speed	Temperature range	Service life L_{10} (40 °C) ebm-papst standard	Service life L_{10} (T_{max}) ebm-papst standard	Life expectancy L_{10IPC} (40 °C) see page 17	Curve
	m³/h	cfm	VDC	VDC	dB(A)	Bel(A)	■ / ■	Watts	rpm⁻¹	°C	Hours	Hours		
DV 6318/2 TDHP*	630	371	48	36…72	68	7.6	■	75	4000	-20…+65	70 000 / 40 000	117 500		①
DV 6318/2 TDHHP*	770	453	48	36…72	73	8.0	■	135	4900	-20…+65	60 000 / 32 500	102 500		②
DV 6318/2 TDH4P	1050	617	48	36…72	77	8.7	■	300	6500	-20…+65	50 000 / 27 500	85 000		③
DV 6318/2 TDH5P**	1100	647	48	36…72	79	8.9	■	360	6800	-20…+65	40 000 / 22 500	67 500		④

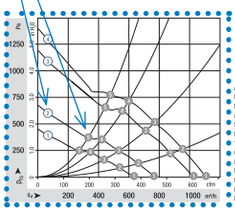
Subject to change

* On request
** Rotor protrusion a = 3 mm

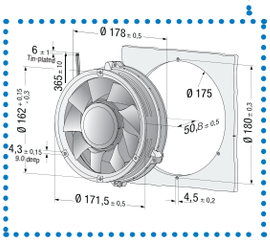
Speed control range from 1000 rpm⁻¹ up to maximum nominal speed. Standstill at 0% PWM, maximum speed if control cable is interrupted.
The fan has an acceleration of up to 30% that produces a smoother curve.

		n rpm⁻¹	P_{el} W	Lw_A dB(A)	L_{10} (40 °C)	L_{10} (65 °C)	L_{10IPC} (40 °C)
①	❶	4000	65,5	79	70 000	40 000	117 500
①	❷	3835	64,5	78	72 500	40 000	122 500
①	❸	3815	64,5	78	75 000	42 500	127 500
①	❹	3930	65	76	77 500	42 500	130 000
①	❺	4240	66	79	77 500	42 500	130 000
②	❶	4900	120	83	60 000	32 500	102 500
②	❷	4690	119	82	67 500	37 500	115 000
②	❸	4670	119	80	72 500	40 000	122 500
②	❹	4870	120	81	75 000	42 500	127 500
②	❺	5190	121	85	75 000	42 500	127 500

		n rpm⁻¹	P_{el} W	Lw_A dB(A)	L_{10} (40 °C)	L_{10} (65 °C)	L_{10IPC} (40 °C)
③	❶	6500	280	90	50 000	27 500	85 000
③	❷	6230	275	89	62 500	35 000	105 000
③	❸	6200	280	88	70 000	40 000	117 500
③	❹	6450	281	88	72 500	40 000	122 500
③	❺	6900	283	92,5	72 500	40 000	122 500
④	❶	6950	345	92	40 000	22 500	67 500
④	❷	6720	345	91	57 500	32 500	97 500
④	❸	6630	345	89,5	62 500	35 000	105 000
④	❹	6850	345	89	67 500	37 500	115 000
④	❺	7300	345	94	72 500	40 000	122 500



Air performance measured according to: ISO 5801.
Installation category A, without contact protection.
Noise: Total sound power level L_{wA} ISO 10302 measured on a hemisphere with a radius of 2 m.
Sound pressure level L_{pA} measured at 1 m distance from fan axis.
The values given are applicable only under the specified measuring conditions and may differ depending on the installation conditions.
In the event of deviation from the standard configuration, the parameters must be checked after installation!
For detailed information see http://www.ebmpapst.com/general conditions



ebmpapst

20116-01 80

Finger guards from p. 242

Ventiladores Diagonais

Gama de produtos

– Séries W: Ventilador diagonal de design axial com hélice de plástico otimizado aerodinamicamente, voluta do ventilador feita de alumínio fundido robusto. Motor EC integrado.
– Série DV: Ventilador diagonal de design axial com motor DC integrado e caixa do ventilador em plástico reforçado com fibra de vidro ou alumínio fundido sob pressão.
– Série K: Ventilador diagonal de projeto centrífugo como módulo com anel de entrada. A placa de montagem, o anel de entrada e o elemento de suspensão do motor são feitos de plástico robusto e resiliente.
  O design aero-acústico intransigente é uma vantagem notável.

Série W

Série DV

Série K

Informações de instalação

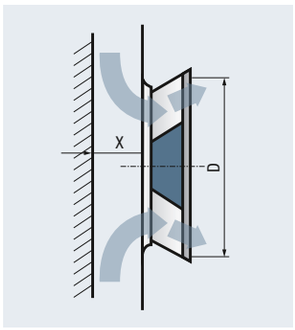
O alojamento cônico incluído no escopo de entrega garante a dimensão necessária do intervalo.

Efeitos

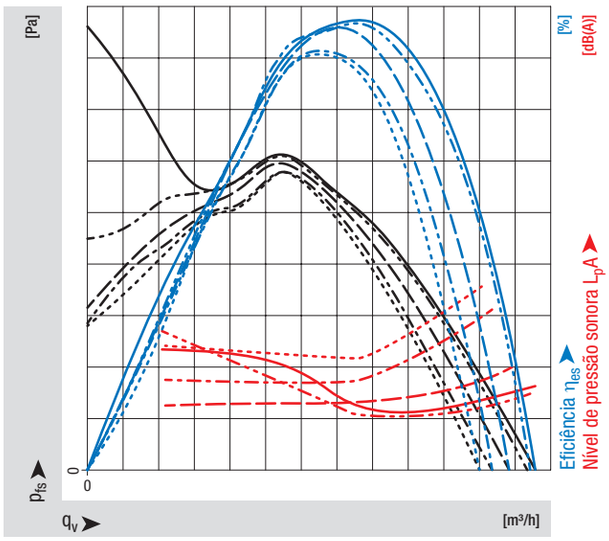
Os efeitos são comparáveis aos de um ventilador (ver página 55).

Ventiladores Diagonais
Efeitos de obstrução de entrada e saída

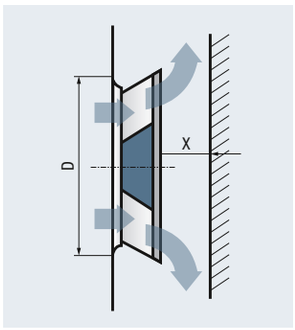
Efeitos de obstruções de entrada



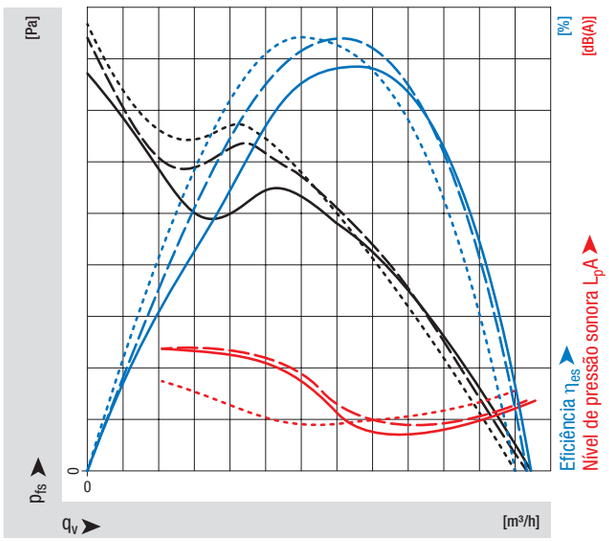
— x / D = ∞
- · · - x / D = 40%
– – x / D = 20%
- · - x / D = 15%
· · · x / D = 10%



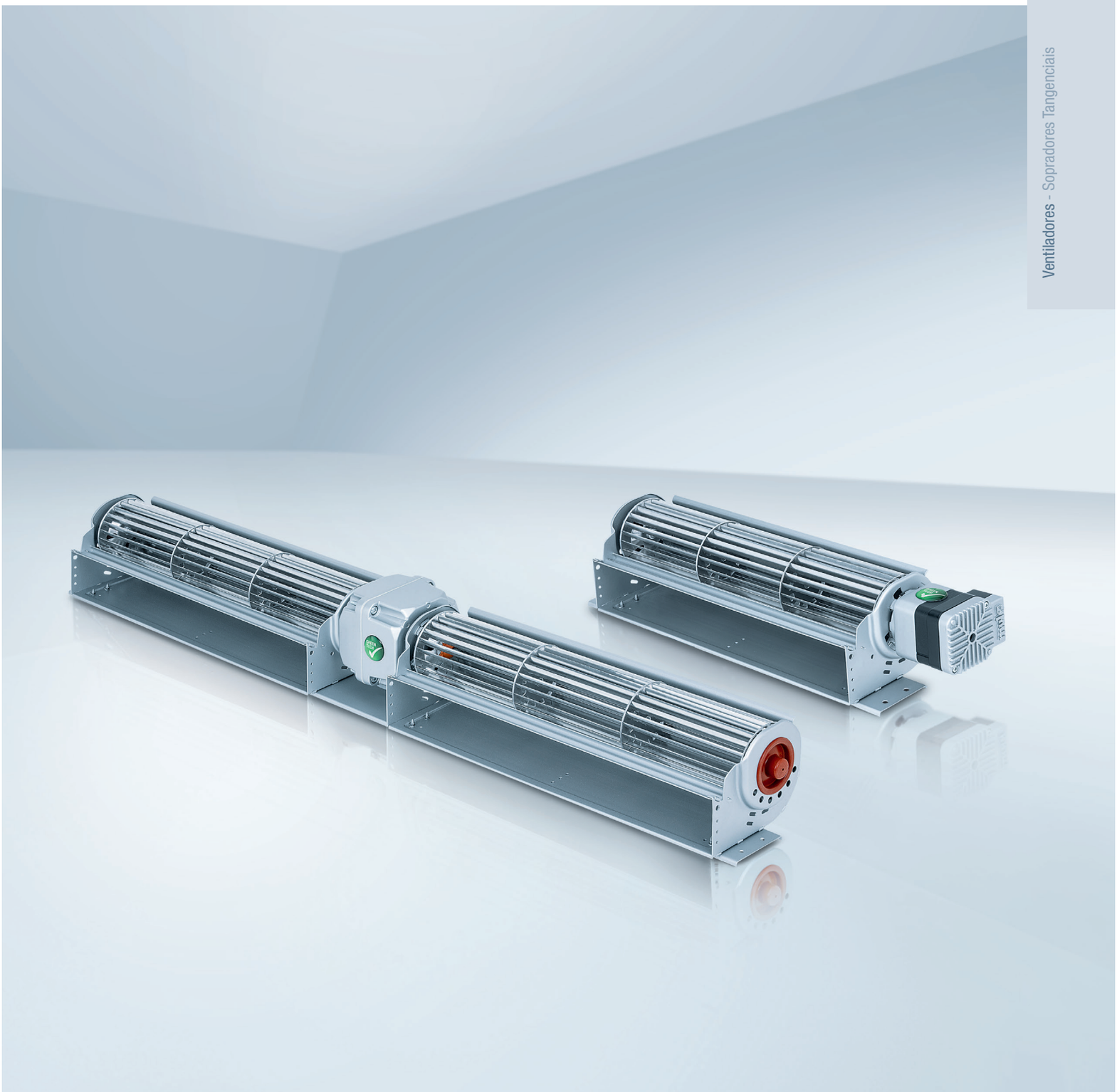
Efeitos de obstruções de saída



— x / D = ∞
– – x / D = 50%
· · · x / D = 25%



Sopradores Tangenciais



Sopradores Tangenciais

Refrigeração de revestimento de fogão, aquecedores de armazenamento, fogões a lenha, ventilação sob o piso, camas de bronzeamento, condicionadores de ar e aquecedores - comuns a todas essas aplicações é a necessidade de um sistema de ventilação de design superficial com altas taxas de fluxo de ar.
A solução ideal: sopradores tangenciais da ebm-papst.
Estes fornecem altas taxas de fluxo de ar e características de ruído extremamente boas.

Os fatos em resumo:

- Baixo ruído com altas taxas de fluxo de ar e baixas pressões de retorno
- Alta vazão de ar com baixas velocidades de fluxo
- A área de descarga de largura expandida garante que o ar faça um bom contato com os dutos e superfícies a serem resfriadas
- Design extremamente superfícial
- Versões à prova de umidade para aplicações de refrigeração, por exemplo
- Velocidades mais altas com motores GreenTech EC do que motores AC
- Ajuste de energia via sinal PWM ou tensão analógica de 0-10V

Sopradores Tangenciais
Faixa de desempenho

Faixa de utilização ideal

No último terço da curva de desempenho do ar:

– Máxima eficiência

– Ruído mínimo

Área esquerda da curva de desempenho do ar:

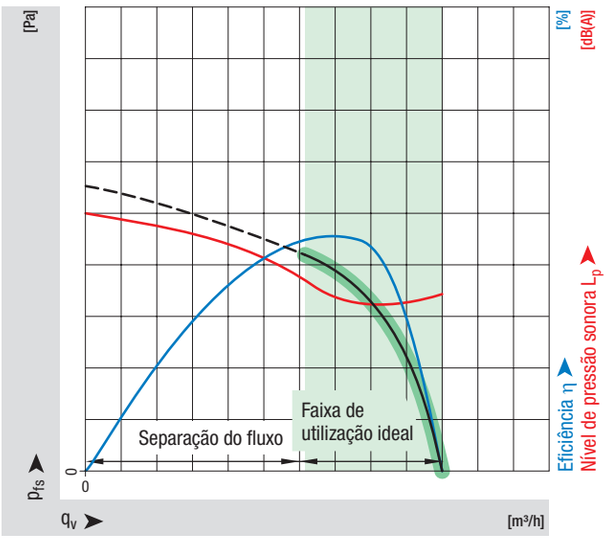
– Comportamente instável devido ao limite do ventilador (Stalling)

– Baixa eficiência

– Leve aumento do nível de ruído

A faixa de operação está em pressões muito mais baixas do que com todos os outros ventiladores.

A faixa operacional ideal é destacada em verde no gráfico adjacente.



– Curva do ventilador

– Curva de eficiência

– Curva de ruído

– Curva do sistema ou dispositivo

• Ponto de operação

▮ Faixa de uso

Seleção dos Ventiladores

Os catálogos de produtos contêm todas as informações relevantes sobre

– Designação do produto

O cabeçalho define a tecnologia (AC ou EC), o tipo (centrífugo, axial,…), a série (por exemplo, série S), o diâmetro do rotor e outras características do produto.

– Descrição do produto

Dependendo do produto, os seguintes itens de informação são apresentados aqui: Material, número de pás, direção do fluxo de ar, direção de rotação, grau de proteção, classe de isolação, posição de instalação, furo de condensação, modo de operação, rolamentos, características técnicas, EMC, corrente de torque, proteção do motor, conexão elétrica, cabo/caixa de ligação, classe de proteção, capacitor, conformidade com as normas, aprovações e opções.

– Dados nominais

Produtos AC (até o tamanho do motor 074) e produtos EC (com alimentação CC):
Produtos AC Ar livre/com contrapressão mínima (a partir do tamanho do motor 094) e produtos EC (com alimentação AC):
No ponto de operação com carga máxima.

– Designação/tipo de encomenda

Uma explicação sobre a designação e o tipo de ordem é dada em um código.

– Desenho do produto

– Curvas

As curvas de desempenho do ar para o produto são mostradas no gráfico.

– Diagrama de conexão

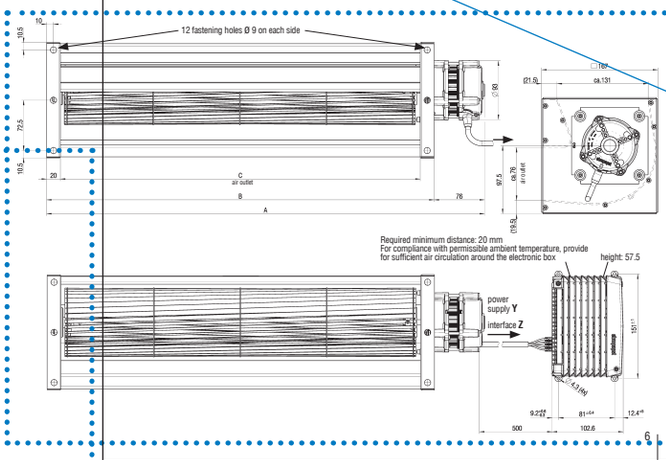
Os diagramas de conexão mostram as conexões para fonte de alimentação e interface.
Os conectores compatíveis também são fornecidos.

QL 100

Tangential blowers with electronically commutated direct current motors

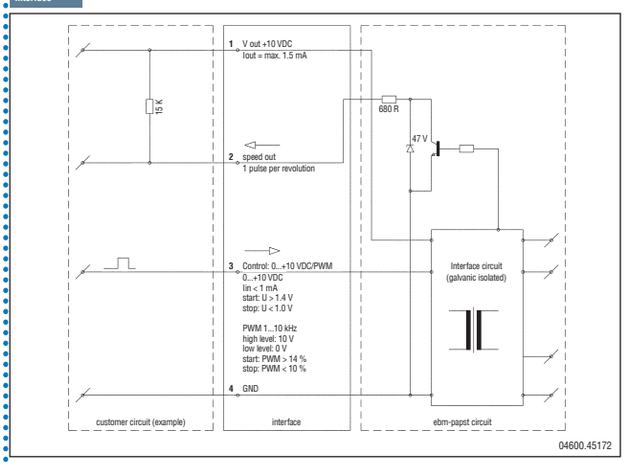
- With external commutation electronics
- Vibration-cushioned suspension
- Blower speed adjustable through PWM signal, or through 0 -10 V analog voltage signal (see page 7)
- Impeller diameter: 100 mm
- Mounting position: horizontal; vertical with motor on the bottom on request
- Permissible ambient temperature electronics: 0 - 50 °C
- Degree of protection: IP00 (electronics), IP54 (motor) possible
- Protection class I
- Overload protected by software class B
- Controlled speed

Nominal data		Characteristic curve	Nominal voltage (AC)	Air flow	Max. pressure increase	Max. power input	Speed	Permissible ambient temperature (motor)	Permissible medium temperature	Dimensions in mm		
Type	Part number		V	m³/h	Pa	W	min⁻¹	°C	°C	a	b	c
QL100/5000-BG4320	55669.11010	1	220-240	1075	75	80	1500	0 - 60	-15 - 80	836	560	520
QL100/6000-BG4320	55669.12010	2	220-240	1200	75	80	1500	0 - 60	-15 - 80	736	660	620
QL100/7000-BG4320	55669.13010	3	220-240	1300	75	80	1500	0 - 60	-15 - 80	836	760	720
QL100/8000-BG4320	55669.14010	4	220-240	1360	75	80	1500	0 - 60	-15 - 80	936	860	820



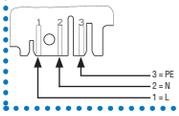
Characteristic curve, electrical interfaces and connectors

Interface



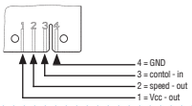
Power supply Y

Coding of the PCB fits to edge connector:
e.g. MFW9590-03-EF05-000-960-000-00 (Fa. Stocko)
Part number for mating connector: 24310.45065

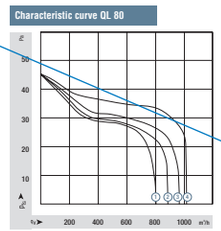


Interface Z

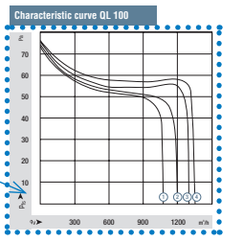
Coding of the PCB fits to edge connector:
e.g. MFW7238-004-061-960-000-00-G (Fa. Stocko)
Part number for mating connector: 24310.45066



Characteristic curve QL 80



Characteristic curve QL 100



ebmpapst

7

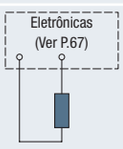
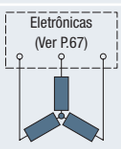
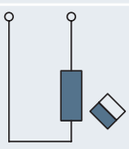
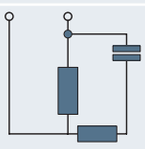
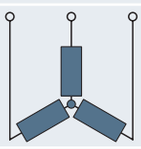
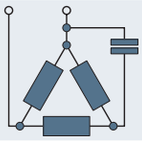
Motores

Motores da ebm-papst

Motores da ebm-papst com tecnologia AC e EC são baseados no princípio bem sucedido de rotor externo, o que significa que o rotor gira em torno do estator interno.

Isto oferece uma variedade de vantagens:

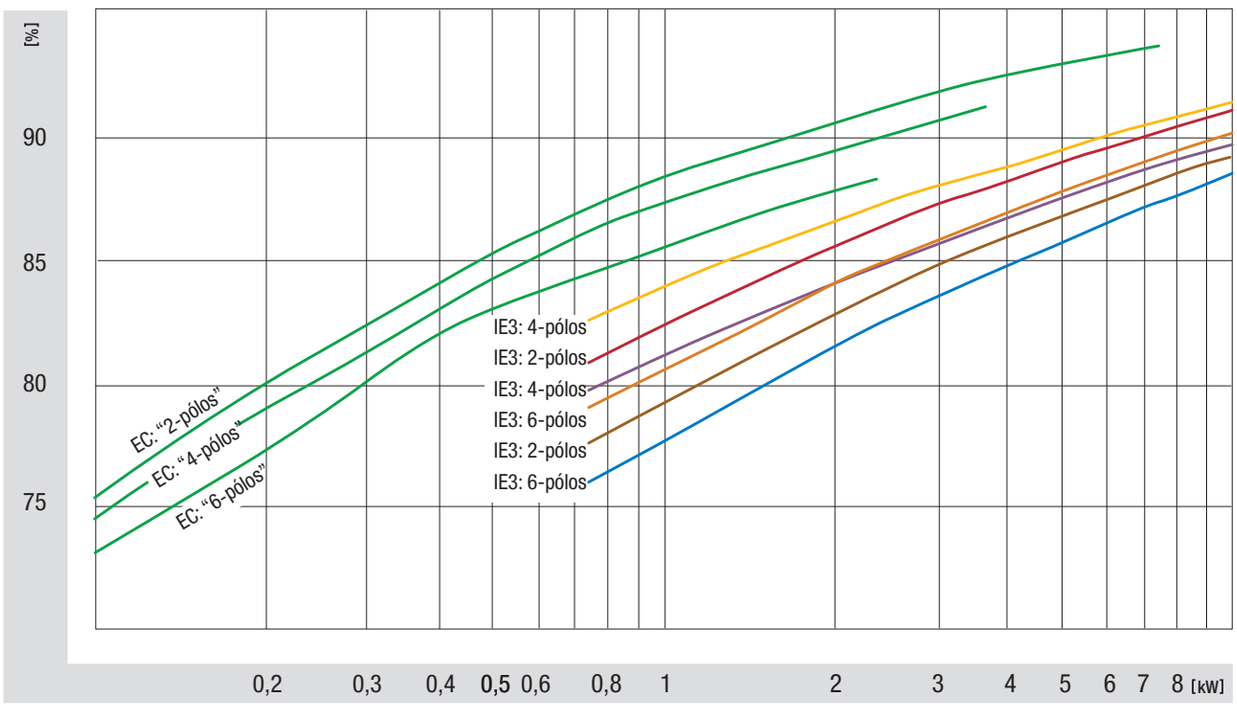
– Design que economiza espaço graças aos rolamentos integrados e instalação direta no rotor
– Carga reduzida nos rolamentos como resultados de um balanceamento mais preciso, pois todos os elementos rotativos estão permanentemente conectados uns aos outros
– Vida útil mais longa, pois a unidade do motor está localizada diretamente no fluxo de ar
– Os motores da ebm-papst que empregam a tecnologia EC GreenTech atingem valores ótimos em termos de eficiência e características de ruído.

Características	Motores EC		Motores AC		
	Motor Monofásico	Motor Trifásico	Motor com pólo sombreado	Monofásico Motor com capacitor	Motor Trifásico
Tensão AC monofásico	Sim	Sim	Sim	Sim	Em alguns casos (circuito Steinmetz)
Tensão AC Trifásico	Não	Sim	Não	Não	Sim
Conexão de tensão DC	Sim	Sim	Não	Não	Não
Diagrama de blocos do estator					 
Princípio do rotor	Rotor magnético	Rotor magnético	Rotor de gaiola de esquilo	Rotor de gaiola de esquilo	Rotor de gaiola de esquilo
Eficiência	Muito bom	Muito bom	Baixo	Médio	Bom
Configuração de velocidade infinitamente variável integrada	Sim	Sim	Não	Não	Não
Características de ruído	Médio	Muito bom	Médio	Bom	Muito bom

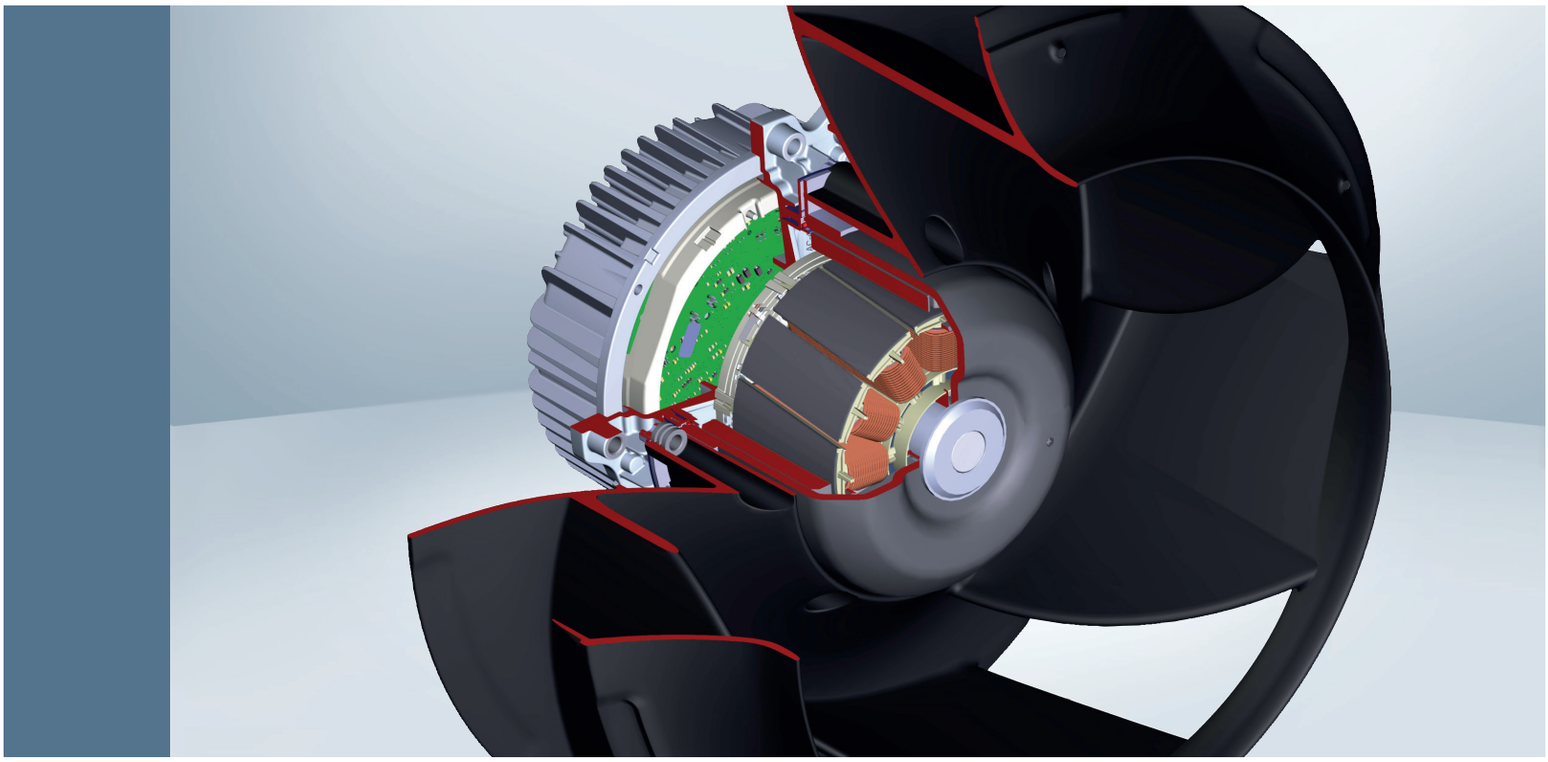
Motores da ebm-papst

Níveis de eficiência de motores EC e AC sem acionamento de frequência variável

Os motores de rotor externo EC, usados, por exemplo, como unidades de acionamento em ventiladores com eficiência energética, não estão sujeitos aos regulamentos de implementação do ERP no. 2009/640 / CE da União Europeia.
Os seus níveis de eficiência podem, no entanto, ser comparados com os valores exigidos pela diretiva. Tal comparação revela que os motores EC superam em muito o nível de eficiência especificado neste.
A tecnologia de motores EC é, portanto, a melhor alternativa no planejamento de dispositivos e instalações energeticamente eficientes.

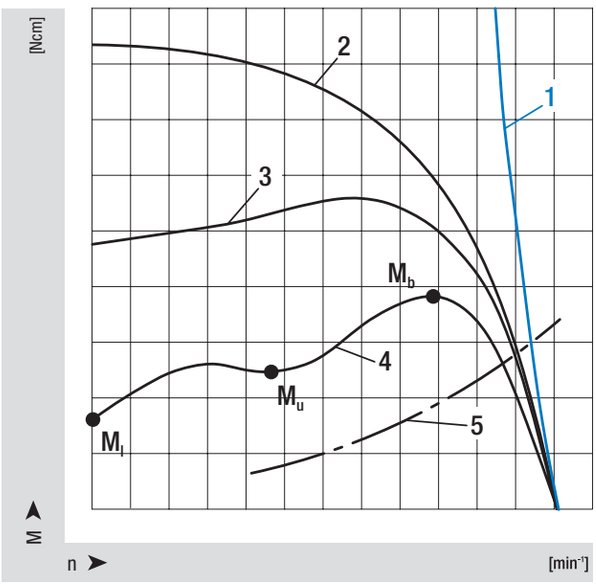


Motores EC da ebm-papst



Curvas de torque dos tipos de motores

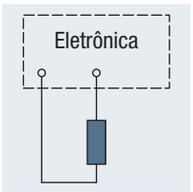
A operação do motor EC baseia-se no princípio da rotação síncrona do campo rotativo do estator e do rotor.



1 – Motor EC
2 – Motor Trifásico
3 – Motor Monofásico
4 – Motor de pólo sombreado
5 – Curva do sistema

M_l – Torque de partida
M_u – Torque de saída
M_b – Torque de ruptura

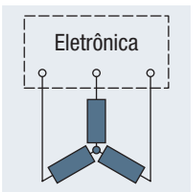
Motor monofásico



Benefícios:

– Configuração de velocidade integrada
– Eficiência entre 50% e 80% (dependendo do tamanho do motor)
– Longa vida útil

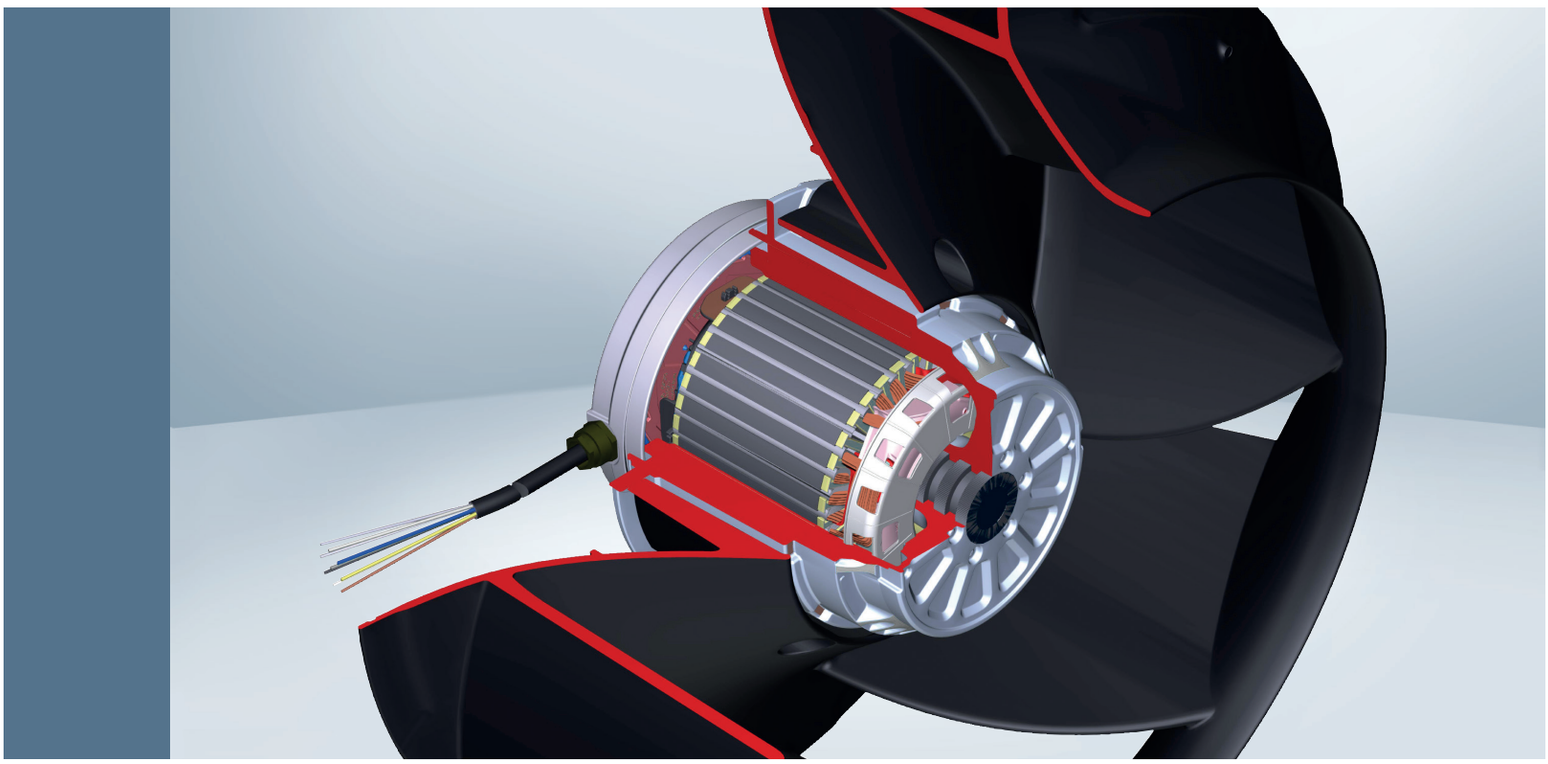
Motor trifásico



Benefícios:

– Configuração de velocidade integrada
– Boa eficiência entre 60% e 90% (dependendo do tamanho do motor)
– Longa vida útil
– Muito boas características de vibração e ruído, mesmo em operação de controle de malha aberta
– Adequado para uso com motor de acionamento

Motores AC da ebm-papst

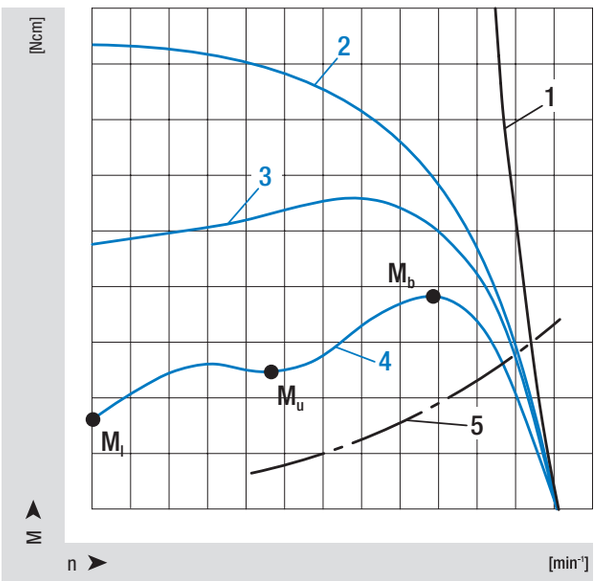


Curvas de torque dos tipos de motores

A operação do motor AC (motor de indução) baseia-se no princípio de rotação assíncrona do campo rotativo do estator e do rotor.

Corrente Inicial

A corrente de partida dos motores AC da ebm-papst é no máximo 4 vezes maior que a corrente nominal especificada.

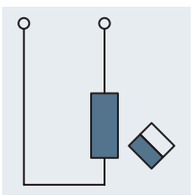


1 – Motor EC
2 – Motor Trifásico
3 – Motor Monofásico
4 – Motor de pólo sombreado
5 – Curva do sistema

M_l – Torque de partida
M_u – Torque de sela
M_b – Torque de ruptura

Motor de pólo sombreado

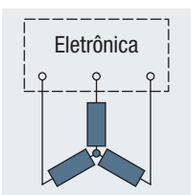
Cada pólo do motor é dividido eletromagneticamente em um pólo principal e um auxiliar por uma bobina de sombreamento para produzir um torque de partida.
Os motores de polo sombreado ebm-papst estão disponíveis em projeto de rotor externo ou interno simétrico de 2 ou 4 polos.



Benefícios:
– Design de motor extremamente robusto graças a um rotor de gaiola de esquilo e um sistema de rolamento estável
– Motor de baixo custo
– Conexão extremamente simples
– Longa vida útil

Motor com capacitor monofásico

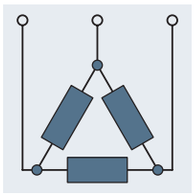
Dois enrolamentos (enrolamento principal e enrolamento auxiliar) produzem o campo giratório de um motor de capacitor monofásico por meio de um capacitor conectado em série com o enrolamento auxiliar.



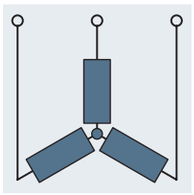
Benefícios:
– Design de motor extremamente robusto graças a um rotor de gaiola de esquilo e um sistema de rolamento estável
– Várias opções de configuração de velocidade
– Eficiência entre 30% e 75% (dependendo do tamanho do motor)
– Longa vida útil
– Boas características de vibração e ruído

Curvas de torque do motor trifásico

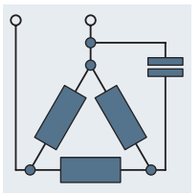
As três fases do motor, diferindo em 120 graus elétricos, produzem um campo de rotação circular em conexão a um suprimento trifásico.



Conexão Delta



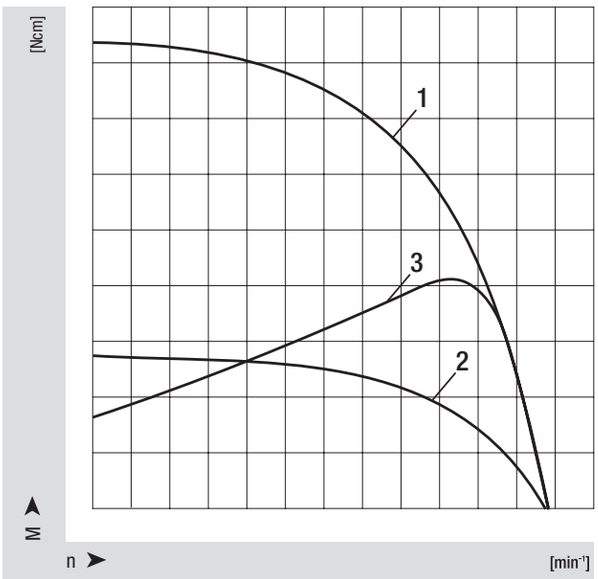
Conexão Estrela



Circuito Steinmetz

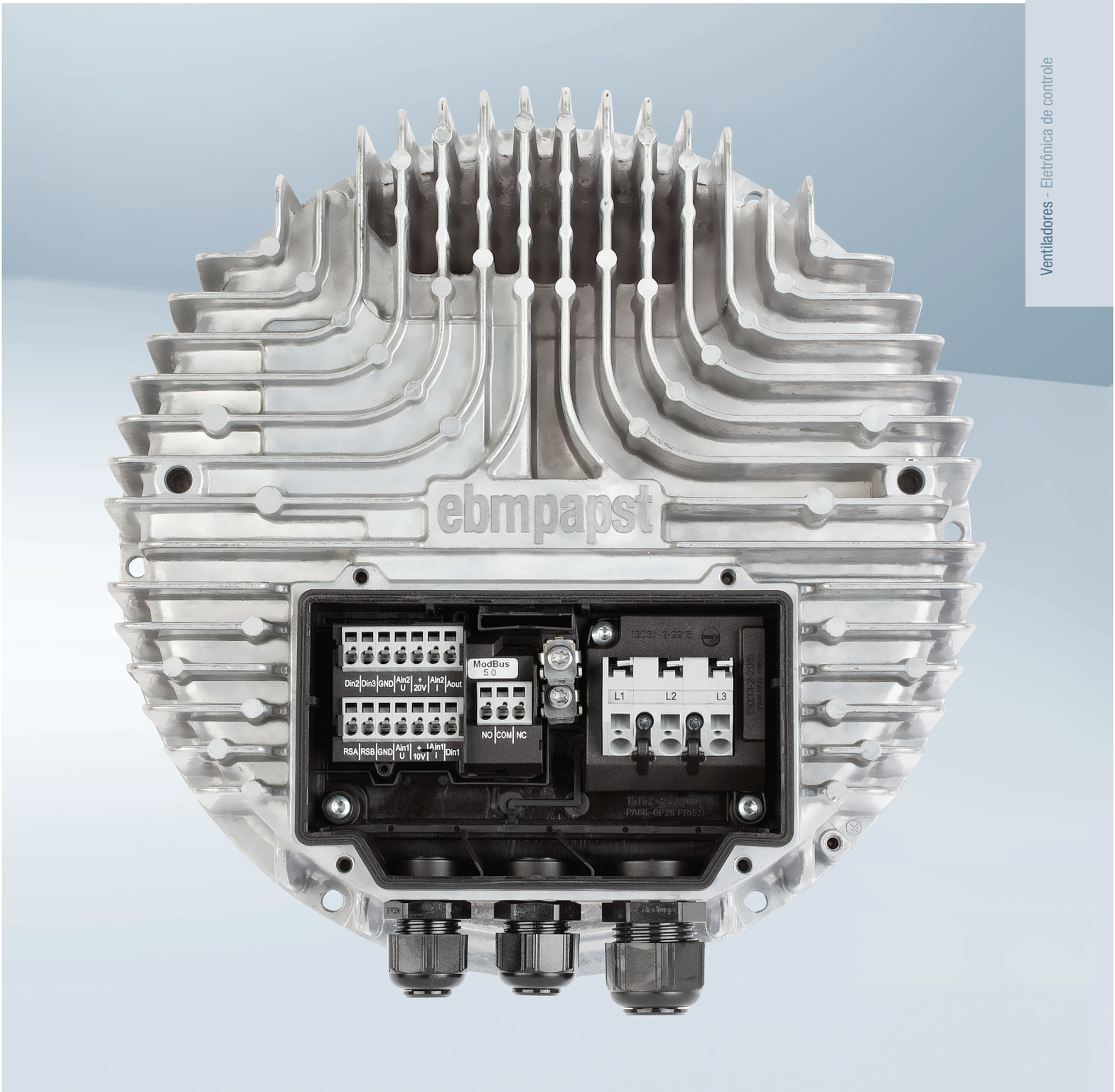
Benefícios:

– Design de motor extremamente robusto graças a um rotor de gaiola de esquilo e um sistema de rolamento estável
– Muito boas características de vibração e ruído
– Eficiência entre 40% e 80% (dependendo do tamanho do motor)
– Vida longa extremamente longa



1 – Delta
2 – Estrela
4 – Circuito Steinmetz

Eletrônica de controle da ebm-papst



Eletrônica de controle da ebm-papst

Controle de circuito aberto e fechado com tecnologia da ebm-papst

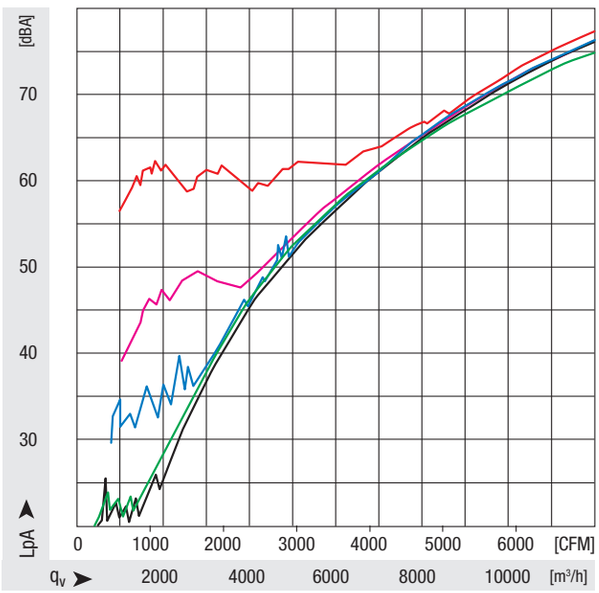
A velocidade dos ventiladores deve ser adaptada para se adequar à área de aplicação. Com a tecnologia AC, a configuração de velocidade geralmente envolve mais trabalho de instalação e é tipicamente associada a características de ruído desfavoráveis e maior consumo de energia.
A tecnologia EC da ebm-papst é a alternativa mais ecológica e menos dispendiosa. O motor EC com eletrônica integrada de comutação é altamente eficiente em toda a faixa de velocidade e oferece ótimas características de ruído com um mínimo de trabalho de instalação.

Características	Eletrônica de comutação EC			AC					
	Integrado	Integrado Com fonte de alimentação comutada	Externo	Resistor de série	Transformador	Ajuste de velocidade	Controle de fase	Unidade de frequência variável	Acionamento de frequência variável com filtro sinusoidal
Instalação	++	-	-	+	-	+	-	-	-
Características de ruído	++	++	++	+	++	-	--	-	+
Consumo de energia	++	+	++	--	-	-	-	+	+
Vida útil	+	+	+	+	+	-	-	-	+

Características de ruído:
Motor com controle de malha aberta

Chave:

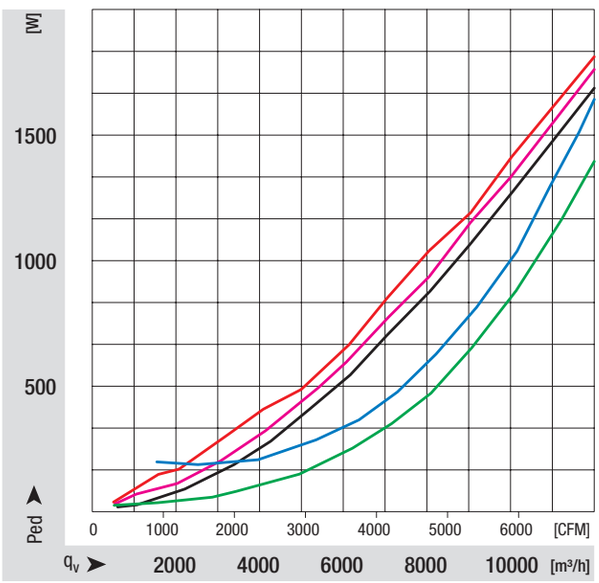
— Controle EC da ebm-papst
— Acionamento de frequência variável com filtro sinusoidal
— Controle de fase sem filtro senoidal
— Controle de fase com filtro sinudoidal
— Transformador



Consumo de energia:
Motor com controle de malha aberta

Chave:

— Controle EC da ebm-papst
— Acionamento de frequência variável com filtro sinusoidal
— Controle de fase sem filtro senoidal
— Controle de fase com filtro sinudoidal
— Transformador



Controle de malha aberta de motores

Com os motores EC, a configuração da velocidade é realizada por eletrônica de comutação. Por meio de chaves eletrônicas, as correntes do motor são ligadas e desligadas com base na posição do rotor.

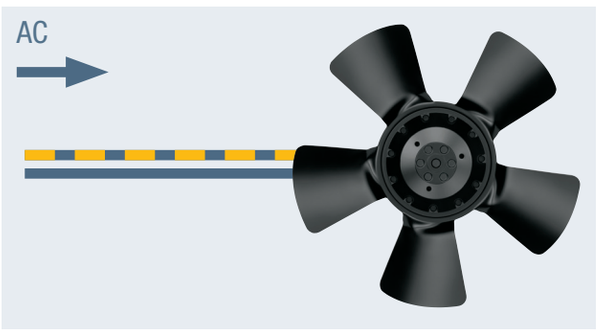
Características técnicas

- PFC
- Controlador PID integrado
- Controle de entrada 0-10 VDC/PWM
- Entrada para o sensor 0-10 V or 4-20 mA
- Saída 10 VDC
- Saída secundária 0-10 V max. 5 mA
- Saída 20 VDC (±20%) max. 50 mA
- RS485 MODBUS-RTU
- Limitação de corrente do motor
- Relé de alarme
- Detectação de subtensão
- Detectação de falta de fase
- Proteção contra sobercarga térmica para eletrônica/motor
- Proteção contra polaridade reversa

Eletrônica de comutação integrada

- Unidade compacta
- Instalação simples
- Trabalho mínimo de montagem
- Adequado para aplicações universais

Nota: Motores com fonte de alimentação 12-72 VDC requerem o uso de uma fonte de alimentação isolada eletricamente.



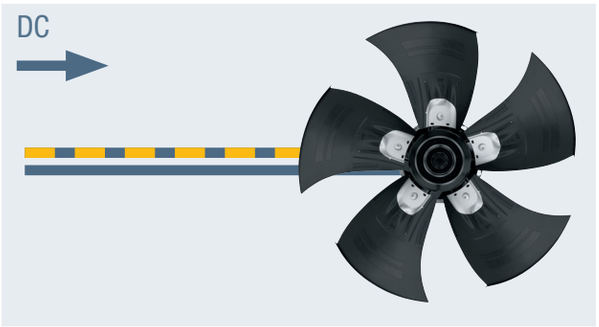


Diagrama de blocos da eletrônica de comutação com alimentação AC

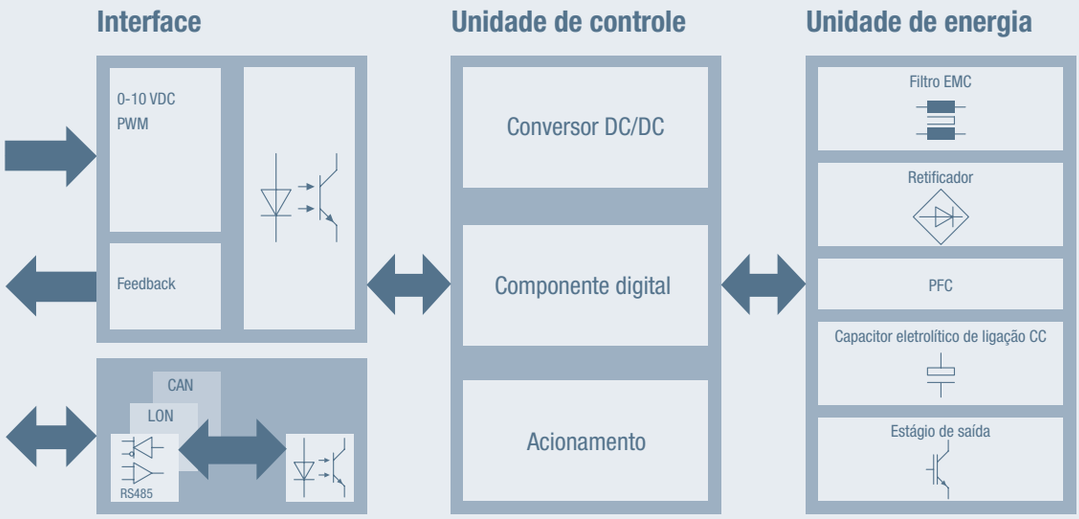
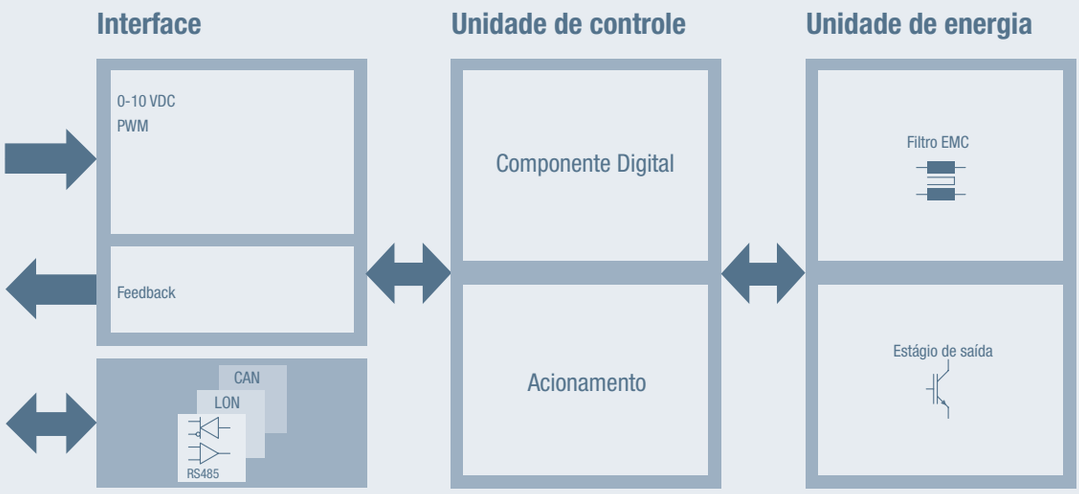


Diagrama de blocos de eletrônica de comutação com alimentação DC

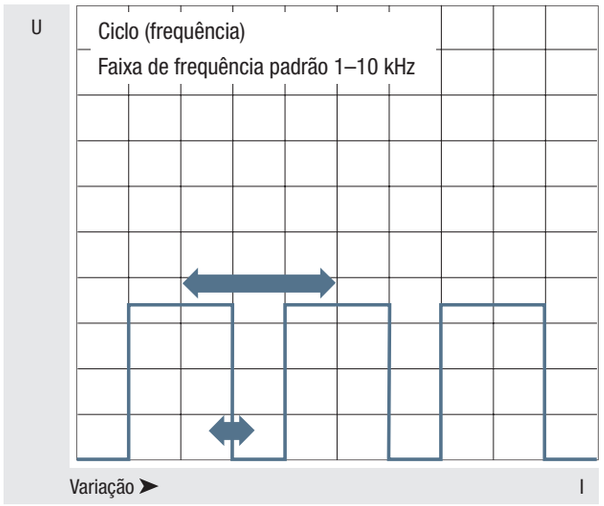


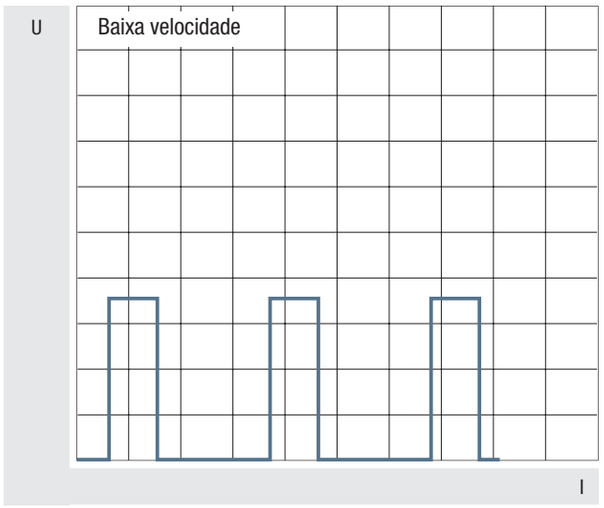
Controle de malha aberta de motores EC

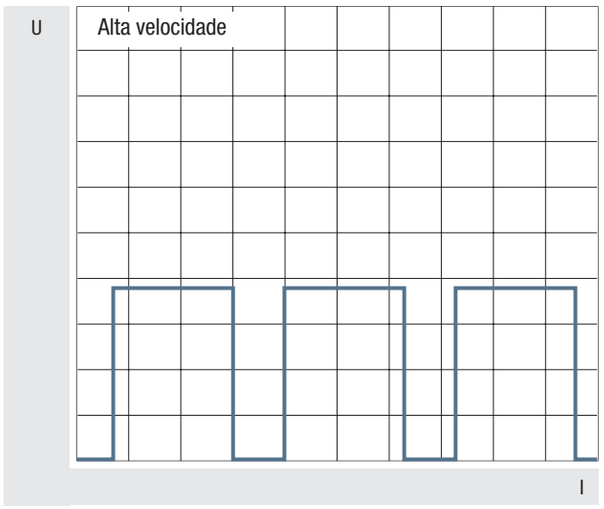
Interfaces

PWM

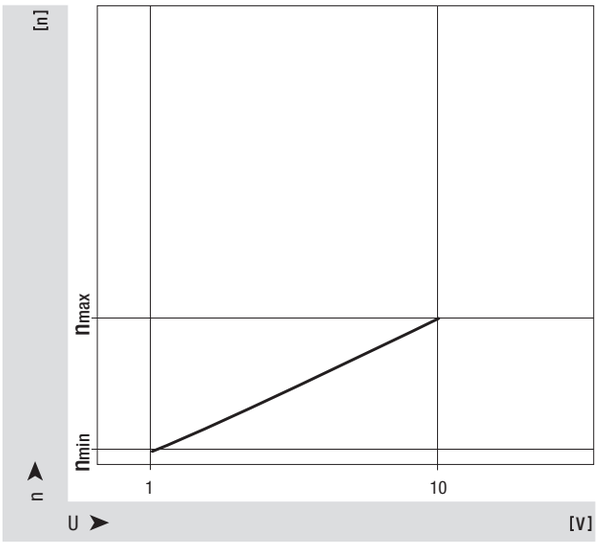
Entrada digital para controle de velocidade de loop aberto e fechado. A velocidade do ventilador pode ser especificada por meio da taxa de largura de pulso PWM (modulação por largura de pulso). Como pode ser visto no gráfico a seguir, a velocidade diminui com uma duração de pulso mais curta.







Interface linear
Como pode ser visto no gráfico, existe uma relação linear entre a mudança na velocidade do motor e a tensão de controle.
Essa tensão de controle pode ser especificada por um sensor de temperatura, um sensor de pressão ou um dispositivo de controle externo, por exemplo.



BUS
Padrão: MOD-BUS
Hardware: RS-485 básico (BUS de dois fios)

As informações de série podem ser enviadas de e para os emotores eletrônicos por meio de padrões de pulso.
Uma unidade de controle externa compatível com MODBUS é necessária para este propósito.
Por exemplo, a velocidade, os parâmetros de controle e o sentido de rotação são especificados através do BUS, e a realimentação da velocidade real, o status do erro e a potência do motor atual são recebidos através do mesmo BUS.

Controle de malha aberta de motores EC

Como a eletrônica integrada permite o controle infinitamente variável dos motores EC, a velocidade pode sempre ser adaptada para atender aos requisitos.Isso aumenta significativamente a eficiência na operação de carga parcial.

Características típicas da eletrônica de comutação ebm-papst:

- Entradas para sinais analógicos e digitais
- Controle de malha aberta, controle de malha fechada e monitoramento do motor
- Filtro EMC integrado
- Ajuste de velocidade através de um valor de ajuste linear (0-10 VDC) ou um sinal modulado por largura de pulso
- Silencioso em toda a faixa de velocidade
- Baixos custos adicionais para funções extras (controle de malha aberta/malha fechada)
- Interface BUS

Monitoramento de velocidade

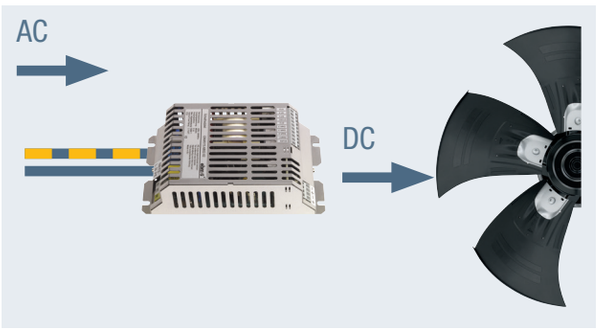
A velocidade real pode ser trazida como um pulso elétrico através de um fio de sinal.
Como padrão, uma revolução mecânica corresponde a um pulso. Opcionalmente, vários pulsos também podem ser produzidos por revolução.

Relé de alarme

Um contato de relé (NF) é fornecido para mensagens de status. A designação NF significa “normalmente fechado”. No evento de uma falha, o contato do relé se abre e interrompe a corrente de sinalização, por exemplo. se o motor estiver bloqueado ou a temperatura do enrolamento estiver muito alta.

Eletrônica de comutação integrada com fonte de alimentação comutada

Fonte de energia:
Voltagem extra baixa de segurança 24/48 VDC
Nota: A fonte de alimentação de modo comutada não está incluída no escopo de entrega. Por favor, peça como acessório.



Controle de malha aberta de motores EC

Tipos de falhas e reações com motores EC

No caso de motores EC com alimentação CC, os componentes eletrônicos reconhecem certos estados de funcionamento defeituosos que resultam em parada do motor, e depois ligam o motor novamente automaticamente.

Por outro lado, a eletrônica dos motores EC com alimentação AC desliga o motor ao detectar estados operacionais defeituosos.
O motor reinicia automaticamente após os seguintes tipos de falha:
– Falha de energia
– Falta de fase
– Subtensão de linha
– Tensão do link DC muito alta ou muito baixa
– Rotor bloqueado

Não há reinicialização automática com os seguintes tipos de falha.
Uma reinicialização de hardware ou software é necessária:
– Temperatura do motor muito alta
– Temperatura do dissipador de calor ou temperatura ambiente dos componentes eletrônicos muito altos
– Falha do sensor Hall

Redefinição de Hardware
Um reset de hardware pode ser acionado desligando o ventilador e ligando-o novamente após um minuto.

Redefinição de Software
Uma reinicialização do software pode ser iniciada via ModBUS e EC-Control, um dispositivo de operação portátil ou PDA com software de controle de ventilador.

Correntes

Corrente de fuga

Corrente de fuga é uma corrente fluindo em um caminho condutor indesejado sob condições normais de operação (IEV 195-05-15). Geralmente é causada por capacitores de filtro conectados ao terra de proteção.

Corrente de fuga é um termo geral. Nos padrões, é feita uma distinção entre os seguintes, dependendo do caminho condutor:

– Corrente por proteção do terra se a corrente fluir através da proteção do terra.
– Corrente por toque se a corrente fluir externamente através do corpo de um humano ou animal.

Correntes causadas por isolamento defeituoso (por exemplo, resistência inadequada ao isolamento) ou dispositivos defeituosos são referidas como correntes de falta. Estes não são os mesmos que correntes de fuga.

Corrente de Partida

Isso descreve a corrente que flui imediatamente após a ativação de uma carga elétrica (Power-On). A corrente de partida é muitas vezes mais alta que a corrente nominal. Os componentes de um dispositivo eletrônico, portanto, devem ser dimensionados para essa corrente. Como a alta corrente de partida somente ocorre por um breve período, os fusíveis da carga elétrica não devem ser acionados na partida (observe a classe de intervalo de tempo). A corrente de partida pode ser facilmente limitada por um termistor NTC ou por um resistor fixo, por exemplo.

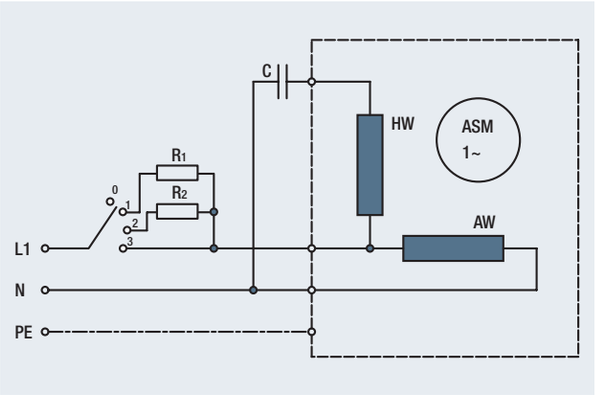
Corrente Inicial

A corrente de partida é a corrente que flui durante a fase de aceleração do ventilador. Isso pode ser limitado por meio de uma curva de aumento correspondente, que pode ser parametrizada no software. Durante a fase de aceleração, a limitação de corrente pode entrar em vigor e restringir a corrente máxima ao valor limite definido. Isto não é prejudicial para o ventilador ou o seu funcionamento.

Controle de circuito aberto de motores AC

A configuração de velocidade permite a otimização do consumo de energia e do ruído de fluxo para atender aos requisitos. Ao selecionar um regulador de tensão, deve ser lembrado que a corrente nominal na faixa de carga parcial pode ser até 20% maior que a corrente máxima de carga total especificada (dependendo do dispositivo de controle).

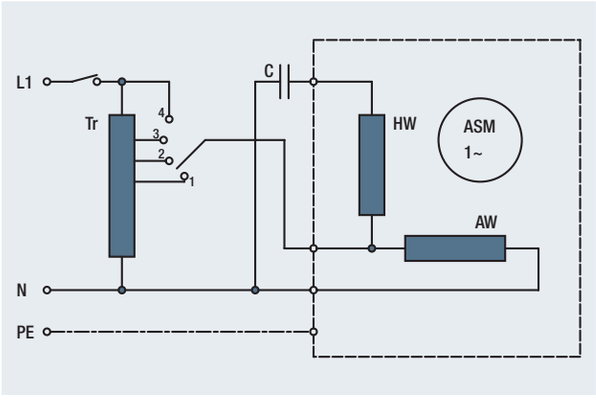
Resistor em série



- Níveis de velocidade fixa
- Ajuste de velocidade, alterando a tensão do motor
- Baixo custo
- Baixos níveis de potência

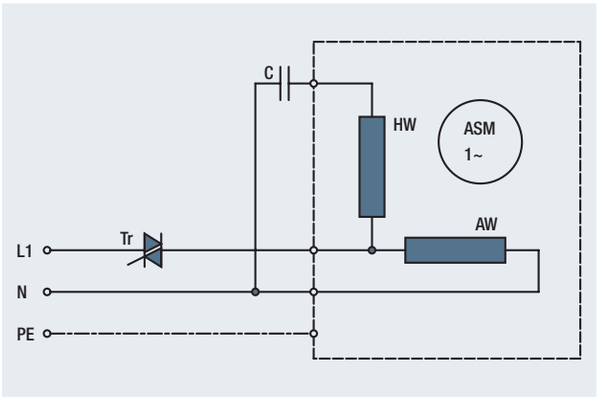
Nota: Capacitores e bobinas disponíveis opcionalmente reduzem a perda de potência.

Transformador



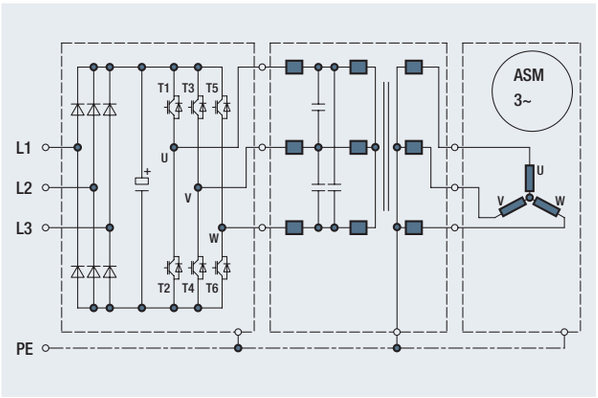
- Níveis de velocidade fixa
- Ajuste de velocidade, alterando a tensão do motor

Controle de fase



- Controle de velocidade infinitamente variável
- Ajuste de velocidade, alterando a tensão do motor
- Baixo custo
- Características do ruído e geração de calor devem ser verificadas na aplicação

Acionamento de frequência variável com filtro senoidal



- Controle de velocidade infinitamente variável
- Ajuste de velocidade, alterando a frequência de campo rotativo
- Alta eficiência

Nota: O uso deve ser feito com um filtro senoidal em todos os pólos (fase-fase e fase-terra) para evitar interferências do sistema.

Apêndice

Fatores que influenciam o desempenho dos ventiladores	88	91
Parâmetros gerais de desempenho	92	99
Medição de desempenho	100	103
Aerodinâmica	104	105
Acústica	106	109
Ponto de operação	110	111
Figuras de eficiência	112	113
Electrônica e EMC	114	121
Quantidades físicas, símbolos, unidades	122	125
Índice	126	127

Fatores que influenciam o desempenho do ventilador

Velocidade

Influência da velocidade na curva do ventilador
Uma mudança na velocidade influência a curva do ventilador aproximadamente da seguinte maneira:

– Fluxo do ar q_V

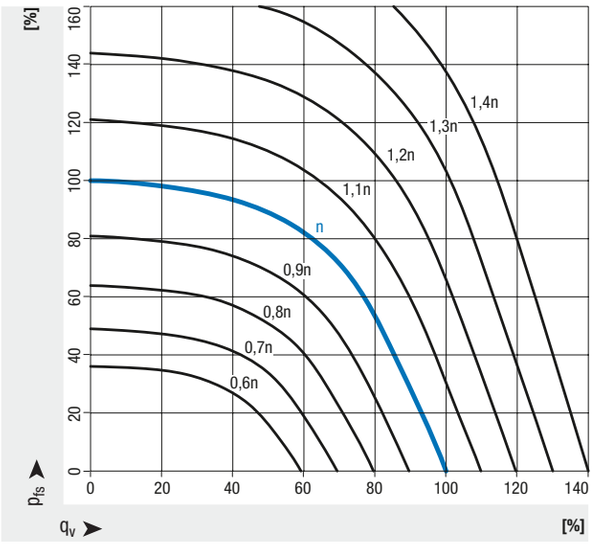
$q_V \sim n$

– Aumento da pressão estática p_{fs}

$p_{fs} \sim n^2$

– Requisito de potência P

$P \sim n^3$

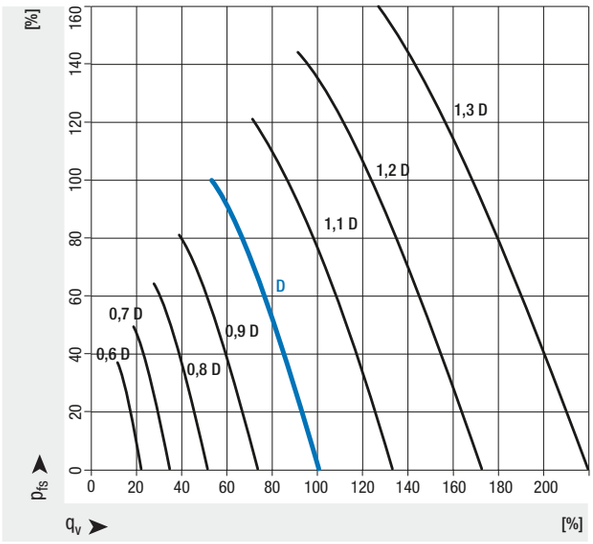


— Curva do ventilador (na velocidade inicial)
— Curva do ventilador (n = Fator x)

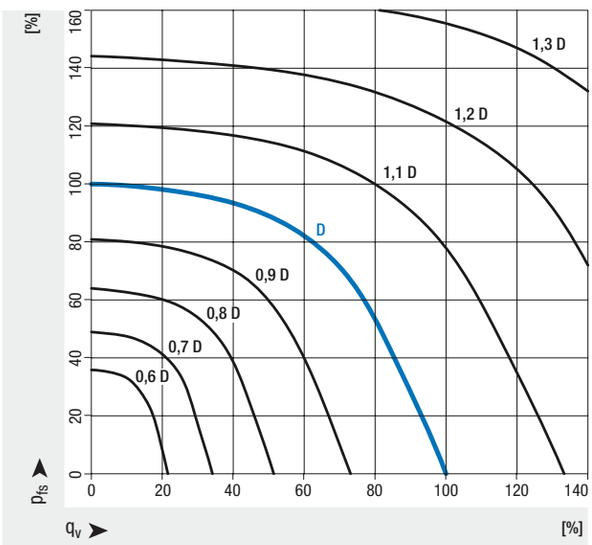
Fatores que influenciam o desempenho do ventilador

Diâmetro da hélice

Influência do diâmetro da hélice D (ventiladores axiais)
Uma mudança no diâmetro da hélice de um ventilador axial influência:
– O fluxo de ar q_V
$q_V \sim D^3$
– O aumento da pressão estática p_{fs}
$p_{fs} \sim D^2$
– O requisito de potência P
$P \sim D^5$



Influência do diâmetro da hélice D e da largura da hélice b (ventiladores centrífugos)
Uma mudança no diâmetro do rotor de um ventilador centrífugo influência:
– O fluxo de ar q_V
$q_V \sim D^3 \cdot b$
– O aumento da pressão estática p_{fs}
$p_{fs} \sim D^2$
– O requisito de potência P
$P \sim D^4 \cdot b$



— Curva do ventilador
(com diâmetro inicial D e largura constante do rotor b)
— Curva do ventilador
(com com diâmetro inicial x dobra e largura constante do rotor b)

Fatores que influenciam o desempenho do ventilador

Largura de saída

Influência da largura de saída b (ventiladores centrífugos)
Uma mudança na largura de saída de um ventilador centrífugo tem a seguinte influência aproximada:

– Fluxo de ar q_V

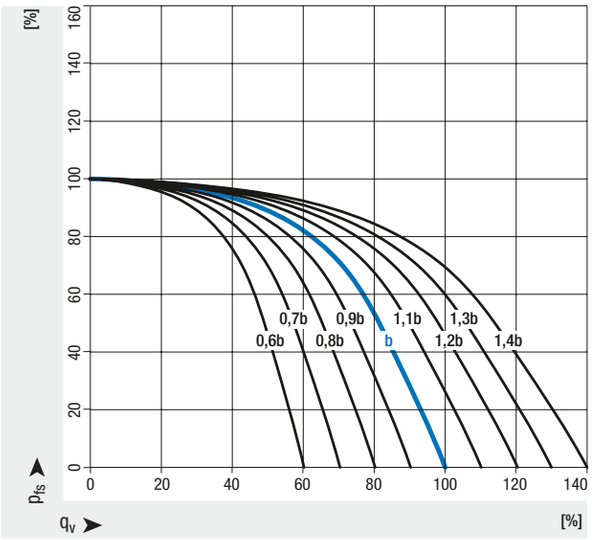
$q_V \sim b$

– Aumento da pressão estática p_{fs}

$p_{fs} = constante$

– Requisito de potência P

$P \sim b$



— Curva do ventilador
(com largura inicial b e diâmetro constante D do rotor)

— Curva do ventilador
(com largura inicial x dobra b e diâmetro D constante do rotor)

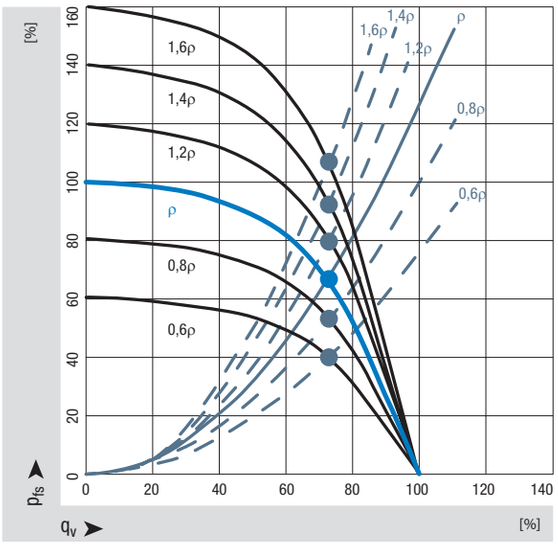
Fatores que influenciam o desempenho do ventilador

Densidade do ar

Em conformidade com os requisites da norma, as curvas de desempenho de ar apresentadas referem-se a uma densidade do ar $\rho = 1.2\ kg/m^3$.

Influência da densidade do ar na curva do ventilador
Uma alteração na densidade do ar altera a curva do ventilador da seguinte forma:

– Fluxo do ar q_v
  $q_v = constante$
– Aumento da pressão estática pfs
  $p_{fs} \sim \rho_0$
– Requisito de potência P
  $P \sim \rho_0$



— Curva do ventilador ($\rho = 1.2\ kg/m^3$)
— Curva do ventilador ($\rho = x\ kg/m^3$)
— Curva do Sistema, curva de resistência parabólica (rho = 1.2 kg/m^3)
— Curva do Sistema, curva de resistência parabólica (rho = x kg/m^3)

Meio ambiente & condições gerais

Parâmetros gerais de desempenho
Quaisquer desvios dos dados técnicos e condições descritos aqui são fornecidos na folha de dados específia do produto.

Vida útil

A vida útil dos produtos da ebm-papst depende de dois fatores principais:
– A vida útil do sistema de isolamento
– A vida útil do sistema de rolamentos

A vida útil do sistema de isolamento é essencialmente governada pelo nível de tensão, a temperatura e as condições ambientais, como umidade e condensação. A vida útil do sistema de rolamento é principalmente governada pela carga térmica nos rolamentos. Para a maioria dos nossos produtos, usamos rolamentos de esferas livres de manutenção que podem ser instalados em qualquer posição de instalação. Em certos casos, também utilizamos rolamentos deslizantes, conforme descrito na documentação específica do produto. Como um guia aproximado (dependendo das condições de contorno), os rolamentos de esferas têm uma expectativa de vida L10 de aprox. 40.000 horas de operação a uma temperatura ambiente de 40 ° C. Teremos prazer em lhe fornecer um cálculo de expectativa de vida com base em suas condições específicas de uso.

Normas & Aprovações

Os produtos descritos neste catálogo são desenvolvidos e fabricados de acordo com os padrões aplicáveis ao produto específico e, se conhecidos, de acordo com as condições da área específica de aplicação.

Informações sobre normas são fornecidas nas folhas de dados específicas do produto.

Informações sobre corrente de fuga são fornecidas nas folhas de dados específicas do produto.
A medição é realizada de acordo com a IEC 60990, Fig. 4.

Entre em contato conosco se você precisar de um tipo específico de aprovação (VDE, UL, EAC, CCC, CSA, etc.) para o seu produto ebm-papst. A maioria dos nossos produtos pode ser fornecida com a aprovação aplicável. Informações sobre as aprovações existentes podem ser encontradas nas folhas de dados específicas do produto.

Testes de produto

Tensões mecânicas
Todos os produtos da ebm-papst são submetidos a testes abrangentes em conformidade com as especificações normativas e também incorporam a vasta experiência da ebm-papst.

Teste de vibração
O teste de vibração é realizado da seguinte forma:
– Teste de vibração, operacional, conforme DIN IEC 68 Part 2-6
– Teste de vibração, não operacional, conforme DIN IEC 68 Part 2-6

Carga de choque
O teste de carga de choque é executado da seguinte forma:
– Carga de choque conforme DIN IEC 68 Part 2-27

Tensões químicas/físicas
Por favor, consulte o seu contato ebm-papst para quaisquer questões relativas a tensões químicas e físicas.

Classe de inflamabilidade

O cumprimento dos padrões de segurança contra incêndios é frequentemente um pré-requisito para o uso de plásticos em aplicações de engenharia elétrica.
O conteúdo da especificação UL 94 da Underwriters Laboratories foi incorporado às normas IEC / DIN EN 60695-11-10 e -20, bem como ao CSA C 22.2 no Canadá. As classificações de classe de inflamabilidade para a espessura de amostra testada são 5V, V-0, V-1, V-2 (teste de combustão vertical) e HB (teste de combustão horizontal) (Fig. 1, 2, 3).

Materiais

Fazemos uso de vários materiais para nossos ventiladores.
É importante selecionar os materiais certos para a aplicação em questão. Informações sobre materiais podem ser encontradas na folha de dados do produto.

Por favor, entre em contato conosco. Teremos o maior prazer em ajudá-lo a selecionar seu ventilador.

Balanceamento

O teste de graduação de equilíbrio é realizado da seguinte forma:
– Desbalanceamento residual conforme DIN ISO 1940
– Grau de balanceamento padrão G 6.3

A unidade da hélice é balanceada dinamicamente em dois planos.

Caso sua aplicação específica exija uma nota maior, entre em contato conosco e especifique os detalhes no pedido.

Meio ambiente & condições gerais

Não é incomum que nossos ventiladores sejam operados sob condições extremas:
Em ambientes industriais com meios corrosivos, em regiões costeiras com sal no ar ou em zonas climáticas muito úmidas.
Nós podemos fornecer várias soluções para lidar com as condições úmidas encontradas em países tropicais e subtropicais.

Classes Ambientais

H0 (seco) Sem ação da água, sem condensação	
Max. Humidade relativa	≤ 95%
Requisitos de corrosão	não
Exemplo de aplicação	Tecnologia de condensação

H1 (úmido) Ação da água através da condensação	
Max. Humidade relativa	100%
Requisitos de corrosão	sim
Exemplo de aplicação	Vitrine refrigerada em um supermercado

H2 (molhado) Ação direta da água do lado de fora através da formação de chuva, neve ou gelo	
Max. Humidade relativa	100%
Requisitos de corrosão	sim
Exemplo de aplicação	Condensador exterior sem proteção contra chuva

Posição de instalação e furo de dreno de condensação

Informações sobre a posição de instalação e furo de dreno de condensação são fornecidas nas folhas de dados específicas do produto.

Proteção contra corrosão

Pintura por imersão catódica (Cathodic dip painting - CDP):

Recursos característicos
- Revestimento total
- Sem formação de gota
- Muito boa resistência química e mecânica
- Boa capacidade de revestimento

Aplicações
- Áreas ao ar livre
- Ventilação, Refrigeração e ar condicionado
- Engenharia automotiva e ferroviária
- Estações de telecomunicações ao ar livre

Revestimento em pó eletrostático (Electrostatic powder coating - EPC):

Recursos característicos
- Pó de filme ultrafino
- Revestimento uniforme
- Sem formação de gota
- Muito boa resistência química e mecânica
- Sistema evaporador para operação sem esgoto
- Capacidade de revestimento limitada

Aplicações
- Áreas internas e externas
- Indústria
- Maquinário
- Finalidades gerais de ventilação e ar condicionado
- Engenharia de energia
- Armário de distribuição e sistemas de refrigeração
- Indústria de computadores
- Engenharia de controle

Impregnação enrolamento

O motor é o coração do ventilador e a eletrônica seu cérebro. Esses "órgãos internos" altamente sensíveis exigem uma proteção particularmente boa. Um exemplo disso é a impregnação do enrolamento, que proporciona não apenas fixação mecânica e melhoria do isolamento elétrico, mas também proteção contra umidade.

Impregnação por gotejamento

Padrão para motores AC

Em moderna mesa rotativa ou nas máquinas lineares, é aplicada resina de poliéster de alto grau da classe de isolamento "H" aos enrolamentos e depois endurecida.

Cozimento

Principalmente para motores EC

A separação de fase é criada pelo arranjo dos enrolamentos ou fases de enrolamento (enrolamento unipolar).

Impregnação a vácuo

Neste processo, todo o estator é submerso em resina usando vácuo. O objetivo é conseguir a impregnação das áreas que não fazem diretamente parte do enrolamento. Isso também sela pequenas lacunas e poros capilares que o gotejamento não consegue alcançar.

Encapsulamento completo

Para obter a máxima proteção do enrolamento contra água e umidade, é possível encapsular totalmente o enrolamento. Um processo de fundição ou de prensagem é usado para essa finalidade. Este método está disponível para requisitos específicos do cliente e aplicações especiais.

Meio ambiente & condições gerais

Grau de proteção

O grau de proteção define a extensão em que um dispositivo elétrico é protegido contra a entrada de corpos sólidos, como dedos, poeira, etc. (primeiro dígito) e líquidos (segundo dígito). O grau de proteção não fornece indicação de resistência a solventes e corrosão.
O grau de proteção é dado nas folhas de dados específicas do produto.

Grau de proteção IP, EN 60529

1º dígito		2º dígito	Proteção contra líquidos	Sem proteção	Proteção contra gotejamento vertical (condensação)	Proteção contra gotejamento de água com o alojamento inclinado até 15°	Proteção contra água pulverizada de todas as direções, inclinação de até 60° a partir da vertical	Proteção contra água salpicada de todas as direções	Proteção contra jato de água de todas as direções	Proteção contra jato de água pesada de todas as direções	Proteção contra a entrada de água na imersão	Proteção contra a entrada de água na submersão
Proteção contra contato	Proteção contra corpos sólidos			IP 0	IP 1	IP 2	IP 3	IP 4	IP 5	IP 6	IP 7	IP 8
Sem proteção	Nenhuma proteção contra corpos sólidos	P 0		IP 00								
Proteção contra contato com as costas da mão	Proteção contra corpos sólidos > 50mm de diâmetro	P 1		IP 10	IP 11	IP 12						
Proteção contra contato com os dedos	Proteção contra corpos sólidos > 12,5 mm de diâmetro	P 2		IP 20	IP 21	IP 22	IP 23					
Proteção contra contato com ferramentas, fios, etc >2,5mm de diâmetro	Proteção contra corpos sólidos > 2,5 mm	P 3		IP 30	IP 31	IP 32	IP 33	IP 34				
Proteção contra contato com ferramentas, fios, etc >1mm de diâmetro	Proteção contra corpos sólidos > 1 mm	P 4		IP 40	IP 41	IP 42	IP 43	IP 44				
Proteção contra contato com ferramentas, fios, etc >1mm de diâmetro	Proteção contra o acúmulo interno de poeira	P 5		IP 50				IP 54	IP 55	IP 56		
Proteção contra contato com ferramentas, fios, etc >1mm de diâmetro	Á prova de poeira (sem entrada)	P 6		IP 60					IP 65	IP 66	IP 67	IP 68

Classe de isolamento

A classe de isolamento descreve a temperatura mantida permissível do isolamento do enrolamento.
A classe de isolamento é fornecida nas folhas de dados específicas do produto.

Classe de isolamento	B = 130°C	F = 155°C	H = 180°C
Temperatura ambiente °C	40	40	40
Aumento de temperatura °C	80	105	125
Reserva °C	10	10	15
Max. temperatura perm. °C	130	155	180

Proteção do motor/proteção térmica

Os seguintes métodos de proteção são fornecidos dependendo do tipo de motor e área de aplicação:
– Protetor de sobrecarga térmica, em circuito ou externo
– PTC com diagnóstico eletrônico
– Proteção contra impedância
– Protetor de sobrecarga térmica com diagnóstico eletrônico
– Limitação de corrente via eletrônica

Se o uso for feito de um protetor de sobrecarga térmica externa, uma unidade de disparo disponível comercialmente deve ser conectada pelo cliente para desligamento.
Todos os ventiladores AC monofásicos estão equipados com um protetor de sobrecarga térmica conectado ao enrolamento.
A proteção do motor em conformidade com a norma aplicável deve ser ajustada para produtos não fornecidos com um protetor de sobrecarga térmica embutido e não protegidos contra uso impróprio.

Informações sobre proteção do motor e proteção térmica são fornecidas nas folhas de dados específicas do produto.

Meio ambiente & condições gerais

Modo de operação

O modo de operação é fornecido nas folhas de dados específicas do produto.

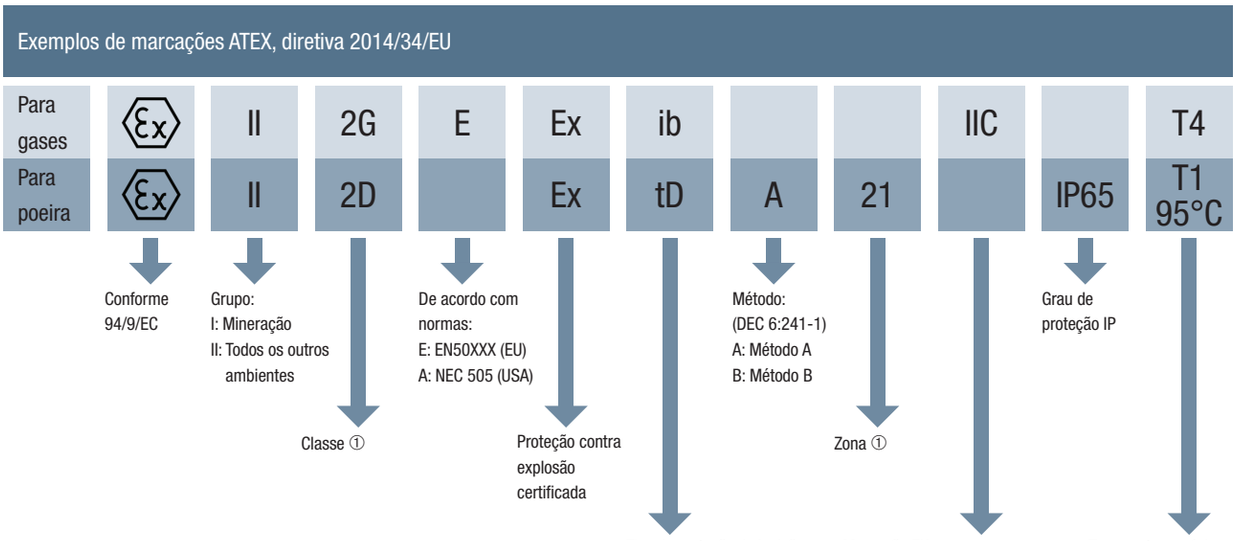
Modos de operação conforme VDE 0530-1	
S1	Serviço continuo, carga constante
S2	Serviço de curto prazo, carga constante
S3	Serviço intermitente, inicialização não influencia a temp.
S4	Serviço intermitente, inicialização influencia a temp.
S5	Serviço intermitente, partida e frenagem influenciam a temperatura
S6	Serviço continuo com carga intermitente
S7	Serviço continuo com partida e frenagem
S8	Serviço continuo com mudança de carga

Classe de proteção

A classe de proteção é fornecida nas folhas de dados específicas do produto.

Classe de Proteção	Símbolo	Use com medida de segurança
I		Com proteção do terra (o equipamento é conectado ao sistema de aterramento de proteção da instalação, por exemplo, motor elétrico)
II		Isolamento total (o equipamento é fornecido com isolamento básico e isolamento adicional ou reforçado, por exemplo. lâmpadas)
III		Tensão extra baixa (conexão apenas a circuitos elétricos SELV e PELV)

Proteção contra explosão



Classe de dispositivo ①	Atmosfera G = Gases D = Poeira	Dispositivo para uso em
Classe 1 Proteção muito alta permanentemente ou muito provável que seja perigoso (zonas 0 e 20).	G D	Zone 0 Zone 20
Classe 2 Alta proteção para zonas que possam ser perigosas (zonas 1 e 21).	G D	Zone 2 Zone 21
Classe 3 Proteção normal para zonas que não são muito susceptíveis de serem perigosas (zonas 2 e 22)	G D	Zone 2 Zone 22

Tipo de proteção de ignição:

GASES W:
Ia/Ib: Segurança intrínseca
q: Preenchimento com pó
m: Encapsulamento
o: Imersão em óleo
e: Maior segurança
d: À prova de chamas
p: Pressurizado
nA: Sem faíscas
NC: Dispositivo de desligamento
NR: Respiração restrita
NZ: : Pressurização simples

POEIRA:
pD: Pressurizado
tD: Proteção pela habitação
IaD/IbD: Segurança Intrínseca
mD: Encapsulamento

Marcação EU:

Tipo de GAS:
I: Metano
IIA: Propano
IIB: Etileno
IIC: Hidrogênio

Marcação USA:
Classe
I: Mineração
II: Todos os ambientes
III: Fibras

GASES:
A: Acetileno
B: Hidrogênio
C: Etileno
D: Propano

POEIRA:
E: Poeira de metal
F: Poeira de carvão
G: Poeira de moinho

Temperatura máxima da superfície:

GASES
Marcação (EU):
T1: 450°
T2: 300°
T3: 200°
T4: 135°
T5: 100°
T5: 85°

GASES
Marcação (USA):
T1: 450°
T2: 300°
T2A: 280°
T2B: 265°
T2C: 230°
T2D: 215°
T3: 200°
T3A: 180°
T3B: 165°
T3C: 160°
T4: 135°
T4C: 130°
T5: 100°
T6: 85°

Na marcação, os parênteses (...) ou [...] indicam os equipamentos correspondentes.

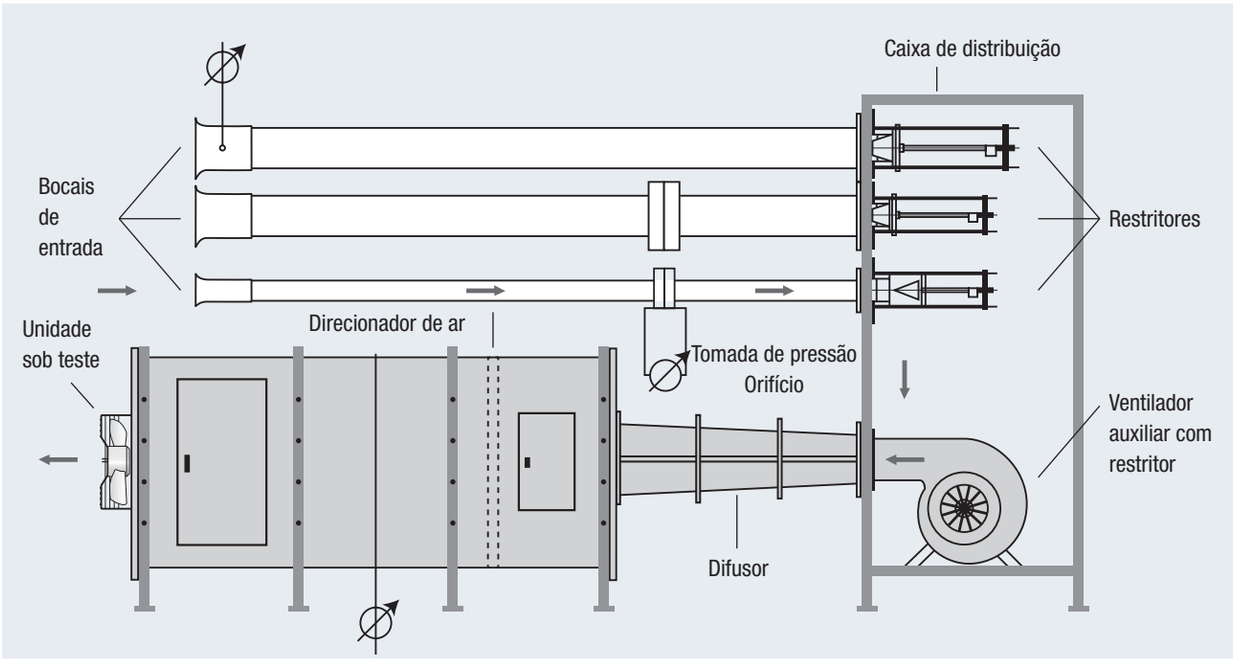
Motores elétricos estão disponíveis com diferentes tipos de proteção de ignição. Um motor com proteção contra explosão deve ser certificado junto com a unidade de controle correspondente.

Medição de desempenho

As medições em produtos ebm-papst são tomadas nas seguintes condições:
– Ventiladores axiais e diagonais na direção do fluxo de ar "V" em difusor sem grade de proteção
– Ventiladores centrífugos curvados para trás com difusor de entrada
– Ventiladores centrífugos de entrada simples e dupla curvados para a frente com alojamento

Todas as medições de desempenho do ar são conduzidas nos equipamentos de teste da câmara do lado da admissão em conformidade com os requisitos da norma ISO 5801.
Os ventiladores em teste são conectados à câmara de medição com entrada de ar livre e exaustão (categoria de instalação A) e operados na tensão nominal, com corrente alternada também na freqüência nominal, sem nenhum acessório adicional, como uma grade de proteção.

Equipamentos de teste de câmara de entrada conforme ISO 5801 para medições de desempenho de ar de ventilador



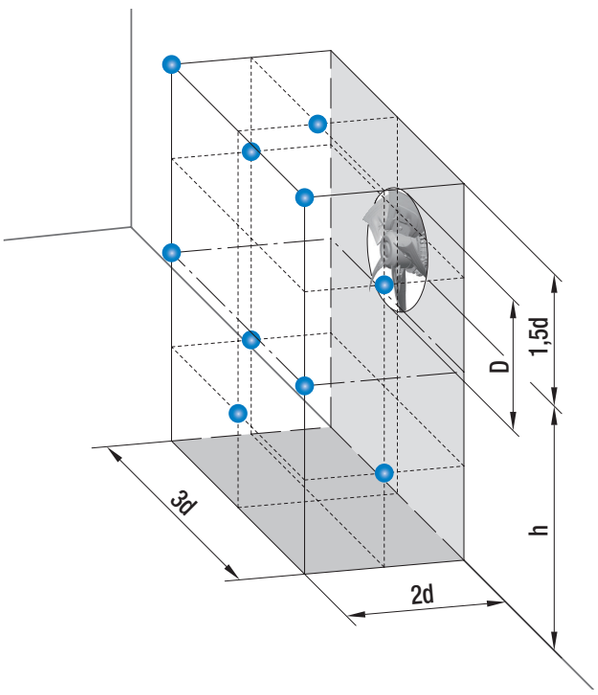
Desempenho de ar e medição de som em equipamento de teste combinado

– Estrutura composta por 2 meias câmaras anecóicas com piso reverberante e parede central
– Câmara satisfaz a classe de precisão 1 conforme ISO 3744/3745
– Classe de medição de potência sonora 2, de acordo com a norma DIN 45635-38 (posição do microfone em disposição cubóide)
– Medição do desempenho do ar conforme ISO 58015801

Todas as medições de som são feitas em câmaras anecóicas com um piso reverberante. As câmaras de ensaio acústico ebm-papst cumprem os requisitos da classe de precisão 1 conforme a DIN EN ISO 3745. Para medição de som, os ventiladores em teste são posicionados em uma parede reverberante e operados na tensão nominal, com corrente alternada também na freqüência nominal, sem quaisquer acessórios adicionais como uma grade de proteção.

É feita uma distinção entre a potência sonora e a pressão sonora.
O nível de pressão sonora L_p está sempre ligado à distância da fonte sonora; em contraste, o nível de potência sonora L_W não depende da distância da fonte sonora, isto é, é igual para todas as distâncias da fonte sonora.

Todos os valores sonoros são determinados de acordo com a norma ISO 13347, DIN 45635 e ISO 3744/3745, de acordo com a classe de precisão 2 e apresentados em formato ponderado A.
Para medição do nível de pressão sonora no lado de entrada Lp, o microfone está localizado no lado de entrada do ventilador em teste, geralmente a 1 m de distância, no eixo do ventilador.
Para medição do nível de potência sonora do lado de entrada L_w 10 microfones são distribuídos por uma superfície envolvente no lado de entrada do ventilador em teste (consulte o gráfico).
O nível de potência sonora medido pode ser calculado aproximadamente a partir do nível de pressão sonora adicionando 7 dB.



Configuração de medição de acordo com ISO 13347-3 e DIN 45635-38:
- 10 pontos de medição

$d \geq D$
$h = 1.5d \ldots 4.5d$
Área de medição $S = 6d^2 + 7d\ (h + 1.5d)$

Medição de desempenho

Categoria de instalação

A ISO 5801 descreve os requisitos para medições de desempenho do ventilador em um suporte de teste padrão.
O padrão define 4 diferentes categorias de instalação A, B, C e D.

Categoria	Lado de entrada	Lado de saída	
A	Entrada livre	Saída livre	
B	Entrada livre	Com o duto conectado no lado da saída	
C	Com o duto conectado no lado de entrada	Saída livre	
D	Com o duto conectado no lado de entrada	Com o duto conectado no lado da saída	

Classes de precisão

Classes de precisão coforme DIN 24166 (ISO 13348)*

Potência e eficiência de acionamento

A seguinte distinção é feita em relação às medições de potência e eficiência da unidade:

– P_e : Potência de entrada elétrica de um ventilador sem controle de velocidade variável
– P_{ed} : Potência de entrada elétrica de um ventilador com controle de velocidade variável externo ou interno
– η_{es} : Eficiência estática de um ventilador sem controle de velocidade variável
– η_{esd} : Eficiência estática de um ventilador com controle de velocidade variável externo ou interno

Parâmetros operacionais	Limitar o desvio na classe 0 (AN1)	1 (AN2)	2 (AN3)	3 (AN4)
Fluxo de ar q_V	±1%	±2.5%	±5%	±10%
Aumento da pressão estática p_{fs}	±1%	±2.5%	±5%	±10%
Consumo de energia P_e	+2%	+3%	+8%	+16%
Eficiência estática η_{es}	-1%	-2%	-5%	– (-12%)*
Nível de pressão sonora L_WA	+3 dB (+2 dB)*	+3 dB	+4 dB	+6 dB

* Outras designações e valores ligeiramente diferentes na ISO 13348.

Fluxo do ar

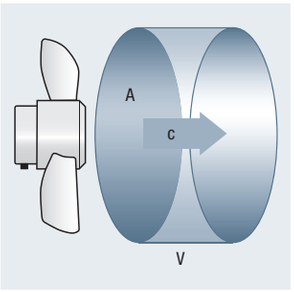
Fluxo do ar

O fluxo do ar q_V de um ventilador é o volume de ar que flui através do ventilador em um determinado período de tempo em função da temperatura e do ponto de operação. O fluxo de ar é dependente da pressão e temperatura.

$q_V = c \cdot A$

$q_V = \frac{V}{t}$ A unidade SI de fluxo de ar é m³/s.

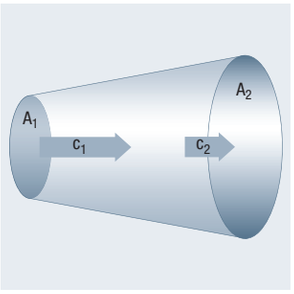
Fatores de conversão para o fluxo de ar q_V	
$1\ \frac{m^3}{h} = \frac{1}{3600}\ \frac{m^3}{s}$	$1\ \frac{m^3}{s} = 3600\ \frac{m^3}{h}$
$1\ cfm = 0.000472\ \frac{m^3}{s}$	$1\ \frac{m^3}{s} = 2118.85\ cfm$
$1\ cfm = 1.699011\ \frac{m^3}{h}$	$1\ \frac{m^3}{h} = 0.588578\ cfm$
$1\ \frac{l}{s} = 0.001\ \frac{m^3}{s}$	$1\ \frac{m^3}{s} = 1000\ \frac{l}{s}$



q_V: Fluxo de ar
V: Volume
A: Seção transversal do fluxo
c: Velocidade do fluxo
t: Tempo

A equação de continuidade afirma que o fluxo de ar em um tubo é sempre constante.
A seção transversal de um tubo e a velocidade do fluxo em um tubo são inversamente proporcionais.

$A_1 < A_2$
$q_{V1} = q_{V2}$
$c_1 \cdot A_1 = c_2 \cdot A_2$
$\frac{c_1}{c_2} = \frac{A_2}{A_1}$
$c_1 > c_2$



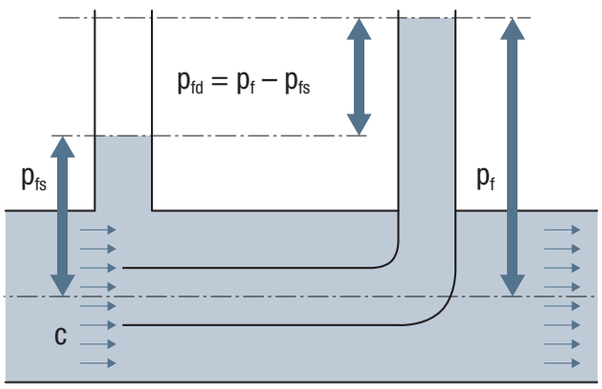
Pressão

Pressão estática e dinâmica

Uma distinção é feita entre pressão estática (p_{fs}) e a pressão dinâmica (p_{fd}). A soma da pressão estática e dinâmica é a pressão total (p_f).

$p_f = p_{fs} + p_{fd}$

A pressão estática atua igualmente em todas as direções.



A pressão dinâmica (p_{fd}) resulta da velocidade de fluxo (c) do meio fluente. A pressão dinâmica é o maior aumento de pressão antes do ponto médio de uma obstrução de fluxo.

$$p_{fd} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot c \qquad c = \frac{q_V}{A}$$

p_f: Pressão total
p_{fs}:Pressão estática
p_{fd}:Pressão dinâmica
c: Velocidade de vazão
q_V: Fluxo de ar
A: Seção transversal do fluxo
ρ: Densidade do meio

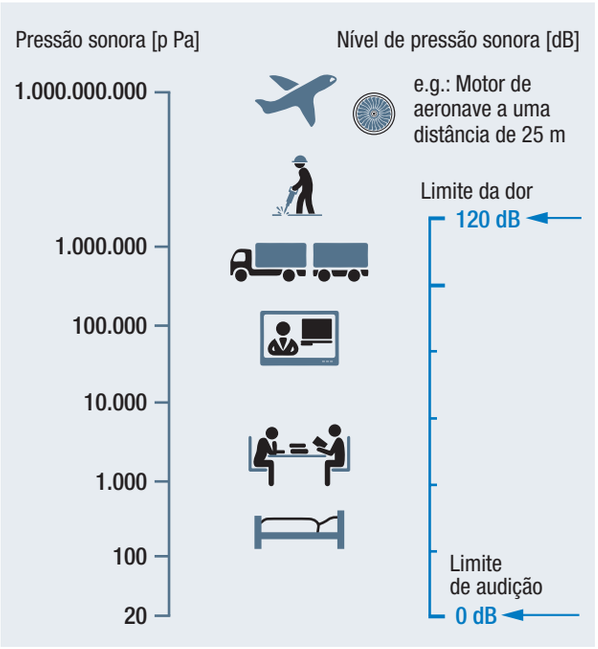
Acústica

Pressão sonora e nível de pressão sonora

A pressão sonora é um desvio produzido pela fonte sonora e sobreposto à pressão ambiente.
Depende da distância r na qual o som é captado pelo receptor (microfone ou ouvido).

$$L_pA = 20 \cdot log\ (\frac{p}{p_0})$$

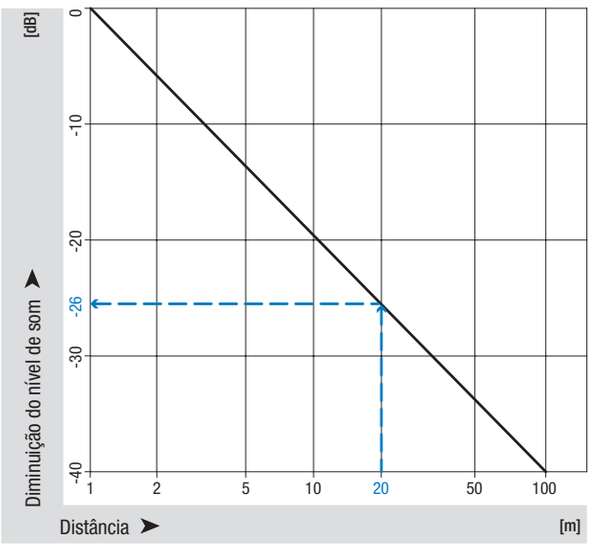
L_pA = Nível de pressão sonora
p = Pressão sonora
p_0 = Pressão ambiente



Leis de distância

O nível de pressão sonora diminui com o aumento da distância da fonte de som. O gráfico ao lado mostra a diminuição no nível referenciada a uma medição inicial a uma distância de 1 m da fonte sonora sob as chamadas condições de campo distante, isto é, a distância entre o microfone e o ventilador deve ser extremamente grande em comparação com o diâmetro do ventilador. O nível de pressão sonora no campo distante diminui em 6 dB cada vez que a distância é duplicada. Relacionamentos diferentes se aplicam no campo próximo do ventilador e o nível pode diminuir em muito menor grau.

O exemplo a seguir só se aplica a condições de campo distantes e pode variar consideravelmente como resultado de efeitos de instalação:
Para um ventilador axial A3G300, um nível de pressão sonora de 65 dB (A) foi medido a uma distância de 1 m. A partir do gráfico adjacente, isto produziria uma redução de 26 dB a uma distância de 20 m, isto é, um nível de pressão sonora de 39 dB (A).



Nível de potência sonora

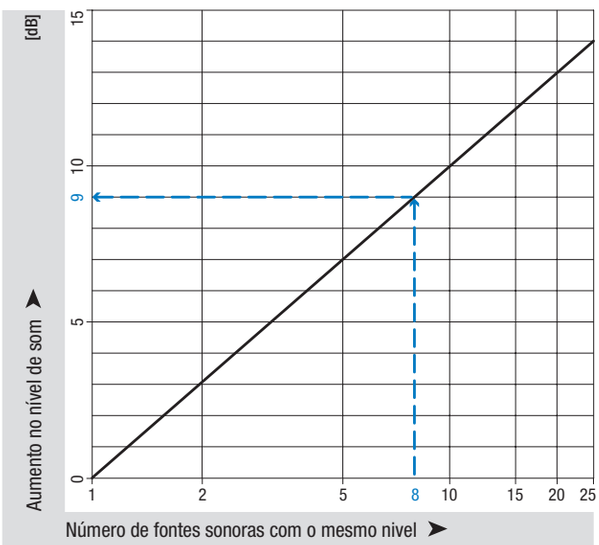
A potência sonora é a energia emitida por uma fonte sonora em um determinado período de tempo. Esta energia é necessária para mover as moléculas do meio circundante, isto é, para gerar a pressão sonora. A potência sonora, portanto, não depende da distância r entre a fonte de som e o receptor (por exemplo, microfone ou ouvido).

$$L_W = 10 \cdot \log \left(\frac{p}{p_0}\right)$$

L_W : Nível de potência sonora
p: Pressão sonora
p_0: Pressão ambiente

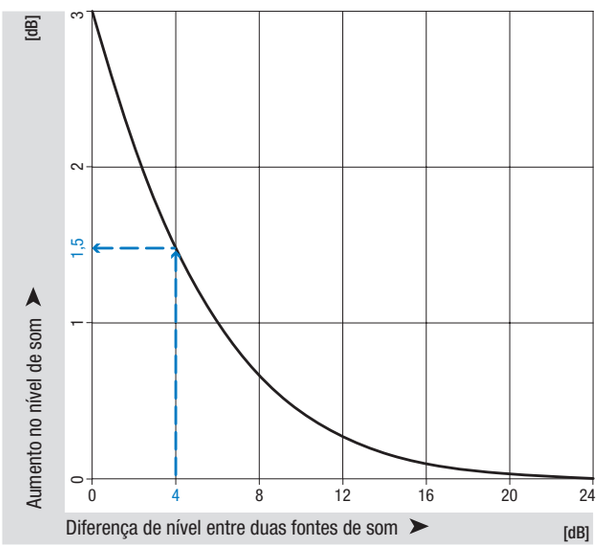
Adição de várias fontes de som com o mesmo nível (nível de pressão sonora ou nível de potência sonora)
A adição de 2 fontes sonoras do mesmo volume produz um aumento de nível de aprox. 3 dB. As características de ruído de vários ventiladores idênticos podem ser previstas com base nos valores de som especificados na folha de dados. Isso é mostrado no gráfico adjacente.

Exemplo: Existem 8 ventiladores axiais em um condensador. De acordo com a folha de dados, o nível de pressão sonora de um ventilador é de 75 dB. O aumento de nível determinado a partir do gráfico é de 9 dB. Isso significa que um nível total de 84 dB é esperado para a instalação.



Adição de duas fontes de som com um nível diferente (nível de pressão sonora ou nível de potência sonora)
As características de ruído de dois ventiladores diferentes podem ser previstas com base nos valores de som especificados na folha de dados. Isso é mostrado no gráfico adjacente.

Exemplo: Um ventilador axial com um nível de pressão sonora de 75 dB e um ventilador axial com 71 dB estão em operação ao mesmo tempo em uma unidade de ventilação. A diferença de nível é, portanto, de 4 dB. Aproximadamente um aumento de 1,5 dB no nível agora pode ser lido no gráfico. Isto significa que um nível total de 76,5 dB (A) é esperado para a unidade.



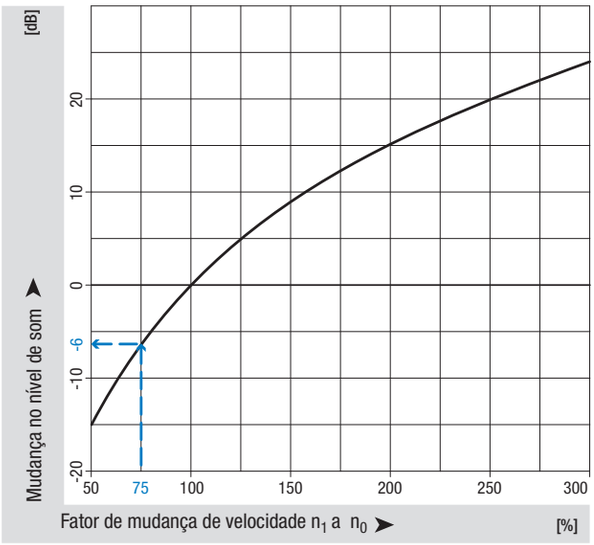
Acústica

Influência da velocidade no nível de ruído
A mudança na potência sonora ou no nível de pressão sonora associada a uma mudança na velocidade pode ser determinada aproximadamente com base no gráfico adjacente e na seguinte fórmula:

$$L_0 - L_1 = 50\ dB \cdot log \frac{n_0}{n_1}$$

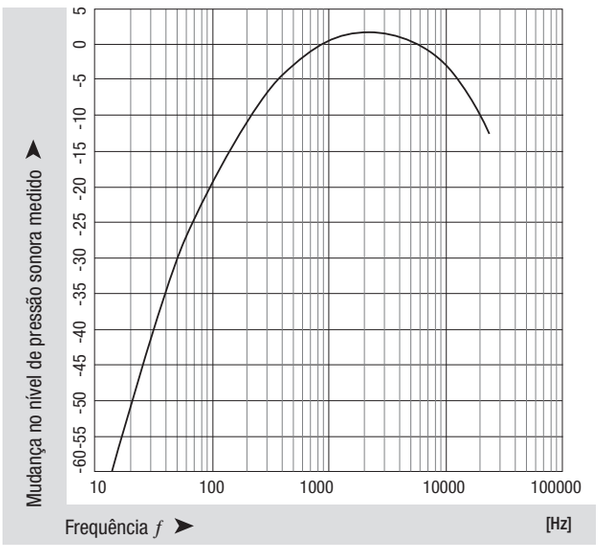
L_0: Nível de som antes da mudança na velocidade
L_1: Nível de som após alteração na velocidade
n_0: Velocidade inicial
n_1: Velocidade alterada

Exemplo: Existe um ventilador axial em um condensador.
De acordo com a folha de dados, a velocidade deste ventilador é de 560 rpm com um nível de potência sonora de 66 dB. O ventilador é operado principalmente a 420 rpm. Como pode ser visto no gráfico adjacente, o 5º fator da mudança de velocidade de 0,75 diminui assim em aprox. 6,3 dB



Nível de potência Sonora ponderado
Como a sensibilidade da audição humana é altamente dependente da frequência, valores de correção definidos são empregados para corrigir o nível de pressão sonora medido nas freqüências individuais, e o nível de potência sonora é então recalculado a partir disso.
O método padrão é realizar a correção com base na tabela adjacente (ponderação A). Os níveis de potência sonora recentemente ponderados são marcados como tal, adicionando o sufixo “A” (por exemplo, 62 dBA).

Dependendo da frequência, o nível de pressão sonora real é aproximado à sensibilidade do ouvido humano por meio de valores de correção específicos.



Valores de correção para ponderação A do nível de pressão sonora em função da frequência.

Pressão Sonora e nível de potência sonora nas salas
Em salas, o campo sonoro livre e o campo sonoro difuso são sobrepostos. Perto da fonte de som, o som direto domina - e as propriedades acústicas da sala não são relevantes.

Mais longe da fonte, o som indireto (refletido) domina – e o nível de som é relativamente independente da localização, mas pode ser reduzido aumentando a absorção sonora.

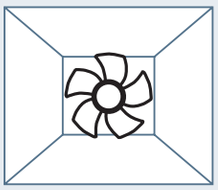
O nível de pressão sonora indireta pode ser calculado da seguinte forma:

$$L_p = L_W + 10 \cdot log\,[\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4 \cdot RT}{0.163 \cdot V}]$$

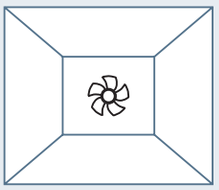
Salas	Tempo de reverberação RT
Teatro	1.5 a 3.0
Auditório	0.9 a 1.2
Restaurante, cantina, sala de recreação	0.6 a 1.0
Escritório	0.6 a 1.0
Sala de aula	0.5 a 0.7
Escritório de plano aberto	0.5 a 0.6
Sala de controle de cinema e som	0.3 a 0.5

Fator de diretividade Q

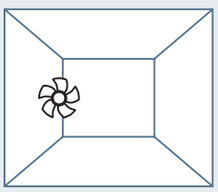
Centro da sala: Q = 1



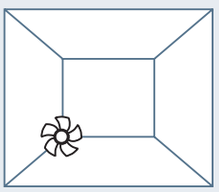
Centro da parede: Q = 8



Borda da sala: Q = 4



Canto da sala: Q = 8



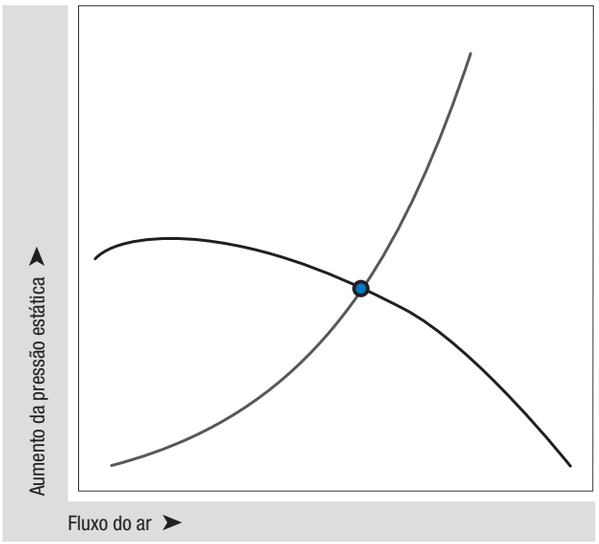
L_p: Nível de pressão sonora na sala
L_W: Potência sonora da fonte sonora
r: Distância entre a fonte e o receptor
V: Volume da sala em m^3
RT: Tempo de reverberação
Q: Fator de diretividade

Ponto de operação

Ponto de operação

A curva de desempenho de um ventilador representa a relação mútua entre o fluxo de ar e o aumento de pressão. O perfil da curva do ventilador depende do tipo de ventilador.

O ponto de operação de um ventilador instalado em um sistema é o ponto de interseção da curva do ventilador e da curva do sistema. Neste ponto de operação, o aumento de pressão do ventilador fornece compensação para a perda de pressão do dispositivo. O fluxo de ar real da combinação vento / sistema é assim obtido. O produto do fluxo de ar e aumento da pressão estática no ponto de operação produz o correspondente desempenho do ar estático $P_{u(s)}$ do ventilador.

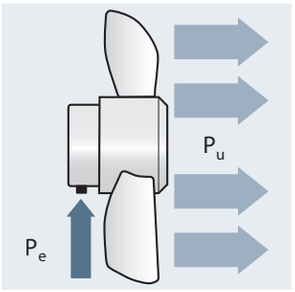


— Curva do ventilador
— Curva do sistema (curva de resistência parabólica)
● Ponto de operação

Desempenho

O produto do fluxo de ar e aumento de pressão corresponde à saída aerodinâmica, isto é, o desempenho de ar do ventilador.

$$P_u = p_f \cdot q_V = (p_{fs} + p_{fd}) \cdot q_V$$



q_V: Fluxo de ar
p_f: Aumento da pressão total
P_u: Desempenho do ar do ventilador
P_e: Consumo de energia (incl. controle eletrônico)
p_{fs}: Aumento da pressão estática
p_{fd}: Aumento dinâmico da pressão

Eficiência

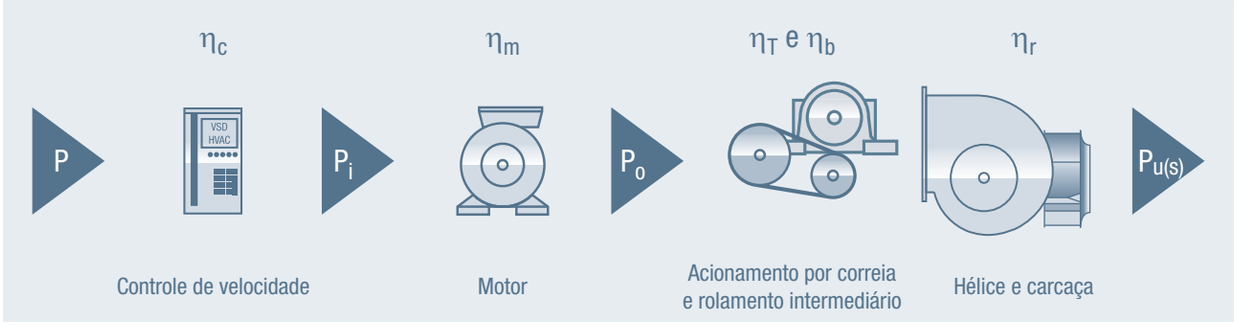
A eficiência dos ventiladores descreve o grau em que a entrada de energia é convertida em desempenho de ar.

$$\eta_e = \frac{q_V \cdot p_f}{P_i}$$

A eficiência do sistema é a eficiência do sistema como um todo e é composta pelos níveis de eficiência individuais dos componentes Controle de velocidade - Eletrônica do motor - Motor - Transmissão – Hélice - Carcaça.

C_c: Fator de compensação de carga parcial de controle de velocidade
C_m Fator de correção 0.9 ao usar componentes individuais (fator de incompatibilidade)
η_b: Eficiência dos mancais quando se utiliza um mancal intermediário
η_c: Eficiência do controle de velocidade/eletrônica
η_e: Eficiência do ventilador (sem controle de velocidade)
η_m: Eficiência do motor
η_r: Eficiência da hélice e, se aplicável, da carcaça
η_T: Eficiência da transmissão (por exemplo, acionamento por correia)

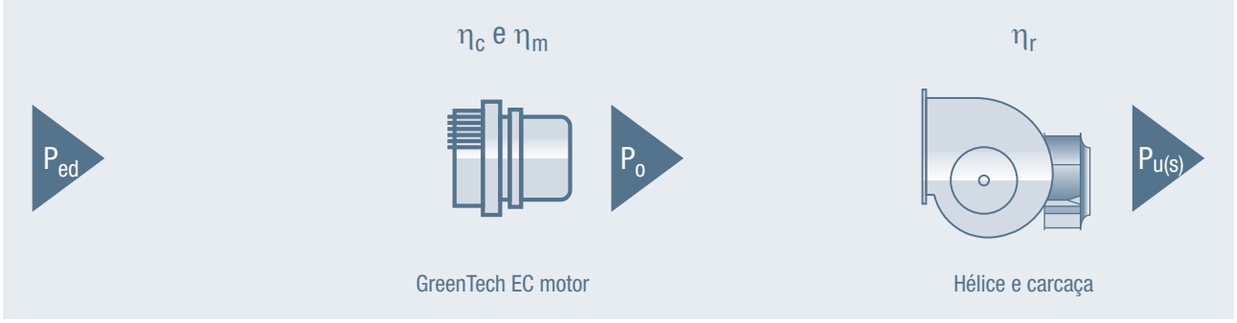
Exemplo de um ventilador centrífugo com carcaça de rolagem, acionamento por correia e eletrônica externa conforme ISO 12759



$$\eta_{e(s)d} = \eta_c \cdot \eta_m \cdot \eta_T \cdot \eta_b \cdot \eta_r \cdot C_m \cdot C_c$$

Exemplo de um ventilador centrífugo da ebm-papst

Os motores GreenTech EC da ebm-papst possuem controle de velocidade integrado (VSD). As perdas associadas à configuração do inversor não ocorrem com os ventiladores de acionamento direto, o que significa que η_c, η_T, η_b são todos iguais a 1 e C_m também é igual a 1, pois um sistema completo é entregue em vez de componentes individuais.



$$\eta_{e(s)d} = \eta_c \cdot \eta_m \cdot \eta_r \cdot C_m$$

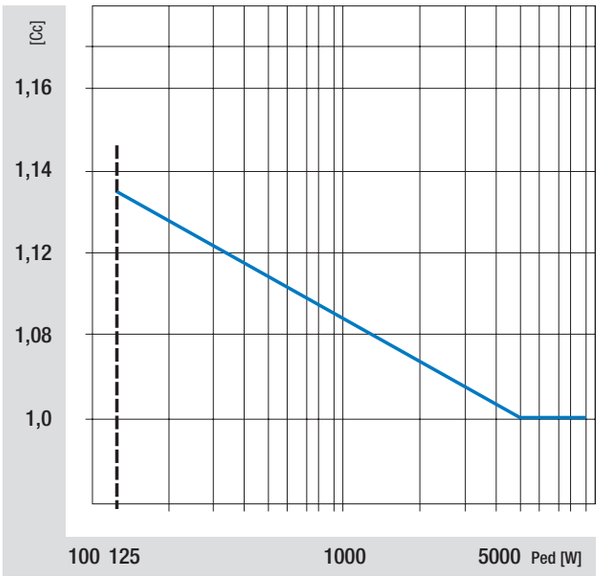
Figuras de eficiência

Fator de compensação de carga parcial

Fator de compensação de carga parcial de controle de velocidade C_c

125 W < P_{ed} < 5000 W:C_c = -0.03 ln (P_{ed}/1000) + 1.088

P_{ed} ≥ 5000 W: C_c = 1.04



SFP Potência Específica do Ventilador

Potência específica do ventilador DIN EN 13779
A potência específica do ventilador é a relação entre o consumo de energia e o fluxo de ar transmitido.

$$SFP = \frac{P_{ed}}{q_V} = \frac{p_f}{\eta_{ed}}$$

Uma baixa potência do ventilador pode ser obtida com uma baixa perda de pressão e um Sistema de ventilação com um alto nível de eficiência.
Uma combinação de ambos é o ideal!

Os valores SFP são emitidos no software FanScout.

Categoria	SFP [Ws/m³]
SFP-1	< 500
SFP-2	500 - 700
SFP-3	750 - 1250
SFP-4	1250 - 2000
SFP-5	2000 - 3000
SFP-6	3000 - 4500
SFP-7	> 4500

Valor SFP: Potência específica do ventilador
P_{ed}: Potência consumida
q_V: Fluxo de ar
p_f: Aumento de pressão
η_e: Eficiência do sistema
η_{ed}: Eficiência do sistema levando em consideração o ajuste de velocidade baseado em demanda (fator Cc)

Fator de potência

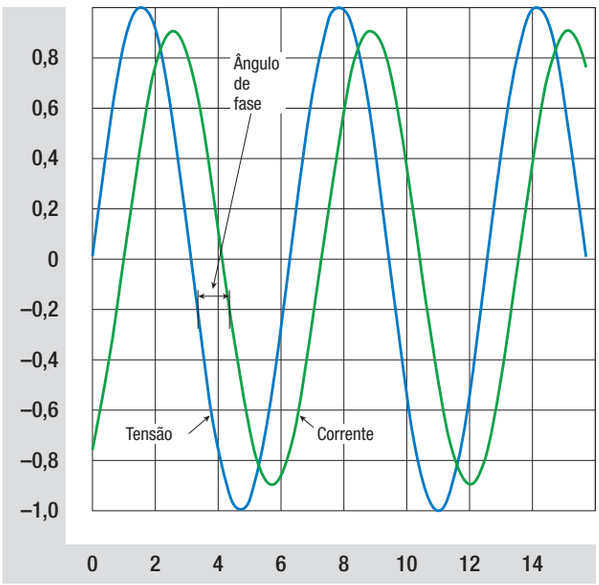
O “Fator de Potência” (PF) define a relação entre potência efetiva e potência aparente. A potência efetiva (P [W]) é a potência transmitida para a saída. A potência aparente refere-se a toda a entrada de energia da linha ($S = U_{rms} \cdot I_{rms}$ [VA]).

O fator potência (λ) é, portanto, uma medida de quão eficientemente a energia elétrica está sendo usada. É calculado da seguinte forma: (Fator potência = $\lambda = \frac{|P|}{S}$). Em teoria, um valor de “1” seria desejável, mas isso só pode ser conseguido com eletrônicos correspondentemente complexos. A solução é usar um PFC ativo.

Em última análise, a norma atualmente aplicável deve ser satisfeita (na Europa EN 61000-3-2). Para dispositivos individuais, isso também pode ser implementado de forma muito mais barata, empregando um indutor no circuito CC. Com esta versão, é possível obter um fator de potência no intervalo 0.7-0.8.

Para quantidades puramente sinusoidais, o fator de potência pode ser calculado da seguinte forma: (Fator de potência = $\frac{P}{S} = \cos \lambda$).

O ângulo λ descreve o ângulo de fase entre a corrente e a tensão.



Correção do fator de potência

Como o nome indica, o objetivo da “Correção do Fator de Potência” (PFC) é corrigir o fator de potência. Um valor menor que “1” significa que, além da potência efetiva necessária, a energia reativa com um elemento de perda está sendo extraída da linha. Isso pode ter certas desvantagens.

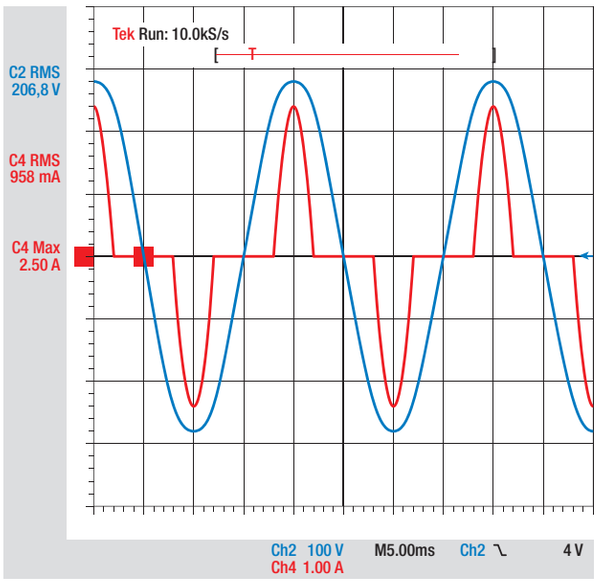
A correção pode ser implementada “passivamente” com um afogador ou “ativamente” com um circuito de controle adicional.

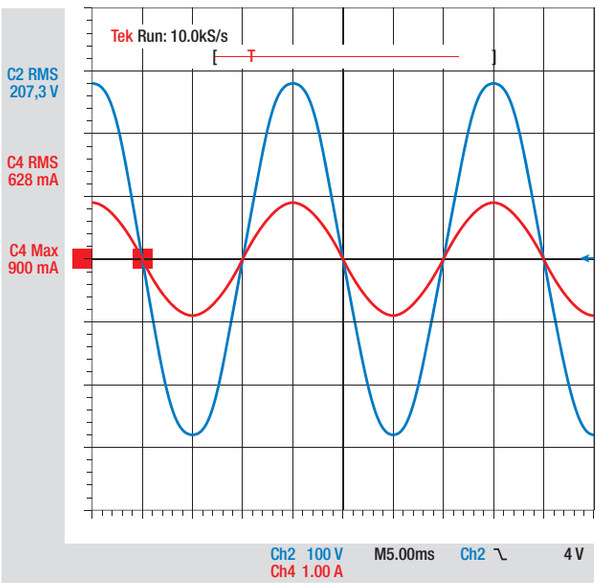
Uma fonte de alimentação de modo comutado (como nos nossos motores EC) só consome corrente da linha em pulsos curtos. Para obter o mesmo poder, estes devem, é claro, ser um pouco mais altos do que a corrente direta resultante. Esses picos distorcem a linha e, portanto, podem causar interferência em outros dispositivos. Tais distorções de linha (fundamentais) causadas por componentes harmônicos são denominadas “harmônicas”.

Os dois gráficos mostram a mesma combinação de motor/hélice do ventilador no mesmo ponto de operação (a configuração de desempenho do ar era idêntica). O primeiro gráfico mostra a operação do sistema sem o PFC e a segunda operação do gráfico com o PFC ativo.

A correção ativa do fator de potência toma a forma de um circuito que regula o consumo de corrente, de modo que a tensão de linha seja menor. Idealmente, a corrente regulada estará em fase com a tensão de linha $\varphi = 0°$ e, portanto, terá um fator de potência corrigido de $PF = \cos 0° = 1$.

Para quantidades de corrente e tensão não sinusoidais, também é importante manter o valor de THD o mais baixo possível.





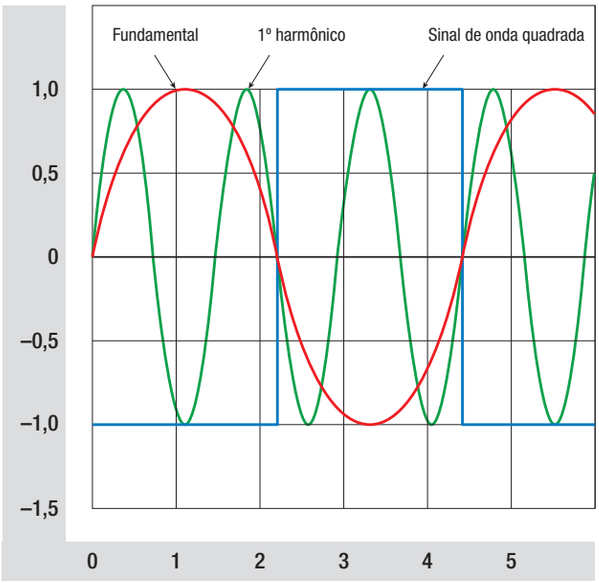
Valor de THD

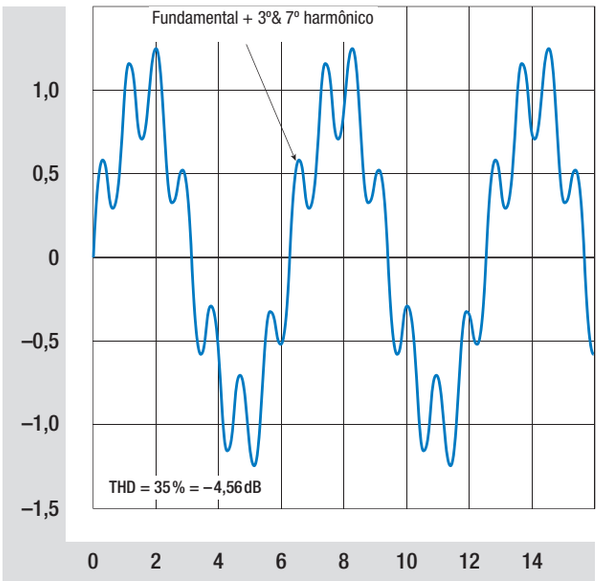
THD significa “Distorção Harmônica Total”. É uma indicação da magnitude da distorção não linear presente.
O THD é definido como a relação entre a soma dos poderes Ph de todos os harmônicos e o poder do fundamental P1. Por exemplo, um sinal de onda quadrada com uma frequência de 1 kHz contém uma fundamental sinusoidal de 1 kHz (isso forma a base para o cálculo de potência para P1) e harmônicos com 3, 5, 7, 9 vezes etc.
a freqüência fundamental.

THD pode ser expresso em % ou dB:

$$THD_{\%} = \frac{P_h}{P_1} \cdot 100$$

$$THD_{dB} = 10 \cdot log_{10} \left(\frac{P_h}{P_1} \right)$$

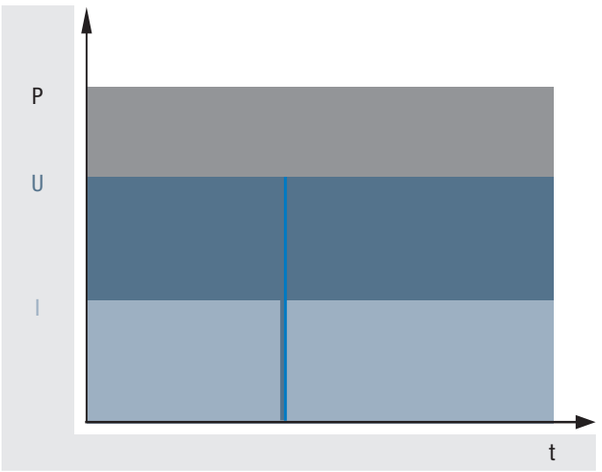




Cálculo de energia elétrica

Corrente contínua (DC)

$P = U \cdot I$



Corrente alternada (AC) com forma de onda sinusoidal de tensão/corrente
Potência aparente

$S = U_{rms} \cdot I_{rms}$ [VA]

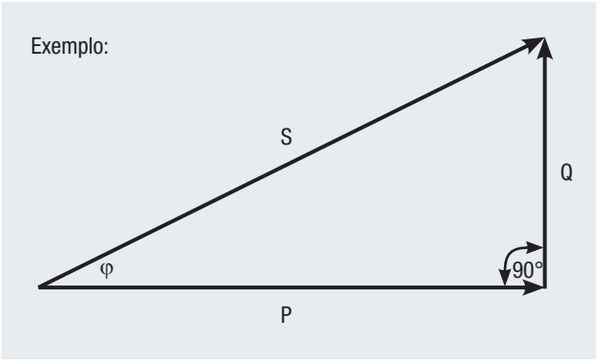
Potência efetiva

$P = U_{rms} \cdot I_{rms} \cdot \cos \varphi$ [VAr] = $S \times \cos \varphi$

Potência reativa

$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$ [W]

Exemplo:



Corrente alternada (AC) com forme de onda de tensão/corrente distorcida e não sinusoidal

Potência aparente

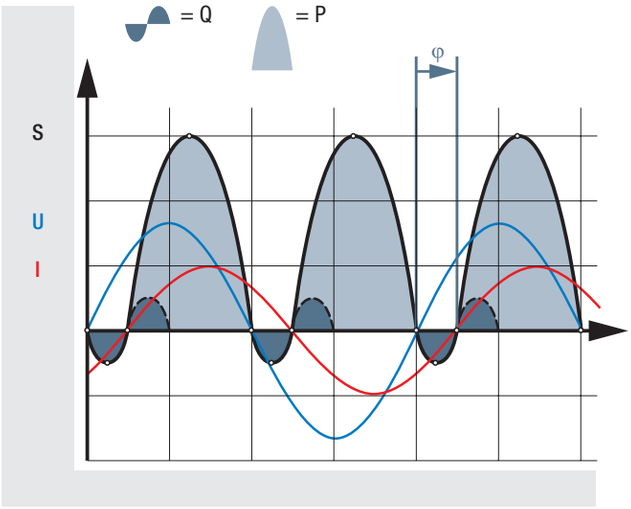
$S = U_{rms} \cdot I_{rms} = \frac{P}{\varphi}$ [VA]

Potência efetiva

$P = U_{rms} \cdot I_{rms} \cdot \varphi$ [VAr]

Potência reativa

$Q = \sqrt{S^2 - P^3}$ [W]



Velocidade síncrona dos motores assíncronos AC

$$n_{sync} = \frac{2 \cdot 60}{p} \cdot f$$

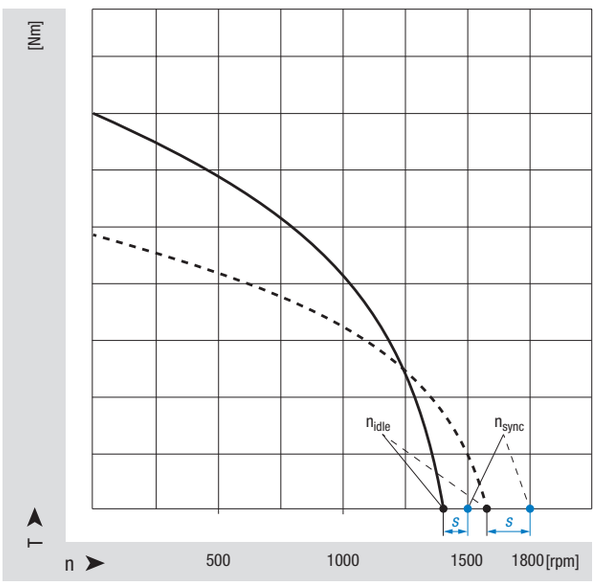
p	f = 50 Hz	f = 60 Hz
2	3000 rpm	3600 rpm
4	1500 rpm	1800 rpm
6	1000 rpm	1200 rpm
8	750 rpm	900 rpm
12	500 rpm	600 rpm

p: Número de polos
f: Frequência de linha

Escorregamento

$$s = n_{sync} - n_{idle}$$

Curva típica de torque / velocidade de um motor assíncrono de 4 pólos AC em várias freqüências.
Uma mudança na frequência altera a curva de torque e a quantidade de deslizamento entre a velocidade de marcha lenta e a velocidade síncrona.



— f = 50 Hz
--- f = 60 Hz
n_{idle}: Velocidade ociosa
n_{sync}: Velocidade síncrona

Electrônica e EMC

Surto e estouro

Além das informações na seção “EMC”, os termos “surto” e “estouro” serão explicados agora. Estes são definidos nos padrões de teste EMC.

– EN 61000-4-4:2013
  Teste elétrico rápido de imunidade transitória/explosão
– EN 61000-4-5:2006
  Teste de imunidade contra surtos → alta energia

ESD

O termo “descarga eletrostática” ESD refere-se a uma faísca ou quebra resultante de uma grande diferença de potencial. Essa diferença de potencial geralmente ocorre quando o corpo humano, por exemplo, fica carregado de eletricidade por atrito. Quando andar por cima um tapete, um ser humano pode pegar uma carga de aprox. 30.000 V. Se essa enorme diferença de potencial entrar em contato com um componente ou dispositivo elétrico, ele será exposto a um pulso breve e de alta voltagem que pode resultar em danos ao dispositivo ou componente. O pulso de voltagem também pode causar um gás inflamável para inflamar.

Definição de tensão nominal

Desde 2009, a tensão de linha de 230 V está sujeita a um desvio admissível de ± 10%, o que significa que a faixa de tolerância se estende de 207 V a 253 V. Na Europa, a freqüência de linha é de 50 Hz. Nossos dispositivos são projetados para esses limites e, portanto, permitem operação livre de problemas em tensão de linha de 230 V com desvio de ± 10%.

EMC

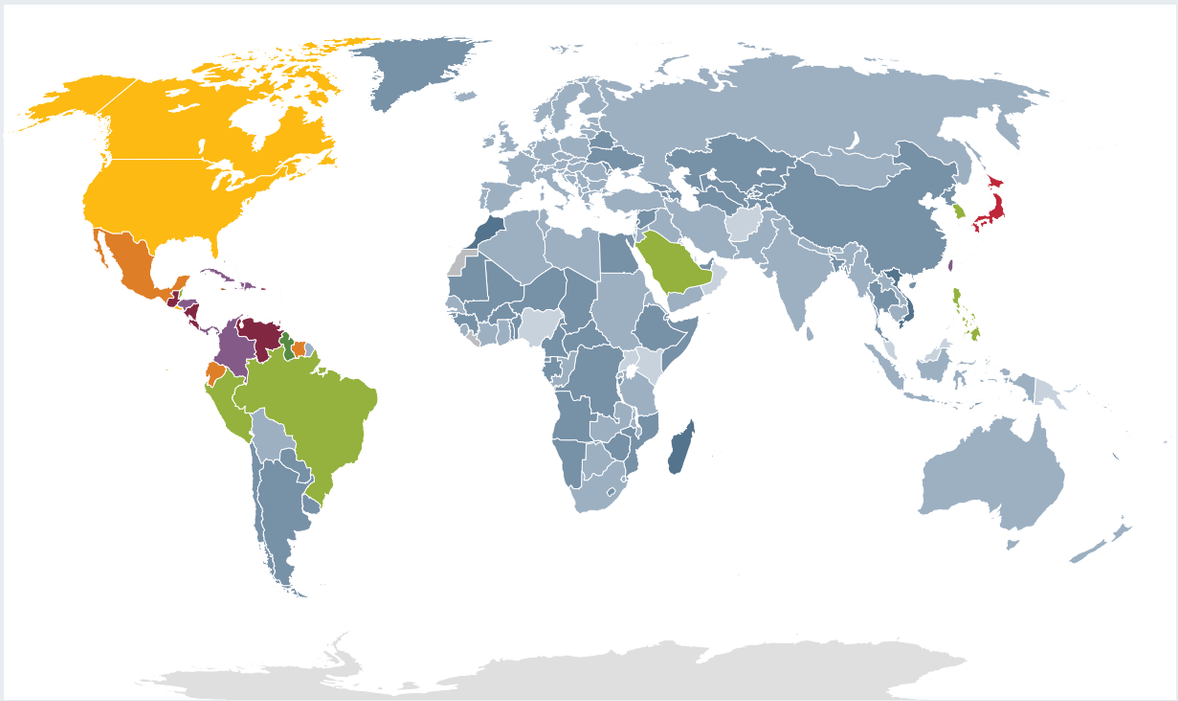
EMC significa “compatibilidade eletromagnética” e refere-se à situação geralmente desejável em que não há interferência mútua entre dispositivos técnicos como resultado de influências elétricas ou eletromagnéticas indesejadas.

Emissão de interferências
Emissão de interferência eletromagnética refere-se ao efeito indesejado de um dispositivo elétrico ou eletrônico que atua como fonte de interferência eletromagnética e, portanto, causa interferência em outros dispositivos. Na UE, a emissão de interferências permitida é regulada pelos requisitos da diretiva EMC com referência às normas correspondentes. Essas normas contêm os valores-limite para determinadas faixas de frequência, categorias de equipamentos e ambientes. Com relação à emissão de interferência, é feita uma distinção entre emissão de interferência conduzida e emissão de interferência irradiada. Emissão de interferência também é conhecida como “interferência eletromagnética” (EMI).

Imunidade à interferência
A imunidade à interferência eletromagnética descreve a resistência desejada de um sistema em teste, permitindo que ele opere até um determinado nível ou valor definido sem estar suscetível a interferência de uma fonte externa de interferência. A magnitude da perturbação escolhida para as medições de EMC é geralmente maior que a especificada no padrão.
A imunidade à interferência é muitas vezes também referida como “Susceptibilidade Eletromagnética” (EMS) ou, mais precisamente, “Imunidade Eletromagnética”.

Informações sobre os padrões EMC podem ser encontradas nas folhas de dados específicas do produto.
A conformidade com os padrões de EMC deve ser avaliada no produto final, pois as propriedades da EMC podem mudar sob diferentes condições de instalação.

Tensões e redes padrão



De acordo com a IEC 60038, a tensão de linha é caracterizada em termos da tensão nominal, da tolerância da tensão nominal e da frequência nominal. Na Europa, outras características de tensão (frequência, magnitude, forma de onda e simetria das tensões trifásicas) são especificadas na norma EN 50160.
Em alguns países, as redes diferem de região para região.

Ventiladores ebm-papst com alimentação AC trifásica são destinados para uso em sistemas com neutro aterrado (sistemas TN / TT) ou, nos EUA, para uso em sistemas com um condutor de fase aterrado.

Quantidades físicas, símbolos, unidades

Quantidade física	Símbolo	Unidade
Frequência	f	Hz
Velocidade	n	rpm
Massa	m	kg
Temperatura	T	°C
Mudanças de temperatura (ex. Aquecimento de enrolamento)	ΔT	K
Modulação por largura de pulso	PWM	%
Densidade	ρ	kg/m³
Fusível		mA, A
Corrente de fuga	I_{lc}	mA
Tensão nominal	U_N	VDC, VAC
Faixa de tensão nominal	U_N	VDC, VAC
Tensão	U	VDC, VAC
Alcance de tensão	U	VDC, VAC
Consumo de energia do motor	P_e, P_{ed}	W, kW
Potência de saída do motor	P_o	W, kW
Potência de ar do ventilador	P_u	W, kW
Potência de ar estática do ventilador	P_{us}	W, kW
Corrente de passagem	I_N or I_1,I_2, I_3 (3-phase)	A
Tensão do capacitor	U_c	V
Capacitância do capacitor	C	µF
Eficiência da eletrônica	ηc	%
	cos φ	No unit
Fator de potência	λ	No unit
Distorção harmônica total	THD(U) or THD(I)	%
Torque	M	Ncm, Nm
Torque de partida	M_l	Ncm, Nm
Torque de saída	M_u	Ncm, Nm
Torque de ruptura	M_b	Ncm, Nm
Eficiência do motor	η_m	%
Eficiência da hélice do ventilador	η_r	%
Eficiência estática da hélice do ventilador	η_{rs}	%
Eficiência geral	η_e, η_{ed}	%
Eficiência global estática	η_{es}	%
Nível de pressão sonora	L_pA	dB(A)
Nível de potência sonora	L_WA	dB(A), bel
Nível de potência sonora, lado da entrada	L_WA(A*,in)	dB(A)
Nível de potência sonora, lado da saída	L_WA(A*,out)	dB(A)

Quantidades físicas, símbolos, unidades

Quantidades físicas	Símbolos	Unidade
Nível de pressão sonora, lado da entrada	$L_pA^*(A,in)$	dB(A)
Nível de pressão sonora, lado da saída	$L_pA^*(A,out)$	dB(A)
Fluxo de ar	q_v	m³/h , l/s, cfm
Aumento da pressão estática	p_{fs}	Pa, in H_2O
Aumento da pressão estática convertido em densidade padrão	p_{fs12}	Pa, in H_2O
Aumento da pressão total	p_f	Pa
Pressão dinâmica	p_{fd}	Pa
Velocidade média de escape	v_m	m/s
Potência específica do ventilador	SFP	kW/(m³/s)
Min. contrapressão	$p_{fs,min}$	Pa
Max. contrapressão	$p_{sf,max}$	Pa
Delivery head	H	m
Quociente de vazão	q_v	m³/s, m³/h, l/s, l/h
Pressão diferencial bocal/difusor	Δp	Pa
Fator k	k	

* “A” refere-se à categoria de instalação e podem, consequentemente, ser também “B”

Comprimentos

1 mm = 0.0394 in. (polegada)	1 in. (polegada) = 25.4 mm
1 m = 3.281 ft. (pés)	1 ft. (pé) = 0.3048 m
1 m = 1.094 yd. (jardas)	1 yd. (jardas) = 0.9144 m
1 km = 0.6214 mi. (milhas, UK)	1 mi. (milhas, UK) = 1.609 km

Áreas

1 cm² = 0.155 in.² (polegada quad.)	1 in.² (polegada quad.) = 6.452
cm² 1 m² = 10.76 ft.² (pés quad.)	1 ft.² (pés quad.) = 0.0929 m² 1
m² = 1.196 yd.² (jardas quad.)	1yd.² (jarda quad.) = 0.8361 m²
1 km² = 0.386 mi.² (milhas quad.)	1 mi.² (milha quad) = 0.4047 ha

Volume

1 cm³ = 0.061 in.3 (polegada cúbica)	1 in.3 (polegada cúbica) = 16.39 cm³
1 dm³ = 1 l (litro)	1 l (litro) = 1 dm³
1 m³ = 35.32 ft.3 (pé cúbico)	1 ft.3 (pés cúbico) = 28.32 dm³ (1.728 in³)
1 m³ = 1.308 yd.3 (jardas cúbicas)	1 yd.3 (jardas cúbicas) = 0.7645 m³
1 l = 1.76 pints (UK)	1 pint (UK) = 0.568 l
1 l = 0.2205 gal. galão (UK)	1 gal. (galão, UK) = 4.546 l
1 l = 0.2642 gal. galão (US)	1 gal. (galão, US) = 3.785 l

Massa

1 gr = 0.0353 oz. (onça)	1 oz. (onça) = 28.35 gr
1 kg = 2.205 lb. (libras)	1 lb. (libras) = 0.4536 kg
1 kg = 0.00098 t	1 t = 1016 kg

Fluxo de ar

1 m³/s = 2119 cfm	1 cfm = 0.000472 m³/s
1 m³/h = 0.589 cfm	1 cfm = 1.699 m³/h
1 m³/s = 13210 gpm	1 gpm = 0.000758 m³/s

Pressão

11 N/m² = 0.004 in. (polegada) coluna d'água	1 in. (polegada) coluna d'água = 249.1 N/m²
1 Pa = 0.004 in. (polegada) coluna d'água	1 in. (polegada) coluna d'água = 249.1 N/m²
1 mbar = 0.401 in. (polegada) coluna d'água	1 in. (polegada) coluna d'água = 2.491 mbar
1 kp/m² = 0.0394 in. (polegada) coluna d'água	1 in. (polegada) coluna d'água = 25.4 kp/m²
1 mbar = 0.00099 atm. (atmosfera)	1 atm. (atmosfera) = 1013 mbar

Velocidade

1 m/s = 196.85 ft./min (pés/min)	1 ft./min (pé/min) = 0.00508 m/s
1 km/h = 0.6214 mph (milhas/h)	1 mph (milha/h) = 1.609 km/h

Potência / energia

1 kW = 3412 Btu/h	1 Btu/h = 0.000293 kW
1 J/kg = 0.00043 Btu/h	1 Btu/h = 2326 J/kg

Diversos

1 kW = 1.34 h.p.	0.746 h.p. = 1 kW
1 m³/kg = 16.03 ft³/lb	1 ft³/lb = 0.0624 m³/kg
1 m/s = 0.194 nó	1 knot = 5.148 m/s
1 km = 0.5396 naut. milha	1 naut. milha = 1.8532 kr
°C = (°F-32)*5/9	°F = (°C*9/5)+32
°C = K+273	K = °C-273

Índice

A-Z	Pág.
GreenTech	2
Nossas marcas.	2
Conteúdos	3
Áreas de aplicação	2
Ventiladores da ebm-papst	4
Designs	4-5
Direção do fluxo de ar	6
Faixas de desempenho	7
Tipos de ventiladores	8
Critério de seleção	9
Componentes	10-11
Dígito e código	12
Software	13
Ventiladores axiais da ebm-papst	14-29
Fatos	16
Faixas de desempenho	17
Critério de seleção	18-19
Ventiladores	20
Versões	21
Carcaça do ventilador e bocal	22-23
Grade de proteção	24-25
Obstrução de entrada	26
Obstrução de saída	27
Difusor	28-29
Ventiladores centrífugos da ebm-papst	30-47
Fatos	32
Faixa de desempenho	33
Critério de seleção	33-35
Ventiladores centrífugos, curvados para frente e para trás	36-41
Gama de produtos	37
Difusor de entrada	38
Efeitos	39-41
Ventiladores centrífugos com voluta	42-47
Ventiladores	43
Voluta	44
Gama de produtos	45
Efeitos	46-47
Ventiladores diagonai da ebm-papst	48-55
Fatos	50
Faixa de desempenho	51
Critério de seleção	52-53

A-Z	Pág.
Gama de produtos	54
Efeitos	55
Sopradores tangenciais da ebm-papst	56-61
Fatos	58
Faixa de desempenho	59
Critério de seleção	60-61
Motores da ebm-papst	62-71
Recursos característicos de motores AC e EC	64
Níveis de eficiência de motores AC e EC	65
Motores EC da ebm-papst	66-67
Motores AC da ebm-papst	68-70
Eletrônica de controle da ebm-papst	72-85
Controle de malha aberta de motores EC	76-83
Controle de malha aberta de motores AC	84-85
Apêndice	96-127
Velocidade	88
Diâmetro do rotor	89
Largura de saída	90
Densidade do ar	91
Parâmetros gerais de desempenho	92-99
Vida útil	92
Normas e aprovações	92
Tensões mecânicas	93
Teste de vibração	93
Carga de choque	93
Tensões químicas/físicas	93
Classes de inflamabilidade	93
Materiais	93
Balanceamento	93
Classes Ambientais	94
Posição de instalação e furo de dreno de condensação	94
Proteção contra corrosão	95
Impregnação do enrolamento	95
Grau de proteção	96
Classe de isolamento	97
Proteção do motor/proteção térmica	97
Modo de operação	98
Classe de proteção	98
Proteção contra explosão	99
Medição de desempenho	100-102
Categoria de instalação	102

A-Z	Pág.
Classes de precisão	102
Potência e eficiência do acionamento	102
Aerodinâmica	104-105
Fluxo de ar	104
Pressão	105
Acústica	106-109
Pressão sonora e nível de pressão sonora	106
Leis de distância	106
Nível de potência sonora	107-109
Ponto de operação	110-111
Desempenho	110
Eficiência	111
Figuras de Eficiência	112
Fator de compensação de carga parcial	112
SFP Potência Específica do Ventilador	112
Eletrônica e EMC	114-116
Fator de potência	114
Correção do fator de potência	115
Valor THD	116
Quantidades elétrica	117-108
Cálculo de energia elétrica	117
Velocidade síncrona dos motores	118
Escorregamento	118
Eletrônica e EMC	119
Surto e estouro	119
ESD	119
Definição de tensão nominal	119
EMC	119
Tensões e redes padrão	120
Quantidades físicas, símbolos, unidade	122-124
Índice	126-127