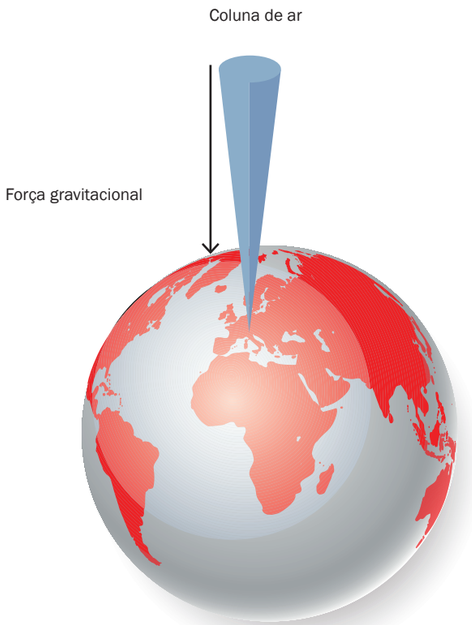
DEFINIÇÃO DE PRESSÃO ATMOSFÉRICA



Antes de definir o que é o vácuo e qual é a terminologia correta a utilizar neste campo é importante conhecer o significado de pressão atmosférica.

A terra está rodeada por camadas de misturas de gases (atmosfera).

A atmosfera que rodeia a terra tem o seu próprio peso.
A pressão atmosférica é definida como a força por área de unidade exercida contra uma superfície pelo peso do ar acima dessa superfície. E essa é exatamente a magnitude de força com que trabalhamos quando utilizamos o vácuo. É uma magnitude limitada: a pressão atmosférica não pode ser aumentada.
É medida no Sistema Internacional em Pascal e com um instrumento de medição designado barómetro.

A pressão atmosférica é mais elevada ao nível do mar do que num ponto no topo de uma montanha, porque a massa de ar acima do ponto da montanha é inferior à massa de ar acima do ponto ao nível do mar.

DEFINIÇÃO DE VÁCUO

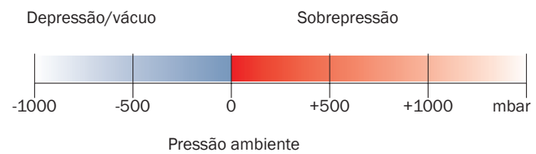
No sector do vácuo industrial, são utilizados diferentes termos e unidades de medida no que diz respeito à pressão e ao caudal de ar. Para este efeito, é necessário esclarecer o significado destas quantidades.

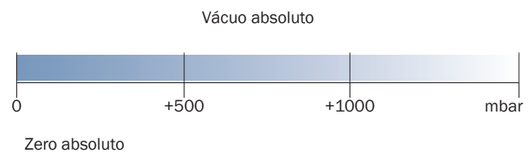
O VÁCUO COMO VALOR RELATIVO

No campo da tecnologia de vácuo, o vácuo é indicado como um valor relativo, o que significa que a depressão é indicada em relação à pressão ambiente. O valor de vácuo indicado é precedido por um sinal negativo porque a pressão ambiente é indicada com 0 mbar como ponto de referência.

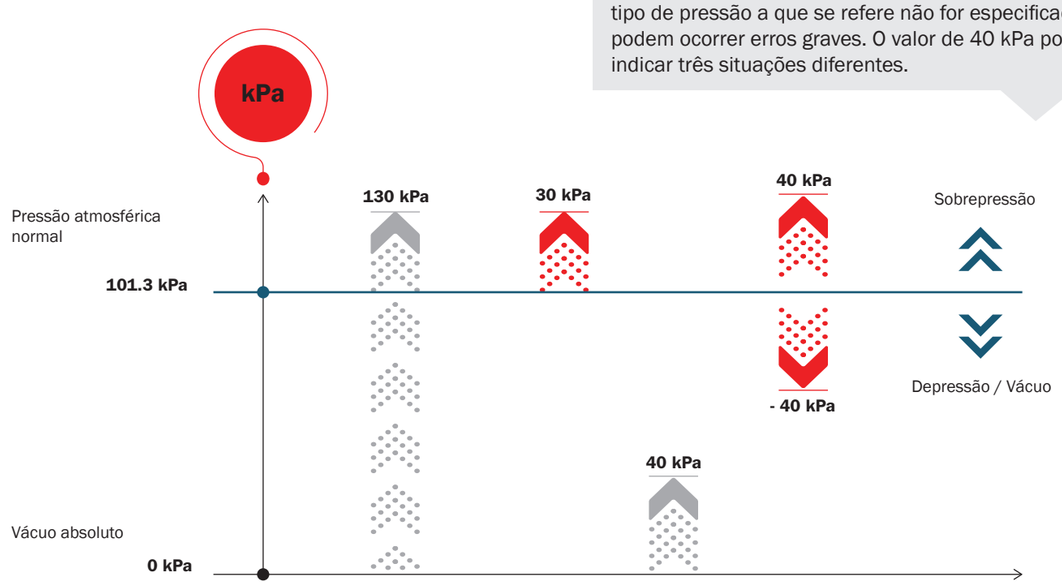
O VÁCUO COMO VALOR ABSOLUTO

No campo científico, o vácuo é indicado como um valor absoluto. Neste caso, o zero absoluto é utilizado como ponto de referência, ou seja, espaço sem ar (por exemplo, espaço cósmico). De tal forma que o valor do vácuo tem sempre um sinal positivo. O "vácuo absoluto" é pretendido como a ausência de matéria num volume, mas isto não pode ser alcançado, uma vez que não é possível eliminar completamente todos os gases. Uma vez que o valor de pressão zero é praticamente inalcançável, o valor do nível de aspiração será um número decimal com mais zeros após o ponto decimal quanto mais baixo for o valor da pressão, ou seja, quanto mais alto for o valor do nível de aspiração.





O diagrama mostra a relação entre pressão absoluta, relativa e negativa. Isto mostra que se o tipo de pressão a que se refere não for especificado, podem ocorrer erros graves. O valor de 40 kPa pode indicar três situações diferentes.



DEFINIÇÃO DE PRESSÃO

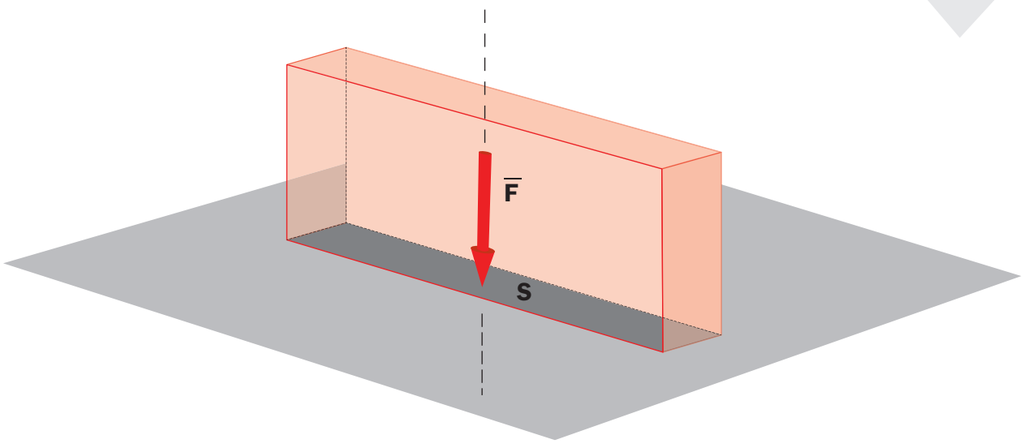
A pressão é definida como a quantidade de força por unidade de área aplicada perpendicularmente à superfície de um objeto.
Os gases são constituídos por um grande número de partículas, que se deslocam constantemente. Quando estas partículas colidem sobre uma superfície, essas colisões geram um impulso, mensurável como força. A pressão é a soma de todas as forças produzidas pelas partículas, por unidade de área. As partículas que compõem os gases, quando em equilíbrio termodinâmico, são distribuídas uniformemente no espaço, pelo que a pressão e composição do gás são uniformes em todos os pontos da área de referência.
Note-se, portanto, que existe apenas um tipo de pressão, cujo valor inicial é 0 (vácuo absoluto). Todos os valores acima de 0 são indicados como pressão absoluta. Como referido anteriormente, o valor da pressão atmosférica ao nível do mar é de 101,3 kPa e é utilizado como ponto de referência quando se fala de pressão relativa, que pode ser tanto negativa (depressão) como positiva (sobrepressão).

UNIDADES PARA MEDIÇÃO DA PRESSÃO

A unidade S.I. para medição de pressão é o Pascal (Pa):
1 Pascal corresponde à força de 1 N atuando sobre uma área de 1 m².
KPa e MPa são múltiplos de Pa.

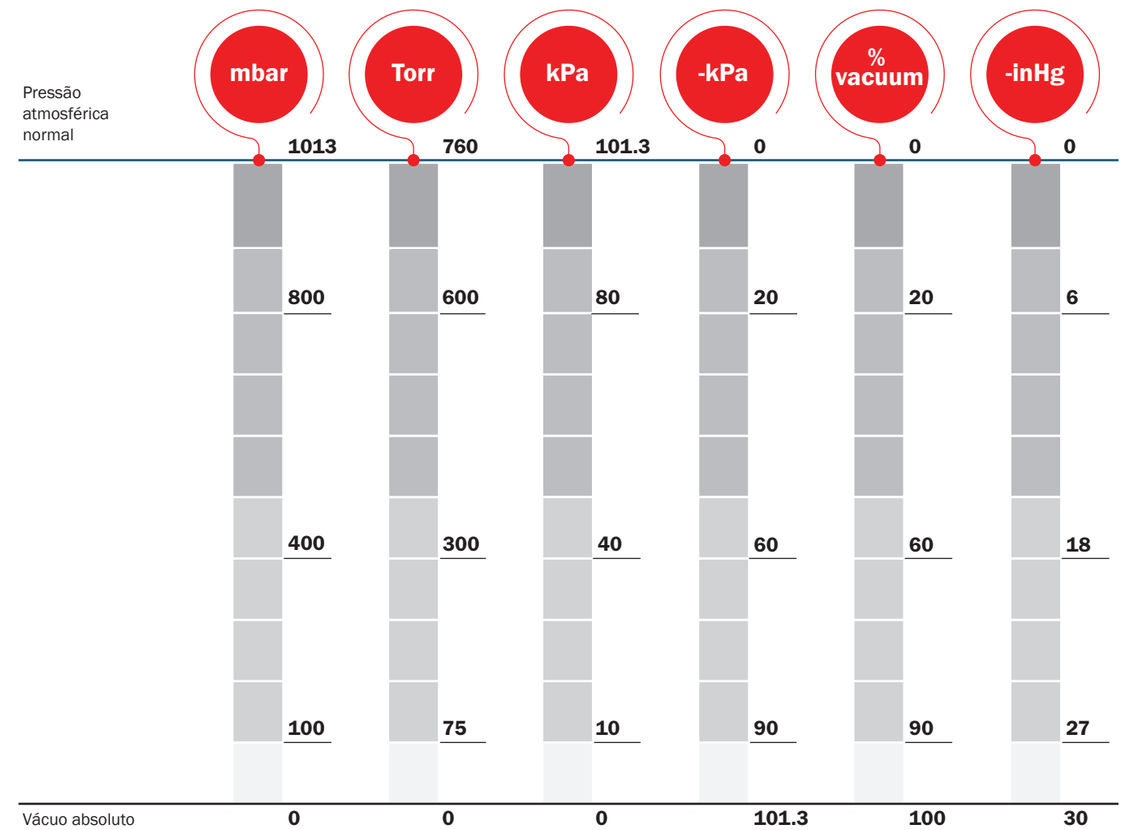
Consideremos uma superfície S, disposta horizontalmente, e uma força F atuando perpendicular à mesma.
A pressão é definida como a relação entre a força F e a superfície sobre a qual atua:

$p = F / S$



UNIDADES PARA MEDIÇÃO DO VÁCUO

No sector do vácuo industrial, são utilizados diferentes termos e unidades de medida no que diz respeito à pressão e ao caudal de ar.



TERMINOLOGIA CORRETA A ADOTAR NO VÁCUO INDUSTRIAL

A terminologia utilizada no sector do vácuo deve ser consistente no caso de sistemas eletromecânicos ou de ar comprimido. Só falando a mesma língua é que podemos fazer comparações reais. Os termos mais importantes a entender e utilizar ao executar um circuito de vácuo são os seguintes:

CAUDAL

O ritmo a que a pressão atmosférica é evacuada dentro de um sistema, ou a quantidade de ar que flui através de uma bomba. Q = V/t
O caudal também determina a capacidade de compensar eventuais fugas. A velocidade de evacuação é inversamente proporcional ao nível de aspiração.

CAUDAL DE AR LIVRE

Determina a quantidade de ar evacuado a uma pressão igual à pressão atmosférica. O termo é frequentemente utilizado pelos fabricantes de bombas de vácuo para indicar as suas características.

NÍVEL DE ASPIRAÇÃO

O termo define o nível de pressão dentro de um circuito, que é normalmente medido em kPa.
O nível de aspiração determina a força de elevação de uma ventosa, ou a quantidade de atmosfera residual.
À medida que o nível de aspiração aumenta, a taxa de evacuação diminui.

AR COMPRIMIDO

É a fonte de energia que alimenta uma bomba de vácuo pneumática. O ar comprimido é comparável à eletricidade que alimenta uma bomba de vácuo eletromecânica.
É fornecido por um compressor e é distribuído por meio de tubos de dimensões adequadas.

PRESSÃO DE AR COMPRIMIDO

A pressão de ar comprimido é medida em bar.
O desempenho ideal de uma bomba de ar comprimido é alcançado equilibrando a pressão fornecida pelo compressor com o nível de aspiração necessário.

TEMPO DE EVACUAÇÃO

O tempo necessário para evacuar um determinado volume de ar a um determinado nível de aspiração medido em s/l.

$$\text{Tempo de evacuação} = \frac{\text{Tempo de aperto requerido.}}{\text{Volume do sistema}}$$

CONSUMO

No vácuo industrial, o consumo de uma bomba de ar é medido em Nl/min ou Nl/s

LITRO NORMAL (NI)

O litro normal é o volume que uma certa quantidade (massa) de gás ocuparia se fosse devolvido à pressão atmosférica.
Podemos, portanto, dizer que o litro normal é utilizado para medir a massa de um gás.
Os gases são compressíveis, pelo que a sua quantidade não pode ser indicada pela simples indicação do volume que ocupam, mas a pressão a que estão também deve ser indicada.
A utilização de litros normais é útil para comparar volumes de gás a diferentes pressões.
No caso de bombas de vácuo mecânicas, é utilizado para indicar claramente o caudal de ar de aspiração.
No caso das bombas de vácuo pneumáticas, serve também para indicar corretamente o consumo de ar comprimido que gera o vácuo.

FORÇA DE ELEVAÇÃO

A capacidade de elevação de uma ventosa é determinada pela relação entre a pressão e a área da superfície de contacto.

VOLUME

A área total de um circuito incluindo todos os espaços, bem como a área de aplicação.

CLASSIFICAÇÃO DO VÁCUO

O vácuo é normalmente dividido em três áreas de aplicação, que dependem do nível de aspiração necessário.

NÍVEL BAIXO DE ASPIRAÇÃO

Utilizado em todas as aplicações em que é necessário um caudal de ar elevado. O nível de aspiração é normalmente de entre 0 e -20 kPa.
As bombas de impulsor eletromecânicas são normalmente utilizadas neste segmento. A serigrafia em tecidos é uma das aplicações típicas que requerem um nível baixo de aspiração e um caudal de aspiração elevado. (Aplicação para ventilação, arrefecimento ou limpeza).

VÁCUO INDUSTRIAL

O termo vácuo industrial significa um vácuo de entre -20 e -99 kPa. Esta gama abrange a maior parte das aplicações.
O vácuo industrial é utilizado em aplicações que requerem manipulação, elevação e selagem de materiais.

VÁCUO DE PROCESSO

Trata-se de aplicações onde o nível de aspiração alcançado pode exceder -99 kPa. Normalmente a unidade de medida utilizada é o Torr. O caudal de aspiração é mínimo e as aplicações científicas incluem simulações espaciais. (Revestimento com depósito molecular)
O nível de aspiração mais elevado atingido na terra desvia-se significativamente do valor de vácuo absoluto, que continua a ser um valor puramente teórico. Mesmo no espaço e, portanto, na ausência de atmosfera, há uma presença mínima de átomos.

PRODUTOS DE VÁCUO
COMO CRIAR VÁCUO

Embora existam várias formas de criar vácuo, existem dois que são os principais métodos utilizados para o criar, os quais utilizam:

BOMBAS EJETORAS PNEUMÁTICAS

BOMBAS DE AR COMPRIMIDO

As bombas de vácuo, geralmente definidas como geradores de vácuo, utilizam o princípio de Bernoulli que afirma que existe uma relação entre pressão e velocidade: à medida que a velocidade de um fluido em movimento (ar ou água) aumenta, a pressão no interior do fluido diminui e vice-versa.

EJETOR

O princípio de funcionamento dos geradores de vácuo de ar consiste na injeção de ar comprimido num jato cónico chamado ejetor. O ar comprimido através do jato cónico atinge uma velocidade supersónica que atrai moléculas de baixa pressão.
A pressão atmosférica externa irá fluir, tentando restabelecer o equilíbrio do sistema. A mistura de ar comprimido que passa pelo ejetor e o ar à pressão atmosférica externa flui através da exaustão.
O nível de aspiração que um ejetor pode atingir depende da configuração do ejetor.

EJETOR DE UMA SÓ FASE

EJETOR MULTI FASE

EJETOR MULTI FASE GIMATIC

Gimatic desenvolve e produz (em Itália) ejetores multi fase, identificados com a sigla EJ.
Os nossos ejetores de cartucho estão disponíveis em três tamanhos (EJ-SMALL, EJ-MEDIUM, EJ-LARGE). Estes ejetores asseguram um excelente desempenho tanto a pressões elevadas de alimentação como baixas.

BOMBAS MECÂNICAS

A característica fundamental, comum a todas as bombas mecânicas, é que transportam um certo volume de ar da área de aspiração para a área de descarga, criando assim uma depressão. As bombas mecânicas são geralmente acionadas por um motor eléctrico, por vezes por um motor de combustão interna, hidráulico ou pneumático.

BOMBAS VOLUMÉTRICAS

Bombas volumétricas movem mecanicamente os volumes de fluidos retidos através do sistema. No lado de entrada o volume expande-se, enquanto no lado de saída (escape) o volume contrai-se. Assim, o volume por revolução é fixo e, em teoria, é constante, independentemente da pressão de saída, depressão na entrada ou propriedades do fluido. As bombas volumétricas são auto-ferrantes, ou seja, criam fortes depressões na entrada.
O comportamento das bombas volumétricas é diferente do das bombas centrífugas, uma vez que estas últimas dependem do impulso do fluido acelerado para fornecer o caudal à pressão e são muito sensíveis às alterações de pressão.
As bombas volumétricas incluem bombas de palhetas e bombas de lóbulos.

BOMBAS DE PALHETAS

BOMBAS DE LÓBULOS

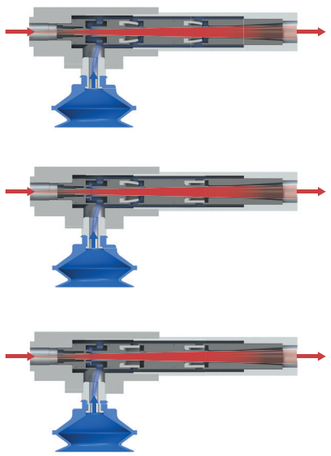
BOMBAS DE SOPRO

A bomba centrífuga de sopro é composta por um tubo de sucção que transporta o gás aspirado na entrada. A bomba contém um impulsor fechado com entrada axial e saída radial.
Um difusor radial, localizado no interior, transforma a energia cinética de saída do impulsor em energia de pressão. Estas bombas funcionam a níveis baixos de aspiração, são capazes de mover grandes massas de ar e têm um elevado caudal de aspiração.

PRODUTOS DE VÁCUO
PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO

EJETOR MULTI FASE GIMATIC

Os ejetores Gimatic "EJ" são compostos por vários bicos De Laval dispostos em série que utilizam o ar extraído do bico anterior para a sua alimentação, reduzindo assim o ruído e aumentando a eficiência da bomba.
O diâmetro do bico é proporcional à capacidade de aspiração de ar e é inversamente proporcional ao nível de aspiração produzido.
O melhor desempenho resultante de um maior número de etapas com ejetor relevante, permite otimizar o desempenho da bomba. Cada fase pode atingir um nível diferente de vácuo. Quando, devido à ação combinada dos vários ejetores, a pressão presente na fase comum atinge um valor superior ao ejetor de referência, isto provoca o fecho das membranas de borracha individuais (abas) em sequência, deixando apenas a fase de elevado vácuo aberta. A atmosfera externa flui através da fase comum numa tentativa de reequilibrar a pressão no sistema. O ar comprimido e a atmosfera externa são misturados e fluem através da exaustão.



EJETOR DE UMA SÓ FASE	VS	EJETOR MULTI FASE EJ GIMATIC

CONSUMO DE AR COMPRIMIDO

A relação entre o ar consumido e o caudal de aspiração é raramente superior a 1:1. Historicamente, isto tem levado a considerar o sistema ineficiente.

NÍVEL DE RUÍDO

90 decibéis.

CONSUMO DE AR COMPRIMIDO

Explora a energia cinética do ar comprimido que passa através dos bicos De Laval. A passagem de ar comprimido através de uma série de ejetores de tamanho adequado permite uma expansão gradual do ar.
Neste caso, a relação consumo a aspiração de caudal de ar é em média três vezes mais eficiente, com uma eficiência igual a 3:1.

NÍVEL DE RUÍDO

No caso do ejetor Gimatic de múltiplas fases, o nível de ruído é reduzido para valores entre 55 e 75 decibéis.

BOMBAS MECÂNICAS

BOMBAS DE PALHETAS VOLUMÉTRICAS

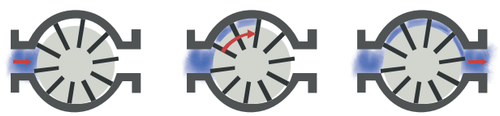
As bombas de palhetas têm apenas um elemento rotativo que aponta numa direção excêntrica no que diz respeito à cavidade da bomba. O elemento rotativo contém várias palhetas que podem deslizar ou deformar para se ajustar ao perfil da parede da cavidade. As palhetas formam um selo deslizante posicionado contra a parede da cavidade, mantendo o volume do fluido na entrada e permitindo que este flua para fora em direção à saída. As bombas de palhetas são particularmente insensíveis às mudanças de pressão, uma vez que as palhetas estão em contacto com a parede da cavidade. No entanto, o movimento de deslizamento entre as palhetas e a parede cria ruído, risco de poluição do fluido transportado e uma necessidade frequente de manutenção. (Figura 1)

BOMBAS DE SOPRO

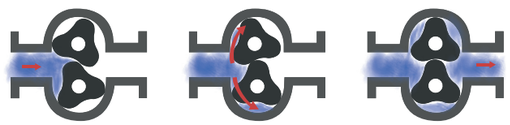
Neste tipo de bombas, o gás é aspirado para o interior da câmara a partir da abertura de carga. Quando o gás entra pelo canal lateral, o movimento da hélice transmite velocidade ao gás no sentido da rotação. A força centrífuga das palhetas do impulsor acelera o gás para fora e a pressão aumenta. Cada rotação aumenta a energia cinética, com um aumento adicional da pressão no canal lateral. O canal estreita-se em direção ao rotor, arrastando o gás para longe das palhetas da turbina para o descarregar através do silenciador de escape. (Figura 3)

BOMBAS DE LÓBULO VOLUMÉTRICAS

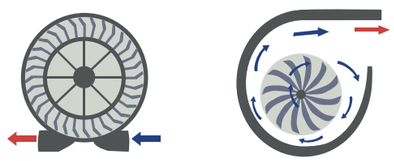
Estas bombas têm elementos em forma de lóbulos em vez de engrenagens. Cada elemento em forma de lóbulo é acionado por um motor. Isto elimina o contacto entre os dois lóbulos, reduzindo o desgaste e minimizando a fricção do fluido. Normalmente este tipo de bombas caracteriza-se por elevadas emissões de calor e elevados níveis de ruído. (Figura 2)



1. BOMBAS DE PALHETA VOLUMÉTRICA



2. Funcionamento da bomba de lóbulo volumétrica



3. Funcionamento da bomba de sopro

DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE VÁCUO

Para alcançar uma maior eficiência e uma boa poupança energética, é importante que os sistemas sejam expressamente concebidos para a aplicação específica. Da mesma forma, as ventosas e as suas braçadeiras, o modelo, o tamanho das bombas de vácuo e os acessórios e tubagens relevantes também devem ser escolhidos de acordo com a aplicação.
É extremamente importante fixar o fator de segurança durante o dimensionamento de um sistema de vácuo, bem como o tipo de circuito a adoptar.

FATOR DE SEGURANÇA

Ao manusear qualquer tipo de objeto, a condição mais importante a cumprir é a segurança do punho. É necessário ter a certeza de que o objeto não se solta das ventosas antes do ponto de libertação do conjunto. Por este motivo é sempre necessário multiplicar o peso (mais qualquer força de inércia) do objeto a deslocar por um coeficiente de segurança adequado:

- 2 no caso de aplicações estáticas ou de manuseamento a baixa velocidade.
- 2,5 ou mais no caso de aplicações de manuseamento de média e alta velocidade.

Um parâmetro que é frequentemente subestimado quando se dimensiona um sistema de vácuo é a escolha da ventosa. É o dispositivo que "liga" fisicamente o objeto a ser manipulado ao sistema de preensão.

TIPO DE CIRCUITO

SISTEMAS SELADOS

Ao conceber este circuito é necessário considerar o volume, o nível de aspiração e o tempo de evacuação.
Em sistemas selados, a capacidade da bomba é determinada pela velocidade a que o circuito é evacuado a um determinado nível de aspiração.
Esta capacidade é designada tempo de evacuação e é normalmente especificada em s/l.
Ao multiplicar este valor pelo volume de todo o sistema, o tempo de evacuação é obtido em função do nível de aspiração desejado.

SISTEMAS COM FUGAS

Em sistemas com fugas, onde é necessário manusear caixas de cartão, chapa perfurada ou objetos com micro-furos, a situação é diferente. Para manter o nível de aspiração desejado, a bomba deve ter uma capacidade superior para compensar as fugas. Uma vez determinado o fluxo de fuga, a bomba mais adequada é escolhida através da verificação das curvas características dos vários modelos de bombas. No caso de fugas através de um buraco com uma secção transversal conhecida, a extensão da fuga pode ser determinada. Multiplicar o valor obtido pela área total para obter o fluxo total de fuga. Quando materiais porosos têm de ser manuseados ou quando a geometria do caminho de fuga é desconhecida, o caudal pode ser determinado por um teste prático a ser realizado com uma bomba e um medidor de vácuo.

INFORMAÇÃO GERAL PARA O DIMENSIONAMENTO CORRETO DO VÁCUO

Um circuito de vácuo pode ser dimensionado de acordo com um design centralizado ou descentralizado.

SISTEMA CENTRALIZADO

Um sistema centralizado é caracterizado por uma bomba de vácuo ligada a várias ventosas. Frequentemente utilizado para manusear materiais selados, tais como chapa metálica ou vidro.

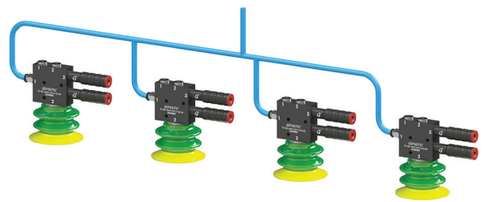
VANTAGENS

- Fonte única de vácuo
- Escape simples
- Controlo fácil do nível de aspiração

DESVANTAGENS

- Tubos longos de maior diâmetro
- Risco de diminuições de pressão
- Requer válvula de escape ou disjuntor de vácuo para libertação do objeto

SISTEMA DESCENTRALIZADO



Um sistema descentralizado é concebido de forma a que cada ventosa tenha um gerador de vácuo dedicado, o que significa que todas as ventosas são independentes umas das outras, normalmente utilizadas em aplicações com superfícies porosas.

VANTAGENS

- Volumes minimizados a serem evacuados >Alta velocidade de aperto e libertação
- Calibragem de diminuição de pressão > Tamanhos de bombas compactas
- Cada ventosa é independente
- Tubos de alimentação mais pequenos

DESVANTAGENS

- Gestão mais complexa do escape (são necessárias válvulas anti-retorno)
- Deteção mais complexa de objetos a serem apanhados
- Possíveis problemas resultantes da sujidade no sistema

ESCOLHA DA BOMBA

Após a seleção dos componentes que a precedem, a bomba deve ser dimensionada considerando alguns dos seguintes parâmetros:

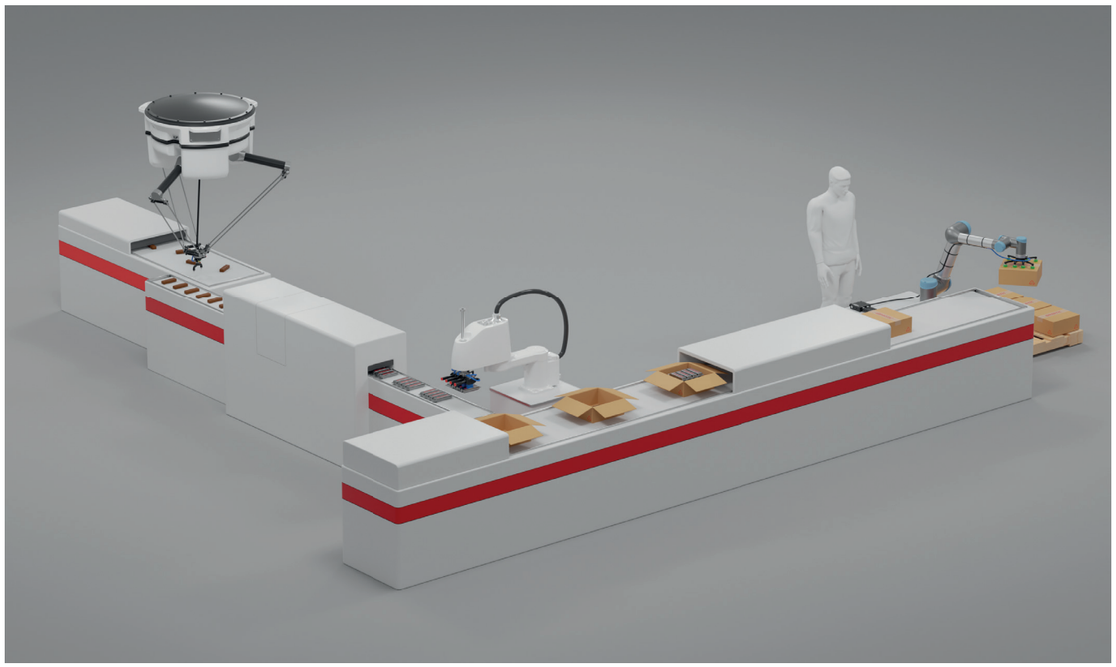
O CIRCUITO ESTÁ CENTRALIZADO OU DESCENTRALIZADO?

QUAL É A VELOCIDADE DA APLICAÇÃO?

POROSIDADE DO MATERIAL?

QUAL É O VOLUME A SER EVACUADO?

QUAL É O NÍVEL DE ASPIRAÇÃO NECESSÁRIO?

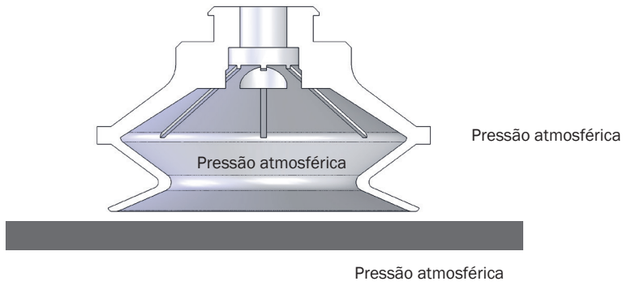


VENTOSAS

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DA VENTOSA

Quando um sistema de manuseamento baseado no vácuo é implementado, é necessário desenvolver uma magnitude de forças que permita o manuseamento seguro dos produtos. A ventosa desempenha um papel fundamental nesta fase.
Existem dois fatores principais que devem ser considerados:
• A forma da ventosa;
• As caraterísticas do lábio.
É essencial uma ventosa com forma adequada para que corresponda à geometria do objeto. O lábio, por outro lado, deve ser capaz de seguir com precisão e repetibilidade as rugosidades e alterações que a superfície do objeto possa apresentar (as ondulações de uma caixa de cartão ou a rugosidade de um painel de madeira).

A ventosa adere à superfície quando a pressão da área circundante (pressão atmosférica) é maior do que a pressão entre a ventosa e a superfície. Para criar uma depressão dentro da ventosa, a ventosa está ligada a uma bomba de vácuo. Quanto maior for o nível de aspiração no interior da ventosa, maior é a força que a ventosa pode exercer.
É necessário ter em conta que uma ventosa produz mais força:
• quanto maior for a sua superfície;
• quanto mais elevado for o seu nível de aspiração;
• mais adequado é a aperto a ser executado.



DIMENSIONAMENTO DAS VENTOSAS

Além de ser influenciada pelo nível de aspiração, a força de elevação é também fortemente influenciada pelo modelo de ventosa.
Para desenhar o circuito é necessário começar pelo ponto de contacto entre a ventosa e o objeto e depois regressar à bomba de vácuo. Este método permite o dimensionamento adequado dos componentes e o melhor desempenho.
Antes de selecionar uma ventosa, deve ser considerada a superfície, estrutura, direção de elevação, peso e porosidade do objeto.

QUANTO MAIOR FOR O NÍVEL DE ASPIRAÇÃO, MAIOR SERÁ A NECESSIDADE DE ENERGIA

Quando é criado vácuo dentro de uma ventosa que repousa sobre uma superfície, a ventosa adere à superfície não só por sua própria conta, mas também graças à maior pressão externa. A força de elevação é proporcional à superfície de contacto e ao nível de aspiração. Se o nível de aspiração aumenta de 60% para 90%, a força de elevação aumenta no máximo 1,5 vezes. Para limitar o consumo de energia, é preferível limitar o nível de aspiração e, em vez disso, aumentar a área de superfície da ventosa.

SUPERFÍCIE E ESTRUTURA

Além de destacar as dimensões do objeto, uma avaliação visual identifica se o objeto é curvo ou plano.
É essencial utilizar a ventosa que melhor se adapta à superfície. Uma outra contribuição poderia vir da análise da estrutura do objeto.
Um exame mais cuidadoso poderia revelar uma certa rugosidade que, para além de limitar a utilização de ventosas, representa um potencial fuga.

POROSIDADE

Qual é a porosidade do material? Esta questão é muito importante para a definição do formato da ventosa e para o dimensionamento da bomba. A porosidade é definida como a quantidade de ar à pressão atmosférica que passa por um material sujeito a uma depressão. O vidro não permite a passagem de ar, enquanto o papel, por exemplo, está cheio de poros minúsculos.

MATERIAL

É frequentemente necessário verificar a temperatura de funcionamento necessária para realizar essa aplicação específica.
Temperaturas demasiado elevadas, como na termoformagem, ou demasiado baixas, exigem a utilização de ventosas feitas com compostos especiais. O silicone é a melhor solução mesmo que exista o risco de libertação de pequenas partículas (halo), o que dificulta a realização de uma pintura posterior. Neste caso, as nossas ventosas HNBR são a solução ideal.

SELEÇÃO DA VENTOSA

Uma vez determinado o peso e o tamanho do objeto, é necessário determinar o tipo e o diâmetro da ventosa. A utilização da maior ventosa possível permite reduzir o nível de aspiração.
Esta solução oferece uma série de vantagens, incluindo menor tempo de evacuação, menor consumo de energia e maior vida útil da ventosa.

PARÂMETROS

Força de elevação [N] perpendicular à superfície, em vários níveis de aspiração

Força de elevação [N] paralela à superfície, em vários níveis de aspiração

Raio de curvatura mínimo

Volume

Movimento máximo vertical

PARÂMETROS ÚTEIS A VERIFICAR

- Utilizar a ventosa adequada para a aplicação.
- Prestar atenção ao tipo de material e à estrutura da superfície.
- Determinar o tipo de material da ventosa adequado para a aplicação
- Conceber o sistema com um fator de segurança adequado
- Conhecer as possíveis forças dinâmicas que poderiam influenciar a aplicação.
- Distribuir as ventosas em relação ao centro de gravidade.
- Utilizar os acessórios apropriados para a aplicação.
- Considerar o tipo de acabamento da superfície.