Informações úteis sobre Dispositivos de Alívio de Pressão

- **Introdução**

Dispositivos elétricos, pneumáticos e hidráulicos são utilizados para controlar variações de temperatura, pressão ou vazão em uma planta.
Entretanto, esses instrumentos se tornam inoperantes quando há falha no fornecimento de energia.
Nestes casos, as válvulas de segurança e de alívio de pressão (PSV) e os discos de ruptura são empregados, sendo consideradas como um dos últimos recursos de proteção, em refinarias e petroquímicas, por exemplo, para proteger caldeiras, linhas ou vasos pressurizados propensos a um aumento de pressão, que supere a Pressão Máxima de Trabalho Admissível-PMTA ou *Maximum Allowable Working Pressure* - MAWP.
As válvulas de alívio de pressão e os discos de ruptura são, pois, dispositivos de segurança automáticos, concebidos para aliviar a pressão de um sistema pressurizado, em que por alguma ocorrência há o aumento perigoso da pressão, impedindo assim um rompimento ou falha catastrófica.
O sistema é composto por equipamentos como bombas, compressores, turbinas, caldeiras, vasos de pressão e tubulações, que geram pressões ou trabalham pressurizados.
No caso em que a pressão no sistema torna-se demasiadamente elevada, o líquido ou gás ou vapor pressurizado vai descarregar a partir da válvula de alívio ou do disco de ruptura, trazendo a pressão ao seu nível normal.
Estes dispositivos de segurança são utilizados para proteger pessoas, equipamentos e instalações, impedindo a elevação excessiva de pressão, que poderia causar um acidente grave como explosão.
O fornecimento de válvulas de alívio de pressão e de discos de ruptura está vinculado à certificação "type approval" de 3ª parte ("third party") do produto, concedida por um órgão independente, por ser um equipamento de segurança.
A certificação é concedida pelo National Board, que é acreditado pelo ASME, para auditar o processo de certificação e acompanhar os testes de capacidade em laboratório autorizado pelo ASME.

Válvula de alívio de pressão

Disco de ruptura

- **Tópicos importantes sobre Válvulas de Alívio de Pressão**

Neste trabalho são abordados os seguintes tópicos relativos às válvulas de alívio e aos discos de ruptura:

1- Tipos de dispositivos de proteção contra sobrepressão interna em equipamentos, vasos de pressão e tubulações
2- Cenários principais de excesso de pressão em um sistema
3- Características do sistema a ser protegido
4- Componentes de válvula de alívio de pressão
5- Nomenclaturas dos componentes de válvula de alívio de pressão
6- Elementos de regulagem do ciclo de abertura e fechamento
7- Características dimensionais da válvula de alívio de pressão
8- Características operacionais da válvula de alívio de pressão
9- Tipos de válvulas de alívio de pressão
10- Lista mínima das condições de serviço a ser fornecida para dimensionamento e seleção de válvula de alívio da pressão, para pressões acima de 1,03 barg (15 psig)

11- Roteiro de seleção e dimensionamento de válvulas de alívio da pressão
12- Normas de projeto e construção de dispositivos de alívio de pressão
13- Calibração de válvulas de alívio de pressão
14- Fluidos de teste de calibração de válvulas de alívio de pressão
15- Tipos de castelos de válvula de alívio de pressão
16- Características e aplicações de válvulas de alívio de pressão
17- Bocais “full nozzle” e “semi nozzle” de válvulas de alívio de pressão
18- Orifícios de bocal ou sede de Válvula de Alívio de Pressão conforme norma API STD 526 - Flanged Steel Pressure Relief Valves.
19- Requisitos estabelecidos no Código ASME Sec VIII Div 1 para Certificação de Desempenho de Dispositivos de Alívio de Pressão
20- Laboratórios autorizados pelo ASME para testes de capacidade de Válvulas de Alívio de Pressão e Discos de Ruptura - National Board and ASME Accepted Testing Laboratories
21- Problemas comuns em Válvulas de Alívio de Pressão

1- Tipos de dispositivos de proteção contra sobrepressão interna em equipamentos, vasos de pressão e tubulações

Fonte: API STANDARD 520
Sizing, Selection, and Installation of Pressure-relieving Devices in Refineries
Part I-Sizing and Selection

Para proteger as instalações é empregada uma série de dispositivos que aliviam os excessos de pressão interna.
Os mais utilizados são as válvulas de segurança e os discos de ruptura.

- **Válvula de alívio de pressão (“pressure relief valve”)**

Dispositivo de alívio de pressão concebido para abrir e aliviar o excesso de pressão e depois tornar a fechar e evitar a perda posterior do fluido, após as condições normais serem restauradas.
Os termos "alívio", "segurança", e "alívio e segurança" se aplicam a válvulas que têm a finalidade de aliviar a pressão de um sistema.
Nas indústrias de processo químico em geral, se costuma chamar todas essas de válvulas de segurança, porém existem diferenças, principalmente no tipo de fluido e, consequentemente, no processo construtivo de cada uma.
A válvula de segurança é um dispositivo de alívio de pressão atuado pela pressão estática do fluido na entrada da válvula, aliviando o excesso de pressão de forma rápida e instantânea (ação "*pop*"), quando a pressão de ajuste é atingida.
É a válvula aplicada para serviços onde os fluídos são compressíveis, como ar, gases e vapores.
Nessa válvula o curso de abertura é sempre total.
A válvula de alívio é um dispositivo de alívio de pressão atuado pela pressão estática do fluido na entrada da válvula, que tem abertura progressiva e proporcional ao aumento de pressão, após ser atingida a pressão de ajuste.
É a válvula aplicada em serviços com fluidos incompressíveis, ou seja, fluidos no estado líquido.
Nessa válvula o curso de abertura é sempre proporcional à sobrepressão do sistema.
Já a válvula de alívio e segurança pode operar tanto com ar, gases e vapores como com líquidos, dependendo da aplicação.

Nota:

Fluidos compressíveis e incompressíveis

Os fluidos compressíveis são aqueles que têm seu volume alterado tanto pela pressão quanto pela temperatura. Gases e vapores são fluidos compressíveis.
Devido a terem esta característica de serem compressíveis, eles podem, então, ocupar diferentes volumes de acordo com a pressão e temperatura a que estão submetidos, devido à sua grande expansibilidade. Esta característica faz com que os gases e vapores possam se expandir e preencher total e uniformemente o recipiente que os contém.

Um fluido incompressível é qualquer fluido cuja densidade sempre permanece constante com o tempo, e tem a capacidade de opor-se à compressão sob qualquer condição.
Os líquidos são considerados como fluidos incompressíveis, ou seja, a pressão não exerce influência no volume por eles ocupado; se pode aumentar ou diminuir a pressão que a

densidade permanecerá constante.

- **Válvula de segurança ("safety valve")**

É a válvula de alívio de pressão com mola acionada pela pressão estática à montante da válvula e caracterizada por uma abertura ou ação *pop*.
A válvula de segurança é utilizada com fluidos compressíveis.

- **Válvula de alívio ("relief valve")**

É a válvula de alívio de pressão com mola acionada pela pressão estática à montante da válvula, que normalmente abre proporcionalmente ao aumento da pressão acima da pressão ajustada.
A válvula de alívio é com fluidos incompressíveis.

- **Válvula de alívio e segurança ("safety relief valve")**

É a válvula de alívio de pressão que pode ser utilizada como válvula de segurança ou como válvula de alívio, dependendo da aplicação.

- **Válvula de alívio de pressão piloto operada ("pilot operated pressure relief valve")**

É a válvula de alívio de pressão em que o dispositivo principal de alívio é combinado e controlado por uma válvula de alívio auxiliar, auto-atuada, chamada de válvula piloto.

- **Disco de ruptura ("nonreclosing pressure relief device")**

É o dispositivo de alívio de pressão projetado para abrir quando em pressão acima do projeto do equipamento ou tubulação e permanecer aberto após a abertura.
O disco de ruptura é recomendável para as seguintes situações:

a- O fluido pode tornar a válvula de alívio inoperante, por ex. depósito, coqueamento, polimerização ou formação de goma sobre a sede;
b- O fluido é valioso e a perda por vazamento é proibitiva;
c- O fluido é tóxico e a contaminação atmosférica não é admitida;
d- Em casos de taxas muito rápidas de aumento de pressão.

O disco de ruptura pode ser utilizado sozinho ou em combinação com uma válvula de alívio de pressão.

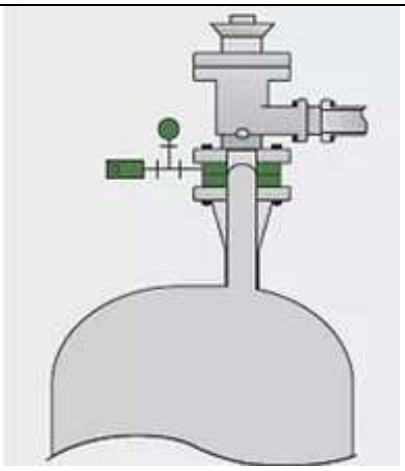
O disco de ruptura consiste num diafragma fino (metálico ou plástico) colocado entre flanges e projetado para romper a uma pressão pré-determinada; são utilizados no caso de descargas grandes e abruptas e também para fluidos corrosivos.
O disco de ruptura provê uma resposta imediata a um aumento na pressão do sistema, além da pressão em que foi dimensionado.
A desvantagem é que uma vez o disco rompido, este não poderá ser fechado, ou seja, não mantem a vedação cessada a sobrepressão, o que resultará na perda do conteúdo.
Em alguns casos são colocados antes das válvulas de segurança para protegê-las contra a corrosão.
O diafragma ou membrana é geralmente feita de metal, mas praticamente qualquer material (ou diferentes materiais em camadas) pode ser usado para se adequar a uma aplicação em particular.

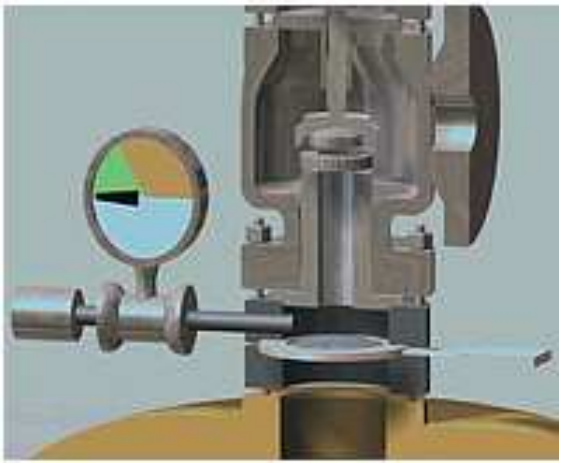
Os <u>discos de ruptura convencionais</u> regulam as pressões de ruptura através da resistência do material, com a aplicação da pressão no lado côncavo, o diafragma é submetido a forças de tração e rompe.
O inconveniente do disco de ruptura convencional é que se fragmenta ao romper e traz o risco de obstruir a sede da válvula de alívio.

Os <u>discos de ruptura reversos</u> têm a superfície da calota vincada e quando atingida a pressão de ruptura do disco a calota se reverte abrindo ao longo da linha vincada perfurada, aliviando assim a sobrepressão.
São produzidos para não fragmentar quando de sua ruptura.
São recomendados para uso combinado com válvulas de alívio de pressão, isolando-as do fluido e das condições normais de processo, protegendo-a contra a corrosão, assegurando excelentes

níveis de estanqueidade, baixo custo de manutenção da válvula, e permitindo utilizar os internos da válvula de material de baixo custo.

No caso de uso de disco de ruptura combinado com a válvula de alívio de pressão é preciso instalar-se um manômetro, para monitorar o possível rompimento do disco de ruptura, que vai expor a válvula de alívio ao fluido do processo.





2- Cenários principais de excesso de pressão em um sistema

Os casos mais comuns do aumento da pressão interna, ou sobrepressão, em vasos de pressão e sistemas de tubulação, de um sistema são:

Descarga bloqueada

Ocorre quando o fluxo de entrada no sistema continua a alimentar o vaso, enquanto a saída está parcialmente ou totalmente bloqueada. Isto pode ocorrer devido a erro humano, falha em válvula, falha de instrumento, falha em atuador de válvula, dentre outros.

Expansão térmica ou hidráulica

Este cenário ocorre, tipicamente, com líquidos que ficam presos dentro de vasos ou tubulações. Verifica-se uma expansão lenta do líquido dentro do vaso ou tubulação devido a um aumento na temperatura, causada pela exposição ao sol ou a um sistema de aquecimento descontrolado.
Isto resulta em pressão hidráulica dentro do vaso ou tubulação, já que o líquido é incompressível e necessita ser evacuado.
Este equipamento precisa, portanto, de um alívio térmico.
A vazão requerida para o caso de alívio térmico é bem pequena, o que pode levar a um superdimensionamento da válvula de alívio da pressão.
Normalmente, os fabricantes possuem uma linha de produtos específica para este tipo de aplicação.

Exposição ao fogo externo chamado de “Caso Fogo”

Neste cenário, o vaso de pressão ou tubulação é exposto ao fogo externo, podendo levar o sistema a se pressurizar rapidamente devido ao aquecimento.

Perda de controle em reações químicas

Se existir a possibilidade da perda de controle do processo resultar em reações químicas dentro de vaso de pressão ou tubulação, se deve determinar a quantidade de vapor ou gás que pode ser produzido pela reação química.

Ruptura de tubo do feixe tubular de um trocador de calor

Este cenário de ruptura de tubo do feixe tubular de um trocador de calor cria uma sobrepressão no próprio trocador e nos sistemas associados à entrada e à saída do trocador.

Falha de água de resfriamento

É o cenário geral de perda de utilidade, energia elétrica, por ex., que provoca a parada das bombas de água de resfriamento em permutadores de calor.

Cada um dos casos listados acima pode ocorrer individual e separadamente dos outros, ou podem, também, ocorrer simultaneamente. Cada caso de sobrepressão criará uma necessidade de descarga volumétrica ou mássica diferente, por exemplo, uma pequena vazão mássica para o caso de expansão térmica e uma grande vazão mássica para o caso de reação química. Avaliar e determinar o pior cenário possível para o dimensionamento e seleção das válvulas de segurança é, portanto, fundamental.

3- Características do sistema a ser protegido

Pressão Máxima de Operação (Maximum Operating Pressure - MOP)

Pressão máxima esperada durante a operação normal do sistema.

Pressão de Projeto (Design Pressure)

A pressão de projeto é selecionada para oferecer uma margem de segurança adequada, acima da pressão de operação mais crítica esperada.
A pressão de projeto do vaso de pressão ou sistema de tubulação, em conjunto com a temperatura de projeto e a resistência mecânica do material de construção, é utilizada para determinar a espessura mínima da parede de contenção da pressão e as dimensões dos demais componentes, conforme as regras do código de projeto e fabricação do vaso ou da tubulação.
Ela pode ser usada para o ajuste da pressão da válvula de alívio de pressão, no lugar da Pressão Máxima de Trabalho Admissível - PMTA, nos casos em que esta não foi estabelecida previamente.

Pressão Máxima de Trabalho Admissível - PMTA (Maximum Allowable Working Pressure - MAWP)

É a pressão interna máxima permitida para o vaso de pressão, na temperatura de projeto do vaso. Ela é determinada a partir do código do projeto, a resistência mecânica dos materiais utilizados, as dimensões do equipamento e das características de corrosividade e erosão do fluido de processo.
A Pressão Máxima de Trabalho Admissível é a base para o ajuste da pressão das válvulas de alívio de pressão que protegem o vaso. A PMTA deve ser maior ou igual à Pressão de Projeto.

Acumulação (Accumulation)

É o aumento de pressão interna permitida acima da Pressão Máxima de Trabalho Admissível - PMTA do vaso de pressão ou MAWP - *Maximum Allowable Working Pressure*.
Pode ser expressa em unidade de pressão ou como uma porcentagem da PMTA.

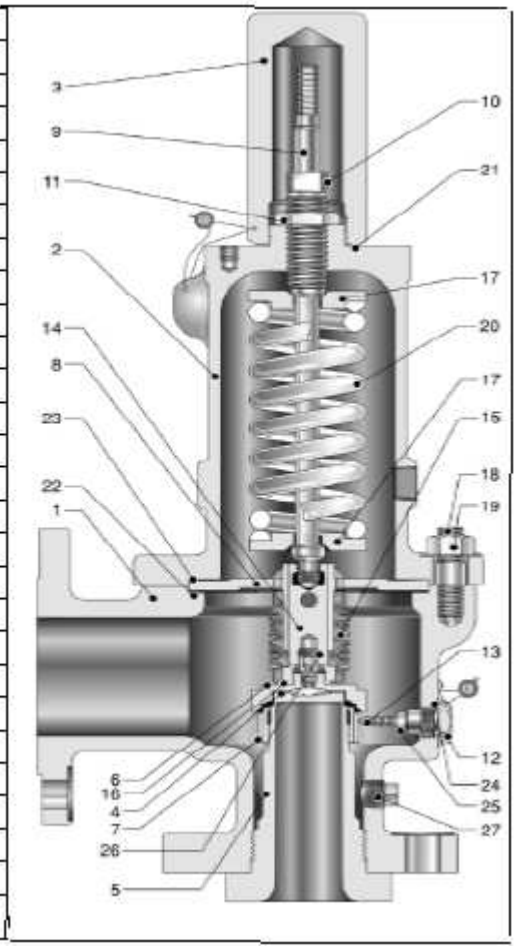
A acumulação máxima permitida dependerá do tipo de cenário.

Conforme código ASME Sec VIII	Pressão de ajuste ou set pressure	Acumulação permitida
Condição sem fogo externo	100% da pressão de projeto ou 100% PMTA	110% da pressão de projeto ou 110% PMTA
Condição com fogo externo	100% da pressão de projeto ou 100% PMTA	121% da pressão de projeto ou 121% PMTA

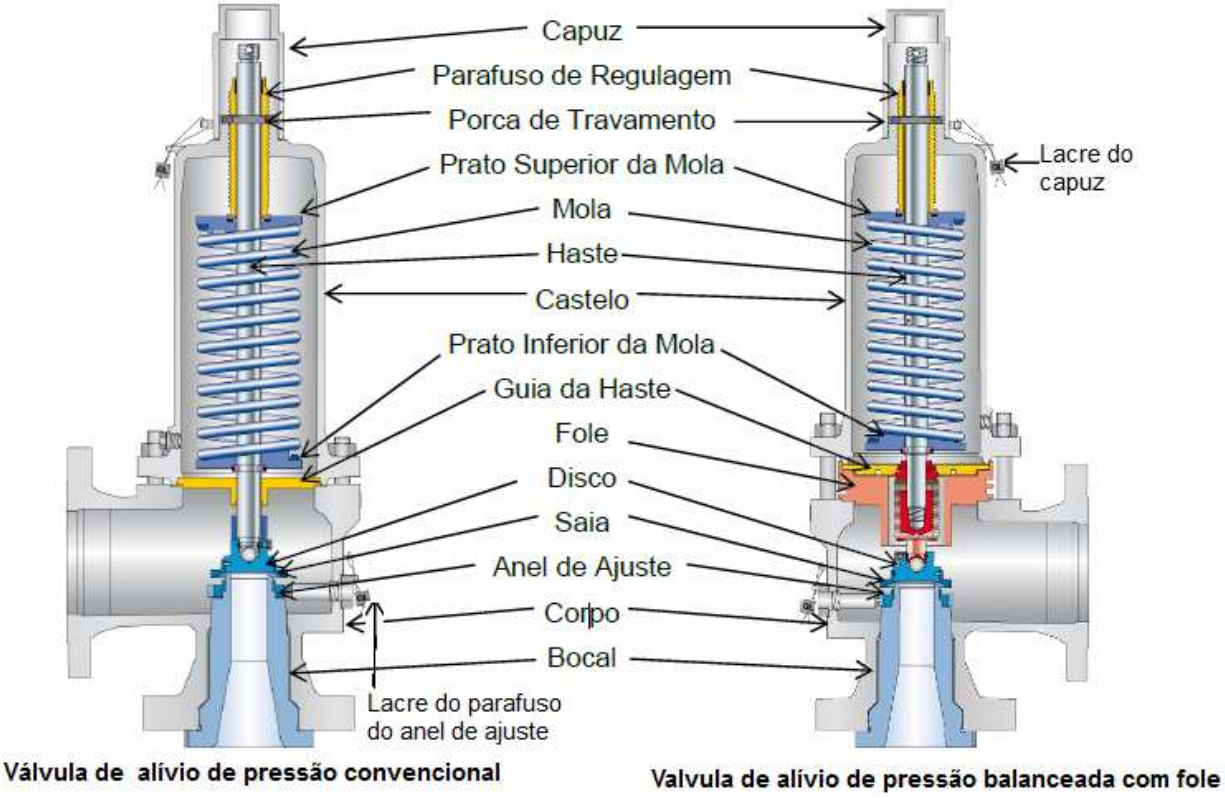
Vale ressaltar que “sobrepressão” permitida no sistema só é semelhante à “acumulação” quando a pressão de ajuste for igual à PMTA - pressão máxima de trabalho permitida.

4- Componentes de válvula de alívio de pressão

Posição	Denominação
1	Corpo
2	Castelo
3	Capuz
4	Disco de vedação
5	Bocal
6	Suporte do disco
7	Anel inferior
8	Guia
9	Haste
10	Parafuso de ajuste
11	Porca trava
12	Parafuso-trava do anel inferior
13	Pino do parafuso trava
14	Eixo retentor da haste
15	Fole
16	Junta do fole
17	Apoio superior e inferior da mola
18	Prisioneiro do castelo
19	Porca do castelo
20	Mola
21	Junta do capuz
22	Junta do fole/corpo
23	Junta do fole/castelo
24	Junta do parafuso-trava
25	Porca trava do pino
26	Parafuso-trava do retentor da haste
27	Bujão do corpo



5- Nomenclatura dos componentes de válvula de alívio de pressão



Fonte: LESER

Anel de Ajuste (Ajusting Ring)

Anel montado junto ao bocal para controlar as características de abertura e/ou a pressão de fechamento.

Parafuso de Regulagem (Adjustment Screw)

Parafuso utilizado para regular a pressão de ajuste de uma válvula de alívio de pressão.

Porca de Travamento (Lock Nut)

Tem a função de travar o Parafuso de Regulagem na posição em que foi regulada a pressão de ajuste.

Bocal (Corpo de Entrada - Nozzle)

O bocal é o principal componente de contenção de pressão em uma válvula de alívio de pressão, que forma uma parte ou toda a passagem de fluxo na entrada da válvula.

Corpo (Corpo de Saída - Body)

Membro de contenção ou retenção de pressão da válvula de alívio de pressão, que une e dá suporte ao castelo da válvula. Possui conexões de entrada e saída do fluxo do fluido de processo pressurizado.

Fole (Bellows)

Componente de balanceamento utilizado para prevenir mudanças na pressão de ajuste quando a válvula é submetida à contrapressão na descarga ou saída da válvula. Além disso, também pode ser usado para proteger os internos da válvula do contato com o fluido de processo, evitando a corrosão.

Castelo (Bonnet)

Componente da válvula de alívio de pressão que envolve a mola. Pode ser aberto ou fechado.

Capuz (Cap)

Componente usado para restringir o acesso e/ou proteger o parafuso de regulagem.

Disco (Disk)

Componente móvel de uma válvula de segurança que contém a fonte de pressão do fluido que entra pelo bocal.

Saia (Disk Holder ou Skirt)

Componente móvel que dá suporte ao disco.

Guia da Haste (Guide)

Componente utilizado para controlar o movimento lateral do disco, da saia e da haste.

Alavanca (Lift Lever)

Componente que permite a aplicação de uma força externa para manualmente controlar a pressão de abertura, utilizada para teste de campo da válvula de alívio de pressão.

Sede (Seat)

A sede é a superfície interna de contato entre o bocal e o disco, componentes responsáveis pela vedação de pressão da válvula de alívio de pressão.

Haste (Spindle)

Componente paralelo à direção de movimentação do disco.
Possui as seguintes funções:
a) Manter o alinhamento dos internos móveis;
b) Guiar a movimentação do disco;
c) Transferir as forças externas e internas para a sede.

Mola (Spring)

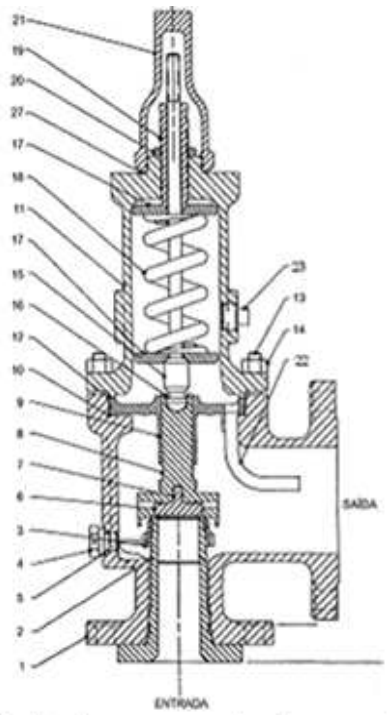
Elemento da válvula de alívio que aplica a força vertical sobre o disco, mantendo-o unido à sede do bocal, para o fechamento da válvula de alívio de pressão.

Pratos Superior e Inferior da Mola (Spring Plates)

Componentes que suportam a mola e transferem a força correspondente à pressão de ajuste para a mola.

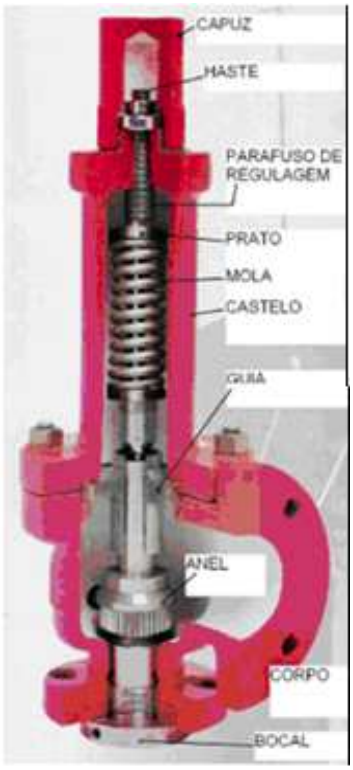
Junta de Vedação ou Gaxeta (Gasket)

Montada na união flangeada entre o corpo e o castelo para conferir estanqueidade à válvula de alívio de pressão.



1. Corpo
2. Bocal
3. Anel de ajuste
4. Pino do anel de ajuste
5. Junta do pino
6. Disco
7. Retentor do disco
8. Suporte do disco
9. Guia
10. Junta da guia
11. Castelo
12. Junta do castelo
13. Prisioneiro da base
14. Porca
15. Haste
16. Retentor da haste
17. Prato da mola
18. Mola
19. Parafuso de ajuste
20. Porca
21. Capuz
22. Tubo edutor
23. Tampão do respiro

Principais componentes de uma válvula de alívio de pressão
Fonte: Dresser



O código ASME VIII Div.1 de Vasos de Pressão estabelece no parágrafo UG-136 (b) os critérios mínimos exigidos para os materiais das válvulas de alívio de pressão:

1) Os materiais utilizados em todas as partes da válvula de alívio de pressão devem ser listados no ASME Sec II ou nas especificações ASTM
2) Os internos como bocal, sede, disco, saia do disco, haste e guias de ferro fundido não são

permitidos.

3) Os internos como bocal, sede, disco, saia do disco, haste e guias devem ser de materiais resistentes à corrosão causada pelo fluido de processo a ser contido, normalmente aços inoxidáveis.
4) O fabricante deve considerar o potencial de agarramento *galling* entre as superfícies deslizantes, na seleção dos materiais.
5) Molas devem ser de material resistente à corrosão, em geral de aço de baixa liga.
   Não é permitido o revestimento superficial resistente à corrosão, tipo galvanização, pois ocorre a fragilização pelo Hidrogênio e quebra da mola.
6) O fole de válvulas de alívio de pressão balanceadas deve ser de aço inoxidável resistente à fadiga e ser certificado para vida útil mínima de 5000 ciclos operacionais.
7) Aço Carbono e aço de baixa liga usados em serviço de temperaturas abaixo de **-**20°F (**-**29°C) devem atender aos requisitos do parágrafo UCS-66 do código ASME Sec VIII Div 1.

6- Elementos de regulagem do ciclo de abertura e fechamento

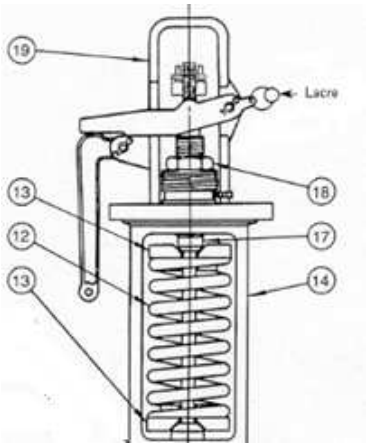
As Válvulas de segurança e de alívio possuem os seguintes elementos para regulagem e controle do ciclo de abertura e fechamento:

- Um parafuso de ajuste da força da mola;
- Dois anéis de regulagem, que permitem ajustar o diferencial de alívio ("blowdown").

Em cada um deles deve existir lacre para assegurar a inviolabilidade da válvula: no capuz, que cobre o parafuso de ajuste, e nos parafusos de ajuste de diferencial de alívio.

a. Parafuso de ajuste da mola

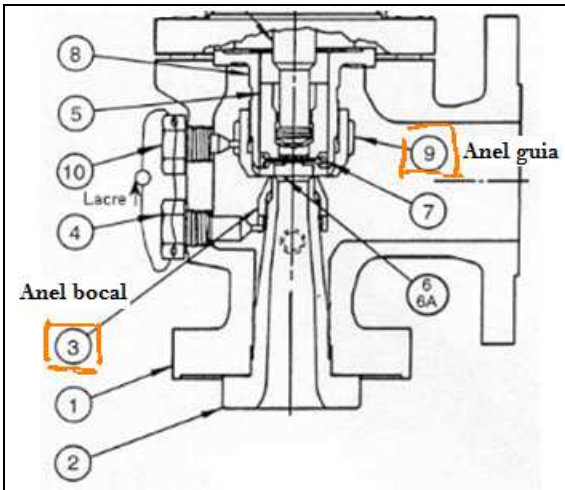
O parafuso de ajuste da mola, ou parafuso regulador, faz aumentar ou reduzir a força na mola e assim a regulagem da pressão de abertura, de acordo com o valor da pressão de ajuste requerida.



Peça item	Nome da Peça
12*	Mola
13*	Suporte da Mola
14	Castelo
15	Prision. Castelo
16	Porca do Castelo
17	Parafuso Regulador
18	Porca do Parafuso Regulador
19	Capuz / Conjunto Alavanca

b. Anéis de ajuste ou regulagem do *blowdown*

A diferença entre a pressão de abertura e a pressão de fechamento é conhecida como “blowdown” e geralmente é especificada como uma porcentagem da pressão de ajuste.
Para fluidos compressíveis, gases e vapores, o *blowdown* geralmente é inferior a 10% e, para líquidos, pode ser de até 20%.
Os anéis que permitem ajustar o *blowdown* são dois: um é o anel do bocal ou anel inferior que é uma peça rosqueada no bocal e o outro é o anel da guia ou anel do disco ou anel superior que é rosqueado na guia do suporte do disco.



Peça item	Nome da Peça
1	Corpo
2*	Bocal
3*	Anel do Bocal
4*	Parafuso do Trava Anel do Bocal
(1)5*	Suporte do Disco
(1)6*	Disco
(1)6A*	Disco
(1)7*	Cupilha do Disco
8*	Guia
9*	Anel da Guia
10*	Parafuso Trava do Anel da Guia

Há projetos que não possuem esses anéis.
Estes anéis vêm com ajuste inicial recomendado pelo fabricante.
O ajuste do anel do bocal (3) e do anel da guia (9) é feito na fábrica, sendo raramente necessário o reajuste, e é comum que as válvulas de segurança e de alívio tenham o valor do ajuste dos anéis estampado no corpo, próximo aos parafusos trava dos anéis.
Porém, ambos possuem uma folga um pouco maior na rosca para compensar os efeitos da dilatação térmica, enquanto a válvula estiver sob a pressão e temperatura normal de operação, para facilitar qualquer ajuste eventual que venha a ser necessário.

Em uma válvula de segurança, operando com fluidos compressíveis (gases e vapores), os anéis de ajuste (inferior e superior) na posição correta permitem que a válvula possa atuar sem nenhum chiado antes de sua abertura e fechar no valor determinado pelas normas de construção ou no valor para o qual ela foi fabricada.

O controle para o correto desempenho operacional de uma válvula de segurança com estes dois anéis é principalmente necessário em aplicações com vapor d'água saturado e vapor d'água superaquecido, como por exemplo, em caldeiras, onde o ASME e outras normas requerem que a operação da válvula quanto à pressão de ajuste, sobrepressão e diferencial de alívio, ocorra dentro de limites estreitos.

- Anel inferior ou anel do bocal (peça 3)

É responsável pela abertura integral instantânea da válvula.
O anel inferior ou anel do bocal é utilizado em praticamente todas as válvulas que operam com fluidos compressíveis, como gases e vapores, tanto em caldeiras, quanto em vasos de pressão e tubulações de processos.
Quando o anel do bocal está posicionado corretamente, a vazão da válvula atinge de 60 a 70% de sua capacidade máxima, sendo que a vazão restante é conseguida através da "saia" do suporte do disco ou do posicionamento do anel superior (depende do modelo da válvula).

- Anel superior ou anel da guia ou anel do disco (peça 9)

É responsável pela função de controlar o diferencial de alívio da válvula.
O anel superior ou anel da guia ou do disco praticamente só é utilizado em válvulas de segurança de caldeiras e sua função é variar a força exercida pela pressão do fluido na face inferior do disco, após o início da abertura da válvula, desse modo, alterando o valor do diferencial de alívio.
O ajuste desse anel superior é o principal responsável por alterar a vazão e a força geradas pelo vapor na face inferior do disco.
É a posição correta desse anel que determina o início do ciclo de fechamento da válvula.

c. Regulagem dos anéis do bocal e da guia

Estes anéis vêm pré-regulados pelo fabricante, porém dado às condições particulares de pressão, temperatura ou instalação, estes ajustes de fábrica podem não levar a uma operação satisfatória, sendo necessário um reajuste. Logo, há casos que o ajuste de fábrica não é a melhor posição para uma determinada pressão, temperatura ou condição de processo.
Se for feito algum ajuste adicional com a válvula instalada para melhorar seu desempenho é esse

ajuste que deverá ser registrado e guardado. Nas futuras manutenções da válvula é esse “novo” ajuste que deverá ser feito nos anéis.
Assim, o ajuste de cada anel de forma independente ou conjunta pode ser necessário para possibilitar uma operação correta.
O ajuste principal ocorre no anel superior ou da guia do disco, particularmente quando a válvula está instalada em caldeira de vapor, pois o fluido é vapor d’água saturado, cuja densidade pode ser variável de acordo com a pressão.

Ajustes no anel inferior ou do bocal são mais raros, ocorrendo principalmente com outros fluidos tais como: vapor d’água superaquecido, ar comprimido, gases, vapores e líquidos ou quando há usinagens no perfil da face de vedação do bocal.

Este novo reajuste deve ser anotado no relatório da válvula e refeito quando em uma nova manutenção, por isso é importante a anotação das posições dos anéis antes da desmontagem de uma válvula.

O ponto de referência que é utilizado para esse ajuste é sempre a face inferior do suporte do disco, tanto para o anel superior quanto para o anel inferior. É a partir desta face que é alterada a área de escoamento do vapor por esses anéis, e consequentemente, todo o desempenho operacional da válvula.

Em caso de ser necessário ajuste, o desempenho da válvula deve ser verificado depois de cada ajuste.
Após cada ajuste sempre recolocar, apertar e lacrar os parafusos trava (4 e 10), tomando-se o cuidado de que a ponta do parafuso fique entre os dentes e que não fique sobre um dente.
É muito importante não testar a válvula sem que o parafuso trava esteja instalado e apertado.

O ajuste incorreto desses anéis pode aumentar a sobrepressão para que o disco de vedação alcance seu curso máximo, além de aumentar também o valor do diferencial de alívio.
Dependendo de quanto esse ajuste estiver incorreto, a operação da válvula pode ser indefinida e causar uma vibração excessiva que irá danificar as superfícies de vedação e o sistema de guia da válvula, além de fadiga da mola.
A posição original do ajuste ou do reajuste desses anéis deve ser registrada e guardada durante o tempo em que a válvula estiver instalada.

d. Ajuste do anel superior ou anel da guia do disco

O anel da guia (9) é a peça principal para o controle do diferencial de alívio ou *blowdown* da válvula.
Girando o anel da guia para a direita (o anel “sobe”), o diferencial de alívio diminui.
Girando o anel da guia para a esquerda (o anel “desce”), o diferencial de alívio aumenta.
Resumindo:

- Abaixando o anel: aumenta o valor do diferencial de alívio (a pressão de fechamento ocorre em um valor mais afastado da pressão de ajuste), pois diminui a área do orifício secundário;
- Subindo o anel: diminui o valor do diferencial de alívio (a pressão de fechamento ocorre num valor mais próximo da pressão de ajuste), pois aumenta a área do orifício secundário.

e. Ajuste do anel inferior ou anel do bocal

A regulagem do anel do bocal (3) é cuidadosamente determinada em testes na fábrica e o seu reajuste em serviço é raramente necessário.
Girando o anel para a direita o mesmo sobe, resultando numa forte ação de abertura (“pop”) que irá aumentar o diferencial de alívio.
Girando o anel para a esquerda o mesmo desce, diminuindo o diferencial de alívio e pode resultar em chiado se o anel descer demais.
Resumindo:

- Abaixando o anel: aumenta o chiado antes da abertura, porém, reduz o diferencial de alívio e aumenta o valor da sobrepressão.
- Subindo o anel: diminui o chiado antes da abertura, porém, aumenta o valor do diferencial de alívio e da força de reação.

7- Características dimensionais da válvula de alívio de pressão

Área real do orifício (Actual Orifice Area)
A área mínima do orifício da sede de uma válvula de alívio de pressão que determina sua capacidade de alívio.

Área real de descarga (Actual Discharge Area)
A área mínima de descarga que determina o fluxo através de uma válvula alívio de pressão.

Área de descarga efetiva (Effective Discharge Area)
Área nominal de fluxo através de uma válvula de alívio de pressão, utilizando um Coeficiente de Descarga Kd efetivo, que determina a capacidade mínima de alívio requerida.

Área Interna (Bore Area)
A área de passagem do fluxo pelo bocal de uma válvula alívio de pressão.

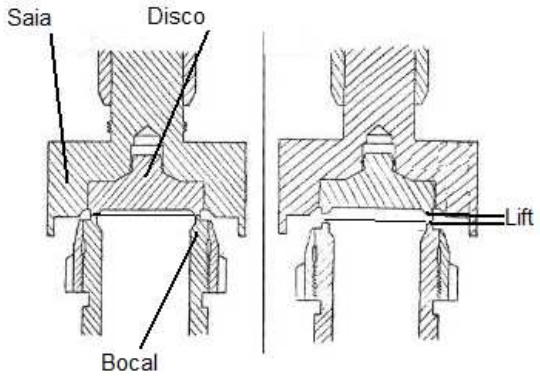
Diâmetro Interno (Bore Diameter)
O diâmetro mínimo do bocal de uma válvula alívio de pressão.

Diâmetro da Sede (Seat Diameter)
O menor diâmetro de contato entre as partes fixa (bocal) e móvel (disco) de uma válvula alívio de pressão.

Tamanho da entrada (Inlet Size)
Tamanho ou diâmetro nominal da conexão de entrada de uma válvula de alívio de pressão.

Tamanho da saída (Outlet Size)
Tamanho ou diâmetro nominal da conexão de saída de uma válvula de alívio de pressão.

Abertura (Lift)
Movimentação ou elevação efetiva do disco quando a válvula está aliviando a pressão.



8- Características operacionais da válvula de alívio de pressão

Contrapressão (Back-pressure)
É a pressão que ocorre na saída de uma válvula de alívio de pressão, no momento da abertura para o alívio da pressão interna, que é o resultado da pressão dinâmica gerada pelo fluxo (contrapressão desenvolvida) e da pressão existente no coletor (contrapressão superimposta) de descargas de outras válvulas de alívio de pressão. A contrapressão é a soma das contrapressões superimposta e desenvolvida.

Contrapressão superimposta (Superimposed back-pressure)
É a pressão estática existente no coletor de descarte da válvula, no momento imediatamente anterior à abertura e é resultante da ação de outras fontes de alívio de pressão no sistema de descarga, podendo ser constante ou variável.

Este tipo de contrapressão existe na conexão de saída, antes da válvula se abrir, e provém do sistema de descarga fechado ou coletor.
O valor da contrapressão superimposta deve ser somado ao valor da pressão atmosférica, aumentando assim a pressão de ajuste da válvula.
Podem ser de dois tipos: Constante e Variável.

- Contrapressão constante

A contrapressão é dita superimposta constante, pois não varia com o tempo, isto é, não se altera sensivelmente sob qualquer condição de operação, estando a válvula de alívio de pressão aberta ou fechada.
Desta forma, o seu valor deve ser descontado do valor da pressão de ajuste da mola, isto é a pressão de ajuste deve ser a pressão interna menos a contrapressão superimposta constante.
Ela ocorre em sistemas que possuem diversas válvulas conectadas a vasos de pressão, com a mesma pressão de ajuste, que descarregam em um coletor comum.
Normalmente são utilizadas válvulas de alívio de pressão convencionais, porém para contrapressão superimposta constante de 50% a 90% da pressão de ajuste, utilizam-se válvulas de segurança e alívio piloto-operadas.

- Contrapressão variável

A contrapressão superimposta variável ocorre quando diversas válvulas, com pressões de ajuste e/ou com capacidades de alívio diferentes, descarregam dentro de um mesmo coletor, fazendo com que o valor da pressão no coletor varie com o tempo.
Recomenda-se que válvulas operando com contrapressão superimposta variável sejam balanceadas com fole, pois este tipo de contrapressão altera todas as características operacionais da válvula, como pressão de abertura, curso do disco, capacidade de descarga e pressão de fechamento.
Se seu valor for inferior a 10% da pressão de ajuste das válvulas conectadas ao coletor, essas válvulas poderão ser do tipo convencional, mas se esse valor for maior que 10% é requerido o uso de válvula de alívio de pressão balanceada.

Contrapressão desenvolvida (Built-up back-pressure)

A contrapressão desenvolvida é a pressão que ocorre no bocal de saída da válvula de alívio de pressão, logo após a sua abertura, devido ao fluxo do fluido aliviado através da válvula para o tubo interligado ao coletor de descarga.
Ocorre somente após a válvula ter aberto e alcançado a capacidade máxima de descarga, portanto, não altera a pressão de ajuste e nem mesmo as características de abertura da válvula.
Porém, pode vir a alterar as características do diferencial de alívio, o valor de sua pressão de fechamento e, particularmente, a capacidade de vazão.
Além disso, por ser dependente da vazão de alívio requerida pelo processo em um dado momento, a contrapressão desenvolvida é diferente para cada válvula de segurança e alívio, em todos os cenários de instalação e tipos de fluido.

Para que ocorra a rápida redução de pressão e de turbulência gerada dentro da válvula, mantendo-se a contrapressão desenvolvida em seu valor mínimo, os diâmetros do flange de descarga e da tubulação de saída devem ser sempre maiores do que o flange e a tubulação de entrada.
Recomenda-se que o valor dessa contrapressão não seja maior do que 10% da pressão de ajuste, para uma sobrepressão também de 10%. Caso o valor da contrapressão desenvolvida ultrapasse estes valores, pode ocorrer o fenômeno operacional denominado *chattering*.
As alterações no funcionamento da válvula podem ser minimizadas através do uso do fole de balanceamento.

Nota:

Outra razão para que o diâmetro da saída ser maior que o da entrada é que quando a válvula abre e descarrega, a pressão atuando após o disco e bocal é menor do que dentro do bocal e do equipamento protegido. Com esta pressão menor o volume torna-se maior. É por esta razão que o flange de saída e a tubulação de descarga de uma válvula de segurança tem a área de passagem sempre maior que a do flange de entrada.

Contrapressão total (Total back-pressure)

A contrapressão total no bocal de descarga da válvula é a soma da contrapressão superimposta

mais a contrapressão desenvolvida.

Elevação ou deslocamento do disco (Lift)

O termo “lift” em Inglês se traduz com elevação e é o deslocamento efetivo do disco a partir da posição fechada, quando uma válvula de segurança e de alívio atua.
As válvulas de segurança e de alívio podem ser classificadas de acordo com o lift como baixo lift, alto lift e lift total, conforme afeta a capacidade de descarga das válvulas.
O termo lift refere-se ao trecho que a válvula de segurança e de alívio percorre quando se move da sua posição fechada para a posição de abertura necessária para produzir a capacidade de descarga certificada.

a. Baixo lift ou *low-lift* são válvulas em que o disco da válvula se eleva a uma distância de 1/24 do diâmetro do furo do bocal. Como a válvula tem um pequeno lift, a capacidade de alívio é muito menor que a dos outros tipos.
b. Alto lift ou *high-lift* são válvulas em que o disco da válvula se eleva a uma distância de pelo menos 1/12 do diâmetro do furo do bocal. As capacidades de descarga das válvulas *high lift* tendem a ser significativamente menores do que as válvulas *full lift* e, para uma determinada capacidade de descarga, é normalmente possível selecionar uma válvula *full lift* com um tamanho nominal várias vezes menor que uma válvula *high lift*, o que geralmente incorre em vantagens de custo. No entanto, as válvulas *high-lift* são usadas em fluidos compressíveis, onde sua ação é mais proporcional.
c. Lift total ou *full-lift* são as válvulas em que o disco da válvula se eleva a uma distância de pelo menos 1/4 do diâmetro do furo. As válvulas *full lift* são consideradas a melhor escolha para aplicações gerais de vapor.

Válvulas de segurança *high lift* e *full lift* são tipos de válvulas de alívio pela ação direta da pressão do fluido contra uma mola, em que a mola não está apoiada diretamente no disco da válvula, mas sim em uma placa suporte que é guiada na haste da válvula, a certa altura acima da sede da válvula.
Esse arranjo resulta em um aumento do espaço entre a sede da válvula e o suporte da mola, permitindo que o disco da válvula se eleve mais alto acima da sede, mantendo a válvula ainda mais aberta e uma vazão de fluxo do fluido, aliviado através da sede da válvula, equivalente a uma vez e meia ou duas vezes maior que a válvula *high lift*.

Diferencial de alívio (Blowdown)

É a diferença entre a pressão de ajuste e a pressão de fechamento da válvula de alívio de pressão.
Um diferencial de alívio grande pode fazer com que a válvula tenha problemas para fechar corretamente, causando danos excessivos para a sede e a superfície do bocal.
A pressão de fechamento deve ser superior a pressão máxima de operação normal e inferior à pressão de ajuste.

Batimento (Chatter)

É o fenômeno operacional caracterizado pelo batimento continuado do disco sobre a sede, causando um ruído característico e levando à vibração da válvula.
Ou seja, é um movimento de abertura e fechamento anormal, rápido e sucessivo, havendo o contato entre o disco e a sede, danificando as superfícies de vedação dessas peças, além de provocar a fadiga da mola.

Trepidação (Flutter)

É o fenômeno operacional caracterizado pelo movimento de abertura e fechamento anormal, rápido e sucessivo das partes móveis da válvula de alívio de pressão. Neste caso, não há o contato entre o disco e a sede, porém a superfície da guia é danificada, além causar a fadiga da mola.

Chiado (Simmer)

É o escape, visível ou audível, de um fluido compressível por entre a sede e o disco, de volume não mensurável. Normalmente, ocorre a 98% da pressão de ajuste da válvula. Provoca o desgaste das superfícies de vedação, devido à erosão causada pela alta velocidade do fluido escoando, além da fadiga da mola e desgaste das superfícies de guia.

Coeficiente de descarga (Coefficient of Discharge)

É a relação entre a capacidade de alívio mensurada, em teste de desempenho da válvula de alívio de pressão realizado em laboratório credenciado, e a capacidade teórica, isto é calculada por expressões da mecânica dos fluidos.

$$K_d = \frac{\left(\sum_1^n \left(\frac{\text{Capacidade real}}{\text{Capacidade teórica}}\right)\right)}{n}$$

Sendo Kd denominado Coeficiente de Descarga e *n* o número de testes realizados.
O código da ASME Seção VIII determina o procedimento em que os fabricantes são obrigados a testar três válvulas, de mesmo tipo e modelo, com três tamanhos ou diâmetros diferentes, totalizando nove testes realizados em laboratório autorizado pelo ASME.
O Kd para cada teste é calculado e depois faz-se a média que passa a ser o coeficiente de descarga Kd do modelo de válvula testado.
Para certificar o projeto do fabricante, o requerimento é que nenhum valor destes Kd calculados varie mais ou menos 5% da média encontrada.

Pressão de abertura (Opening Pressure)

É o valor da crescente pressão estática, de uma válvula de alívio de pressão, em que ocorre a abertura da válvula, quando há um curso de elevação ou *lift* mensurável, ou quando a descarga se torna contínua, determinada pelo que se vê, se sente ou se escuta.

Pressão de fechamento ou de reassentamento (Closing Pressure)

O valor decrescente da pressão estática de uma válvula de alívio de pressão em que o disco reestabelece contato com a sede ou quando o curso de elevação ou *lift* se torna nulo.

Pressão diferencial de teste a frio (Cold Differential Test Pressure - CDTP)

É a pressão estática na entrada, na qual uma válvula de alívio de pressão é ajustada para abrir na bancada de teste, incluindo os fatores de correção para contrapressão e temperatura.

Fatores de correção CDTP- Cold Differential Test Pressure

As condições reais de serviço, nas quais uma válvula de alívio de pressão deve abrir, podem ser diferentes das condições em que a válvula foi testada e calibrada na bancada de teste.
Para compensar este efeito, um fator de correção chamado CDTP *("Cold Differential Test Pressure")* é especificado para corrigir a pressão de ajuste durante o teste da válvula.
O CDTP pode incluir uma correção para as condições de contrapressão e/ou temperatura de operação.

1. Correção CDTP devido à temperatura de operação

O fator de correção da temperatura (multiplicador) é necessário quando a temperatura do fluido de operação exceder a 120°C, no momento da abertura da válvula de alívio.
Este fator compensa as variações na carga ou aperto da mola, devido à dilatação térmica dos componentes da válvula, assim como mudanças nas propriedades do material da mola.
A compensação também é necessária para serviços de baixa temperatura abaixo de -60°C.
O fator de correção CDTP devido à temperatura deve ser obtido do fabricante da válvula.

2. Correção CDTP devido à contrapressão durante a operação

2.1. Para válvula convencional

Uma válvula de alívio de pressão do tipo convencional, operando com uma contrapressão superimposta constante, normalmente requer uma correção para compensar o efeito da contrapressão. Neste caso, a pressão de ajuste necessária menos a contrapressão superimposta é igual ao CDTP.
Esta alteração leva em conta a força adicional de fechamento exercida pela contrapressão sobre o disco da válvula.

2.2. Para válvula balanceada

No caso de válvula de alívio de pressão do tipo balanceada, não é necessária qualquer correção devido à contrapressão.

Quando houver uma situação de contrapressão e temperatura simultâneas, determinar a pressão diferencial (pressão de ajuste – contrapressão superimposta) e depois multiplicar pelo fator de correção de temperatura, fornecido pelo fabricante da válvula.

As válvulas de alívio de pressão do tipo piloto operadas também requerem um CDTP quando utilizados em alta temperatura e/ou contrapressão. O fabricante da válvula deve ser consultado sobre os limites de contrapressão e temperatura e o fator de correção CDTP.

Coeficiente de descarga estimado ou corrigido (Rated Coefficient of Discharge)

O coeficiente de descarga Kd determinado de acordo com o Código ou Norma aplicado é utilizado junto com a área real do orifício de descarga para calcular a capacidade de vazão estimada da válvula de alívio de pressão.

Coeficiente de descarga efetivo (Effective Coefficient of Discharge)

É o valor nominal de Kd utilizado com a área real do orifício de descarga para calcular a capacidade mínima de vazão requerida da válvula de alívio de pressão.

Capacidade de alívio medida (Measured Relieving Capacity)

É a capacidade de alívio de uma válvula de alívio de pressão medida, em laboratório, na pressão prevista para abertura, expressa em unidades mássicas ou volumétricas.

Capacidade de alívio estimada (Rated Relieving Capacity)

É a porção da capacidade de alívio medida permitida pelo Código ou Norma aplicado, para ser usada como base na aplicação da válvula de alívio de pressão. Expressa em unidades de massa ou volume.

Capacidade de alívio teórica (Theoretical Relieving Capacity)

É a capacidade de alívio calculada para um bocal teoricamente perfeito, com a área de vazão mínima igual à área real do orifício de descarga de uma válvula de alívio de pressão. Expressa em unidades de massa ou volume.

Pressão de ajuste (Set Pressure)

O valor da crescente pressão estática na entrada da válvula de alívio de pressão, na qual a válvula é calibrada ou ajustada para abrir, quando requerida pela condição de serviço, considerando uma sobrepressão de 10% ou 3 psi, o que for maior, acima da pressão de projeto ou da PMTA .
Pressão de ajuste ou *set pressure* é também a pressão medida à montante da válvula em que se inicia a sua abertura (para líquidos) ou abra instantaneamente (para vapor, gases e ar).

Pressão de alívio de pressão (Relief Pressure)

É a pressão medida na entrada da válvula em que a capacidade de alívio é determinada.
Ela é definida como a soma da pressão de ajuste, da sobrepressão e da pressão atmosférica:
Pset pressure + ΔPsobrepressão + Patm.

Sobrepressão (Overpressure)

É o aumento da pressão de alívio, além da pressão de ajuste na válvula de alívio de pressão, sendo uma característica de cada válvula e em geral corresponde a 10% da pressão de ajuste, mas deve ser informada pelo fabricante.
Ou é o aumento da pressão, acima da pressão de abertura, necessária para fazer com que a válvula alcance a abertura e a capacidade máximas durante a descarga.
Normalmente expressa em porcentagem da pressão de abertura.

Devem ser adotados os seguintes valores, de acordo com o código ASME Sec VIII:
a) Gases, vapores e líquidos: 10%;
b) Cenário de fogo externo: 21%.

Pressão de “pop” (Popping Pressure)

Pressão na qual o disco se movimenta, no sentido de abertura da válvula muito rapidamente.
Essa abertura é instantânea e característica em válvulas para alívio de ar, vapores e gases.

Pressão primária (Primary Pressure)
Pressão na entrada da válvula de segurança.

Condições de alívio (Relieving Conditions)
As condições de pressão e temperatura de uma válvula de alívio de pressão, durante uma condição de aumento da pressão de operação.

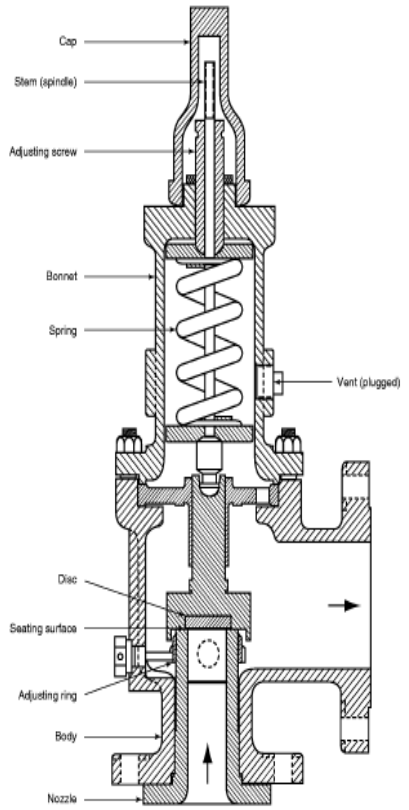
Pressão de alívio (Relieving Pressure)
A Pressão de alívio é igual à Pressão de abertura somando-se a sobrepressão.

Pressão de vedação (Resealing Pressure)
Pressão na qual nenhum vazamento é detectado após o fechamento da válvula de alívio de pressão.

Pressão secundária (Secondary Pressure)
Pressão existente na passagem entre a sede de alívio até a conexão de saída da válvula

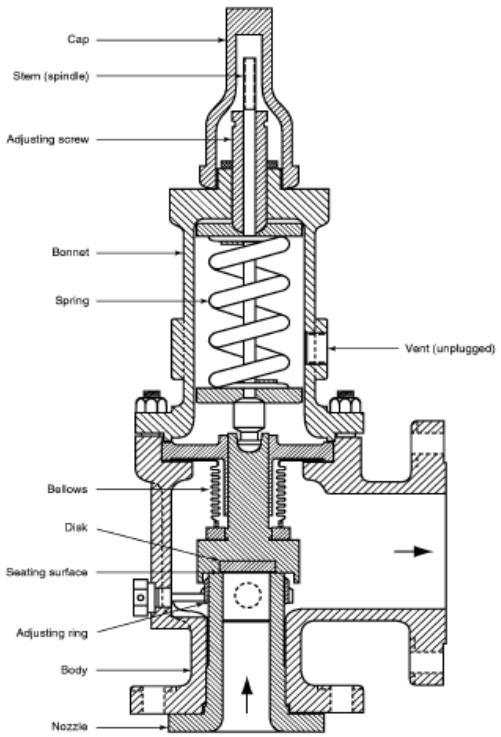
9- Tipos de válvulas de alívio de pressão

Válvula de alívio de pressão convencional
É atuada diretamente por mola sobre o disco da sede e tem sua operação afetada pela contrapressão no coletor de descarga, admitindo-se uma contrapressão máxima de 10% da pressão de ajuste.
O efeito da contrapressão superimposta, que é a pressão interna do coletor de descarte na saída da válvula de alívio tipo convencional, é criar uma pressão sobre o disco da válvula, que é aditiva à força de fechamento da mola, com isso a pressão necessária à abertura da válvula aumenta e o equipamento ou tubulação fica em risco.
Quando a contrapressão superimposta é constante, a força de ajuste da mola pode ser reduzida do valor correspondente ao da contrapressão superimposta, para compensar o aumento da força sobre o disco causada pela contrapressão superimposta.
Se a contrapressão superimposta é variável, então a pressão de abertura também vai variar e fica difícil a compensação.
Se essa variação for inferior a 10% da pressão de ajuste, as válvulas poderão ser do tipo convencional, mas se esse valor for maior que 10% é necessário o uso de válvula de alívio de pressão balanceada.

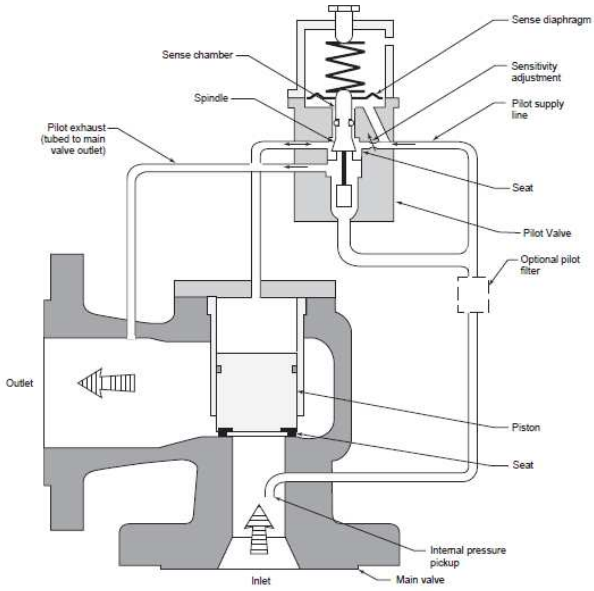


Válvula de alívio de pressão balanceada com fole metálico *bellows*
Construtivamente, a diferença entre a válvula balanceada e a válvula convencional é a presença de um fole interno, com o objetivo de isolar o disco sobre a sede e impedir que a contrapressão superimposta (pressão do coletor de descarga da válvula) atue sobre o disco, o que se somaria à força da mola e elevaria a pressão necessária para abertura da válvula, colocando em risco o equipamento ou tubulação.
A pressão no interior do fole e do castelo de alojamento

da mola deve ser igual à pressão atmosférica.
Este tipo de válvula de alívio não é afetado pela contrapressão superimposta, já que o fole isola o conjunto disco e bocal, e fica na pressão atmosférica, que é a pressão do castelo de alojamento da mola.
A única forma de a contrapressão superimposta afetar o desempenho da válvula é na situação de rompimento ou trinca do fole, quando o fluido do coletor de descarte penetra no interior do fole. Nesta condição, a pressão da contrapressão superimposta atua sobre o disco do bocal e se soma à força de mola, aumentando o valor da pressão de abertura e colocando o equipamento ou a tubulação em risco. Por isso, o respiro ou *vent* existente no castelo deve ser mantido sempre aberto, para que em caso de rompimento do fole, ocorra vazamento para o exterior, permitindo saber-se que o fole se rompeu.



Válvula de alívio de pressão piloto operada
Válvula de alívio de pressão operada por piloto é uma válvula de alívio de pressão na qual o principal dispositivo de alívio ou válvula principal é combinada e controlada por uma válvula de alívio de pressão auxiliar auto-atuada (válvula piloto).
Nessas válvulas de alívio nem a pressão de ajuste nem a capacidade de vazão de alívio são afetadas pela contrapressão superimposta ou desenvolvida, podendo ser especificadas para qualquer situação.
No entanto, são de funcionamento mais complexo, de maior custo e sujeitas a problemas, dependendo da qualidade e limpeza do fluido aliviado.
Por isso, são utilizadas com fluidos limpos, não contendo partículas sólidas em suspensão, quando a contrapressão desenvolvida é acima de 50% da pressão de ajuste.



10- Lista mínima das condições de serviço a ser fornecida para dimensionamento e seleção de válvula de alívio da pressão, para pressões acima de 1,03 barg (15 psig)
1) Propriedades do fluido na temperatura de alívio: a) Identificação do fluido e seu estado físico b) Peso molecular c) Viscosidade d) Gravidade específica: i) Líquido (referente à água) ii) Gás (referente ao ar) e) Expoente isentrópico ou relação dos calores específicos (k=C_P/C_V) f) Fator de compressibilidade (Z). g) Para escoamentos bifásicos, necessita-se das mesmas propriedades do líquido e do gás. Quando o fluxo é intermitente, além destas propriedades, necessita-se das entalpias de saturação e dos volumes específicos.

2) Condições de abertura:
a) Pressão de operação (psig, kPag, barg, kgf/cm²g, etc.)
b) Temperatura de operação (°C, K, °F ou °R)
c) Pressão máxima de trabalho permitida (psig, kPag, barg, kgf/cm²g, etc.)

3) Condições de alívio:
a) Capacidade de alívio requerida:
    i) Gás ou vapor (kg/h, lb/h ou m³/h, ft³/h, L/h ou Nm³/h, SCFM)
    ii) Líquido (kg/h, lb/h ou m³/h, ft³/h, L/h)
b) Pressão de abertura (psig, kPag, barg, kgf/cm²g, etc.)
c) Sobrepressão permitida (%)
d) Contrapressão superimposta constante ou variável (psig, kPag, barg, kgf/cm²g, etc.)
e) Contrapressão desenvolvida pela linha (psig, kPag, barg, kgf/cm²g, etc.)
f) Temperatura de alívio (°C, K, °F ou °R)

11- Roteiro de seleção e dimensionamento de válvulas de alívio da pressão

1) Estabelecer os vários cenários de aumento de pressão ou sobrepressão possíveis de ocorrência.
2) Determinar a capacidade requerida de alívio para cada cenário.
3) Estabelecer a pressão de abertura na qual a válvula de alívio deve operar, baseado nos limites operacionais do processo e no código/norma utilizado.
4) Determinar o cenário de sobrepressão mais desfavorável a ser adotado, que é o de maior capacidade de vazão para o alívio.
5) Calcular a área de orifício requerida da válvula, baseado nos dados de projeto e na capacidade de alívio necessária.
6) Após determinar a área de orifício necessária para escoar a capacidade requerida, selecionar, em catálogos de fabricantes, o tamanho e tipo de válvula que melhor se adequar à aplicação e que terá a capacidade de aliviar o excesso de pressão, dentro dos limites dos códigos/normas.
   Ela deve ter uma área de orifício efetiva nominal igual ou maior do que a área de orifício requerida calculada.

12- Normas de projeto e construção de dispositivos de alívio de pressão

API RP 520 Sizing, selection and installation of pressure relieving devices in refineries;
Part I - Sizing and Selection and Part II - Installation
API STD 521 Pressure-relieving and depressuring systems;
API STD 526 Flanged steel pressure relief valves;
API STD 527 Seat tightness of pressure relief valves;
ASME Sec. VIII Div 1 UG 125 to 136 para uso em vasos de pressão;
ASME Sec. I, para uso em caldeiras de vapor;
ASME PTC 25 Pressure Relief Devices - Performance Test Codes
ASME - *American Society of Mechanical Engineers*
API - *American Petroleum Institute*

Norma Petrobras N-1882 Critérios para Elaboração de Projetos de Instrumentação

13- Calibração de válvulas de alívio de pressão

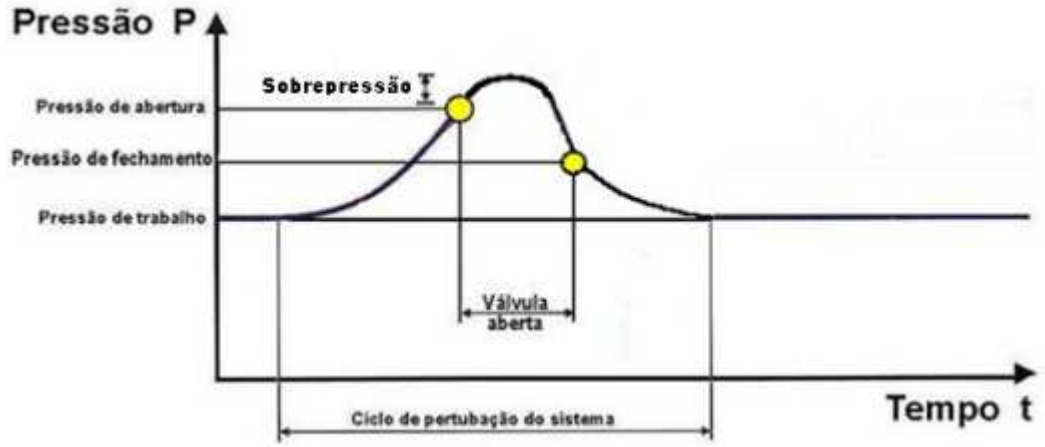
Cada válvula de alívio de pressão deve ser testada em bancada, com o fluido de teste apropriado, antes de ser instalada, para comprovação da sua pressão de ajuste e de fechamento.

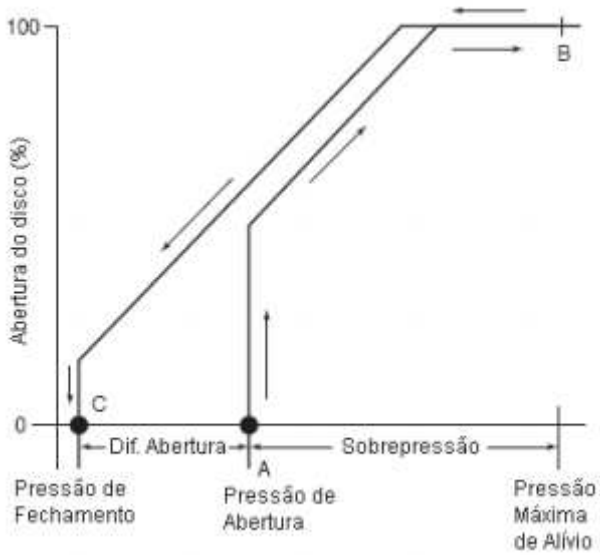
Pressão de Abertura

A pressão de abertura é a pressão estática de entrada, na qual a válvula é ajustada para abrir nas condições de serviço, que provoca uma elevação mensurável do disco acima da sede.
Em serviço com líquido, a pressão de abertura é determinada pela pressão de entrada na qual a abertura provoca a descarga contínua do fluido, conforme determinado pela visão, sentimento ou audição.
Em serviço com ar, gás ou vapor, a pressão de abertura é determinada pela pressão de entrada na qual a válvula abre repentinamente ou *popping*.

Pressão de ajuste

É a pressão manométrica de entrada, na qual uma válvula de alívio de pressão é ajustada para abrir nas condições de serviço, Incluindo as correções devidas à contrapressão e à temperatura.





Em válvula de segurança a abertura é instantânea e identificada pelo ruído de explosão "*pop*" do fluido em descarte.
Já na válvula de alívio, a pressão de ajuste é o ponto em que a se inicia a descarga contínua da válvula.

14- Fluidos de teste de calibração de válvulas de alívio de pressão

Participação José Carlos Afonso da Petrobras

Serviço da válvula	Fluido a ser usado para o teste
Serviço com vapor d'água	Deve ser testada com vapor d'água ou testada com ar. No caso de ar é necessário correção, a ser estabelecida pelo Fabricante, aplicada na pressão de ajuste *popping* com ar.
Serviço com ar, gás ou vapor Obs.: Vapor não é vapor d'água é o vaporizado do respectivo líquido	Deve ser testada com ar.
Serviço com líquido	Deve ser testada com água.

No teste de calibração de válvulas de segurança (fluido no estado gasoso) e alívio (fluido no estado líquido) de pressão, considerar:

- ✓ No teste com ar comprimido e com vapor d'água fica muito claro o momento de calibração da válvula, que é o instante do *popping*.
  Já no teste com água não é claro o momento preciso de abertura da válvula.

- ✓ No teste de calibração com água, a pressão indicada no manômetro eleva-se lentamente e se percebe que o ponteiro do manômetro para no "*set pressure*" (chegando a haver ligeira queda da pressão). Aumentando-se a pressão na bancada, percebe-se um vazamento no entorno do bocal, que ainda não mantém um filete contínuo.
  Aumentando-se mais ainda a pressão, identifica-se o filete contínuo de vazamento de água.
  Considerar que nos testes com água, o momento da pressão de ajuste ou calibração é o do vazamento por um filete contínuo.

Referências

API RECOMMENDED PRACTICE 576

Inspection of Pressure-relieving Devices

Parágrafo 5.4.3

Água, ar ou um gás inerte, tal como o Nitrogênio engarrafado, é geralmente utilizado como meio de teste na fábrica, dependendo da concepção da válvula a ser testada e dos requisitos dos códigos de projeto e de ensaio aplicáveis.

Para garantir que a válvula está se abrindo, alguma sobrepressão deve ser cuidadosamente aplicada, porque um vazamento audível poderia de outra forma ser mal interpretado como resultado de atingir a pressão de ajuste.

No entanto, a maioria das válvulas de alívio de pressão produz um estalo ou "*pop*" distinto na pressão ajustada, tornando improvável a interpretação errônea.

As válvulas de serviço de vapor, de determinado líquido, devem ser calibradas, usando-se ar ou gás inerte.

Válvulas de serviço de vapor d'água devem ser calibradas, usando-se vapor d'água, mas ar pode ser usado se correções adequadas são aplicadas.

Válvulas de serviço líquido devem ser calibradas, usando-se água.

ASME Boiler and Pressure Vessel Code Sec VIII Div 1

UG-136 MINIMUM REQUIREMENTS FOR PRESSURE RELIEF VALVES

Parágrafo UG-136 (d) (4)

As válvulas de alívio de pressão marcadas para serviço com vapor d'água devem ser testadas com vapor d'água, exceto que a válvula de alívio de pressão pode ser testada com ar quando está além da capacidade da instalação de teste de produção ou por causa do tamanho ou da pressão de ajuste. As correções necessárias para os diferenciais de pressão entre o vapor e o ar devem ser estabelecidas pelo fabricante e aplicadas ao ponto de *popping* no ar.

As válvulas de alívio de pressão marcadas para serviço com gás ou vapor (que não é vapor d'água) podem ser testadas com ar.

As válvulas de alívio de pressão marcadas para serviço com líquido devem ser testadas com água ou outro líquido adequado.

15- Tipos de castelos de válvula de alívio de pressão

Fonte: Norma Petrobras N-1882 Critérios para Elaboração de Projetos de Instrumentação

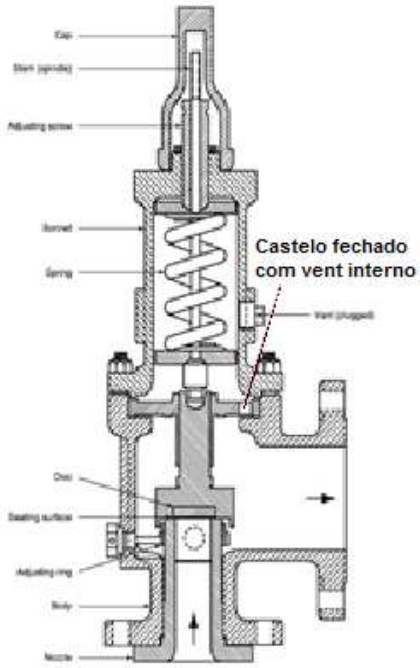
Válvulas de alívio de pressão convencionais devem possuir castelo aberto nos serviços de vapor d'água.
Válvulas de alívio de pressão convencionais devem possuir castelo fechado para os demais casos.
Válvulas de alívio de pressão balanceadas devem possuir castelo fechado com furo *vent* de respiro para a atmosfera sempre aberto.

Fonte: API RECOMMENDED PRACTICE 520
Sizing, Selection, and Installation of Pressure-Relieving Devices in Refineries
Part I—Sizing and Selection and Part II—Installation

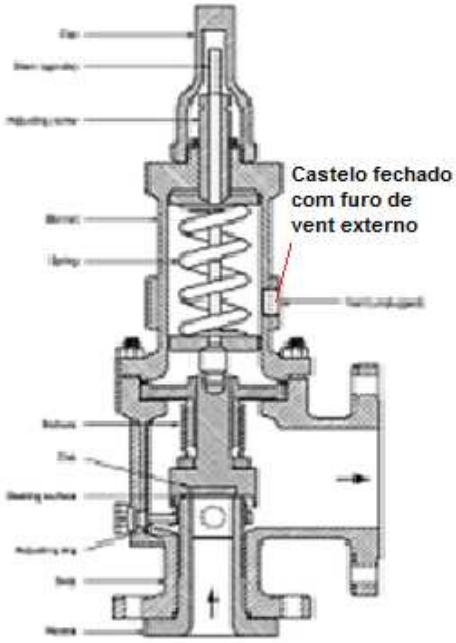
Válvulas de alívio de pressão convencionais
Os castelos de válvulas de alívio de pressão convencionais podem ser abertos ou fechados e não possuem requisito de haver furo sentinela ou respiro tipo *vent*.

Castelos abertos são frequentemente usados em serviços de vapor e são diretamente expostos à atmosfera.
Castelos abertos são limitados a serviços que não são perigosos, como vapor, ar e água, uma vez que o fluido de processo irá escapar através do castelo aberto após a atuação e abertura da válvula.
Os castelos abertos permitem que a mola seja refrigerada pelas condições ambientais em aplicações de alta temperatura.

Válvulas com castelo fechado são ventiladas internamente para a descarga da válvula de alívio de pressão.
O castelo fechado normalmente tem um furo respiro roscado que pode ser fechado com um bujão roscado.



Válvulas de alívio de pressão com fole de balanceamento
As válvulas de alívio de pressão com fole de balanceamento são utilizadas em aplicações onde é necessário minimizar o efeito aditivo da contrapressão sobre a pressão de ajuste e sobre a capacidade de alívio da válvula.
Isto é feito impedindo-se o efeito da contrapressão sobre as superfícies do disco, com um fole metálico isolando o disco.
Isso exige que o castelo opere à pressão atmosférica.
Os castelos das válvulas de alívio de pressão com fole devem sempre ser ventilados para o exterior, para garantir o funcionamento adequado da válvula.
O furo *vent* no castelo além de manter o castelo em pressão atmosférica, também fornece uma indicação visual de uma possível falha de fole.
O furo *vent* deve ser projetado para evitar a obstrução causada por gelo, insetos ou outras obstruções.
Quando o fluido é Inflamável, tóxico ou corrosivo, o furo *vent* do castelo ser canalizado para um local seguro.



ASME Sec I PG-67.5

Para Caldeiras de água de alta temperatura devem ser utilizadas válvulas de alívio de pressão com castelo fechado.
For high-temperature water boilers pressure relief valves shall be used. Such valves shall have a closed bonnet.

16- Características e aplicações de válvulas de alívio de pressão		
Tipo de válvula de alívio de pressão	**Características**	**Aplicação**
Válvula de segurança	1- válvula de alívio de pressão atuada diretamente por mola; 2- abertura rápida ou ação *pop* quando a pressão estática atinge a pressão ajustada; 3- válvula totalmente aberta com sobrepressão mínima; 4- pressão de fechamento menor que a pressão ajustada; 5- castelo aberto e a mola totalmente exposta para proteção contra a temperatura de alívio; 6- fornecida com alavanca para teste de abertura manual.	Utilizada nas seguintes situações: 1- com fluidos compressíveis (ar, gases e vapor); 2- em tubulão de caldeira a vapor e em superaquecedor de vapor; Não deve ser usada: 1- em serviços corrosivos, a menos que isolado do processo por um disco de ruptura; 2- com descarte para sistema fechado; 3- quando a descarga deve ser conduzida para locais remotos; 4- onde a saída ou perda do fluido de processo não é desejável; 5- em serviço com líquido.
Válvula de alívio	1- válvula de alívio de pressão atuada diretamente por mola; 2- abre em proporção ao aumento da pressão quando a pressão estática atinge a pressão ajustada; 3- válvula totalmente aberta com 10% ou 25% de sobrepressão; 4- castelo fechado para evitar a liberação de fluidos corrosivos, tóxicos, inflamáveis ou dispendiosos; 5- pode ser fornecido com alavanca de teste, fole de balanceamento, sede macia (com anéis “O ring” resilientes) e superfície convencional de assentamento metal x metal.	Utilizada nas seguintes situações: 1- para fluidos incompressíveis (líquidos); Não deve ser usada: 1- em serviços de vapor d’água, ar, gás ou outros serviços com vapor; 2- com descarte para sistema fechado.
Válvula de segurança e alívio convencional	1- válvula de alívio de pressão atuada diretamente por mola; 2- pode ser usado como uma válvula de segurança ou de alívio; 3- normalmente totalmente aberta com 10% de sobrepressão quando em serviço de gás, ar ou vapor; 4- quando em serviço com líquido, a válvula fica totalmente aberta com aproximadamente 10 ou 25% de sobrepressão; 5- pressão de abertura, pressão de fechamento e capacidade de alívio são diretamente afetadas por mudanças na contrapressão; 6- cabeçote fechado com a mola, formando uma cavidade estanque à pressão, que é ventilada para o lado de descarga da válvula.	Utilizada nas seguintes situações: 1- com material inflamável, quente ou tóxico; 2- a contrapressão deve ser considerada; Não deve ser usada: 1- quando a contrapressão exceder a pressão permitida; 2- em tubulão de caldeira a vapor e superaquecedor de vapor.

Válvula de segurança e alívio balanceada	1- válvula de alívio de pressão atuada diretamente por mola; 2- pode ser usado como uma válvula de segurança ou de alívio; 3 - normalmente totalmente aberta a 10% de sobrepressão quando em serviço de gás, ar ou vapor; 4- quando em serviço com líquido, a válvula fica totalmente aberta com aproximadamente 10 ou 25% de sobrepressão; 5- incorpora um fole para minimizar o efeito da contrapressão sobre a válvula; 6- a contrapressão tem uma limitação baseada na resistência mecânica do fole; 7- requer cabeçote ventilado para identificar a falha do fole e o respiro (*vent*) deve ser encaminhado para local seguro.	Utilizada nas seguintes situações: 1- com material inflamável, quente ou tóxico, com alta contrapressão na descarga da válvula, que ocorre tipicamente quando a descarga é encaminhada para um sistema de fechado de coleta; 2- em serviços de gás, vapor, vapor, ar ou líquidos; 3- em serviço corrosivo para isolar a mola, a cavidade do castelo e o lado de descarga da válvula do fluido de processo; 4- quando o descarte da válvula deve ser conduzido para local remoto. Não deve ser usada: 1- em tubulão de caldeira a vapor e superaquecedor de vapor.
Válvula e alívio de pressão piloto operada	1- é uma válvula de alívio de pressão na qual o dispositivo principal de alívio ou válvula principal é combinado e controlado por uma válvula de alívio de pressão auxiliar auto-operada (piloto), montada na mesma válvula principal ou separadamente; 2 - o piloto é uma válvula atuada por mola que opera quando a pressão estática de entrada excede a sua pressão de ajuste, isto faz com que a válvula principal abra ou feche de acordo com a pressão.	Utilizada nas seguintes situações: 1- em grandes vazões de alívio e/ou alta pressão de ajuste são necessários; 2- usada também quando há um diferencial baixo entre a pressão normal de operação e a pressão ajustada; 3- em tanques de armazenamento de baixa pressão conforme API STD 620; 4- em caso de pequeno “blowdown” (diferença entre a pressão de ajuste e a pressão de fechamento); 5- em contrapressões muito elevadas; 6- quando se requer o ajuste da pressão de abertura *in-situ* durante a operação. Não deve ser usada: 1- quando o fluido está sujo; 2- em serviço com líquido viscoso; 3- com vapores que irão polimerizar na válvula; 4- em temperaturas que excedem o limite seguro do diafragma interno; 5- fluidos que irão atacar diafragma interno.

17- Bocais “full nozzle” e “semi nozzle” de válvulas de alívio de pressão

A entrada de válvula de alívio de pressão pode ser de construção com bocal integral (“full nozzle”) ou bocal reduzido (“partial or semi nozzle”).

Características do bocal integral “full nozzle”

Em uma válvula de bocal integral *full nozzle* somente o bocal, a sede e o disco são expostos ao fluido de processo, quando a válvula está fechada, ou seja, o corpo não fica exposto ao fluido de processo.

Na válvula de alivio de bocal integral (“*full nozzle*”), com a válvula fechada, a pressão interna está confinada ao bocal, ou seja, o corpo não está exposto à pressão de entrada na válvula de alívio.

O bocal do tipo “*full nozzle*” permite remoção para manutenção ou troca.

Outra vantagem do “*full nozzle*” é sendo removível, permite alterar a metalurgia do material sem necessariamente também alterar o material do corpo.

Para serviço com fluido corrosivo, as partes internas, que estão em contato com o fluido de processo, inclusive o bocal integral, devem ser de material resistente à corrosão, porém o corpo pode ser de aço carbono.

Por isso, o bocal integral “full nozzle” é tipicamente usado em processos industriais, com fluidos corrosivos e/ou em pressão moderada ou alta, normalmente fabricado com materiais especiais.

Utilizado em todas as classes de pressão, da norma API STD 526 - Flanged Steel Pressure Relief Valves.

O bocal integral requer mais material e mais trabalhos de usinagem e lapidação, sendo de custo mais elevado.

Características do bocal reduzido (“semi- nozzle”)

Em uma válvula de bocal reduzido *semi-nozzle*, o bocal, a sede, o disco e parte do corpo da válvula são expostos ao fluido de processo, quando a válvula está fechada.

Na válvula de alívio de bocal reduzido (“*partial or semi nozzle*”), com a válvula fechada, a pressão interna está confinada ao flange de entrada do corpo e ao bocal.

O bocal “*semi-nozzle*” tem potencial de vazamento.

O bocal reduzido não é removível, portanto o reparo na sede não é possível, obrigando ao reparo no corpo.

O uso de “*semi-nozzle*” também requer que o material do corpo seja compatível com o fluido de processo.

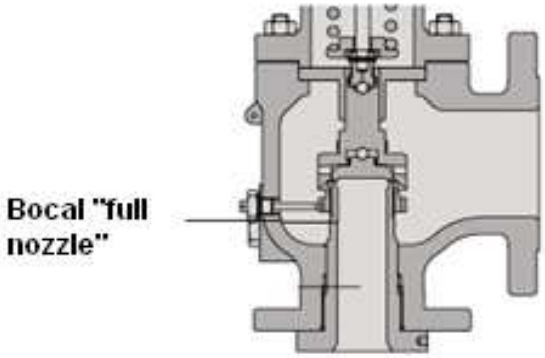
O corpo fica permanentemente em contato com o fluido, o que obriga ao uso de material mais nobre, quando o fluido de processo é corrosivo.

Por isso, o bocal reduzido “*partial or semi-nozzle*” é usado somente para fluido não tóxico, não corrosivo e em pressão baixa.

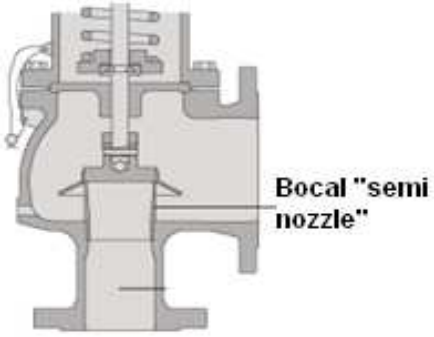
A pressão máxima de trabalho é 100 bar (1459 psig).

O bocal reduzido requer menos material e menos trabalhos de usinagem e lapidação, sendo de menor custo.

Construção “full nozzle” ou bocal integral



Construção “semi-nozzle” ou bocal reduzido



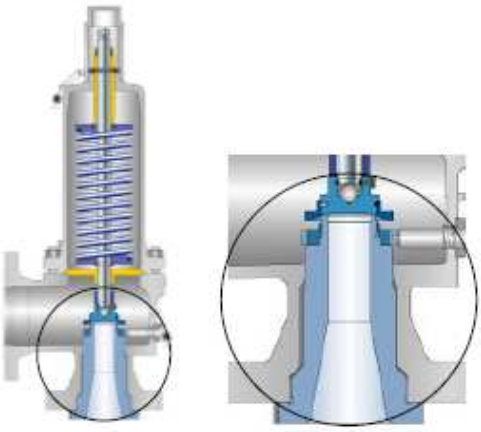
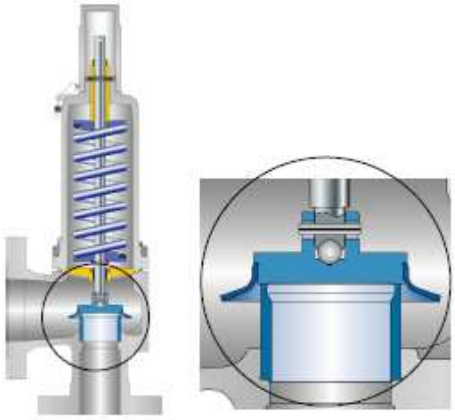
API STD 520 - Part I-Sizing, Selection, and Installation of Pressure-relieving Devices in Refineries Table D.1—Instructions for Spring-loaded PRV Specification Sheet

Os **bocais integrais *full nozzles*** são componentes integrais que oferecem a possibilidade da remoção para manutenção e substituição.

A grande vantagem de um bocal integral é que o material do bocal pode ser de metalurgia mais nobre, se requerido pelo fluido, do que a metalurgia do corpo.

Os **bocais reduzidos *semi-nozzles*** têm maior possibilidade de vazamento e requerem conexão roscada que pode exigir junta ou solda de selagem.

A utilização de um bocal reduzido requer que o material do corpo seja compatível com o fluido de processo.

Bocal integral *full nozzle*	**Bocal reduzido *semi-nozzle***
	

18- Orifícios de bocal ou sede de Válvula de Alívio de Pressão

Conforme norma API STD 526 - Flanged Steel Pressure Relief Valves.

API RP 526

Table 1 - Standard Effective Orifice Areas and Letter Designations

Designation	Effective Orifice Area (square in)
D	0.110
E	0.196
F	0.307
G	0.503
H	0.785
J	1.287
K	1.838
L	2.853
M	3.60
N	4.34
P	6.38
Q	11.05
R	16.00
T	26.00

Orifícios padronizados conforme API STD 526

Orifício	Área do orifício		Diâmetro do orifício		Tamanho da válvula
	mm²	pol²	mm	pol	
D	71,0	0,110	9,5	0,4	1" D 2" 1.1/2" D 2" 1.1/2" D 3"
E	126	1,196	12,7	0,5	1" E 2" 1.1/2" E 2" 1.1/2" E 3"
F	198	0,307	15,9	0,6	1.1/2" F 2" 1.1/2" F 3"
G	325	0,503	20,3	0,8	1.1/2" G 3" 2" G 3"
H	506	0,785	25,4	1,0	1.1/2" H 3" 2" H 3"
J	830	1,287	32,5	1,3	2" J 3" 3" J 4"
K	1 186	1,838	38,9	1,5	3" K 4" 3" K 6"
L	1 841	2,853	48,4	1,9	3" L 4" 4" L 6"
M	2 323	3,600	54,4	2,1	4" M 6"
N	2 800	4,340	59,7	2,4	4" N 6"
P	4 116	6,380	72,4	2,8	4" P 6"
Q	7 129	11,05	95,3	3,8	6" Q 8"
R	10 323	16,00	114,6	4,5	6" R 8" 8" R 10"
T	16 774	26,008	146,1	5,8	8" T 10"

19- Requisitos estabelecidos no Código ASME Sec VIII Div 1 para Certificação de Desempenho de Dispositivos de Alívio de Pressão

Por serem equipamentos de segurança, os dispositivos de alívio de pressão (válvulas de alívio de pressão e discos de ruptura) devem ter certificação de capacidade de alívio, pelo processo de "type approval" de produto, de 3ª parte ("third party"), concedida por um órgão/laboratório independente.

O código ASME VIII Div.1 de Vasos de Pressão estabelece:

a- Parágrafo *UG-131*: requisitos para a execução dos testes de certificação da capacidade (vazão de fluido através do orifício).

- Os testes de certificação da capacidade devem ser conduzidos por organização acreditada pelo ASME e realizados em laboratório autorizado pelo ASME.

b- Parágrafo *UG-136(c):* requisitos de auditoria de fábrica, projeto e processo de fabricação.

- O fabricante deve comprovar ao representante do ASME que possui sistema de qualidade que assegure perfeita concordância entre o desempenho das válvulas produzidas e as válvulas selecionadas para certificação da capacidade.
- Também estão estabelecidos os requisitos para que um montador possa fazer a montagem das válvulas, em localização geográfica diferente do fabricante, usando peças originais e eventualmente fazendo adaptações permitidas pelo fabricante. A responsabilidade pelo projeto, certificação e fabricação dos componentes é do fabricante; o montador recebe as partes componentes de uma válvula, monta, ajusta, testa e lacra.

c- Parágrafo *UG-136 (d):* requisitos para testes de produção.

- No parágrafo *UG-136(d)* estão estabelecidos os requisitos para testes de produção de fábrica: execução do teste hidrostático em bocal e corpo, o teste da calibração para confirmação da pressão de abertura e fechamento o teste de estanqueidade. Esses testes podem ser realizados nas instalações do fabricante ou do montador.

Processo de Certificação

Responsabilidade

O processo completo de certificação é conduzido pelo Fabricante da válvula de alívio ou disco de ruptura e compõe-se de:

1º- Contrato com o ASME para a inspeção da fábrica pelo National Board - NBBI;
2º- Seleção dos produtos para os testes pelo "authorized observer" do laboratório escolhido ou pelo NBBI;
3º- Testes de capacitação no laboratório e emissão do certificado;
4º- Inclusão dos produtos certificados e da fábrica certificada no "Red Book" do National Board;
5º- Obtenção dos certificados ASME Selo UV (vasos de pressão) e V (caldeiras de vapor).

Entidade

A certificação é concedida pelo National Board, que é acreditado pelo ASME, para atestar o processo de certificação, desde a auditoria da fábrica até a execução de testes em laboratório autorizado pelo ASME.

Ver documento National Board Pressure Relief Device Certification NB-18.

Após a certificação NB, o fabricante pode requerer o Selo ASME, que para vasos de pressão é o Selo UV, e para caldeiras de vapor é o Selo V.

Conferir no documento National Board Pressure Relief Device Certification NB-18 o processo de certificação e as válvulas de alívio de pressão e os discos de ruptura já certificados por fabricante:

https://www.nationalboard.org/SiteDocuments/NB18/NB18.pdf

Escopo:

NATIONAL BOARD PRESSURE RELIEF DEVICE CERTIFICATION.

DETERMINATION OF CERTIFIED RELIEVING CAPACITIES.

LISTING OF ASSEMBLER AND MANUFACTURER CERTIFICATIONS.

LISTING OF CERTIFIED DEVICE TYPES.

LISTING OF RUPTURE CCFs BY VALVE MANUFACTURER

LISTING OF VR CERTIFICATE HOLDERS

LISTING OF TESTING ORGANIZATION CERTIFICATE HOLDERS

Laboratório

O laboratório de testes também deve ser inspecionado e certificado pelo National Board, compreendendo instalações, metodologia, instrumentos e dispositivos, pessoal de execução e supervisão dos testes.

Após a certificação o laboratório passa a ser "Autorizado pelo ASME" para os testes de certificação de dispositivos de alívio de pressão, conforme procedimentos determinados pelo ASME PTC 25, devendo ser verificado, no mínimo:

a- pressão de abertura ("overpressure") e pressão de fechamento ("blowdown") conforme condições estabelecidas pelo ASME Sec VIII, para vasos de pressão, e ASME Sec I, para caldeira a vapor

b- estabilidade em operação;

c- vazão real garantida, nas condições de abertura total, para a confiabilidade operacional.

Normalização envolvida na certificação:

a) ASME Sec VIII Div 1 UG-131 "Certification of capacity of pressure relief devices";
b) ASME Sec VIII Div 1 "Appendix 25: Acceptance of testing laboratories and authorized observers for capacity certification of pressure relief valves";
c) ASME PTC 25 "Pressure relief devices - Performance Test Code".
d) National Board NB-18 Pressure Relief Device Certification

https://www.nationalboard.org/SiteDocuments/NB18/NB18.pdf

e) National Board and ASME Accepted Testing Laboratories

http://www.nationalboard.org/index.aspx?pageID=142&ID=63

Certificação

Em resumo essa certificação compõe-se de:

1º- Avaliação e aprovação dos desenhos de fabricação das válvulas a serem certificadas;

2º. Os testes para a certificação devem ser conduzidos em um laboratório autorizado pelo ASME conforme as diretrizes do documento ASME PTC 25;

3º. Os testes devem ser executados para certificar cada modelo, série e bitola; levando-se em conta a amostragem conforme ASME;

4º.A planta industrial em que a válvula é fabricada, deve ser inspecionada pelo National Board em nome do ASME, devendo haver um sistema de gestão da qualidade, para garantir que todas as válvulas produzidas sejam rigorosamente iguais aos modelos testados.

Portanto a certificação é valida exclusivamente para a planta industrial em que a válvula foi fabricada;

5º.Qualquer mudança no projeto, por menor que seja, precisa ser re-submetida a aprovação;

6º.As empresas certificadas pelo National Board/ASME constam no "Red Book", com o endereço da planta em que a válvula é fabricada.

O National Board controla uma listagem de tipos de dispositivos de alívio de pressão certificados de acordo com o fabricante.

LISTING OF CERTIFIED DEVICE TYPES

http://www.nationalboard.org/SiteDocuments/NB18/NB18.pdf

Testes para certificação

O processo da execução dos testes de certificação deve ser consoante com os códigos ASME Sec VIII Div 1 e ASME PTC 25, que compreendem respectivamente:

a) Seleção dos espécimes e critérios de aceitação dos resultados dos testes

ASME Sec VIII Div 1 UG-131 Certification of Capacity of Pressure Relief Devices

b) Procedimentos referentes à auditagem do processo produtivo do fabricante, do laboratório dos testes e de execução dos testes de capacitação

ASME PTC 25 - Performance Test Code Committee No.25 Pressure relief devices
Part I Flow capacity testing covers the methods and procedures to determine relieving capacity for reclosing and nonreclosing pressure relief devices:

A certificação compreende os seguintes exames e testes, devendo os resultados ser informados no certificado:

- Padrão dimensional conforme API-526;
- Teste de estanqueidade ou de vazamento na pressão de ajuste ("set pressure") conforme API-527;
- Teste da abertura na pressão de ajuste ("set pressure") e sobrepressão admissível (”overpressure");
- Teste da pressão de fechamento e "blowdown" admissível;
- Verificação da capacidade de vazão alívio, através do método do coeficiente de descarga ("ASME VIII 1 UG-131 Coefficient of discharge”).
- Testes com fluxos bifásicos, quando aplicável;
- Testes com descarga em pressões acima da atmosférica, quando aplicável;
- Testes com discos de ruptura;
- Testes com válvulas de desvio (“changeover valves”), quando aplicável.

A certificação da capacitação deverá ser realizada para as seguintes condições:

a- Válvulas para líquidos (“incompressible fluids”) são as **válvulas de alívio PRV** (“Pressure Relief Valves”) e devem ser testadas **com** água;
b- Válvulas para ar, gás ou vapor (“compressible fluids”) são as **Válvulas de segurança PSV** (“Pressure Safety Valves”) e devem ser testadas **com** vapor d’água ou ar ou gás, conforme a aplicação.
c- Válvulas para serem usadas indistintamente com líquido ou gases são as **Válvulas de Alívio e Segurança PRSV** (“Pressure Relief and Safety Valves”) e devem ser testadas com água e com vapor d’água ou ar ou gás.

Fluidos aplicáveis aos testes de certificação da capacidade (ASME Sec VIII Div 1 UG-131)

- Ar ou gás;
- Vapor d’água: vapor saturado "dry saturated steam - 98% min quality" e no máximo 20ºF (11ºC) de superaquecimento;
- Água à temperatura entre 40ºF(4ºC) e 125ºF (52ºC).

Não é admissível estender o resultado do teste com um fluido para outro fluido.

A pressão durante o teste (“overpressure”) não pode exceder o maior valor entre +10% "set pressure" ou +3 psi, para ASME Sec VIII Div 1 ou 2, e + 3% “set pressure” ou + 2 psi para ASME Sec I, e a pressão de fechamento ("blowdown") não deve exceder o maior valor entre -5% "set pressure" ou -3 psi.
No caso de válvula de alívio de pressão para fogo é admissível pressão durante o teste (“overpressure”) de até +20% "set pressure".

Os testes devem ser feitos em cada válvula selecionada, diretamente na fábrica, para se determinar sua capacidade real de alívio ("capacity-lift), pressão de abertura (“relief pressure”) e a pressão de fechamento (“blowdown pressure”), no laboratório escolhido, dentre os autorizados pelo ASME.
Para cada válvula selecionada é determinado o coeficiente de descarga (Kd) como sendo a relação (vazão medida no teste / vazão teórica calculada).
O coeficiente de descarga Kd médio, resultante dos testes das válvulas testadas, deve ser multiplicado por 0,90 e será o coeficiente daquele projeto “*design*” ou modelo de válvula.
Este coeficiente não pode ser superior a 0,878 (igual a 0,9 x 0,975).
O coeficiente de descarga, de cada projeto de válvula, obtido no teste deve cair dentro do "range" de ± 5% do Kd médio.

Auditoria de projeto

Para cada projeto de válvula serão realizadas as seguintes atividades nas válvulas selecionadas para teste:

a- Verificação de cópia controlada de procedimento escrito do sistema de garantia da qualidade.
b- Verificação do projeto mecânico, requisitos dos materiais construtivos e memória de cálculos, conforme código da construção.
c- Inspeção dimensional das válvulas para o teste.
d- Execução dos testes de capacidade:
- Teste Inicial definido como o teste de capacidade para novos projetos ou de projetos existentes que sofreram modificações.
- Teste de Produção definido como o teste de capacidade de válvulas, já com Teste Inicial aprovado, selecionadas a cada 5 anos para novo teste.

Transferência de titularidade

a- Transferência de titularidade ou "Transfer of Design Certification"
b- Um fabricante pode requerer que os resultados do Teste inicial sejam validados para outra fábrica da mesma organização, nas seguintes condições.
O fabricante deverá:
- Comprovar que o projeto é idêntico ao originalmente certificado;
- Atestar que os mesmos documentos de fabricação são utilizados;
- Demonstrar que há controle dos desenhos e das especificações do projeto que circulam entre as fábricas;
- Realizar os testes de produção das válvulas fabricadas na nova fábrica.

Certificado de 3ª Parte

Sendo dispositivo de segurança, o ASME requer a certificação de produto, por 3ª Parte: "Type approval".
O ASME tem o selo UV de Unfired Vessel, para as válvulas de alívio e segurança, de vasos de pressão.
A 3ª parte é efetivada por uma Auditoria de:
- Verificação do projeto de fabricação, através dos desenhos procedimentos de fabricação;
- Verificação da fábrica, SGQ-Sistema de Garantia da Qualidade e máquinas operatrizes;
- Testes em produtos escolhidos entre os da de fabricação, em laboratório de vazão, autorizados pelo ASME, em que os resultados não podem ter dispersão superior a 5%, para garantir a repetitividade;
- Isto inclui o Sistema de Garantia da Qualidade-SGQ de subfornecedores de molas, foles, bocais e corpos fundidos;
- No certificado UV vem escrito o escopo de válvulas certificadas e o endereço da fábrica.

Símbolos dos Selos do ASME dos dispositivos de alívio de pressão

PSVs para Vasos de pressão	Discos de ruptura para Vasos de pressão	PSVs para Caldeiras de vapor
FIG. UG-129.1 OFFICIAL SYMBOL FOR STAMP TO DENOTE THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS' STANDARD FOR PRESSURE RELIEF VALVES UV	FIG. UG-129.2 OFFICIAL SYMBOL FOR STAMP TO DENOTE THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS' STANDARD FOR NONRECLOSING PRESSURE RELIEF DEVICES UD	V FIG. PG-105.4 OFFICIAL SYMBOL FOR STAMP TO DENOTE THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS' STANDARD FOR BOILER PRESSURE RELIEF VALVES

20- Laboratórios autorizados pelo ASME para testes de capacidade de Válvulas de Alívio de Pressão e Discos de Ruptura National Board and ASME Accepted Testing Laboratories				
Name/Address	**Fluids**	**Pressure**	**Size**	**Capacity**
Anderson Greenwood Crosby 901 Co. Rd. 473 El Campo, TX 77437 281.274.4400	Nitrogen Water	1000 psi 1000 psi	8" 4"	10-70000 scfm 5-2000 gpm
BS&B Safety Systems. LLC 7455 East 46th Street Tulsa, OK 74145 918.622.5950	Air	275 psi	4"	2000 scfm
Continental Disc Corp. 3160 West Heartland Drive Liberty, MO 64068 816.792.1500	Air Air Water	200 psi 650 psi 650 psi	4" 4" 4"	7200 scfm 6000 scfm 900 gpm
Engineered Controls, Intl. 100 Rego Drive Elon, NC 27244 336.449.7707	Air	500 psi	3"	100-15000 scfm
Farris Engineering 10195 Brecksville Road Brecksville, OH 44141 440.838.7690	Air Air Water Water	880 psi 500 psi 600 psi 700 psi	4" 6" 4" 4"	8000 scfm 8000 scfm 165 gpm 1059 gpm
Fike Corporation 704 South 10th Street Blue Springs, MO 64015 816.655.4770	Nitrogen	285 psi	4"	7000 scfm
Leser GmbH & Company, KG Wendenstrasse 133 - 135 D-20537 Hamburg, Germany 49.40.25165190	Air Water	1450 psi 610 psi	16" 16"	24964 scfm 1057 gpm
OSECO, Inc. 1300 East Memphis Street Broken Arrow, OK 74012 918.259.7135	Air	700 psi	4"	12000 scfm
The National Board of Boiler & Pressure Vessel Inspectors 7437 Pingue Drive Worthington, OH 43085 614.888.8320	Steam Nitrogen Nitrogen Nitrogen Water	500 psi 580 psi 1100 psi 2025 psi 500 psi	4" 6" 4" 3" 4"	16000 pph 13000 scfm 25000 scfm 5000 scfm 550 gpm
Atualizado em 19/06/2017 Updated: 6-19-17				

21- Problemas comuns em Válvulas de Alívio de Pressão		
Problema	**Descrição**	**Problemas resultantes**
Cavitação junto à sede	Cavitação é o fenômeno indesejável da passagem de líquido para gás e depois de gás para líquido dentro da válvula. A cavitação tem dois estágios: o primeiro estágio é a formação de bolhas dentro do líquido; o segundo estágio é o colapso ou implosão destas bolhas de volta ao estado líquido.	Erosão na sede e no disco; Vibrações; Redução do rendimento; Diminuição da vida útil.
Contrapressão	É a pressão na saída da válvula de alívio, que afeta sua pressão de ajuste, pois a válvula precisa acumular mais pressão para vencer a contrapressão e abrir.	Se não for considerada, no dimensionamento e na seleção da válvula de alívio, há risco de a sobrepressão no vaso aumentar, além da pressão máxima admissível.
Batimento ou "chattering"	É uma situação instável, em que a válvula repetidamente cicla entre aberta e fechada, durante o alívio. Acontece quando se usa válvulas convencionais com variações de contrapressão maiores que 10%. Ou quando a perda de pressão, no trecho entre a válvula de alívio de pressão e o vaso, é acima de 3% (limite do API RP 520). Ou em válvulas superdimensionadas, pois a mola requer cerca de 20 a 30% da vazão máxima para estabelecer uma relação estável entre as forças e manter a posição do disco.	Destrói as superfícies de vedação da sede e do disco. Os batimentos podem provocar vazamento e falha no fole. O problema de batimento é mais critico em aplicações com líquido.
Vazamento	Fatores que afetam a estanqueidade: 1. Acabamento das superfícies da sede e do disco; 2. Problemas de limpeza do fluido manipulado; 3. Instalação deficiente. Acontece em válvula quando a pressão de trabalho está próxima, em torno de 90% da máxima permissível. O uso de anel de vedação de material macio resiliente evita vazamentos, enquanto a válvula não alivia, porém a temperatura pode inviabilizar a seleção do material resiliente.	Destrói as faces de vedação da sede e o disco. Causa problemas de contaminação ambiental e de risco de fogo pela presença de gás.

Créditos

Utilizadas, parcialmente, as informações do trabalho "Dimensionamento e Seleção de Válvulas de Segurança e Alívio de Pressão"
Autor: Thales Corrêa Bonan
Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ - Abril de 2016.