

INGENIERIA BERNOULLI

FLUIDODINÁMICA Y VACÍO. TECNOLOGIA DE CAPA FINA

SILENCIOSOS



Av. Maipú 3534 piso 1 - B1636HHQ - Olivos -Vicente Lopez - Pcia. de Bs.As.- Argentina

Tel.: 54-011-4792-0392

e-mail: info@ibernoulli.com

www.ibernoulli.com

SILENCIOSOS DE VENTAGEM

Entre as três classes de silenciosos disponíveis: reativo, dissipativo e reativo-dissipativo, esta é a que admite atenuar o ruído dentro da mais ampla variedade de frequências; por isso é utilizada para a descarga de válvulas de segurança, de ejetores de evacuação para partida de plantas petroquímicas e petroleiras e ventagems de condições muito desfavoráveis desde o ponto de vista acústico, onde o ruído gerado é composto de ondas que vão desde frequências muito altas até as mais baixas. Sua versatilidade permite aplicá-lo a outras condições de serviço menos críticas, onde algumas das outras classes que serão numeradas mais adiante também são aplicáveis.

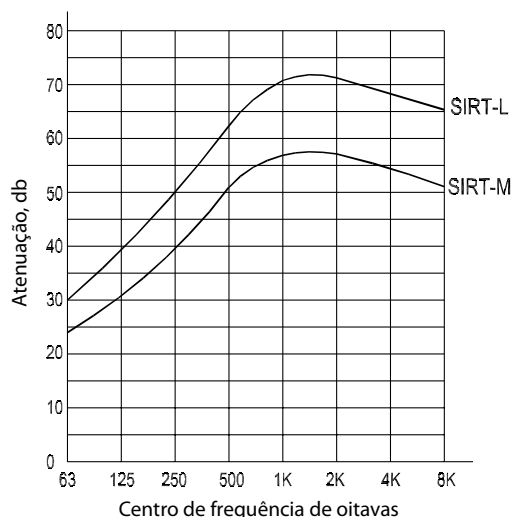
SILENCIOSOS REATIVO-DISSIPATIVO MULTITUBO (SRDT)

O silenciador multitubo, figura 2, é especialmente indicado para obter uma grande atenuação do ruído em linhas de ventagem de média e baixa velocidade, como no caso de descarga de ejetores de evacuação para partida de plantas petroquímicas e refinarias. Também é aplicável em ventagem de válvulas de segurança. Pela excepcional atenuação de ruídos de diferentes variedades de frequência, é o meio que permite resolver os problemas de contaminação acústica mais difíceis que existem em fontes de ruído descarregados na atmosfera.

O vapor ou o gás que ingressa, é derramado por uma série de orifícios dispostos sobre o difusor central, que estão orientados para que os jatos que se dirigem em direção à câmara interior cilíndrica e logo girem 90 graus para cima. A área dos orifícios e o volume da câmara são os necessários para formar uma efetiva barreira reflexiva ao ruído proveniente da fonte. Além disso, esta subdivisão, mudança de direção e de velocidade transforma a energia sonora de baixas frequências em outras de frequências mais altas que são mais fáceis de atenuar. O fluido entra logo na etapa dissipativa por um conjunto de orifícios e se desloca para cima dentro de um conjunto de tubos perfurados, que está imerso no material acústico absorvente (lã mineral de fibra longa) que enche o espaço entre os mesmos e a carcaça, o que produz uma forte atenuação nas bandas de frequências altas. Finalmente, as correntes que emergem dos tubos se unificam no cabezote superior e o fluido sai, a velocidade moderada, pela conexão de descarga.

Mecanicamente, a disposição permite que os tubos se dilatam livremente, pois somente a placa tubo inferior é fixa, enquanto que a superior é flutuante. Também facilita a vazão da umidade condensada, que pode ser purgada pela conexão disposta no suporte inferior.

A proteção do material acústico consistente num manto de vidro que envolve a cada um dos tubos ou malha de aço inoxidável, conforme o serviço.



**Figura 1 : Silencioso reativo-dissipativo.
Curvas de atenuação típica.**

São construídos em dois modelos, o standard ou o médio, para os casos mais comuns, e o de tubos longos quando o nível de ruído que deve ser atenuado é muito elevado. Quando o vapor ou gás chega a uma velocidade muito alta, se baixa com uma ampliação no cano de ingresso ao difusor.

A curva da figura 1 mostra as atenuações típicas obteníveis e na tabela 1 são indicadas suas dimensões gerais. Sempre que for possível, como ocorre nas válvulas de segurança de vapor média e alta, o difusor é calculado para ter uma pressão de entrada igual a $\frac{1}{4}$ da entrada à válvula de eliminação. Com isso baixa-se a velocidade no cano e é possível reduzir o diâmetro do cano. Como regra geral, não se deve superar um número de Match igual a 0,2 (excepcionalmente 0,3).

TABELA 1 : SILENCIOSO REATIVO-DISSIPATIVO MULTITUBULAR. Dimensões gerais.

SRDT	ϕ_1 max	ϕ_2	ϕ_p	D	ZM	ZL
20	40	50	20	219	850	1035
25	50	80	20	273	1025	1248
30	65	100	20	324	1230	1500
35	80	125	20	356	1375	1673
40	100	150	20	406	1550	1895
45	150	200	25	457	1755	2158
50	200	300	25	508	1920	2380
60	250	350	25	610	2240	2795
70	300	400	40	711	2570	3220
85	400	500	40	863	3090	3905
100	500	700	40	1000	3540	4485
120	600	800	40	1200	3750	4585
140	700	900	40	1400	4000	4850
160	750	1000	40	1600	4320	5195
180	900	1200	50	1800	4950	6010
200	1000	1400	50	2000	5390	6465
220	1200	1500	50	2200	5710	6795
240	1200	1700	50	2400	5940	7050
260	1400	1800	50	2600	6410	7535
280	1400	2000	50	2800	6710	7853
300	1500	2100	50	3000	7050	8203

ZM: Altura Z do silencioso médio.

ZL: Altura Z do silencioso longo.

Nota: O diâmetro do difusor é igual a diam. 1 max mas o flange pode ser menor, de acordo com as condições operativas.

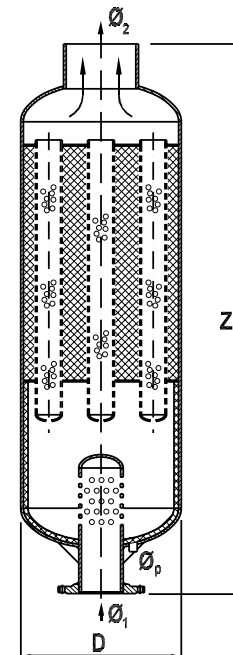


Figura 2 : Silencioso reativo-dissipativo multitubular.

Silencioso unitubular (SRDU)

Este modelo, figura 3, responde aos princípios idênticos que o multitubular, só que está desenhado para pequenos diâmetros nominais de entrada – DN 6 (1/8”) a DN 50 (2”) – Devido que, o pequeno espaço disponível na carcaça não permite alojar vários tubos, somente um é colocado.

Na tabela 2, indicam-se as dimensões gerais:

TABELA 2 : SILENCIOSO REATIVO-DISSIPATIVO UNITUBULAR. Dimensões gerais.

SRDU	ϕ_1	ϕ_2	D	Z
5	8 a 15	20	50	173
8	20	25	80	263
10	25	40	100	326
12	40	50	120	389
15	50	80	150	482

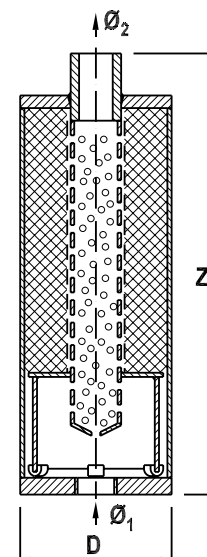


Figura 3 : Silencioso reativo-dissipativo unitubular.

Silencioso reativo-dissipativo anular (SRDA)

O silencioso reativo-dissipativo anular (fig.4) é um equipamento mais econômico que o multitubular, mas com uma atenuação menor, a que, entretanto, é suficiente para numerosos serviços onde as condições não são extremas. Como no caso do multitubular, o vapor ou gás ingressa por um difusor com múltiplos orifícios que, com a câmara onde descarrega, estão sintonizados para atenuar os ruídos de baixa frequência e além disso, transformá-los em outros de alta frequência, mais fáceis de absorver.

Os gases sobem por uma tubulação central e o ou os espaços anulares em que se subdivide a seção do corpo. O número de anéis aumenta na medida que se incrementa o diâmetro da carcaça e as paredes são de chapa perfurada com uma proteção de manto de vidro ou malha de aço inoxidável. Nos espaços onde não circula gás, vai o recheio de lã mineral, que é o meio absorvente indicado para o uso. Esta etapa dissipativa elimina os ruídos de frequências elevadas. A descarga é direta com o

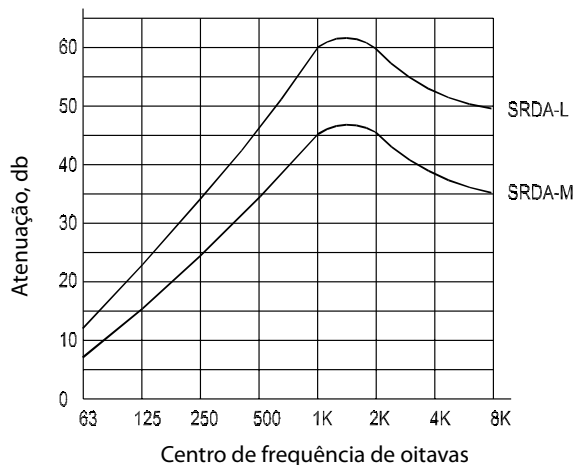


Figura 5 : Silencioso reativo-dissipativo anular. Curvas de atenuação típica.

objetivo de conseguir uma baixa velocidade de saída, reduzir a altura e o custo do silenciador. Cada modelo se apresenta no tamanho standard (M) ou longo (L) para máxima atenuação. Na tabela 3 são indicadas as dimensões dos diferentes modelos e a figura 5, mostra uma curva típica de atenuação vs. frequência.

Os anéis com recheio absorvente são flutuantes para permitir sua livre dilatação. O conjunto é autodrenante, a umidade condensada ou a água das chuvas escorrem e purgam por uma conexão no suporte inferior.

Neste modelo, valem os comentários finais feitos para o tipo multitubular. (SRDT).

TABELA 3 : REATIVO-DISSIPATIVO ANULAR. Dimensões gerais.

SRDA	ϕ 1 max	ϕ P	D	ZM	ZL
50	200	25	457	1460	1850
60	250	25	610	1695	2145
70	300	40	711	1960	2485
85	400	40	863	2390	3040
100	500	40	965	2730	3480
120	600	40	1200	3230	4130
140	700	40	1400	3750	4800
160	750	40	1600	4260	5460
180	900	50	1800	4810	6160
200	1000	50	2000	5220	6720
220	1200	50	2200	5730	7380
240	1200	50	2400	6590	8390
260	1400	50	2600	7230	9180
280	1400	50	2800	7730	9830
300	1500	50	3000	8290	10540

ZM. Altura Z do silencioso médio.

ZL: Altura Z do silencioso longo.

Nota: O diâmetro do difusor é igual a diam. 1 max mais a flange pode ser menor, conforme as condições operativa.

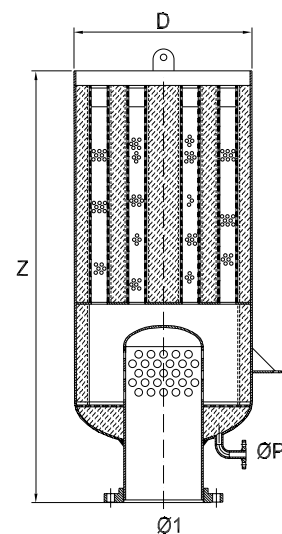


Figura 4 :Silencioso reativo-dissipativo anular.

Silenciosos Dissipativos (SDU, SDA)

O silencioso dissipativo é aplicado para atenuar ruídos onde prevalecem as bandas de frequência alta. O modelo SDU, figura 8, tubular, é o mais indicado para os diâmetros pequenos, enquanto que o SDA, anular, figura 10, é indicado para diâmetros maiores de 300 mm e quando é requerida grande atenuação.

Em ambos casos, o dispositivo de absorção de ruído é um anel ou um anel e um inserto de chapa perfurada, recheado de lã mineral. A superfície de recheio absorvente está protegida com manto de vidro para evitar que seja arrastada pela corrente de gás. Na tabela 4 e 5 são indicadas as dimensões gerais destes modelos.

A atenuação destes silenciosos será maior quanto mais longo for o equipamento. As curvas da figura 6 e 7 mostram como varia, para as diferentes frequências.

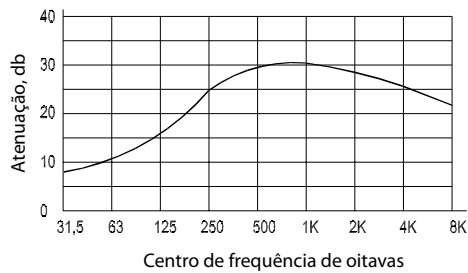


Figura 6 : SILENCIOSO DISSIPATIVO TUBULAR. Curva de atenuação.

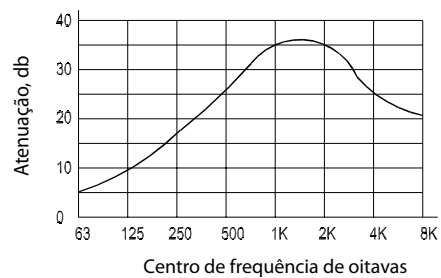


Figura 7 : SILENCIOSO DISSIPATIVO ANULAR. Curva de atenuação.

TABELA 4 :SILENCIOSO DISSIPATIVO TUBULAR. Dimensões gerais.

SDU	ϕ_1 y ϕ_2	D	A		Z	
			M	L	M	L
100	25	114	100	200	250	350
125	40	143	200	400	350	550
150	50	168	250	500	400	650
200	80	219	375	750	525	900
250	100	273	500	1000	700	1200
300	150	324	750	1500	950	1700
450	200	457	1000	2000	1250	2250

M: Dimensões do silencioso médio.

L: Dimensões do silenciador longo.

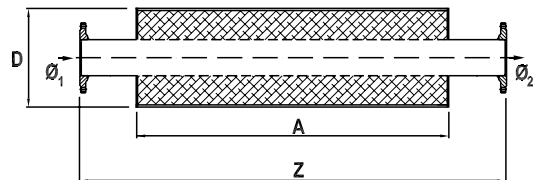


Figura 8 : SILENCIADOR DISSIPATIVO TUBULAR.

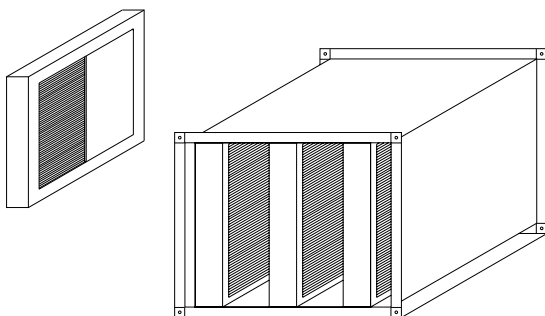


Figura 9 : SILENCIOSO DISSIPATIVO MODULAR.

Outro tipo muito usado em condutos de ventilação é o silencioso dissipativo modular (fig.9), de forma retangular, que leva vários módulos, cujo número aumenta à medida que é maior a seção do conduto onde vai intercalado.

A largura e a longitude dos módulos e o espaço entre eles varia conforme a atenuação requerida e a perda da carga admitida.

TABELA 5 : SILENCIOSO DISSIPATIVO ANULAR. Dimensões gerais.

SDA	ϕ_1 y ϕ_2	D	A		Z	
			M	L	M	L
45	200	457	400	600	600	800
50	250	508	500	750	700	950
60	300	610	600	900	800	1100
65	350	660	700	1050	900	1250
70	400	711	800	1200	1000	1400
75	450	762	900	1350	1100	1550
90	500	900	1000	1500	1250	1750
100	600	1000	1200	1800	1450	2050
120	700	1200	1400	2100	1650	2350
140	800	1400	1600	2400	1900	2700
160	1000	1600	2000	3000	2300	3300

M: Dimensões do silencioso médio
L: Dimensões do silencioso longo.

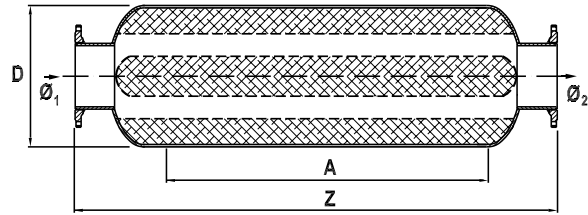


Figura 10 : SILENCIOSO DISSIPATIVO ANULAR.

Silencioso Reativo (SR)

O silenciador reativo é um equipamento indicado para atenuar ruídos criados pelo fluxo pulsante, onde predominam as baixas frequências; como o escape de bombas alternativas a vapor, escape de motores de combustão interna de 2 e 4 tempos, descarga de bombas de vácuo, sucção e descarga de compressores, etc...

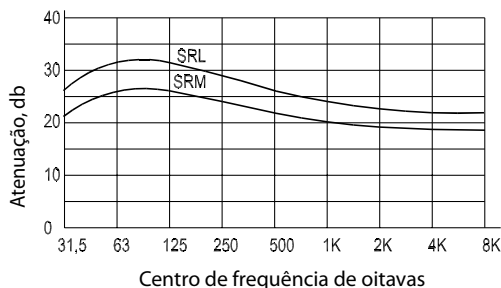


Figura 12 : SILENCIOSO REATIVO. Curva de atenuação.

O gás que ingressa à câmara inferior, passa por 4 tubos ressonadores, perfurados ou com fenda fixados a uma placa divisória, e sai por outros quatro, soldados a uma segunda placa divisória. As 2 ou 3 câmaras de ressonância estão isoladas acusticamente do exterior por uma capa de ar que fica na dupla parede formada pela carcaça e um cilindro de diâmetro um pouco menor fixado com vários distanciadores.

Na figura 12 se mostra uma típica curva de atenuação, conforme a frequência deste silenciador. Na tabela 6 são indicadas suas dimensões.

TABELA 6 : SILENCIOSO REATIVO. Dimensões gerais.

SR	ϕ_1 y ϕ_2	D	A		Z	
			M	L	M	L
20	80	219	600	1000	750	1150
25	100	324	750	1250	900	1400
30	100	324	900	1500	1050	1650
40	150	406	1200	2000	1350	2150
50	200	457	1500	2500	1650	2650
60	250	559	1800	3000	1950	3150
70	300	762	2100	3500	2300	3700
80	350	813	2400	4000	2600	4200
100	400	1016	3000	5000	3200	5200
110	450	1016	3300	5500	3500	5700
120	500	1066	3600	6000	3850	6250
140	600	1371	4200	6500	4450	6750

M: Dimensões do silencioso médio.
L: Dimensões do silencioso longo.

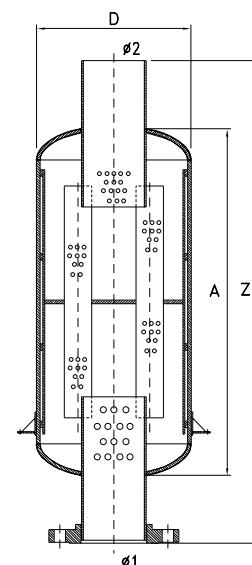


Figura 11 :SILENCIOSO REATIVO.

Separadores-Silenciosos (SSRD)

O separador-silencioso SSRD, tem dupla função de separar o líquido que acompanha a uma eliminação, e atenuar o ruído a níveis admitidos. A câmara de separação, do tipo ciclônico, serve também como amortecedor reativo de ruídos de baixa frequência. Os gases livres de líquido saem por um difusor em forma de múltiplos jatos, que regularizam a turbulência e ingressam à câmara dissipativa superior com paredes acústicas.

O equipamento é especialmente indicado para bombas de vácuo de anel de água, que geram ruído na descarga; com este dispositivo, a água de selagem é separada e o ruído é reduzido a menos de 85 dba.

TABELA 7 : SEPARADOR – SILENCIOSO REATIVO – DISSIPATIVO.
Dimensões gerais.

SSRD	ϕ_{n1}	ϕ_{n2}	D	C	Z
10	25	40	141	130	610
15	40	50	168	175	675
20	50	80	219	220	750
25	80	100	273	280	925
30	100	150	324	340	1115
45	150	200	457	535	1640
60	200	250	610	730	2145
75	250	300	762	925	2450
90	300	350	914	1120	3150
100	350	400	1016	1250	3495
120	400	500	1219	1595	4170

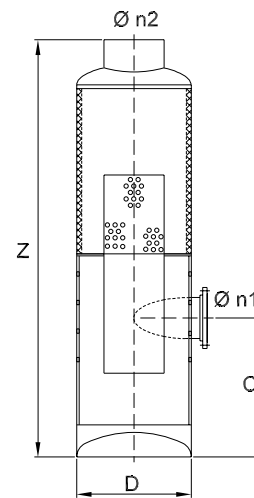


Figura 13 : SEPARADOR - SILENCIOSO REATIVO - DISSIPATIVO