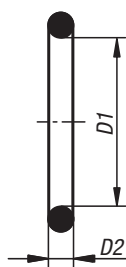
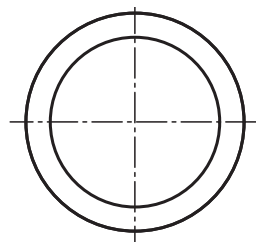


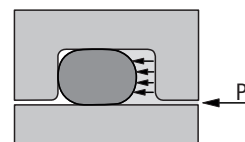
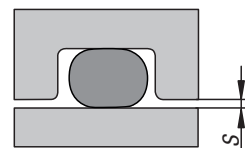
Indicação técnica para O-Rings

Efeito de vedação



O-Ring é um elemento de vedação na qual fluidos e gases podem ser vedados com segurança. O efeito de vedação ocorre na montagem resultante da compressão axial ou radial da seção transversal. No estado operacional, a pressão do meio aumenta a deformação do O-Ring, aumentando assim a sua função de vedação.

Anéis O-Rings são usados principalmente para vedações estáticas, entretanto, seu uso é restrito nas vedações dinâmicas, hidráulicas e pneumáticas (depende da pressão, velocidade e temperatura). Devido à sua resistência ao atrito, a compressão inicial deve ser sempre menor do que em aplicações estáticas. Nas aplicações dinâmicas, assegure sempre uma lubrificação suficiente.

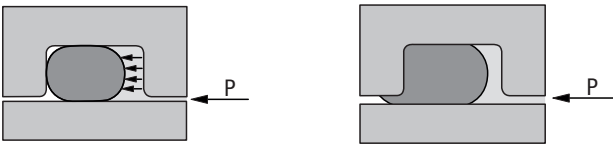


Tipos de montagem

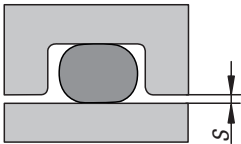
	Vedação para flange, montagem axial estática vedante	Nos casos de pressão interna se aplica: diâmetro externo do O-Ring $(D1 + 2 \times D2)$ aprox. 2% maior que o diâmetro externo da ranhura $D5 \ D1 \sim D5 \times 1,02 - 2 \times D2$
	Vedação para flange, montagem axial estática vedante	Nos casos de pressão externa se aplica: diâmetro do O-Ring $D1$ aprox. 2% menor que o diâmetro interno da ranhura $D6 \ D1 \sim D6 \times 0,98$
	Vedação da haste (vedação interna) montagem radial com vedação estática/dinâmica	Para aplicação com vedação interna, utiliza-se: diâmetro do O-Ring $D1 = D4$
	Vedação do êmbolo (vedação externa) montagem radial com vedação estática/dinâmica	Para aplicação com vedação externa, utiliza-se: diâmetro do O-Ring $D1 \leq D3$
Além disso, existem outros modos de instalação do O-Ring, como em uma ranhura trapezoidal ou triangular. Uma vez que a produção de ranhuras trapezoidais ou triangulares torna-se difícil e dispendiosa, deve-se optar pela montagem em uma ranhura retangular.		

Medidas de folgas

Através da pressão, o anel O-Ring é pressionado contra o lado oposto à pressão. Para evitar que o O-Ring seja pressionado na folga de vedação, esta deve apresentar o tamanho menor possível. Uma folga de vedação excessivamente grande pode levar à destruição do O-Ring por extrusão.



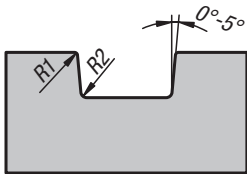
Os valores de referência das folgas para elastômeros padrão apresentados na tabela, representam os valores máximos para os casos de disposição centralizada dos componentes. Os valores admissíveis para a folga de vedação dependem da pressão, da dureza do material e do diâmetro. Todos os dados são baseados em valores de experiência e só devem ser considerados como valores de referência.



O-Ring dureza 70 Shore A					
Espessura "W" D2	≤ 2	≤ 3	≤ 5	≤ 7	>7
Pressão (bar)	Folga S (mm)				
≤3,5	0,08	0,09	0,1	0,13	0,15
≤7,0	0,05	0,07	0,08	0,09	0,1
≤10	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08

Raios de ranhura

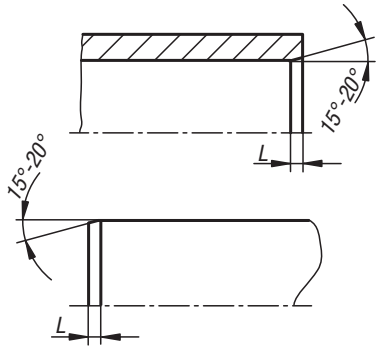
As bordas internas e externas não devem apresentar arestas afiadas. Todas as arestas em contato com o O-Ring devem estar completamente livres de rebarbas e devem apresentar o formato arredondado. Devem ser considerados os raios em relação à seção transversal W. Ângulos de inclinação dos flancos das ranhuras permitidos aproximadamente até 5°.



Espessura "W" D2	R1	R2
< 2	0,1	0,3
< 3	0,2	0,3
< 4	0,2	0,5
< 5	0,2	0,6
< 6	0,2	0,6
< 8	0,2	0,8
> 8	0,2	1

Chanfro de inserção

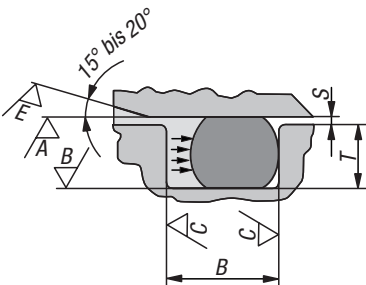
Para garantir uma montagem adequada, devem ser previstos chanfros nos componentes, para que o O-Ring não seja danificado durante a montagem.



Espessura "W" D2	L (15°)	L (20°)
≤1,80	2,5	2
≤2,65	3	2,5
≤3,55	3,5	3
≤5,30	4	3,5
≤7,00	5	4
>7,00	6	4,5

Rugosidade da superfície

Para alcançar uma vedação ideal, as superfícies de contato devem satisfazer uma qualidade mínima. Os requisitos na superfície dependem principalmente do caso de aplicação. Especialmente nas vedações dinâmicas ou com pressão de pulsação, a superfície deve ser mais fina do que nas aplicações estáticas. Os valores especificados abrangem a maioria das aplicações com vedações e são apenas recomendações.



Superfície	Caso de aplicação	Rz (µm)	Ra (µm)
Superfície de vedação A	estática	≤ 6,3	≤ 1,6
Base da ranhura B	estática	≤ 6,3	≤ 1,6
Flancos da ranhura C	estática	≤ 6,3	≤ 1,6
Superfície de vedação A	dinâmica	≤ 1,6	≤ 0,4
Base da ranhura B	dinâmica	≤ 6,3	≤ 1,6
Flancos da ranhura C	dinâmica	≤ 6,3	≤ 1,6
Chanfro de inserção	-	≤ 6,3	≤ 1,6

Indicação de montagem

Para garantir que o anel O-Ring possa cumprir a função de vedação correspondente, deve-se evitar qualquer dano durante a montagem para não ocorrer vazamentos. Portanto, as seguintes instruções de instalação devem ser cumpridas:

- observar chanfros definidos e a rugosidade da superfície necessária
- todas as arestas sobre as quais o O-Ring tem contato devem apresentar uma transição sem rebarbas e formato arredondado.
- sujeira, cavacos e todas as outras partículas devem ser removidas na área de inserção e na ranhura
- use suportes de montagem (buchas) no transpasse de roscas, bordas e cantos inevitavelmente afiados
- se possível, use graxa / óleo de montagem (observe a resistência)
- não use ferramentas ou recursos de montagem afiados
- O-Rings nunca devem ser colados devido a um possível endurecimento futuro
- não gire ou torça os O-Rings durante a montagem
- na montagem é permitida uma expansão de curta duração de 20% em relação ao diâmetro interno

Dimensionamento e seleção dos O-Rings

Para uma vedação ideal, devem ser selecionados O-Rings com a maior espessura "W" possível. Especialmente nos casos de condições de tolerância desfavoráveis, deve ser selecionada a próxima espessura "W" de valor maior.

O efeito de vedação do anel O-Ring é alcançado através da pressão inicial aplicada sobre ele. Dependendo do caso de aplicação, os seguintes valores devem ser alcançados:

- vedação estática 15 – 30%
- vedação dinâmica 10 – 18% (hidráulica)
- vedação dinâmica 4 – 12% (pneumática)

A tabela ao lado mostra uma recomendação da pré-compressão do O-Ring em relação ao diâmetro do cabo D2 e ao caso de aplicação.

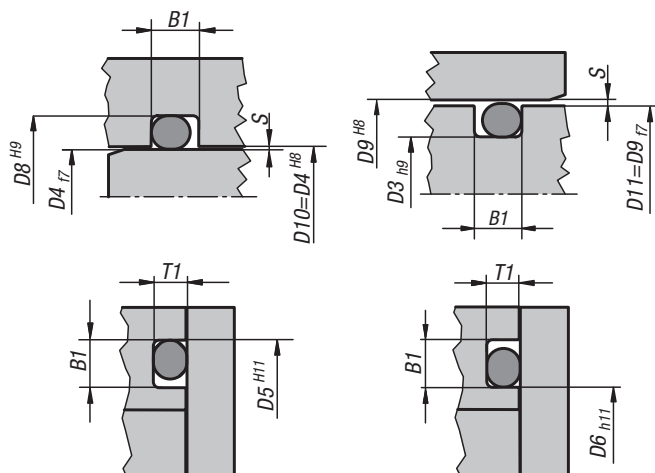
Em estado montado, o O-Ring deve atingir uma dilatação máx. de 6%

em relação ao diâmetro interno e uma deformação máx. de 3%

Espessura "W" (diâmetro seccional) do O-Ring	Carga de pressão inicial		
	Aplicação		
D2	estática hidráulica/ pneum.	dinâmica hidráulica	dinâmica pneumática
1,78	11,5 - 28,5 %	10,5 - 25,0 %	5,0 - 18,5 %
2	11,0 - 27,5 %	10,0 - 23,5 %	4,5 - 17,5 %
2,62	10,5 - 25,0 %	9,0 - 20,5 %	4,0 - 15,5 %
3	10,3 - 24,0 %	8,8 - 20,0 %	3,5 - 15,0 %
3,53	10,0 - 23,0 %	8,0 - 18,5 %	3,0 - 14,0 %
4	10,0 - 22,0 %	7,5 - 18,0 %	3,0 - 13,7 %
5	10,0 - 21,5 %	7,0 - 17,5 %	3,0 - 13,5 %
5,33	10,0 - 20,0 %	7,0 - 17,0 %	3,0 - 13,2 %
6	9,8 - 19,5 %	7,0 - 16,5 %	3,0 - 13,0 %
7	9,5 - 19,0 %	6,5 - 16,0 %	3,0 - 12,7 %
8	9,5 - 19,0 %	6,5 - 16,0 %	3,0 - 12,0 %

Medidas de montagem da ranhura retangular

Os valores e tolerâncias indicados na tabela se aplicam aos O-Rings na qualidade de NBR 70 Shore A. Em geral, esses valores também podem ser usados para outros materiais e durezas de materiais, eventualmente deve-se ajustar somente a profundidade da ranhura. Os valores especificados abrangem a maioria das aplicações de vedação e devem ser considerados como recomendações.



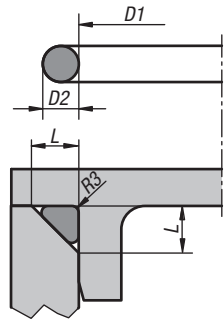
Exemplo	
Eixo D4 = 58	D4 = 58
Montagem radial, estática (vedação interna)	
Seleção O-Ring	D1 = 58, D2 = 3.5
Medidas de montagem da tabela	
Diâmetro da base da ranhura D8	D8 = D4 + 5,3 = 63,3
Largura da ranhura B1	B1 = 4,6
Largura da folga S	
Diâmetro D10	D10 = D4 H8 = 58 ⁰ / 58 ⁺⁴⁶
Diâmetro D4	D4 f7 = 58 ⁻³⁰ / 58 ⁻⁶⁰
Folga máxima S	S = 0.053

Tabela de medidas de montagem

Medidas de montagem							
Espessura “W” (diâmetro seccional) do O-Ring	Montagem radialDiâmetro da base da ranhura				Largura de ranhura	Montagem axial	
						Profundidade da ranhura	Raio
	dinâmica	estática	dinâmica	estática			
D2	D3h9	D3h9	D8H9	D8H9	B1 +0,2	T1 +0,05	R2
0,5	-	D9-0,7	-	D4+0,7	0,8	0,35	0,2
0,74	-	D9-1,0	-	D4+1,0	1	0,5	0,2
1,00 1,02	-	D9-1,4	-	D4+1,4	1,4	0,7	0,2
1,2	-	D9-1,7	-	D4+1,7	1,7	0,85	0,2
1,25 1,27	-	D9-1,8	-	D4+1,8	1,7	0,9	0,2
1,3	-	D9-1,9	-	D4+1,9	1,8	0,95	0,2
1,42	-	D9-2,1	-	D4+2,1	1,9	1,05	0,3
1,50 1,52	D9-2,5	D9-2,2	D4+2,5	D4+2,2	2	1,1	0,3
1,60 1,63	D9-2,6	D9-2,4	D4+2,6	D4+2,4	2,1	1,2	0,3
1,78 1,80	D9-2,9	D9-2,6	D4+2,9	D4+2,6	2,4	1,3	0,4
1,83	D9-3,0	D9-2,7	D4+3,0	D4+2,7	2,5	1,35	0,4
1,9	D9-3,1	D9-2,8	D4+3,1	D4+2,8	2,6	1,4	0,4
1,98 2,00	D9-3,3	D9-3,0	D4+3,3	D4+3,0	2,7	1,5	0,4
2,08 2,10	D9-3,5	D9-3,1	D4+3,5	D4+3,1	2,8	1,55	0,4
2,2	D9-3,7	D9-3,2	D4+3,7	D4+3,2	3	1,6	0,4
2,26	D9-3,8	D9-3,4	D4+3,8	D4+3,4	3	1,7	0,4
2,30 2,34	D9-3,9	D9-3,5	D4+3,9	D4+3,5	3,1	1,75	0,4
2,4	D9-4,1	D9-3,6	D4+4,1	D4+3,6	3,2	1,8	0,5
2,46	D9-4,2	D9-3,7	D4+4,2	D4+3,7	3,3	1,85	0,5
2,5	D9-4,3	D9-3,7	D4+4,3	D4+3,7	3,3	1,85	0,5
2,62 2,65	D9-4,5	D9-4,0	D4+4,5	D4+4,0	3,6	2	0,6
2,7	D9-4,6	D9-4,1	D4+4,6	D4+4,1	3,6	2,05	0,6
2,8	D9-4,8	D9-4,2	D4+4,8	D4+4,2	3,7	2,1	0,6
2,92 2,95	D9-5,0	D9-4,4	D4+5,0	D4+4,4	3,9	2,2	0,6
3	D9-5,2	D9-4,6	D4+5,2	D4+4,6	4	2,3	0,6
3,1	D9-5,4	D9-4,8	D4+5,4	D4+4,8	4,1	2,4	0,6
3,5	D9-6,1	D9-5,3	D4+6,1	D4+5,3	4,6	2,65	0,6
3,53 3,55	D9-6,2	D9-5,4	D4+6,2	D4+5,4	4,8	2,7	0,8
3,6	D9-6,3	D9-5,6	D4+6,3	D4+5,6	4,8	2,8	0,8
4	D9-7,0	D9-6,2	D4+7,0	D4+6,2	5,2	3,1	0,8
4,5	D9-8,0	D9-7,0	D4+8,0	D4+7,0	5,8	3,5	0,8
5	D9-8,8	D9-8,0	D4+8,8	D4+8,0	6,6	4	0,8
5,30 5,33	D9-9,4	D9-8,6	D4+9,4	D4+8,6	7,1	4,3	1,2
5,5	D9-9,6	D9-9,0	D4+9,6	D4+9,0	7,1	4,5	1,2
5,7	D9-10,0	D9-9,2	D4+10,0	D4+9,2	7,2	4,6	1,2
6	D9-10,6	D9-9,8	D4+10,6	D4+9,8	7,4	4,9	1,2
6,5	D9-11,4	D9-10,8	D4+11,4	D4+10,8	8	5,4	1,2
6,99 7,00	D9-12,2	D9-11,6	D4+12,2	D4+11,6	9,5	5,8	1,5
7,5	D9-13,2	D9-12,6	D4+13,2	D4+12,6	9,7	6,3	1,5
8	D9-14,2	D9-13,4	D4+14,2	D4+13,4	9,8	6,7	1,5
8,4	D9-15,0	D9-14,2	D4+15,0	D4+14,2	10	7,1	1,5
9	D9-16,2	D9-15,4	D4+16,2	D4+15,4	10,6	7,7	2
9,5	D9-17,2	D9-16,4	D4+17,2	D4+16,4	11	8,2	2
10	D9-18,2	D9-17,2	D4+18,2	D4+17,2	11,6	8,6	2,5
12	D9-22,0	D9-21,2	D4+22,0	D4+21,2	13,5	10,6	2,5

Medidas de montagem da ranhura triangular

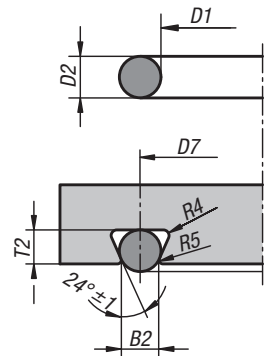
Aplicável na vedação de flanges e tampas. Neste tipo de ranhura, o O-Ring tem três superfícies de contato. Desta maneira, não é possível garantir uma pressão de contato definida. Esta ranhura também não permite uma eventual dilatação do O-Ring. Para garantir a função de vedação, é necessário observar as medidas e tolerâncias da tabela ao lado. A espessura D2 do O-Ring deve ser superior a 3 mm.



Espessura “W” (diâmetro seccional) do O-RingD2	Comprimento de arestas L	Raio R3
1,78 1,80	2,4 +0,10	0,3
2	2,7 +0,10	0,4
2,4	3,2 +0,15	0,4
2,5	3,4 +0,15	0,6
2,62 2,65	3,5 +0,15	0,6
3	4,0 +0,20	0,6
3,1	4,1 +0,20	0,6
3,53 3,55	4,7 +0,20	0,9
4	5,4 +0,20	1,2
5	6,7 +0,25	1,2
5,30 5,33	7,1 +0,25	1,5
5,7	7,6 +0,25	1,5
6	8,0 +0,30	1,5
7	9,4 +0,30	2

Medidas de montagem da ranhura trapezoidal

Na ranhura trapezoidal, o O-Ring é mantido no sulco. Por razões de produção das ranhuras, esta aplicação é recomendada apenas a partir de uma espessura “W” D2 de aprox. 2,5 mm. A largura da ranhura B2 é medida antes do processo de rebarbação nas arestas. O diâmetro do centro da ranhura D7 corresponde a $D7 = D1 + D2$.



Espessura “W” (diâmetro seccional) do O-Ring	Largura de ranhura	Profundidade da ranhura	Raio	Raio
D2	B2 +/- 0,05	T2 +/- 0,05	R4	R5
2,5	2,05	2	0,4	0,25
2,62 2,65	2,15	2,1	0,4	0,25
3	2,4	2,4	0,4	0,25
3,1	2,4	2,4	0,4	0,25
3,53 3,55	2,9	2,9	0,8	0,25
4	3,1	3,2	0,8	0,25
5	3,9	4,2	0,8	0,25
5,30 5,33	4,1	4,6	0,8	0,4
5,7	4,4	4,8	0,8	0,4
7	5,6	6	1,6	0,4
8	6	6,9	1,6	0,4
8,4	6,3	7,3	1,6	0,4