



- Réglables ou autoréglables
- A caractéristique linéaire ou progressive
- Eléments de butée :
Combinaison d'amortisseur et de détection de fin de course
- Types conforme à la directive ATEX pour les atmosphères explosibles
→ www.festo.fr/ex

Eléments d'amortissement

Caractéristiques

FESTO

Eléments d'amortissement

9.0

Amortisseurs

YSR – réglable



Sur ces amortisseurs hydrauliques, l'énergie d'impact est convertie par refoulement de l'huile via une soupape à pilotage pneumatique. Un ressort de rappel intégré ramène la

tige de piston à sa position initiale. L'amortissement peut être réglé en continu au moyen d'une bague de réglage. Le réglage est possible pendant le fonctionnement. Les

amortisseurs ne doivent pas être utilisés comme butées de fin de course ; respecter la force d'impact maximum !

YSR-C – autoréglable



Sur ces amortisseurs hydrauliques autoréglables, l'énergie agissant sur la tige de piston est absorbée par refoulement de l'huile au travers d'une soupape de décharge pilotée

par la pression et d'un limiteur de débit réagissant en fonction de la course. Cela permet d'obtenir une adaptation à chacun des cas d'amortissement en deçà de la limite

d'énergie maximum admissible. Un ressort de compression intégré ramène la tige de piston à sa position initiale.

YSRW – autoréglable, progressif



Ces amortisseurs possèdent, par rapport à l'amortisseur YSR-...-C, une caractéristique progressive. Celle-ci assure, sur un longue course, une

augmentation lente de la force d'amortissement. Il en résulte une nette réduction des vibrations du

système de manipulation. D'où la possibilité de réduire les temps de cycle.

Eléments de butée avec amortisseur

YSRWJ – autoréglable, progressif



Ces éléments de butée assurent trois fonctions :
– Décélération par amortisseurs autoréglables progressifs (YSRW)

– Course d'amortissement réglable
– Détection de fin de course par capteur de proximité SME-/SMT-8
– Réglage fin des fins de course

Les éléments de butée YSRWJ se prêtent à des utilisations variées en technique de manipulation et d'assemblage.

Freins hydrauliques

YDR – réglable



Sur ce frein hydraulique, l'énergie agissant sur la tige de piston est convertie par refoulement de l'huile via un limiteur de débit. Un ressort de

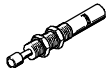



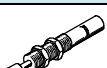
rappel intégré ramène la tige de piston à sa position initiale. L'amortissement peut être réglé en continu au moyen d'une bague de

réglage. Ils ne sont conçus que pour des vitesses d'avance lentes de l'ordre de 0,1 m/s.

Éléments d'amortissement

Fourniture

FESTO

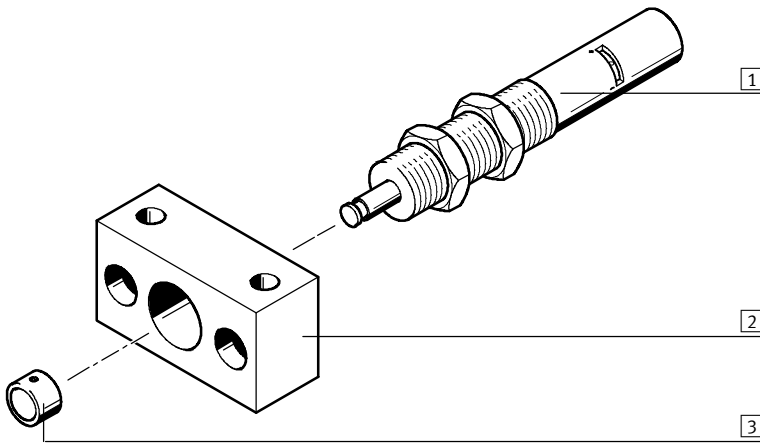
Fonction	Exécution	Type	∅ [mm]	Course [mm]	Energie absorbée par course [J]	Caractéristique d'amortissement	Détection de position A	Exempt de cuivre et de PTFE CT	→ Page
Amortisseurs	réglable								
		YSR	8, 12, 16, 20, 25, 32	8, 12, 20, 25, 40, 60	4 ... 380	réglable	-	-	1 / 9.1-0
	autoréglable								
		YSR-C	5, 7, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32	5, 8, 10, 12, 20, 25, 40, 60	1 ... 380	augmentation rapide de la force de décélération	-	■	1 / 9.1-4
		YSRW	5, 7, 8, 10, 12, 16, 20	8, 10, 14, 17, 20, 26, 34	1,3 ... 70	augmentation lente de la force de décélération	-	■	1 / 9.1-8
Élément de butée	autoréglable								
		YSRWJ	5, 7, 8	7,5, 9,5, 13,5	1 ... 3	augmentation lente de la force de décélération	■	-	1 / 9.1-12
Frein hydraulique	réglable								
		YDR	16, 20, 25, 32	20, 25, 40, 60	32 ... 384	linéaire, réglable	-	-	1 / 9.2-0

Éléments d'amortissement

9.0

Amortisseur YSR

Périphérie et désignation



Accessoires			
	Type	Description	→ Page
1	Amortisseurs YSR	Amortisseur hydraulique à caractéristique d'amortissement réglable	1 / 9.1-1
2	Flasque de fixation YSRF	Possibilités de fixation des amortisseurs	1 / 9.3-0
3	Tampon YSRP	pour la protection de la tige de piston	1 / 9.3-2
-	Pompe à huile YSR-OEP	pour faire l'appoint d'huile	1 / 9.3-2
-	Huile spéciale OFSB-1	Huile de rechange	1 / 9.3-2

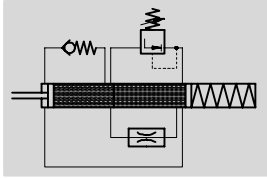
Type		YSR	-	12	-	12	-	
YSR	Amortisseurs							
Ø[mm]								
Course [mm]								
Tampon								
D	avec tampon							



Amortisseur YSR

Fiche technique

FESTO

Fonction



-  - Diamètre
8 ... 32 mm
-  - Course
8 ... 60 mm



Caractéristiques techniques générales						
∅ de piston	8	12	16	20	25	32
Course [mm]	8	12	20	25	40	60
Mode de fonctionnement	Amortisseur hydraulique avec ressort de rappel					
Amortissement	réglable					
Mode de fixation	Filetage avec contre-écrou					
Vitesse d'impact [m/s]	0,1 ... 3					
Poids du produit [g]	40	120	240	420	860	1 600
Température ambiante [°C]	-10 ... +80					

Temps de rappel [s]						
∅ de piston	8	12	16	20	25	32
court ¹⁾	≤ 0,4					
long ²⁾	≤ 1					

- 1) Tige de piston rentrée sur une courte durée ≤ 30 s
- 2) Tige de piston rentrée sur une longue durée ≤ 6 h

Forces [N]						
∅ de piston	8	12	16	20	25	32
Force d'impact max. en fin de course	400	900	1 600	2 500	4 000	6 400
Force de rappel	3	25	20	25	30	35

Energies [J]						
∅ de piston	8	12	16	20	25	32
Energie max. absorbée par course	4	10,8	32	62,5	160	380
Energie max. absorbée par heure	24 000	77 000	130 000	180 000	293 000	438 000

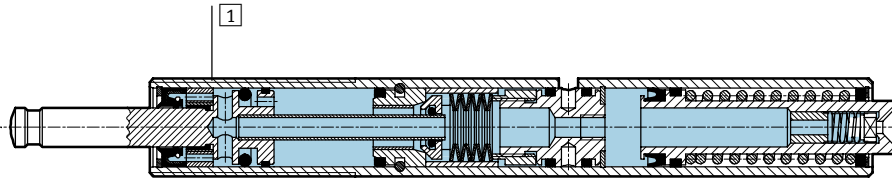
Amortisseur YSR

Fiche technique

FESTO

Matériaux

Coupe fonctionnelle

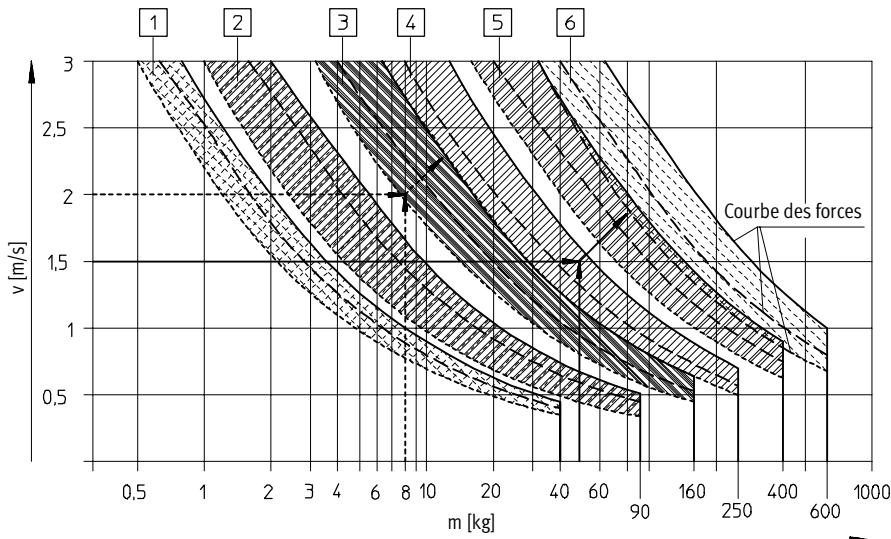


Amortisseurs

1	Corps	Acier, zingué
-	Joints	Perbunan, polyuréthane

Diagramme de sélection des amortisseurs à amortissement réglable en continu YSR

Vitesse d'impact v en fonction de la masse m



- 1 YSR-8-8-D
- 2 YSR-12-12
- 3 YSR-16-20
- 4 YSR-20-25
- 5 YSR-25-40
- 6 YSR-32-60

Trois courbes de forces sont tracées pour chaque amortisseur. Pour les valeurs intermédiaires, il faudra faire

la moyenne. Les flèches renvoient aux exemples de la page → 1 / 9.3-5.

Amortisseurs	Force d'impact max. en fin de course	Force A =	Force A =	Force A =
YSR-8-8-D	400 N	0 N	100 N	200 N
YSR-12-12	900 N	0 N	200 N	500 N
YSR-16-20	1 600 N	0 N	500 N	800 N
YSR-20-25	2 500 N	0 N	800 N	1 200 N
YSR-25-40	4 000 N	0 N	1 200 N	2 000 N
YSR-32-60	6 400 N	0 N	2 000 N	3 000 N

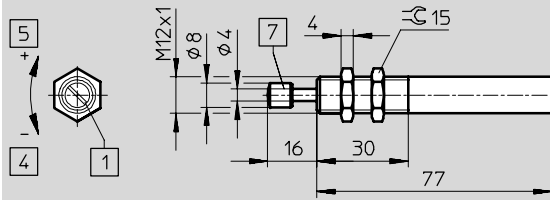
Amortisseur YSR

Fiche technique



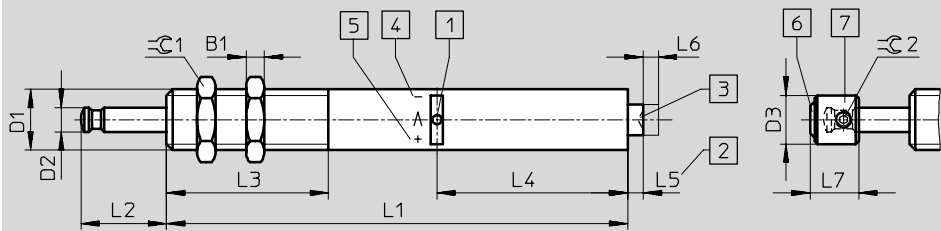
Dimensions Téléchargement des données de CAO → www.festo.fr

YSR-8-8-D



- 1 Réglage de l'amortissement
- 4 - amortissement plus faible
- 5 + amortissement plus fort
- 7 Tampon (compris dans la fourniture)

YSR...



- 1 Réglage de l'amortissement
- 2 Réservoir d'huile
- 3 Appoint d'huile
- 4 - amortissement plus faible
- 5 + amortissement plus fort
- 6 Plaque polyuréthane
- 7 Tampon YSRP (à commander séparément)

∅	B1	D1	D2	D3	L1	L2	L3
[mm]			∅	∅			
8	-	-	-	-	-	-	-
12	5	M15x1	6	12	119	18	36
16	6	M20x1,25	8	16	151	28	53
20	8	M20x1,25	10	20	174	35	60
25	10	M30x1,5	12	25	227	52	80
32	12	M37x1,5	15	32	275	75	108

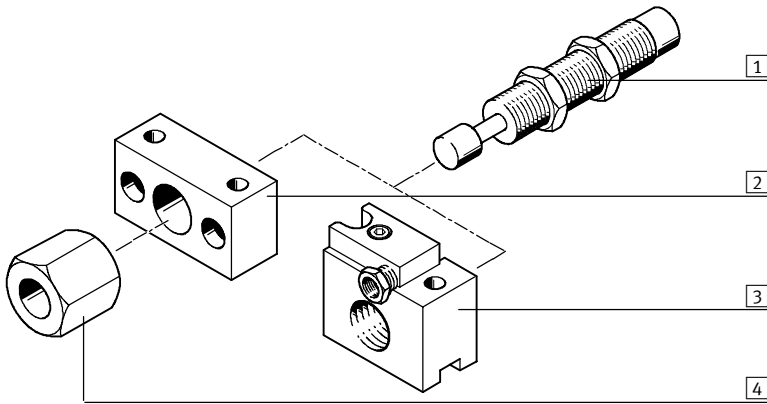
∅	L4	L5max.	L6	L7	∅ 1	∅ 2	Couple de serrage max. ∅ 1
[mm]				±0,4			[Nm]
8	-	-	-	-	-	-	5
12	52,5	5	3	10	19	2	20
16	62,5	5	5	13,5	24	2,5	35
20	72,5	6	6	17	30	3	60
25	89,8	9	10	20,5	36	4	80
32	106,3	13	15	26	46	4	100

Références

∅	N° de pièce	Type
[mm]		
8	189 980	YSR-8-8-D
12	10 867	YSR-12-12
16	10 868	YSR-16-20
20	10 869	YSR-20-25
25	10 870	YSR-25-40
32	10 871	YSR-32-60

Amortisseur YSR-C

Périphérie et désignation



Accessoires			
	Type	Description	→ Page
1	Amortisseur YSR-C	Amortisseur hydraulique à augmentation rapide de la force de décélération	1 / 9.1-5
2	Flasque de fixation YSRF	Possibilités de fixation des amortisseurs	1 / 9.3-0
3	Flasque de fixation YSRF-S	Possibilité de fixation pour amortisseur à douille de butée intégrée et détection de position	1 / 9.3-1
4	Limiteur de butée YSRA	Limitation de la course de l'amortisseur	1 / 9.3-2

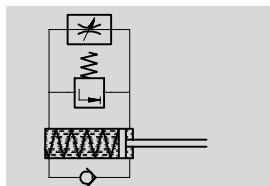
	YSR	-	16	-	20	-	C
Type							
YSR		Amortisseur					
Ø[mm]							
Course [mm]							
Version							
C							

Amortisseur YSR-C

Fiche technique

FESTO

Fonction



- \varnothing - Diamètre
5 ... 32 mm
- | - Course
5 ... 60 mm



Caractéristiques techniques générales											
∅ de piston		5	7	8	10	12	16	20	25	32	
Course	[mm]	5	5	8	10	12	20	25	40	60	
Mode de fonctionnement	Amortisseur hydraulique avec ressort de rappel										
Amortissement	autoréglable										
Mode de fixation	Filetage avec contre-écrou										
Vitesse d'impact	[m/s]	0,05 ... 2		0,05 ... 3							
Poids du produit	[g]	9	18	30	50	70	140	240	600	1 250	
Température ambiante	[°C]	-10 ... +80									

Temps de rappel [s]										
∅ de piston		5	7	8	10	12	16	20	25	32
Temps de rappel ¹⁾		≤ 0,2							≤ 0,4	≤ 0,5

- 1) Les caractéristiques techniques indiquées se rapportent à la température ambiante. A une température plus élevée de l'ordre de 80 °C, la masse max. et l'énergie de décélération doivent être réduites d'environ 50%.
A -10 °C le temps de rappel peut durer jusqu'à 1 seconde.

Forces [N]										
∅ de piston		5	7	8	10	12	16	20	25	32
Poussée min. ¹⁾		5,5	8,5	15	20	27	42	80	143	120
Force d'impact max. ²⁾ en fin de course		200	300	500	700	1 000	2 000	3 000	4 000	6 000
Force de rappel min. ³⁾		0,7	1	3,1	4,5	6	6	14	14	21

- 1) Force min. applicable à la tige de piston pour que celle-ci atteigne exactement la fin de course arrière. En cas de fin de course située plus en avant, cette valeur diminue d'autant.
2) Si la force d'impact maximale est dépassée, prévoir une butée fixe (par ex. YSRA) 0,5 mm avant la fin de course.
3) Force max. applicable à la tige de piston pour que celle-ci ressorte complètement.

Energies [J]										
∅ de piston		5	7	8	10	12	16	20	25	32
Energie max. absorbée par course		1	2	3	6	10	30	60	160	380
Energie max. absorbée par heure		8 000	12 000	18 000	26 000	36 000	64 000	92 000	150 000	220 000

Plage de masse [kg]										
∅ de piston		5	7	8	10	12	16	20	25	32
Plage des masses adm. jusqu'à		1,5	5	15	25	45	90	120	200	400

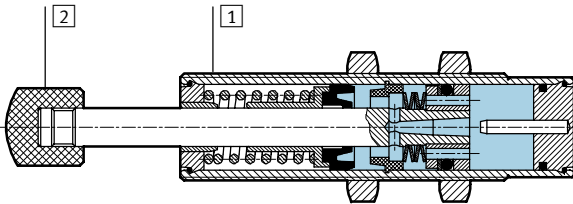
Amortisseur YSR-C

Fiche technique



Matériaux

Coupe fonctionnelle



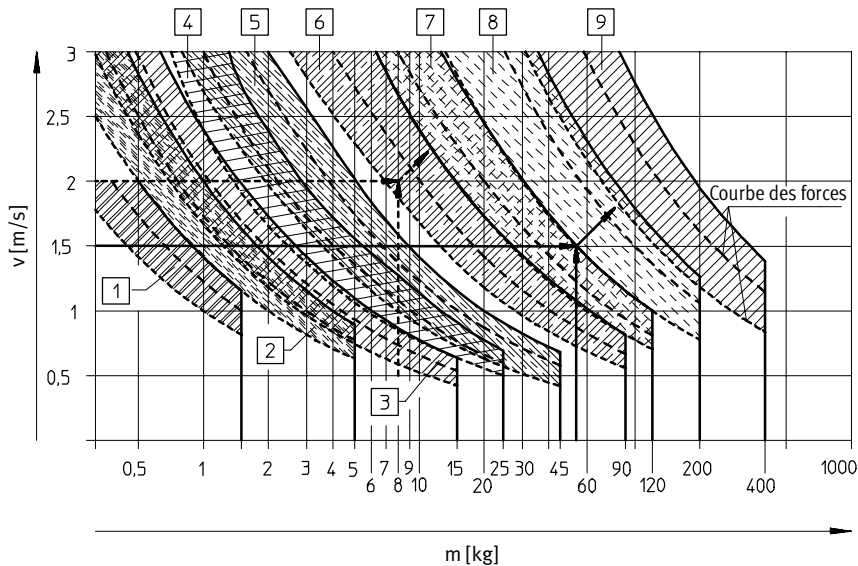
Ø de piston	5	7	8	10	12	16	20	25	32
1	laiton nickelé			acier, zingué					
2	polyacétate			polyamide				acier avec polyuréthane	
-	Perbunan, polyuréthane								
-	Note relative aux matériaux			Exempt de cuivre et de PTFE					

Éléments d'amortissement
Amortisseur

9.1

Diagramme de sélection des amortisseurs autoréglables YSR-C

Vitesse d'impact v en fonction de la masse m



- 1 YSR-5-5
- 2 YSR-7-5-C
- 3 YSR-8-8-C
- 4 YSR-10-10-C
- 5 YSR-12-12-C
- 6 YSR-16-20-C
- 7 YSR-20-25-C
- 8 YSR-25-40-C
- 9 YSR-32-60-C

Trois courbes de forces sont tracées pour chaque amortisseur. Pour les valeurs intermédiaires, il faudra faire

la moyenne. Les flèches renvoient aux exemples de la page → 1 / 9.3-5.

Amortisseur	Force d'impact max. en fin de course	Force A = <u> </u>	Force A = <u> </u>	Force A = <u> </u>
YSR-5-5-C	200 N	0 N	50 N	100 N
YSR-7-5-C	300 N	0 N	100 N	200 N
YSR-8-8-C	500 N	0 N	100 N	200 N
YSR-10-10-C	700 N	0 N	150 N	300 N
YSR-12-12-C	1 000 N	0 N	200 N	500 N
YSR-16-20-C	2 000 N	0 N	500 N	800 N
YSR-20-25-C	3 000 N	0 N	800 N	1 200 N
YSR-25-40-C	4 000 N	0 N	1 200 N	2 500 N
YSR-32-60-C	6 000 N	0 N	2 000 N	4 000 N

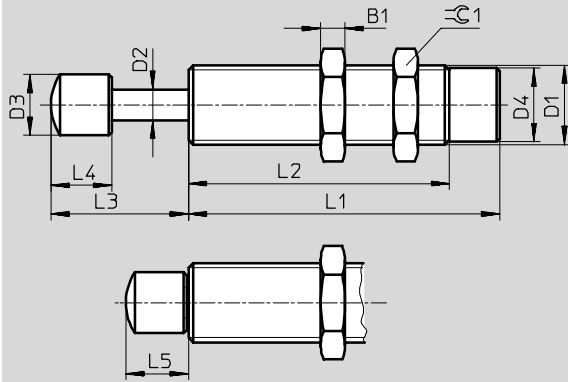
Amortisseur YSR-C

Fiche technique

FESTO

Dimensions

Téléchargement des données de CAO → www.festo.fr



∅	B1	D1	D2	D3	D4	L1
[mm]			∅	∅	∅	±0,1
5	3	M8x1	2,5	5 ±0,1	6,7 ±0,05	29
7	3,5	M10x1	3	6 ±0,1	8,6 ±0,05	34
8	4	M12x1	4	8 ±0,2	10,4 ±0,1	46
10	5	M14x1	5	10 ±0,2	12,4 ±0,1	55
12	5	M16x1	6	12 ±0,2	14,5 ±0,1	64
16	6	M22x1,5	8	16 ±0,2	20 ±0,1	86
20	8	M26x1,5	10	20 ±0,2	24 ±0,1	104
25	10	M30x1,5	12	25 ±0,2	28 ±0,1	152
32	12	M37x1,5	15	32 ±0,2	35 ±0,1	207

∅	L2	L3	L4	L5	≈C1	Couple de serrage max. ≈C1
[mm]	±0,3					[Nm]
5	19	10,8 +0,6/-0,3	5,5 ±0,1	5,8 +0,55/-0,25	10	2
7	23	12,3 +0,7/-0,35	7 ±0,2	7,3 +0,55/-0,25	13	3
8	33	16,3 +0,7/-0,35	8 ±0,2	8,3 +0,55/-0,25	15	5
10	42	20,5 +0,7/-0,35	10 ±0,2	10,5 +0,55/-0,25	17	8
12	51	24,5 +0,7/-0,35	12 ±0,2	12,5 +0,55/-0,25	19	20
16	69	36,5 +0,7/-0,35	16 ±0,2	16,5 +0,55/-0,25	27	35
20	87	45,5 +0,7/-0,35	20 ±0,2	20,5 +0,55/-0,25	32	60
25	125	61,5 +1,25/-0,75	20,5 ±0,4	21,5 +0,95/-0,55	36	80
32	179	87 +1,25/-0,75	26 ±0,4	27 +0,95/-0,55	46	100

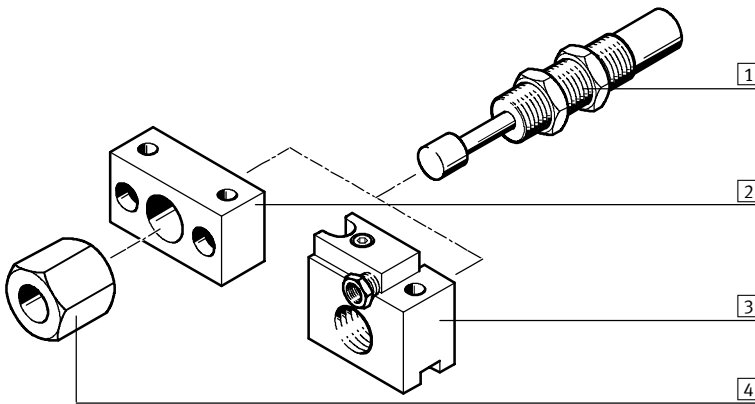
Références

∅	N° de pièce	Type
[mm]		
5	158 981	YSR-5-5-C ¹⁾
7	160 272	YSR-7-5-C ¹⁾
8	34 571	YSR-8-8-C ¹⁾
10	191 199	YSR-10-10-C ¹⁾
12	34 572	YSR-12-12-C ¹⁾
16	34 573	YSR-16-20-C ¹⁾
20	34 574	YSR-20-25-C ¹⁾
25	160 273	YSR-25-40-C
32	160 274	YSR-32-60-C

1) Exempt de cuivre et de PTFE

Amortisseur YSRW

Périphérie et désignation



Accessoires			
	Type	Description	→ Page
1	Amortisseur YSRW	Amortisseur hydraulique à caractéristique d'amortissement progressive	1 / 9.1-9
2	Flasque de fixation YSRF	Possibilités de fixation des amortisseurs	1 / 9.3-0
3	Flasque de fixation YSRF-S	Possibilité de fixation pour amortisseur à douille de butée intégrée et détection de position	1 / 9.3-1
4	Limiteur de butée YSRP	Limitation de la course de l'amortisseur	1 / 9.3-2

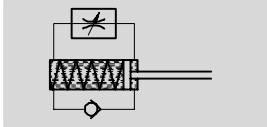
	YSRW	–	10	–	20
Type					
YSRW	Amortisseur				
∅[mm]					
Course [mm]					

Amortisseur YSRW

Fiche technique

FESTO

Fonction



- \varnothing - Diamètre
5 ... 16 mm
- | - Course
8 ... 26 mm



Caractéristiques techniques générales								
Ø de piston		5	7	8	10	12	16	20
Course	[mm]	8	10	14	17	20	26	34
Mode de fonctionnement	Amortisseur hydraulique avec ressort de rappel							
Amortissement	autoréglable							
Mode de fixation	Filetage avec contre-écrou							
Vitesse d'impact	[m/s]	0,1 ... 2		0,1 ... 3				
Poids du produit	[g]	8	18	34	54	78	190	330
Température ambiante	[°C]	-10 ... +80						

Temps de rappel [s]								
Ø de piston		5	7	8	10	12	16	20
Temps de rappel ¹⁾		≤ 0,2					≤ 0,3	

- 1) Les caractéristiques techniques indiquées se rapportent à la température ambiante. A une température plus élevée de l'ordre de 80 °C, la masse max. et l'énergie de décélération doivent être réduites d'environ 50%.
A -10 °C le temps de rappel peut durer jusqu'à 1 seconde.

Forces [N]								
Ø de piston		5	7	8	10	12	16	20
Poussée min. ¹⁾		6,5	6,5	16	18	26	42	85
Force d'impact max. ²⁾ en fin de course		200	300	500	700	1 000	2 000	3 000
Force de rappel min. ³⁾		1	1,7	3,5	3,8	5,2	6,6	10

- 1) Force min. applicable à la tige de piston pour que celle-ci atteigne exactement la fin de course arrière. En cas de fin de course située plus en avant, cette valeur diminue d'autant.
2) Si la force d'impact maximale est dépassée, prévoir une butée fixe (par ex. YSRA) 0,5 mm avant la fin de course.
3) Force max. applicable à la tige de piston pour que celle-ci ressorte complètement.

Energies [J]								
Ø de piston		5	7	8	10	12	16	20
Energie max. absorbée par course		1,3	2,5	4	8	12	35	70
Energie max. absorbée par heure		10 000	15 000	21 000	30 000	41 000	68 000	100 000

Plage de masse [kg]								
Ø de piston		5	7	8	10	12	16	20
Plage des masses adm. jusqu'à		2	5	10	20	30	50	80

Amortisseur YSRW

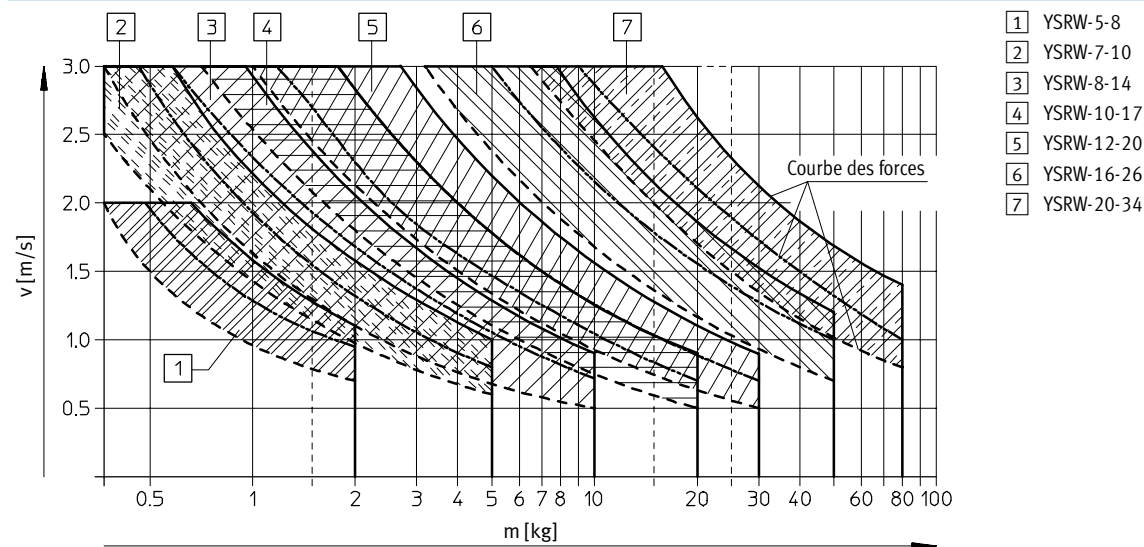
Fiche technique

FESTO

Matériaux							
∅ de piston	5	7	8	10	12	16	20
Corps	laiton nickelé			acier, zingué			
Tampon	polyamide						
Joints	Perbunan						
Note relative aux matériaux	Exempt de cuivre et de PTFE						

Diagramme de sélection des amortisseurs à caractéristique progressive, autorégables YSRW

Vitesse d'impact v en fonction de la masse m



Trois courbes de forces sont tracées pour chaque amortisseur. Pour les valeurs intermédiaires, il faudra faire la moyenne.

Amortisseur	Force d'impact max. en fin de course	Force A =		
		—	---	----
YSRW-5-8	200 N	0 N	50 N	100 N
YSRW-7-10	300 N	0 N	75 N	150 N
YSRW-8-14	500 N	0 N	100 N	200 N
YSRW-10-17	700 N	0 N	150 N	300 N
YSRW-12-20	1 000 N	0 N	200 N	400 N
YSRW-16-26	2 000 N	0 N	500 N	800 N
YSRW-20-34	3 000 N	0 N	800 N	1 200 N

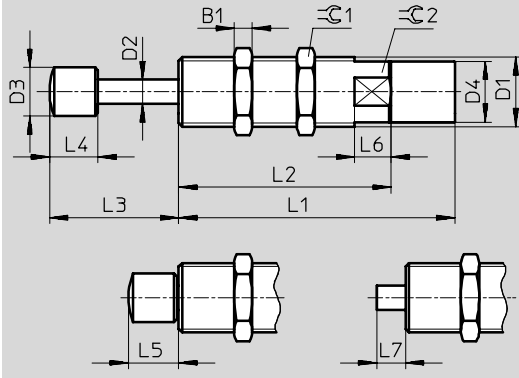
Amortisseur YSRW

Fiche technique

FESTO

Dimensions

Téléchargement des données de CAO → www.festo.fr



∅	B1	D1	D2 ∅	D3 ∅	D4 ∅	L1 ±0,1	L2 ±0,3	L3
5	3	M8x1	2,5	5 ±0,1	6,7 ±0,05	33,5	22,5	13,8 +0,6/-0,25
7	3,5	M10x1	3	6 ±0,1	8,6 ±0,05	41	30	17,3 +0,7/-0,25
8	4	M12x1	4	8 ±0,2	10,4 ±0,1	53	40	22,3 +0,7/-0,25
10	5	M14x1	5	10 ±0,2	12,4 ±0,1	62	49	27,5 +0,7/-0,25
12	5	M16x1	6	12 ±0,2	14,5 ±0,1	72,5	59,5	32,5 +0,7/-0,25
16	6	M22x1,5	8	16 ±0,2	20 ±0,1	91	70	42,5 +0,7/-0,35
20	8	M26x1,5	10	20 ±0,2	24 ±0,1	112	91	54,5 +0,7/-0,35

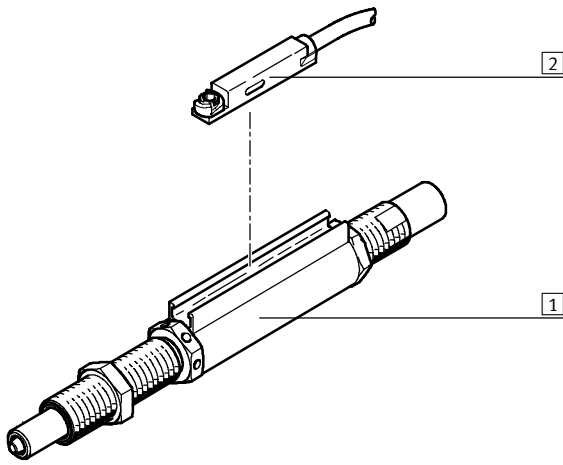
∅	L4	L5	L6 +0,5	L7	C1	C2	Couple de serrage max. C1 [Nm]
5	5,5 ±0,1	5,8 +0,35/-0,25	5	3,5 ±0,25	10	7	2
7	7 ±0,2	7,3 +0,35/-0,25	6	4,3 ±0,25	13	9	3
8	8 ±0,2	8,3 +0,4/-0,25	8	5,3 +0,3/-0,25	15	11	5
10	10 ±0,2	10,5 +0,4/-0,25	10	6,5 +0,3/-0,25	17	13	8
12	12 ±0,2	12,5 +0,4/-0,25	12	7,5 +0,3/-0,25	19	15	20
16	16 ±0,2	16,5 +0,4/-0,25	12	9,5 +0,3/-0,25	27	20	35
20	20 ±0,2	20,5 +0,4/-0,25	12	11,5 +0,3/-0,25	32	24	60

Références

∅	N° de pièce	Type
5	191 192	YSRW-5-8
7	191 193	YSRW-7-10
8	191 194	YSRW-8-14
10	191 195	YSRW-10-17
12	191 196	YSRW-12-20
16	191 197	YSRW-16-26
20	191 198	YSRW-20-34

Éléments de butée YSRWJ

Périphérie et désignation



Accessoires			
	Type	Description	→ Page
1	Élément de butée YSRWJ	Amortisseur hydraulique à caractéristique d'amortissement progressive. La longueur d'amortissement est réglable	1 / 9.1-13
2	Capteurs de proximité SME-/SMT-8	Possibilité de détection des fins de course	1 / 9.3-3

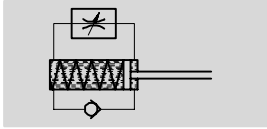
	YSRWJ	-	7	-	10	-	A
Type							
YSRWJ	Amortisseur						
∅[mm]							
Course [mm]							
Détection de position							
A	Détection de position						

Éléments de butée YSRWJ

Fiche technique

FESTO

Fonction



-  - Diamètre
5 ... 8 mm
-  - Course
7,5 ... 13,5 mm



Caractéristiques techniques générales				
∅ de piston		5	7	8
Course	[mm]	8	10	14
Mode de fonctionnement	Une tige de piston en amont de l'amortisseur transmet la force à l'amortisseur. Cette tige qui sert de butée de fin de course, actionne le capteur de proximité au moyen de l'aimant dont elle est équipée.			
Amortissement	autoréglable			
Mode de fixation	Filetage avec contre-écrou			
Détection de position	par capteur de proximité			
Vitesse d'impact	[m/s]	0,05 ... 2	0,05 ... 3	
Reproductibilité	[mm]	0,02		
Poids du produit	[g]	45	75	110
Température ambiante	[°C]	0 ... +60		

Temps de rappel [s]				
∅ de piston		5	7	8
Temps de rappel ¹⁾		≤ 0,2		

- 1) Les caractéristiques techniques indiquées se rapportent à la température ambiante. A une température plus élevée de l'ordre de 80 °C, la masse max. et l'énergie de décélération doivent être réduites d'environ 50%. A -10 °C le temps de rappel peut durer jusqu'à 1 seconde.

Forces [N]				
∅ de piston		5	7	8
Poussée min. ¹⁾		5	18	80
Force d'impact max. ²⁾ en fin de course		200	300	500
Force de rappel min. ³⁾		1,5	2	3,5

- 1) Force min. applicable à la tige de piston pour que celle-ci atteigne exactement la fin de course arrière.
2) Ne pas excéder la force d'impact max.
3) Force max. applicable à la tige de piston pour que celle-ci ressorte complètement.

Energies [J]				
∅ de piston		5	7	8
Energie max. absorbée par course		1	2	3
Energie max. absorbée par heure		10 000	15 000	21 000

Plage de masse [kg]				
∅ de piston		5	7	8
Plage des masses adm. jusqu'à		2	5	10

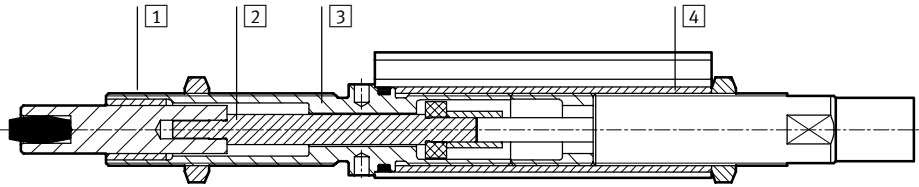
Eléments de butée YSRWJ

Fiche technique

FESTO

Matériaux

Coupe fonctionnelle

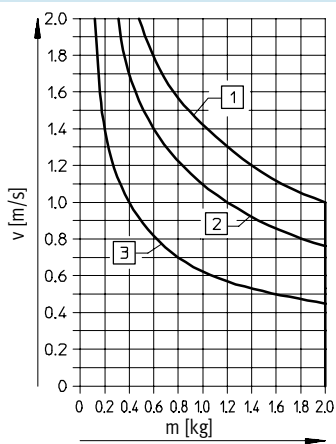


Ø de piston	5	7	8
1 Corps	laiton nickelé		
2 Poussoir de butée	acier, inoxydable et trempé		
3 Douille d'espacement	aluminium		
4 Tube fileté	laiton nickelé		
Note relative aux matériaux	Exempt de cuivre et de PTFE		

Diagramme de sélection des éléments de butée avec amortisseur YSRWJ

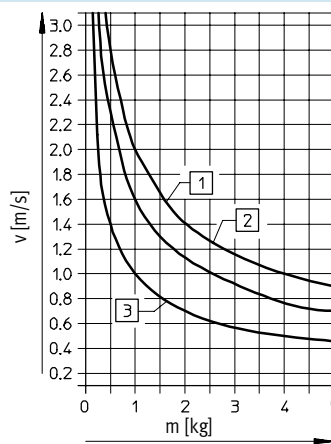
Vitesse d'impact v en fonction de la masse m

YSRWJ-5-8-A



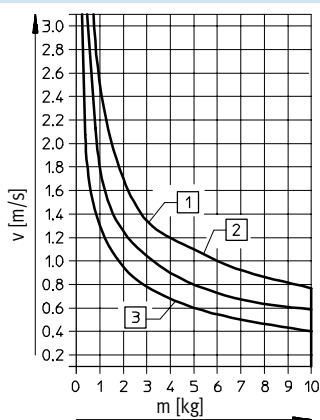
- 1 sans force additionnelle
- 2 avec force additionnelle A = 50 N
- 3 avec force additionnelle A = 100 N

YSRWJ-7-10-A



- 1 sans force additionnelle
- 2 avec force additionnelle A = 75 N
- 3 avec force additionnelle A = 150 N

YSRWJ-8-14-A



- 1 sans force additionnelle
- 2 avec force additionnelle A = 100 N
- 3 avec force additionnelle A = 150 N

Éléments de butée YSRWJ

Fiche technique

FESTO

Éléments d'amortissement
Amortisseur

9.1

Mode de fonctionnement

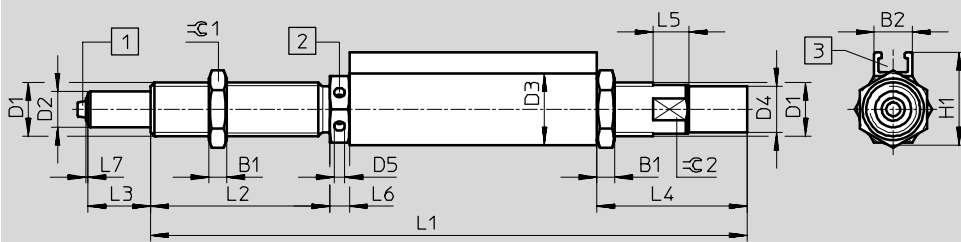


- 1 Amortissement en douceur. La course d'amortissement est réglable.
- 2 Détection de fin de course par capteurs de proximité intégrables SME-/SMT-8
- 3 Réglage fin des fins de course
- 4 Fin de course précise grâce à une butée interne métallique

Dimensions

Téléchargement des données de CAO → www.festo.fr

YSR-...-C



- 1 Tampon en caoutchouc uniquement pour tailles : YSRWJ-7-10-A et YSRWJ-8-14-A
- 2 Réglage fin des fins de course
- 3 Rainure pour capteurs de proximité SME-/SMT-8

∅	B1	B2	D1	D2	D3	D4	D5	H1	L1
[mm]		+0,4			+0,1		+0,1	+0,3	+0,3/-0,1
5	3	8,1	M8x1	4	12	6,7 ±0,05	2	16,5	97,4
7	3,5	8,5	M10x1	6	14	8,6 ±0,05	2,4	18,3	144,8
8	4	8,5	M12x1	8	16	10,4 ±0,1	2,4	20,75	133,3

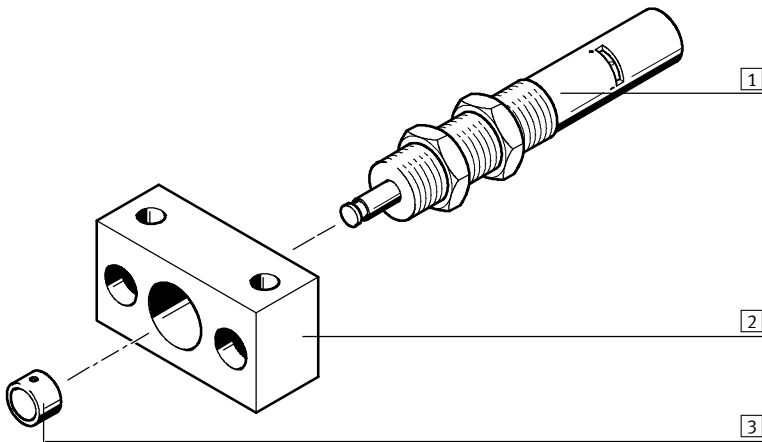
∅	L2	L3	L4	L5	L6	L7	≈C1	≈C2
[mm]	+0,4		+0,45/-0,1	+0,5	+0,1/-0,55	+0,3		
5	32,5	8 +0,7/-0,55	21,6	5	4,4	0,5	10	7
7	40	10 +0,8/-0,55	21,1	6	4	0,5	13	9
8	40	14 +0,8/-0,55	33,6	8	4,4	0,5	15	11

Références

∅	N° de pièce	Type
[mm]		
5	192 968	YSRWJ-5-8-A
7	192 967	YSRWJ-7-10-A
8	192 966	YSRWJ-8-14-A

Frein hydraulique YDR

Périphérie et désignation



Accessoires			
	Type	Description	→ Page
1	Frein hydraulique YDR	Frein hydraulique avec ressort de rappel pour avances lentes	1 / 9.2-1
2	Flasque de fixation YSRF	Possibilités de fixation des amortisseurs	1 / 9.3-0
3	Tampon YSRP	Pour la protection de la tige de piston	1 / 9.3-2
-	Pompe à huile YSR-OEP	Pour faire l'appoint d'huile	1 / 9.3-2
-	Huile spéciales OFSB-1	Huile de rechange	1 / 9.3-2

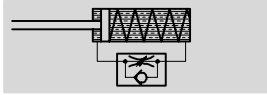
	YDR	-	16	-	20
Type					
YDR	Frein hydraulique				
∅[mm]					
Course [mm]					

Frein hydraulique YDR

Fiche technique

FESTO

Fonction



- \varnothing - Diamètre
16 ... 32 mm
- | - Course
20 ... 60 mm



Caractéristiques techniques générales				
∅ de piston	16	20	25	32
Mode de fonctionnement	Freins hydrauliques avec ressort de rappel			
Amortissement	réglable			
Mode de fixation	Filetage avec contre-écrou			
Vitesse d'impact max. [m/s]	0,3		0,4	
Vitesse d'avance min. [mm/s]	0,2			
Vitesse d'avance max. [mm/s]	100			
Poids du produit [g]	280	460	900	1 600
Température ambiante [°C]	0 ... +80			

Temps de rappel [s]				
∅ de piston	16	20	25	32
court ¹⁾	≤ 0,4			
long ²⁾	≤ 1			

- 1) Tige de piston rentrée sur une courte durée ≤ 30 s
- 2) Tige de piston rentrée sur une longue durée ≤ 6 h

Forces [N]				
∅ de piston	16	20	25	32
Poussée max.	60	70	90	120
Poussée max. ¹⁾	1 600	2 500	4 000	6 400
Force de rappel	25	25	35	35

- 1) Correspond à la force d'impact max. en fin de course

Energies [J]				
∅ de piston	16	20	25	32
Energie max. absorbée par course	32	62,5	160	384
Energie max. absorbée par heure	65 000	90 000	150 000	220 000
Energie résiduelle max.	0,16	0,32	0,8	2

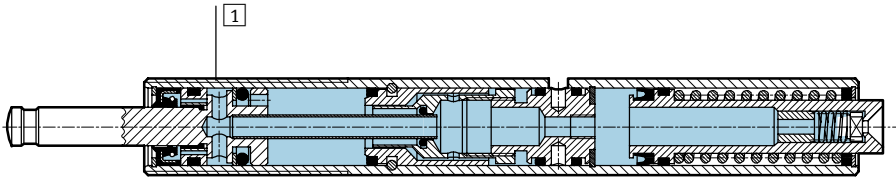
Frein hydraulique YDR

Fiche technique

FESTO

Matériaux

Coupe fonctionnelle

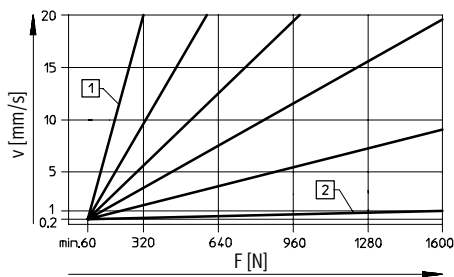


Frein hydraulique

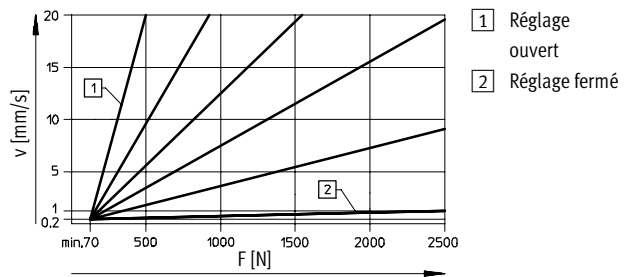
1	Corps	acier, zingué
-	Joints	Perbunan, polyuréthane

Vitesse d'avance v en fonction de la poussée F (caractéristique de l'amortisseur)

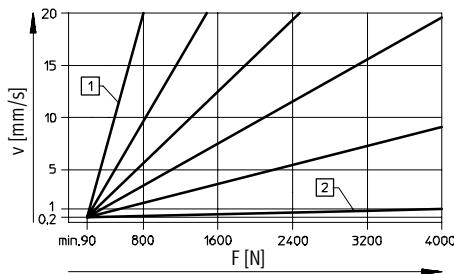
YDR-16-20



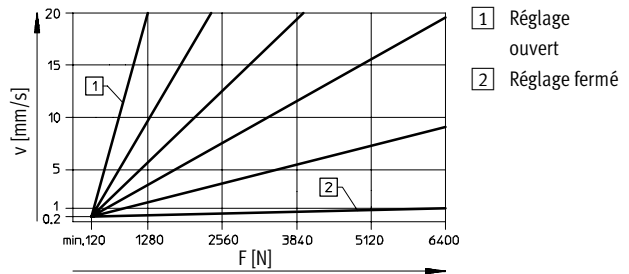
YDR-20-25



YDR-25-40



YDR-32-60



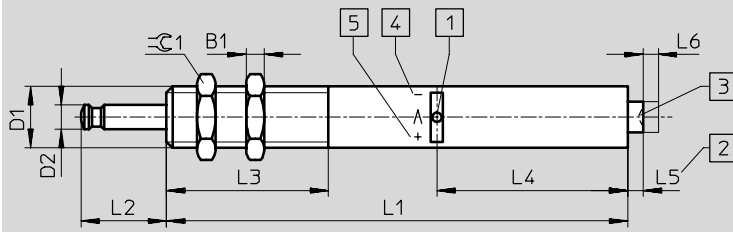
Frein hydraulique YDR

Fiche technique

FESTO

Dimensions

Téléchargement des données de CAO → www.festo.fr



- 1 Régulation de vitesse
- 2 Réservoir d'huile
- 3 Appoint d'huile
(au bout de 0,6 million de cycles)
- 4 - = Vitesse lente
- 5 + = Vitesse élevée

Ø	B1	D1	D2	L1	L2	L3
[mm]						
16	6	M20x1,25	8	151	28	53
20	8	M20x1,25	10	174	35	60
25	10	M30x1,5	12	227	52	80
32	12	M37x1,5	15	275	75	108

Ø	L4	L5max.	L6	≈ 1	Couple de serrage max. ≈ 1
[mm]					[Nm]
16	62,5	5	5	24	35
20	72,5	6	6	30	60
25	89,8	9	10	36	80
32	106,3	13	15	46	100

Références

Ø	N° de pièce	Type
[mm]		
16	14 900	YDR-16-20
20	14 901	YDR-20-25
25	14 902	YDR-25-40
32	14 903	YDR-32-60

Éléments d'amortissement
Frein hydraulique

9.2

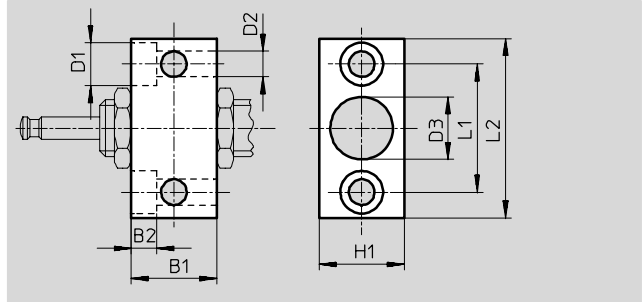
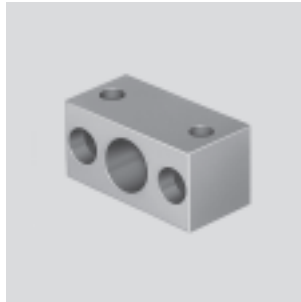
Accessoires pour éléments d'amortissement

Fiche technique



Flasque de fixation YSRF/YSRF-C

Matériau :
acier



Possibilités de combinaison				
Éléments d'amortissement	YSR	YSR-C	YSRW	YDR
Flasque de fixation				
YSRF				
YSRF-8	-	■ ¹⁾	■ ¹⁾	-
YSRF-12	■	-	-	-
YSRF-16	■	-	-	■
YSRF-20	■	-	-	■
YSRF-25	■	■	-	■
YSRF-32	■	■	-	■
YSRF-C				
YSRF-8-C	■	■	■	-
YSRF-12-C	-	■	■	-
YSRF-16-C	-	■	■	-
YSRF-20-C	-	■	■	-

1) Pour taille d'amortisseur \varnothing 7

Dimensions et références de commande													
YSRF													
pour \varnothing	B1	B2	D1	D2	D3	H1	L1	L2	KBK ¹⁾	Poids	N° de pièce	Type	
[mm]										[g]			
8	16	5,5	10	5,5	10,2	16	25	38	2	50	11 681	YSRF-8	
12	25	6,8	11	6,6	15,2	25	36	50	2	175	11 682	YSRF-12	
16	30	9	15	9	20,2	30	45	63	2	300	11 683	YSRF-16	
20	36	11	18	11	24,2	36	56	78	2	535	11 684	YSRF-20	
25	45	13	20	13,5	30,2	45	63	86	2	895	11 685	YSRF-25	
32	55	15	24	15,5	37,2	55	80	108	2	1 730	11 686	YSRF-32	

1) Classe de protection anticorrosion 2 selon la norme Festo 940 070
Pièces modérément soumises à la corrosion. Pièces externes visibles dont la surface répond essentiellement à des critères d'apparence, en contact direct avec une atmosphère industrielle courante ou des fluides tels que des huiles de coupe ou lubrifiants.

YSRF-C													
pour \varnothing	B1	B2	D1	D2	D3	H1	L1	L2	KBK ¹⁾	Poids	N° de pièce	Type	
[mm]										[g]			
8	20	5,5	10	5,5	12,2	20	28	41	2	90	34 575	YSRF-8-C	
12	25	6,8	11	6,6	16,2	25	36	50	2	180	34 576	YSRF-12-C	
16	32	9	15	9	22,2	32	45	63	2	330	34 577	YSRF-16-C	
20	40	11	18	11	26,2	40	56	78	2	700	34 578	YSRF-20-C	

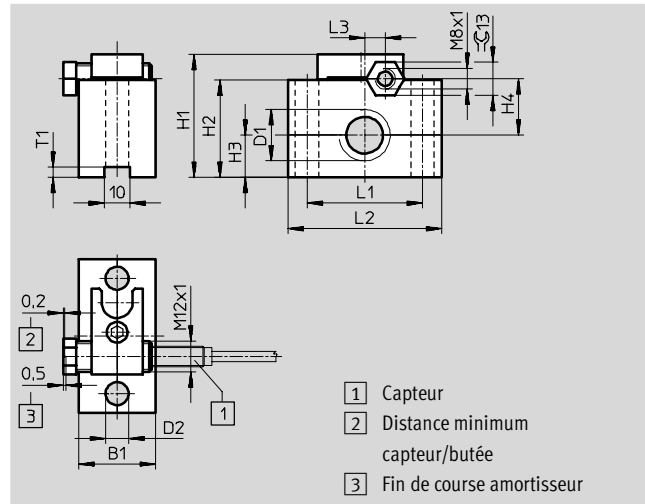
1) Classe de protection anticorrosion 2 selon la norme Festo 940 070
Pièces modérément soumises à la corrosion. Pièces externes visibles dont la surface répond essentiellement à des critères d'apparence, en contact direct avec une atmosphère industrielle courante ou des fluides tels que des huiles de coupe ou lubrifiants.

Accessoires pour éléments d'amortissement

Fiche technique

Flasque de fixation YSRF-S-C

Matériau :
aluminium, acier
Exempt de cuivre et de PTFE



Possibilités de combinaison				
Eléments d'amortissement	YSR	YSR-C	YSRW	YDR
Flasque de fixation				
YSRF-S-8-C	-	■	■	-
YSRF-S-12-C	-	■	■	-
YSRF-S-16-C	-	■	■	-
YSRF-S-20-C	-	■	■	-

Dimensions et références de commande															
pour Ø	B1	D1	D2 Ø	H1	H2	H3	H4	L1	L2	L3	T1	Poids [g]	N° de pièce	Type	
[mm]															
8	20	M12x1	5,5	35	25	9,5	16	32	45	4	2	12	34 579	YSRF-S-8-C	
12	25	M16x1	6,6	42	32	12,5	20	36	50	3	4	130	34 580	YSRF-S-12-C	
16	30	M22x1,5	9	48	38	16,5	22	45	60	8	4	180	34 581	YSRF-S-16-C	
20	30	M26x1,5	11	52	42	19	23,5	56	80	11,5	4	250	34 582	YSRF-S-20-C	

- Nota
 Capteurs inductifs pour la détection
 de position → 1 / 9.3-3

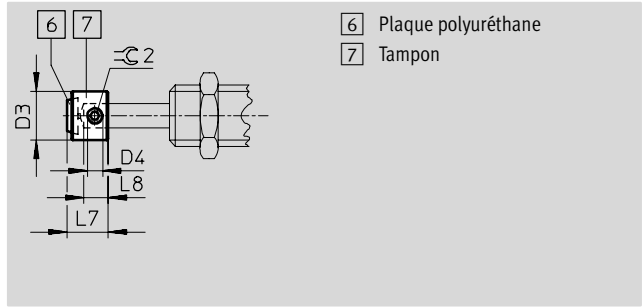
Accessoires pour éléments d'amortissement

Fiche technique



Tampon YSRP

Matériau :
acier, polyuréthane



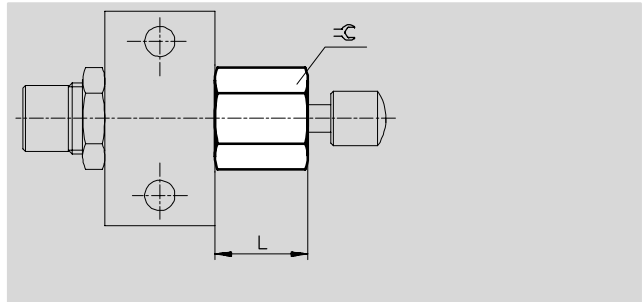
- 6 Plaque polyuréthane
- 7 Tampon

Dimensions et références de commande									
pour Ø [mm]	D3	D4	L7	L8	≈ 2	KBK ¹⁾	Poids [g]	N° de pièce	Type
12	12	M4	10	6	2	2	7	11 133	YSRP-12
16	16	M5	13,5	8	2,5	2	15	11 134	YSRP-16
20	20	M6	17	10	3	2	27	11 135	YSRP-20
25	25	M8	20,5	12	4	2	52	11 136	YSRP-25
32	32	M8	26	15	4	2	110	11 137	YSRP-32

1) Classe de protection anticorrosion 2 selon la norme Festo 940 070
Pièces modérément soumises à la corrosion. Pièces externes visibles dont la surface répond essentiellement à des critères d'apparence, en contact direct avec une atmosphère industrielle courante ou des fluides tels que des huiles de coupe ou lubrifiants.

Limiteur de butée YSRA-C

Matériau :
acier



Dimensions et références de commande					
pour Ø [mm]	L		≈	Poids [g]	N° de pièce Type
7	14,5		13	12	150 932 YSRA-7-C
8	18		15	28	150 933 YSRA-8-C
12	24,5		19	48	150 934 YSRA-12-C

Pompe à huile YSR-OEP



Huile spéciale OFSB-1











Références	
N° de pièce	Type
11 698	YSR-OEP






Références	
N° de pièce	Type
207 873	OFSB-1





Accessoires pour éléments d'amortissement











FESTO


Fiche technique

Références – Capteurs de proximité pour rainure 8, magnétorésistif, pour éléments de butée YSRWJ							Fiches techniques → 1/ 10.2-13			
	Montage	Sortie tout ou rien	Connexion électrique			Longueur de câble [m]	N° de pièce	Type		
			Câble	Connecteur M8	Connecteur M12					
NO										
	pose par le haut	PNP	à 3 fils	–	–	2,5	525 898	SMT-8F-PS-24V-K2,5-OE		
				NPN	–		–	525 909	SMT-8F-NS-24V-K2,5-OE	
		NPN	–	à 3 pôles	–	–	0,3	525 899	SMT-8F-PS-24V-K0,3-M8D	
					–	–		525 910	SMT-8F-NS-24V-K0,3-M8D	
	emboîtable	PNP	à 3 fils	–	–	2,5	175 436	SMT-8-PS-K-LED-24-B		
				–	–		0,3	175 484	SMT-8-PS-S-LED-24-B	
NF										
	pose par le haut	PNP	à 3 fils	–	–	7,5	525 911	SMT-8F-PO-24V-K7,5-OE		

Références – Capteurs de proximité pour rainure 8, Reed magnétique, pour éléments de butée YSRWJ							Fiches techniques → 1/ 10.2-16	
	Montage	Connexion électrique			Longueur de câble [m]	N° de pièce	Type	
		Câble	Connecteur M8					
NO								
	pose par le haut	à 3 fils		–	2,5	525 895	SME-8F-DS-24V-K2,5-OE	
		–		à 3 pôles	–	0,3	525 896	SME-8F-DS-24V-K0,3-M8D
	emboîtable	à 3 fils		–	2,5	150 855	SME-8-K-LED-24	
		–		à 3 pôles	–	0,3	150 857	SME-8-S-LED-24
NF								
	pose par le haut	à 3 fils		–	7,5	525 906	SME-8F-DO-24V-K7,5-OE	

Références – Capteurs inductifs M8, pour flasque de fixation YSRF-S-C							Fiches techniques → Tome 4	
	Connexion électrique		Sortie tout ou rien	LED	Longueur de câble [m]	N° de pièce	Type	
	Câble	Connecteur M8						
NO								
	à 3 fils		–	PNP	2,5	150 386	SIEN-M8B-PS-K-L	
	–		à 3 pôles	PNP				
	à 3 fils		–	PNP	2,5	150 390	SIEN-M8B-PO-K-L	
	–		à 3 pôles	PNP				
NF								

Références – Connecteurs femelles							Fiches techniques → 1/ 10.2-100	
	Montage	Sortie tout ou rien		Raccord	Longueur de câble [m]	N° de pièce	Type	
		PNP	NPN					
Connecteur femelle droit								
	Ecrou-raccord M8			à 3 pôles	2,5	159 420	SIM-M8-3GD-2,5-PU	
					5	159 421	SIM-M8-3GD-5-PU	
Connecteur femelle coudé								
	Ecrou-raccord M8			à 3 pôles	2,5	159 422	SIM-M8-3WD-2,5-PU	
					5	159 423	SIM-M8-3WD-5-PU	

 Programme standard

Aide au dimensionnement des éléments amortisseurs

Fiche technique

Cette aide à la sélection vous permet de déterminer l'amortisseur qui convient à chaque cas d'application. Pour la sélection du bon amortisseur, il est conseillé de procéder comme suit :

1. Détermination de la
 - force (A)
 - masse équivalente $m_{\text{éq}}$
 - vitesse d'impact (v)
2. Sélection de l'amortisseur dans les diagrammes des pages suivantes.
3. Vérification de la sélection des amortisseurs d'après l'énergie d'amortissement max. (W_{max})



Aide à la sélection et à la commande Amortisseur
www.festo.fr

Lors de la sélection d'un amortisseur pour votre cas d'application, il faudra veiller à ne pas dépasser les valeurs suivantes :

- taux d'exploitation admissible par course :
 - $W_{\text{min.}} = 25 \%$
 - $W_{\text{max.}} = 100 \%$
- taux d'exploitation de l'énergie recommandé par course :
 - $W_{\text{opt.}} = 50 \% \dots 100 \%$
- énergie max. absorbée par heure
- énergie résiduelle max.
- force d'impact max. en fin de course

La vitesse (angulaire) dont on a besoin dans les formules est la vitesse lors de l'impact sur l'amortisseur. Ceci est fonction de la dynamique de l'élément d'entraînement et est donc difficile à déterminer.

Pour éviter de détériorer l'actionneur et pour des questions de sécurité, il est bon de s'appuyer sur les valeurs suivantes :

$$v = 1,25 \dots 2 v_m$$

$$\omega = 1,25 \dots 2 \omega_m$$

Valeurs indicatives pour les déplacements linéaires :

facteur 2 pour une course < 50 mm,
facteur 1,5 pour une course > 50 mm et < 100 mm,
facteur 1,25 pour une course > 100 mm.

Etant donné que lors du calcul, la vitesse (angulaire) est au carré, on peut s'attendre à ce que l'erreur augmente considérablement. Le calcul ne peut donc être qu'approximatif. L'avantage est que ce facteur de sécurité permet de ne pas sélectionner un amortisseur trop petit.

Il est préférable de définir la vitesse moyenne ($v_m = s/t$ ou $\omega_m = \varphi/t$).

Formules utilisées pour le calcul :

$$A = F + G$$

$$A = F + m \times g \times \sin \alpha$$

$$W_{\text{totale}} = \frac{1}{2} \times m \times v^2 + A \times s < W_{\text{max.}}$$

$$W_h = W_{\text{totale}} \times \text{Courses} \div \text{Heures} < W_{\text{hmax.}}$$

Formule à prendre en compte pour les mouvements de rotation :

$$m_{\text{éq.}} = \frac{J}{R^2}$$

$$v = \omega \times R$$

$$A = \frac{M}{R} + m \times g \times \sin \alpha \times \frac{a}{R}$$

Abréviations utilisées :

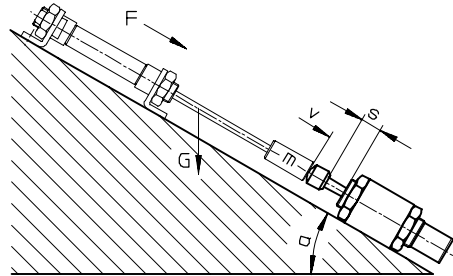
- | | | |
|--|--|--|
| A = Force additionnelle = F + G [N] | v = Vitesse d'impact [m/s] | J = Moment d'inertie de masse [kg x m ²] |
| F = Force du vérin moins force de friction [N] | $m_{\text{éq.}}$ = Masse équivalente [kg] | R = Distance entre point de rotation de la masse et amortisseur [m] |
| G = Poids = m x g x sin α | g = Pesanteur 9,81 [m/s ²] | ω = Vitesse angulaire [rad/s] |
| | s = Course de l'amortisseur [m] | M = Couple d'entraînement [Nm] |
| | α = Angle d'impact [°] | a = Distance entre le centre de gravité de la masse et l'axe de rotation |
| Cas spéciaux : | W_{totale} = Energie cinétique/course [J] | |
| $\alpha = 0^\circ$: Mouvement horizontal
G = 0 | W_h = Energie cinétique/heure [J] | |
| $\alpha = 90^\circ$: Mouvement vers le bas
G = m x g | | |
| $\alpha = 90^\circ$: Mouvement vers le haut :
G = -m x g | | |

Aide au dimensionnement des éléments amortisseurs

Fiche technique

Exemple de dimensionnement pour mouvement linéaire

Pour le croquis ci-contre, un exemple nous aidera à mieux comprendre la marche à suivre pour le choix d'un amortisseur:



m = 50 kg
v = 1,5 m/s
α = 45°
F = 190 N

(∅ 20 mm pour p = 6 bar,
1800 courses par heure)

$$A = F + m \times g \times \sin \alpha$$

$$= 190 \text{ N} + 50 \times 9,81 \times \sin 45^\circ$$

$$= 537 \text{ N}$$

$$m_{\text{éq.}} = m = 50 \text{ kg}$$

Pour la sélection des amortisseurs dans les diagrammes (voir fiche technique), la courbe de référence pour la force (A) est la première qui se trouve à droite du point d'intersection de la masse équivalente (m_{éq.}) et de la vitesse d'impact (v). Les courbes se déplacent vers la gauche au fur et à mesure de l'augmentation de la force additionnelle. Trois courbes de forces sont tracées pour chaque vérin. Pour les valeurs intermédiaires, il faudra faire la

moyenne. Comme le montrent les diagrammes (trait continu), ce sont les amortisseurs YSR-25-40 et YSR-25-40-C qui entrent en ligne de compte.

Il reste à déterminer si l'énergie cinétique admissible (W_{max.}) et l'énergie cinétique par heure (W_{hmax.}) ne sont pas dépassées. Les valeurs max. admissibles, ainsi que la (les) course(s) peuvent être relevées dans les tableaux (sous les diagrammes).

Essai :

$$W_{\text{totale}} = \frac{1}{2} \times m \times v^2 + A \times s$$

$$= (\frac{1}{2} \times 50 \times 1,5^2 + 537 \times 0,04) \text{ Nm} = 78 \text{ J}$$

$$W_h = W_{\text{totale}} \times \text{course/h}$$

$$= 78 \text{ Nm} \times 1 \text{ 800}$$

$$= 140 \text{ 000 J}$$

Pour le cas d'application ci-dessus, les deux amortisseurs conviennent. Les autres critères de choix sont la possibilité de réglage et la taille.

Résultat		
	YSR-25-40	YSR-25-40-C
W _{totale}	78 J	78 J
W _h	140 000 J	140 000 J
W _{max.} ¹⁾	160 J > W _{totale}	160 J > W _{totale}
W _{hmax.}	293 000 > W _h	150 000 > W _h

1) Dans les deux cas, le taux d'utilisation est de 49%.

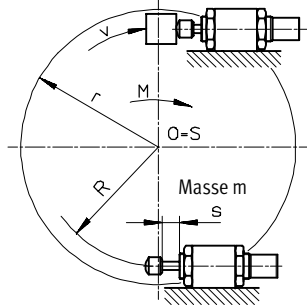
Aide au dimensionnement des éléments amortisseurs

Fiche technique



Exemple de dimensionnement pour mouvement rotatif

Exemple de mouvement de rotation :
 $m_{\text{éq.}} = J/R^2 = 8 \text{ kg}$
 $v = \omega \times R$
 $A = M/R = 40 \text{ N}$



$J = 2 \text{ kg m}^2$
 $\omega = 4 \text{ rad/s}$
 $R = 0,5 \text{ m}$
 $M = 20 \text{ Nm}$

900 courses par heure

Pour la sélection des amortisseurs dans les diagrammes (voir fiche technique), la courbe de référence pour la force (A) est la première qui se trouve à droite du point d'intersection de la masse équivalente ($m_{\text{éq.}}$) et de la vitesse d'impact (v). Les courbes se déplacent vers la gauche au fur et à mesure de l'augmentation de la force additionnelle. Trois courbes de forces sont tracées pour chaque vérin. Pour les valeurs intermédiaires, il faudra faire la

moyenne. Comme le montrent les diagrammes (trait en tirets), ce sont les amortisseurs YSR-16-20 et YSR-16-20-C qui entrent en ligne de compte. Il reste à déterminer si l'énergie cinétique admissible ($W_{\text{max.}}$) et l'énergie cinétique par heure ($W_{\text{hmax.}}$) ne sont pas dépassées. Les valeurs max. admissibles, ainsi que la (les) course(s) peuvent être relevées dans les tableaux (sous les diagrammes).

Essai :
 $W_{\text{totale}} = \frac{1}{2} \times m \times v^2 + A \times s$
 $= (\frac{1}{2} \times 8 \times 2^2 + 40 \times 0,02) \text{ J} = 17 \text{ J}$

$W_{\text{h}} = W_{\text{totale}} \times \text{course/h}$
 $= 17 \text{ J} \times 900$
 $= 15\,300 \text{ J}$

Pour le cas d'application ci-dessus, les deux amortisseurs conviennent. Les autres critères de choix sont la possibilité de réglage et la taille.

Résultat	YSR-16-20	YSR-16-20-C
W_{totale}	17 J	17 J
W_{h}	15 300 J	15 300 J
$W_{\text{max.}}$	32 J > $W_{\text{totale}}^{1)}$	30 J > $W_{\text{totale}}^{2)}$
$W_{\text{hmax.}}$	130 000 > $W_{\text{max.}}$	64 000 > $W_{\text{max.}}$

1) Le taux d'utilisation est de 53%
 2) Le taux d'utilisation est de 57%