Resum

En aquest volum es presenten 3 dels 4 annexos de què consta el present projecte. De forma separada, s'adjunten els plànols de l'equip de vibració, llistats a l'annex D.

L'annex A conté els càlculs realitzats.
L'annex B conté els costos del projecte.
L'annex C conté un recull de catàlegs dels components seleccionats en el disseny d'aquest equip.

Sumari

RESUM 1

SUMARI 3

ANNEX A: CÀLCULS 5

A.1. Prestacions imposades pel senyal 5
A.2. Longitud de l'element de connexió a la taula 14
A.3. Cilindres hidràulics 16
A.3.1. Corba característica 16
A.3.2 Comprovació de la força necessària 17
A.4. Servovàlvula 22
A.4.1. Eix Z 22
A.4.2. Eixos X i Y 24
A.5. Acumulador hidropneumàtic de bufeta 25
A.5.1. Pressió d'inflat 25
A.5.2. Volum útil 26
A.6. Càlcul de l'aïllament elàstic 26
A.6.1. Geometria i posició del centre de gravetat 26
A.6.2 Càlcul de la força vertical 27
A.6.3. Càlcul de la deflexió estàtica 28
A.7. Càlcul de l'eix principal de junta Cardan i les ròtules esfèriques 31
A.8. Càlcul dels cargols d'unió dels cilindres als suports 32

ANNEX B: ESTUDI ECONÒMIC 35

B.1. Cost d'enginyeria 35
B.2. Cost de material 35
B.3. Cost de fabricació 39
B.4. Resum de costos del projecte 39
B.5. Estudi de rendibilitat 40

ANNEX C: CATÀLEGS UTILITZATS 43

C.1. Servovàlvula Rexroth 43
C.2. Acceleròmetre Setra 58
C.3. Rodament lineal i eix INA 60
C.4. Servocilindres hidràulics Rexroth 69

C.5. Grup motor-bomba REXROTH 83
C.6. Ròtula esfèrica OKO 93
C.7. Acumulador hidropneumàtic de bufeta 94
C.8. Oli hidràulic 95
C.9. Suport màquina 96

ANNEX D: PLÀNOLS 97

BIBLIOGRAFIA 99

Annex A: Càlculs

A.1. Prestacions imposades pel senyal

A continuació es presenten les taules a partir de les quals s'extreuen els valors d'acceleració i desplaçament eficaç necessaris en el punt 3.3.3 de la memòria.

A partir de les dues primeres columnes s'ha realitzat el gràfic de la figura 3.2.

A continuació es mostren els valors calculats per l'eix X.

Eix X				
f[Hz]	**g (Gaa) [g^2/Hz]**	$S = \log\left(\frac{g_{2i}}{g_{1i}}\right) \Big/ \log\left(\frac{f_{2i}}{f_{1i}}\right)$	**Àrea per sota cada banda de freqüència**	$g_i\left(\frac{1}{f_i^3} - \frac{1}{f_{i+1}^3}\right)$
1	0,00143921	0,030499782	0,038161412	0,001259309
2	0,00146996	-0,713765393	0,03555226	0,000129302
3	0,00110057	-1,626623571	0,029481353	2,35654E-05
4	0,00068927	-1,503103749	0,024123589	5,25568E-06
5	0,00049286	1,188218435	0,023497437	1,66112E-06
6	0,00061208	2,871725615	0,027826956	1,04921E-06
7	0,00095293	1,580884383	0,032610869	9,1703E-07
8	0,0011769	6,412613473	0,04208266	6,8423E-07
9	0,00250473	7,210856661	0,061446525	9,31114E-07
10	0,00535441	0,396806135	0,073882262	1,33156E-06
11	0,00556079	-0,2940246	0,074089421	9,59854E-07
12	0,00542033	-0,962256674	0,072209189	6,69614E-07
13	0,00501852	4,189796664	0,076786819	4,55354E-07
14	0,00684578	4,21131756	0,089203713	4,66439E-07
15	0,00915393	0,178877839	0,09595595	4,77429E-07
16	0,00926022	-2,239262132	0,093022738	3,75956E-07
17	0,0080847	1,000182736	0,091227899	2,59308E-07
18	0,00856036	1,642078296	0,094633219	2,19778E-07
19	0,00935513	3,190173063	0,10085218	1,94529E-07
20	0,01101832	2,241919234	0,107929123	1,87535E-07
21	0,01229193	1,787757737	0,113232814	1,7289E-07

22	0,01335792	2,465231947	0,118840398	1,56619E-07
23	0,01490495	0,119566203	0,122242413	1,46837E-07
24	0,01498099	-1,768595108	0,120205775	1,24911E-07
25	0,01393752	-2,911042217	0,11474492	9,90154E-08
26	0,01243371	-4,963784696	0,106451135	7,57276E-08
27	0,01030961	-3,089350603	0,098733125	5,41391E-08
28	0,009214	-0,047607036	0,095949272	4,19407E-08
29	0,00919862	-5,440285004	0,091628641	3,6473E-08
30	0,00764934	-6,468259721	0,082997564	2,65421E-08
31	0,00618747	-5,004256488	0,075621209	1,88693E-08
32	0,00527853	-0,338581516	0,072463696	1,42051E-08
33	0,00522382	0,506707877	0,072551552	1,24524E-08
34	0,00530344	1,315800091	0,073528074	1,12385E-08
35	0,00550963	2,771880879	0,075706697	1,0414E-08
36	0,0059571	3,79338338	0,079241242	1,00753E-08
37	0,00660957	0,876629409	0,081778866	1,00329E-08
38	0,00676591	-1,097793964	0,081669709	9,24376E-09
39	0,0065757	-3,711655903	0,07921457	8,10787E-09
40	0,00598592	-0,970621181	0,07690556	6,6781E-09
41	0,00584416	4,622449203	0,078634991	5,91372E-09
42	0,00653278	6,335058958	0,083945656	6,00985E-09
43	0,00758293	8,392314598	0,091470931	6,35613E-09
44	0,00919661	1,637393263	0,096791289	7,03869E-09
45	0,00954132	-2,632153764	0,096278722	6,68127E-09
46	0,009005	-2,844477275	0,093456613	5,78044E-09
47	0,00847064	-5,467908152	0,089440736	4,99371E-09
48	0,00754955	-4,898807074	0,084732134	4,09477E-09
49	0,00682422	-3,0950455	0,081329874	3,41115E-09
50	0,00641058	0,007797969	0,080069199	2,95798E-09
51	0,00641157	2,990795226	0,081252846	2,73523E-09
52	0,00679495	5,135688462	0,084495718	2,68412E-09
53	0,00749327	5,03623081	0,088647929	2,74476E-09
54	0,00823294	3,065693355	0,092030622	2,80035E-09
55	0,00870934	1,052036124	0,093769195	2,75456E-09
56	0,00887601	-0,82320997	0,093869429	2,61372E-09
57	0,00874762	-1,905738592	0,092756827	2,40132E-09
58	0,00846244	-0,332269072	0,091860677	2,1682E-09

59	0,00841451	0,140404739	0,091784933	2,01458E-09
60	0,00843439	1,306737663	0,092338465	1,88909E-09
61	0,00861855	3,577851122	0,094206617	1,8078E-09
62	0,00913483	3,802563678	0,097052608	1,79636E-09
63	0,00970787	-0,84128563	0,098202221	1,7916E-09
64	0,0095801	-2,502346108	0,096933845	1,66088E-09
65	0,00921554	-1,389421772	0,09548946	1,50232E-09
66	0,00902211	-2,188359354	0,09420673	1,38428E-09
67	0,00873004	-4,407938572	0,091926115	1,26183E-09
68	0,00817815	-1,623992377	0,089898461	1,11453E-09
69	0,00798654	-0,032901313	0,089356843	1,02711E-09
70	0,00798276	-1,301138917	0,088934655	9,69596E-10
71	0,00783678	0,906577747	0,088807606	8,99716E-10
72	0,00793678	0,639964832	0,089286024	8,61951E-10
73	0,00800715	0,554617885	0,089652137	8,23222E-10
74	0,0080678	0,660899338	0,090020955	7,85808E-10
75	0,00813969	0,865883121	0,090480102	7,51631E-10
76	0,00823358	1,108257442	0,091069429	7,21317E-10
77	0,00835373	-1,595943234	0,090929202	6,94793E-10
78	0,00818346	1,89100871	0,091011188	6,46604E-10
79	0,00838299	0,007301856	0,091560777	6,29664E-10
80	0,00838376	1,885051781	0,092102649	5,99008E-10
81	0,0085824	2,15682007	0,093258821	5,83652E-10
82	0,00881256	1,01923287	0,094166517	5,70769E-10
83	0,00892211	-1,794865742	0,093950576	5,50674E-10
84	0,00873237	-1,213496364	0,093111993	5,13898E-10
85	0,00860786	1,665180235	0,093233016	4,83283E-10
86	0,00877715	1,074396095	0,093978679	4,70391E-10
87	0,00888685	-2,615170061	0,09356874	4,54867E-10
88	0,00862517	-15,24381871	0,089005199	4,21854E-10
89	0,00726041	0	0,08520804	3,39497E-10
90	0,00726041	-7,739059163	0,083415149	3,24737E-10
91	0,00666534	-4,094892418	0,080734914	2,853E-10
92	0,00637362	-1,607243803	0,079488786	2,61206E-10
93	0,00626383	0,276781107	0,079203074	2,45899E-10
94	0,0062824	-0,805911147	0,079092604	2,36352E-10
95	0,00622905	0,765327422	0,079082996	2,24683E-10

96	0,00627917	0,323417725	0,07930777	2,17247E-10
97	0,00630025	1,803894695	0,079743302	2,0917E-10
98	0,0064179	3,695332884	0,080870363	2,04553E-10
99	0,00666325	5,37977684	0,082746523	2,03963E-10
100	0,00703344			

Taula A.1 Taula de valors per extreure l'acceleració i el desplaçament eficaç de l'eix X

A partir de la taula A.1 s'extreuen els següents valors d'acceleració i desplaçament eficaç de l'eix X.

a_{RMS}^2	8,371534276		
a_{RMS} [g]	**2,893360378**		
a_{RMS} [m/s^2]	**28,38386531**	**x_{RMS} [mm]**	**5,335616872**

A continuació es mostren els valors calculats per l'eix Y.

Eix Y				
f[Hz]	**g (Gaa) [g^2/Hz]**	$S = \log\left(\frac{g_{2i}}{g_{1i}}\right) \Big/ \log\left(\frac{f_{2i}}{f_{1i}}\right)$	**Àrea per sota cada banda de freqüència**	$g_i\left(\frac{1}{f_i^3} - \frac{1}{f_{i+1}^3}\right)$
1	0,00135773	-0,43192111	0,033960391	0,001188014
2	0,00100645	2,193252197	0,040871912	8,85303E-05
3	0,00244909	0,406055406	0,051040564	5,244E-05
4	0,00275256	-1,962175676	0,047021488	2,09883E-05
5	0,00177657	-1,028433565	0,040191347	5,9877E-06
6	0,00147282	2,462523556	0,042427352	2,52468E-06
7	0,00215282	8,702682332	0,064194041	2,07172E-06
8	0,00688166	6,544383402	0,102213755	4,00088E-06
9	0,01487493	1,013353666	0,125350523	5,52964E-06
10	0,01655097	1,415223751	0,13318452	4,11598E-06
11	0,01894102	6,733513384	0,160815209	3,26943E-06
12	0,03402931	3,949623778	0,200267835	4,2039E-06
13	0,0466821	3,527668606	0,231167842	4,23568E-06
14	0,06062996	-0,954439061	0,242187178	4,13103E-06
15	0,05676612	-6,219004468	0,2160005	2,96068E-06
16	0,03799955	-2,816938883	0,186820268	1,54274E-06

17	0,03203402	0,920859855	0,181384419	1,02745E-06
18	0,03376529	-0,046206998	0,183637599	8,66887E-07
19	0,03368104	-4,040412515	0,174336168	7,00358E-07
20	0,02737661	-6,134628294	0,153722954	4,65958E-07
21	0,0202951	-2,527981256	0,138341756	2,85458E-07
22	0,01804336	-2,053509957	0,131295499	2,11555E-07
23	0,01646926	-4,072306656	0,122929977	1,62248E-07
24	0,01384854	-5,825649635	0,110973049	1,15469E-07
25	0,01091748	-1,956524578	0,10250109	7,75603E-08
26	0,01011105	-2,957027938	0,097795274	6,15814E-08
27	0,00904335	-3,745062478	0,091929572	4,74896E-08
28	0,00789185	-2,238628063	0,087109638	3,59225E-08
29	0,00729562	-1,311493626	0,084468416	2,89275E-08
30	0,00697835	-2,388311214	0,081918642	2,42138E-08
31	0,00645271	-3,1549873	0,078348167	1,96782E-08
32	0,00583768	-1,667170091	0,075430223	1,57098E-08
33	0,00554575	-2,007033066	0,073362644	1,32198E-08
34	0,00522323	-3,903635425	0,07026519	1,10685E-08
35	0,0046644	-3,465788155	0,066655173	8,81639E-09
36	0,00423052	1,30939615	0,065632887	7,15509E-09
37	0,00438505	4,687051476	0,0683534	6,65623E-09
38	0,00496889	8,581725733	0,074625355	6,78863E-09
39	0,00620969	6,088308591	0,081951385	7,65658E-09
40	0,00724458	3,711008003	0,08711092	8,0823E-09
41	0,0079398	1,828907984	0,090100386	8,03431E-09
42	0,00829755	2,798710963	0,092617347	7,63336E-09
43	0,00886238	1,393590593	0,094902199	7,42858E-09
44	0,00915091	-2,316018265	0,094424457	7,00371E-09
45	0,00868681	-6,414708865	0,090000788	6,0829E-09
46	0,00754449	-8,43205262	0,083052548	4,84291E-09
47	0,00629324	-5,908252382	0,076917364	3,71007E-09
48	0,00555716	-3,716255414	0,073136027	3,01412E-09
49	0,00514724	-1,574274257	0,071175675	2,5729E-09
50	0,00498611	-1,35956642	0,070138216	2,3007E-09
51	0,00485366	-2,074683067	0,068970149	2,07061E-09
52	0,00466201	-1,31955652	0,067850747	1,84157E-09
53	0,00454629	0,110852546	0,067461234	1,66529E-09

54	0,00455572	3,310450851	0,068537341	1,54958E-09
55	0,00484103	3,417481106	0,070665755	1,5311E-09
56	0,0051485	1,280182925	0,072162637	1,51608E-09
57	0,00526649	3,821723598	0,073796883	1,44571E-09
58	0,00562843	-0,2787909	0,074933312	1,44208E-09
59	0,00560167	-2,990043397	0,073911168	1,34114E-09
60	0,00532712	-2,15681684	0,072339642	1,19314E-09
61	0,00514055	-0,840647725	0,071452648	1,07827E-09
62	0,00507076	-2,102797929	0,070612895	9,97165E-10
63	0,00490299	-1,100079148	0,069718383	9,04851E-10
64	0,00481878	-4,913216477	0,068112848	8,35423E-10
65	0,00446534	-3,533780491	0,065929676	7,27939E-10
66	0,00423081	-3,405141035	0,064218761	6,49142E-10
67	0,00401962	-2,381882006	0,062843879	5,80993E-10
68	0,00388025	-0,758683331	0,062119148	5,28805E-10
69	0,00383751	1,61518536	0,062310179	4,93522E-10
70	0,00392774	2,252827718	0,063176903	4,77068E-10
71	0,00405528	1,836463605	0,064093152	4,65574E-10
72	0,00416079	4,07423703	0,065423238	4,5187E-10
73	0,00440131	2,341618141	0,066875506	4,52502E-10
74	0,00454379	1,298797467	0,067703163	4,42568E-10
75	0,0046237	0,842575807	0,068188372	4,26959E-10
76	0,00467559	1,571292396	0,068731686	4,09613E-10
77	0,00477262	1,840496825	0,06949724	3,96946E-10
78	0,00488732	0,656740775	0,070056156	3,86164E-10
79	0,00492838	1,060912955	0,070437779	3,70181E-10
80	0,00499459	3,522697207	0,071454297	3,56856E-10
81	0,00521801	2,869745924	0,072877688	3,54854E-10
82	0,00540502	-0,206925746	0,073472672	3,50071E-10
83	0,00539148	-4,539703712	0,072437923	3,32763E-10
84	0,00510618	-3,724859445	0,070675696	3,00498E-10
85	0,00488598	-2,313391799	0,069428696	2,7432E-10
86	0,00475555	-0,606361288	0,068839586	2,54863E-10
87	0,00472233	1,470980509	0,069009594	2,41709E-10
88	0,00480239	2,117651862	0,069716695	2,34883E-10
89	0,00491869	2,834649599	0,07069342	2,29998E-10
90	0,00507697	2,825498981	0,071813678	2,27078E-10

91	0,00523798	2,802418274	0,072932624	2,24204E-10
92	0,00540089	2,077756018	0,073906129	2,21341E-10
93	0,00552358	1,023387315	0,074524987	2,16839E-10
94	0,00558437	-0,261978055	0,074676789	2,10092E-10
95	0,00556891	-1,29940542	0,07437156	2,00871E-10
96	0,00549365	-1,276820311	0,073874238	1,90069E-10
97	0,00542144	1,756583354	0,073963885	1,79993E-10
98	0,00552	4,725033715	0,075198206	1,75935E-10
99	0,00579125	7,988695246	0,077656239	1,77271E-10
100	0,0062754			

Taula A.2 Taula de valors per extreure l'acceleració i el desplaçament eficaç de l'eix Y

A partir de la taula A.2 s'extreuen els següents valors d'acceleració i desplaçament eficaç de l'eix Y.

a_{RMS}^2	8,671914211

a_{RMS} [g]	**2,944811405**	**x_{RMS} [mm]**	**5,278238327**
a_{RMS} [m/s^2]	**28,88859988**		

A continuació es mostren els valors calculats per l'eix Z:

Eix Z				
f [Hz]	**g (Gaa) [g^2/Hz]**	$S = \log\left(\frac{g_{2i}}{g_{1i}}\right) \Big/ \log\left(\frac{f_{2i}}{f_{1i}}\right)$	**Àrea per sota cada banda de freqüència**	$g_i\left(\frac{1}{f_i^3} - \frac{1}{f_{i+1}^3}\right)$
1	0,00303531	3,540845665	0,122029116	0,002655896
2	0,03532676	-1,586979985	0,159667085	0,003107446
3	0,0185631	-0,633877429	0,129980549	0,000397474
4	0,01546873	-2,399558702	0,108898883	0,000117949
5	0,00905552	0,159109643	0,095875927	3,05205E-05
6	0,00932206	3,11035077	0,109702948	1,59797E-05
7	0,01505705	1,650386198	0,12994752	1,44898E-05
8	0,01876934	3,023228512	0,150414028	1,09122E-05
9	0,02679753	1,815054593	0,171990866	9,96177E-06
10	0,03244495	5,70218537	0,208054938	8,06858E-06
11	0,05586964	2,151073409	0,248039398	9,64372E-06

12	0,06736927	-3,169534077	0,243725413	8,32264E-06
13	0,05227357	-4,457709896	0,210774302	4,74302E-06
14	0,03756749	-6,753905126	0,173059253	2,55967E-06
15	0,02357455	-5,803585528	0,140083227	1,22955E-06
16	0,01620975	-2,041165391	0,123439889	6,581E-07
17	0,01432302	-0,925490727	0,118098506	4,59395E-07
18	0,01358503	-2,868432599	0,112139262	3,48781E-07
19	0,0116334	-3,442638472	0,103228388	2,41903E-07
20	0,00975028	1,420392662	0,100493379	1,65953E-07
21	0,01044995	1,49022979	0,10403653	1,46982E-07
22	0,0112001	-0,057659816	0,105762246	1,31319E-07
23	0,01117143	-0,51037021	0,105119571	1,10056E-07
24	0,01093139	1,173287133	0,105826409	9,11455E-08
25	0,0114677	1,124889715	0,108287229	8,14692E-08
26	0,01198497	2,482601661	0,112107479	7,29945E-08
27	0,01316218	3,697924636	0,118718252	6,91189E-08
28	0,01505684	2,06523521	0,124976678	6,85364E-08
29	0,01618855	0,769959091	0,12807378	6,41885E-08
30	0,01661668	1,203575861	0,130195057	5,76574E-08
31	0,01728557	2,264231312	0,133885907	5,27142E-08
32	0,01857392	-0,295910385	0,135974926	4,99844E-08
33	0,01840556	-1,796455728	0,133859383	4,38746E-08
34	0,01744448	-1,868673614	0,130300447	3,69664E-08
35	0,01652468	-0,669190329	0,12794206	3,1234E-08
36	0,01621608	0,355005619	0,127654077	2,74263E-08
37	0,01637458	1,756042124	0,129482802	2,48556E-08
38	0,01715965	4,319300208	0,134772825	2,3444E-08
39	0,01919705	5,055467777	0,143126738	2,36701E-08
40	0,02181832	6,695588432	0,15405734	2,43413E-08
41	0,02574091	4,547902453	0,1649557	2,60473E-08
42	0,02872233	3,559201018	0,173101951	2,64232E-08
43	0,03123142	1,926332001	0,178706464	2,61786E-08
44	0,0326456	-1,854806763	0,178807382	2,49855E-08
45	0,03131281	-2,936430034	0,174126853	2,19267E-08
46	0,02935573	-7,25406217	0,164841907	1,88439E-08
47	0,02511538	-4,810906451	0,154535094	1,48063E-08
48	0,02269613	-1,704247548	0,149333983	1,23101E-08

49	0,02191243	0,953905262	0,148746943	1,09531E-08
50	0,02233881	4,273287494	0,152690801	1,03076E-08
51	0,02431146	4,444247034	0,159357676	1,03715E-08
52	0,0265027	5,106267898	0,166849382	1,0469E-08
53	0,02921002	3,053861721	0,173385368	1,06995E-08
54	0,03092593	2,346033354	0,177773199	1,05191E-08
55	0,03228629	0,676206666	0,180234229	1,02114E-08
56	0,03268208	-1,423500762	0,179645758	9,62389E-09
57	0,03186893	-1,009447607	0,177735787	8,74836E-09
58	0,03131432	-4,033019818	0,173943365	8,02318E-09
59	0,02922818	-3,380916215	0,168555641	6,99773E-09
60	0,02761364	-3,589584024	0,163732126	6,18475E-09
61	0,02602289	-3,89667517	0,158787388	5,45848E-09
62	0,02442518	-2,419343453	0,154781238	4,80321E-09
63	0,02349774	-1,971399976	0,152104517	4,33653E-09
64	0,02277943	-2,494706077	0,149477098	3,94923E-09
65	0,02191518	-5,532916351	0,144957982	3,57261E-09
66	0,02013996	-0,922896932	0,141423128	3,09012E-09
67	0,01986238	-3,806164034	0,138965494	2,87089E-09
68	0,01877336	-4,417015616	0,134831208	2,55846E-09
69	0,017601	-4,212822744	0,13067867	2,26357E-09
70	0,01656577	-1,986493814	0,127804578	2,0121E-09
71	0,0161055	-3,365491999	0,125425146	1,84902E-09
72	0,01536497	-1,193919398	0,123445766	1,66867E-09
73	0,01511401	-2,314004845	0,121975551	1,55388E-09
74	0,01464558	-0,53618971	0,120801012	1,42649E-09
75	0,01454055	-2,381813265	0,119637304	1,3427E-09
76	0,01408899	-2,844115404	0,117599923	1,23429E-09
77	0,0135748	-0,934932531	0,11615968	1,12904E-09
78	0,01341202	-2,589415503	0,114859748	1,05973E-09
79	0,01297682	-2,168337322	0,11314186	9,74716E-10
80	0,01262766	-1,215888581	0,111948987	9,02228E-10
81	0,01243836	-0,250548817	0,111441559	8,45879E-10
82	0,01240018	-1,746417804	0,110768179	8,03131E-10
83	0,01214044	-1,205597891	0,109786347	7,4931E-10
84	0,01196641	-2,428214042	0,108608351	7,04221E-10
85	0,01162743	-1,680364626	0,107301882	6,52815E-10

86	0,01140114	-0,558906091	0,10660354	6,11017E-10
87	0,01132771	-5,446893216	0,104793524	5,798E-10
88	0,01064405	-3,080095461	0,10227713	5,20597E-10
89	0,01027997	-3,403317288	0,100432128	4,80691E-10
90	0,0098964	-8,061392754	0,097301868	4,42638E-10
91	0,00905298	-4,656177709	0,093947253	3,875E-10
92	0,00860382	-5,453904213	0,091403724	3,52605E-10
93	0,00811119	-6,647030376	0,088482126	3,1842E-10
94	0,00755457	-3,096207669	0,086208674	2,84213E-10
95	0,00731106	-4,871890247	0,084423853	2,63711E-10
96	0,00694744	-2,063581917	0,082906912	2,40367E-10
97	0,00680045	-0,090509482	0,082445674	2,25776E-10
98	0,00679414	2,500726803	0,08295341	2,16545E-10
99	0,00696884	2,618053196	0,084032662	2,13317E-10
100	0,00715464			

Taula A.3 Taula de valors per extreure l'acceleració i el desplaçament eficaç de l'eix Z

A partir de la taula A.3 s'extreuen els següents valors d'acceleració i desplaçament eficaç de l'eix Z.

a_{RMS}^2	13,26978729

a_{RMS} [g]	**3,642771924**	**x_{RMS} [mm]**	**11,28880418**
a_{RMS} [m/s^2]	**35,73559258**		

A.2. Longitud de l'element de connexió a la taula

A continuació es determina la longitud mínima que ha de tenir la barra de connexió entre els cilindres horitzontals i la taula per tal que les ròtules utilitzades [3] treballin dins el seu rang de tolerància. Aquest apartat es necessita pel punt 5.1 de la memòria.

A partir de la figura A.1, es descriuen gràficament les diferents magnituds que cal tenir presents alhora de determinar aquesta longitud mínima.

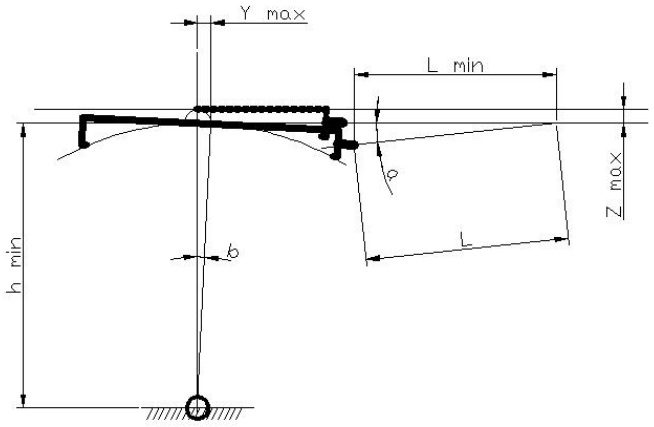


Figura A.1 Gràfic de les magnituds necessàries

La L_{min} (distància horitzontal entre la taula i la unió al cilindre horitzontal) és necessària per trobar la L (longitud de la barra de connexió). Per obtenir aquest resultat s'ha optat per un sistema geomètric de CAD.

Primer s'ha posicionat la taula al seu estat de repòs, punt que es troba a la cota: $h_{min} + Z_{mox}$. En aquesta posició s'ha contemplat la distància que hi ha des del punt de rotació de la junta Cardan fins a la part superior de la taula.

Tot seguit s'ha anat a buscar la situació més desfavorable pel treball de la ròtula i s'ha considerat que aquesta es troba quan: la taula està al punt més proper de l'eix horitzontal (Y_{max}) i quan la taula està al seu punt més baix (Z_{max}). Aleshores, segons el programa informàtic de dibuix es troba la longitud que ha de tenir la barra de connexió (figura A.2)

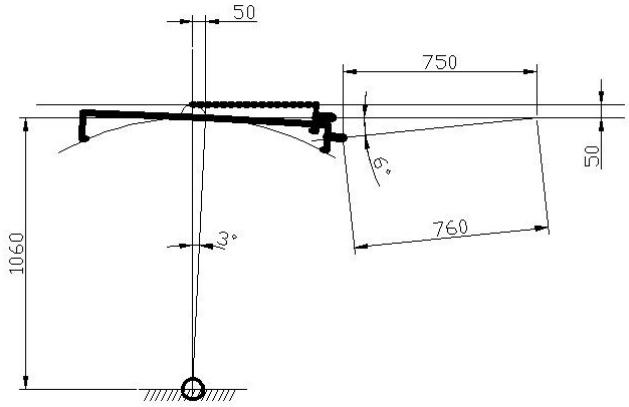


Figura A.2 Cotes de les magnituds necessàries

Tal com es mostra a la figura anterior, la longitud mínima que ha de tenir la barra de connexió és L = 760 mm. Per tant, es pren com a bo aquest valor ja que per obtenir-lo s'ha anat a determinar la posició més desfavorable, posició que es donarà tan sols esporàdicament i no serà un punt de treball constant.

A.3. Cilindres hidràulics

A continuació es mostren les corbes característiques de cada cilindre i es comprova que la força capaç de generar cada cilindre és suficient per suportar i desplaçar l'objecte d'assaig. Aquestes dades es necessiten en l'apartat 6.1.1. de la memòria.

A.3.1. Corba característica

- **Eix X i Eix Y**

Tal i com s'ha exposat a la memòria, per aquests dos eixos s'utilitzarà el mateix cilindre. A continuació es representa la seva corba característica tal com es descriu a la memòria.

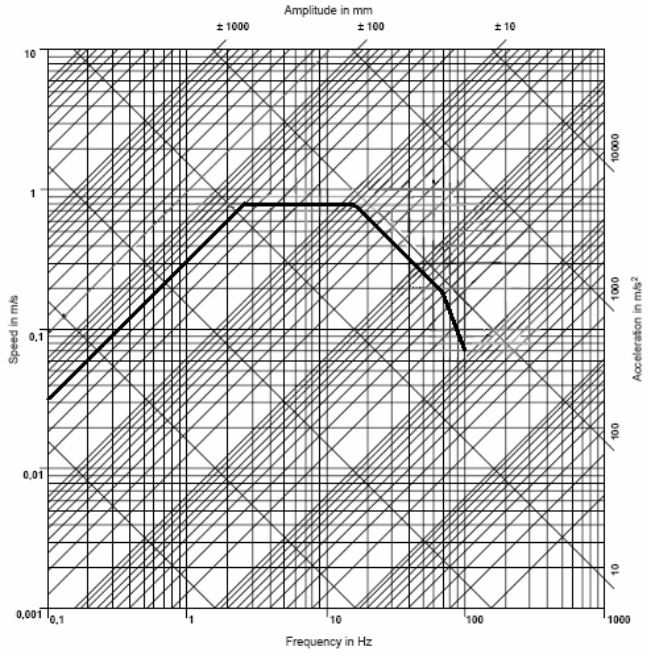


Figura A.3 Corba característica dels cilindres corresponent als eixos X i Y

- **Eix Z**

Igualment, per l'eix Z es representa la seva corba característica.

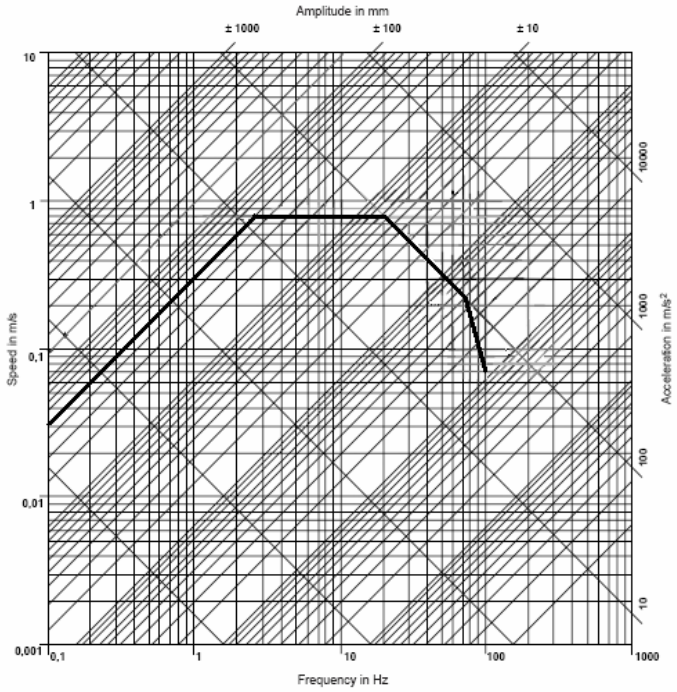


Figura A.2 Corba característica del cilindre corresponent a l'eix Z

A.3.2 Comprovació de la força necessària

Segons el model de cilindre escollit a l'apartat 6.1.1. de la memòria, es comprova si la força capaç del cilindre és suficient per suportar i desplaçar l'objecte d'assaig a partir de les següents equacions:

- **Eix X i Y**

Força capaç del cilindre[4]:

$$P_S = \frac{4 \cdot 10^4}{\pi} \cdot \frac{F}{(d_K{}^2 - d_{St}{}^2)} \qquad \text{(Eq. A.1)}$$

On: P_S = Pressió subministrada [bar]

d_K = diàmetre de l'èmbol [mm]

d_{St} = diàmetre del pistó [mm]

$$P_S = \frac{4 \cdot 10^4}{\pi} \cdot \frac{F}{(61^2 - 50^2)} = 10{,}43 \cdot F$$

Si P_S = 210 bar → F = 20,13 kN

Determinació de la força a desplaçar per l'eix X, Y (F_T):

$$F_T = F_C + F_A + F_E \qquad \text{(Eq. A.2)}$$

- **Força deguda a la càrrega (F_C):**

$$F_C = m \cdot a \qquad \text{(Eq. A.3)}$$

On: m: Massa màxima a desplaçar: 100 Kg

a: Acceleració de la gravetat: 9,81 m/s^2

F_C = 0,98 kN

- **Força deguda a l'acceleració (F_A):**

$$F_A = m_T \cdot a \qquad \text{(Eq. A.4)}$$

On: m_T = massa màxima a desplaçar + massa del pistó [2] = 100 kg + 8,2 kg = 108,2 kg

a = acceleració màxima del sistema = 100 m/s^2

F_A = 10,82 kN

- **Força deguda a la fricció dels elements d'estanqueïtat (F_E):**

La pràctica determina que la força de fricció generada pels elements d'estanqueïtat queda determinada pel 10% de la força disponible [5].

$$F_E = 0.1 \cdot (F_C + F_A) \qquad \text{(Eq. A.5)}$$

F_E = 1,18 kN

Aleshores, la força total necessària que haurà de proporcionar el cilindre per a moure la càrrega és:

$$\mathbf{F_T = 12{,}98\ kN}$$

Per tant, comparant la força total necessària (F_T) amb la força capaç del cilindre (F):

$$20{,}13\ kN\ (F) > 12{,}98\ kN\ (F_T)$$

Els cilindres horitzontals compleixen amb les necessitats imposades. Encara que el resultat sembli sobredimensionat, cal tenir present que no s'ha considerat el pes dels elements d'unió fins arribar a la taula vibratòria i tampoc s'han considerat ni forces de fregament ni forces generades per a pertorbacions externes. Per tant, aquest sobredimensionament de factor 1,55 es considera com a coeficient de seguretat.

El model de cilindre escollit pels eixos X i Y és:

Cilindre	**P_{NOM} [bar]**		**F_{NOM} [kN]**	**$Ø_{pistó}$ [mm]**	**Δx [mm]**								
CGS	280	C	40	50	100	T	1X	16	Z	B	M	D	L

Taula A.1 Cilindre seleccionat corresponent als eixos X i Y [2]

- **Eix Z**

a. Comparació F - F_T

Força capaç del cilindre (F) [4]:

$$P_S = \frac{4\cdot 10^4}{\pi}\cdot\frac{F}{(d_K{}^2 - d_{St}{}^2)} = \frac{4\cdot 10^4}{\pi}\cdot\frac{F}{(91^2 - 80^2)} = 6{,}76\cdot F$$

$$\text{Si } P_S = 210\ bar \rightarrow\ F = 31{,}06\ kN$$

Determinació de la força a desplaçar per l'eix Z (F_T):

$$F_T = F_C + F_A + F_S$$

- **Força deguda a la càrrega (F_C):**

F_C = 0,98 kN

- **Força deguda a l'acceleració (F_A):**

$$F_A = m_T \cdot a$$

On: m_T = massa màxima a desplaçar + massa del pistó [2] = 100 kg + 24 kg = 124 kg

a = acceleració màxima del sistema = 100 m/s^2

F_A = 12,40 kN

- **Força deguda a la fricció dels elements d'estanqueïtat (F_E):**

$$F_E = 0.1 \cdot (F_C + F_A)$$

F_E = 1,34 kN

Aleshores, la força total necessària que haurà de proporcionar el cilindre per a moure la càrrega és:

F_T = 14,72 kN

Per tant, comparant la força total necessària (F_T) amb la força capaç del cilindre (F):

31,06 kN (F) > 14,72 kN (F_T)

El cilindre vertical compleix amb les necessitats imposades. Encara que el resultat sembli sobredimensionat, cal tenir present que no s'ha considerat el pes dels elements d'unió fins arribar a la taula vibratòria i tampoc s'han considerat ni forces de fregament ni forces generades per a pertorbacions externes.

A més, cal tenir en compte que el cilindre ha de suportar la taula vibratòria en posició vertical i amb aquest diàmetre es pot realitzar aquesta correcta subjecció.

b. Capacitat de suport de força excèntrica:

Segons el gràfic adjunt, el cilindre escollit és capaç de suportar un moment d'aproximadament 2500 Nm.

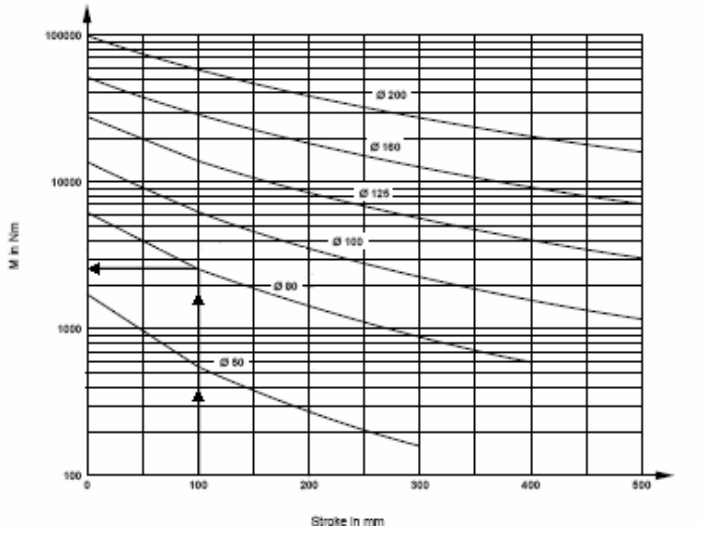


Figura A.3 Moment admissible [2]

A partir de la següent equació es determina l'excentricitat admissible pel cilindre seleccionat.

$$M = F \cdot e \qquad \text{(Eq. A.6)}$$

On: M: Moment extret de d'anterior gràfica: 2500Nm

F: Força nominal a suportar: 0.981 kN

e: excentricitat admissible

Segons l'anterior relació, l'excentricitat admissible per el cilindre seleccionat és:

$$e = \frac{M}{F} = \frac{2500Nm}{0.981kN} = 2548mm$$

Per tant, tenint en compte que les dimensions de la taula són 960 mm x 680 mm es considera que el cilindre seleccionat compleix amb les especificacions.

El model de cilindre escollit per a l'eix Z és:

Cilindre	**P_{NOM} [bar]**		**F_{NOM} [kN]**	**$Ø_{pistó}$ [mm]**	**Δx [mm]**								
CGS	280	D	40	80	100	T	1X	16	Z	B	M	D	L

Taula A.2 Cilindre seleccionat corresponent a l'eix Z [2]

A.4. Servovàlvula

Per tal de seleccionar el tipus de servovàlvula es calcula el cabal nominal a plena càrrega pels eixos X-Y i Z. Posteriorment, a partir d'aquest, s'obté el cabal sense càrrega, imprescindible per seleccionar el model de servovàlvula.

En aquest apartat, primer es selecciona la servovàlvula corresponent a l'eix Z ja que contempla unes especificacions més crítiques.

A.4.1. Eix Z

- Cabal nominal necessari per fer funcionar els cilindres a màxima velocitat i plena càrrega [4].

$$Q_L = \frac{6 \cdot \pi}{400} \cdot v[m/s] \cdot (d_k[mm]^2 - d_{st}[mm]^2) \qquad \text{(Eq. A.7)}$$

$$Q_L = \frac{6 \cdot \pi}{400} \cdot 0{,}8 \cdot (91^2 - 80^2) = 70{,}91 \text{ l/min}$$

- Caiguda de pressió a plena càrrega [5].

$$P_L = \frac{F_T}{S} \qquad \text{(Eq. A.8)}$$

On: F_T : Força total a desplaçar pel cilindre [apartat 3.2.1]

S : Secció del cilindre

$$S = \frac{\pi}{4} \cdot (d_k{}^2 - d_{st}{}^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (91^2 - 80^2) = 1477{,}33 \text{ mm}^2$$

Per tant, **P_L = 9,96 MPa = 99,6 bar**

- Cabal sense càrrega [5].

$$Q_{NL} = Q_L \sqrt{\frac{P_S}{P_S - P_L}} \qquad \text{(Eq. A.9)}$$

A partir dels valors obtinguts en apartats anteriors, resulta:

$$\mathbf{Q_{NL} = 97{,}79\ l/min}$$

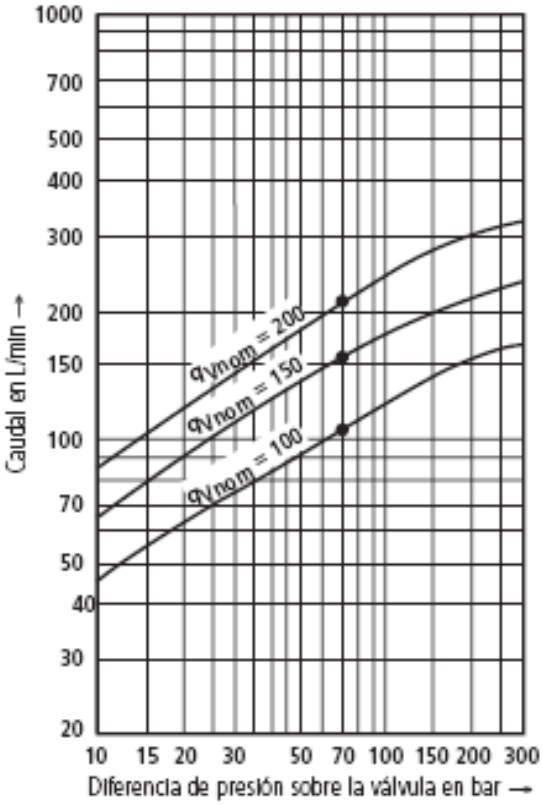


Figura A.4 Corba característica de la servovàlvula [11]

A partir de la corba característica representada a la figura A.4 es decideix escollir el model de servovàlvula que presenta un cabal nominal de 100 l/min. Amb aquesta servovàlvula es pot fer front al cabal màxim corresponent a la màxima velocitat i el punt de màxim cabal es troba gairebé al punt de diferència de pressió sobre la vàlvula de 70 bar.

A continuació, a la taula A.3, es detalla el model escollit:

Servovàlvula				**$Cabal_{NOM}$ [l/min]**				**P_{NOM} [bar]**			
4WS2E	D	16	2X	100	B	9	ET	210	K9	E	V

Taula A.3 Selecció de les servovàlvules [11][11]

A.4.2. Eixos X i Y

- Cabal nominal necessari per fer funcionar els cilindres a màxima velocitat i plena càrrega [4].

$$Q_L = \frac{6\cdot\pi}{400}\cdot v\cdot(d_k{}^2 - d_{st}{}^2) = \frac{6\cdot\pi}{400}\cdot 0{,}8\cdot(61^2 - 50^2) = 57{,}54 \text{ l/min}$$

- Caiguda de pressió a plena càrrega [5].

$$P_L = \frac{F_T}{S}$$

On: F_T : Força total a desplaçar pel cilindre [apartat 3.2.2]

S : Secció del cilindre

$$S = \frac{\pi}{4}\cdot(d_k{}^2 - d_{st}{}^2) = \frac{\pi}{4}\cdot(61^2 - 50^2) = 958{,}97 \text{ mm}^2$$

Per tant, **P_L = 13,54 MPa = 135,40 bar**

- Cabal sense càrrega [5].

$$Q_{NL} = Q_L\sqrt{\frac{P_S}{P_S - P_L}}$$

A partir dels valors obtinguts en apartats anteriors, resulta:

Q_{NL} = 96,54 l/min

Segons el valor obtingut de cabal, la servovàlvula escollida anteriorment també serveix per aquest cas. Per tant, es decideix utilitzar el mateix model de servovàlvula (Taula A.3).

A.5. Acumulador hidropneumàtic de bufeta

Per tal de poder escollir l'acumulador adient es necessita saber el cabal màxim de funcionament i la pressió màxima de treball.

A la memòria, en funció del cabal de funcionament i la pressió de servei, s'ha escollit el model OLAER OLV 0,7 – 330 d'acumulador hidropneumàtic de bufeta

Segons aquest model, es determinen les característiques a complir.

A.5.1. Pressió d'inflat

Aquest tipus d'acumuladors s'inflen amb nitrogen amb els verificadors - infladors subministrats i utilitzats per els proveïdors.

- **Acumulador entrada**

La pressió d'inflat (p_0) ha de ser com a màxim **[4]**:

$$p_0 \leq 0{,}9\ p_1 \qquad \text{(Eq. A.10)}$$

On: p_1: Pressió operacional = 21 Mpa

La pressió d'inflat màxima és $\mathbf{p_0 = 0{,}9 \cdot p_1 = 18{,}9\ Mpa}$

S'escull el valor d'inflat $\mathbf{p_0 = 17\ Mpa}$ (valor inferior al calculat)

- **Acumulador sortida**

En aquest cas, p_1: Pressió operacional = 7 Mpa (caiguda de pressió de la servovàlvula)

La pressió d'inflat màxima és $\mathbf{p_0 = 0{,}9 \cdot p_1 = 6{,}3\ Mpa}$

S'escull el valor d'inflat $\mathbf{p_0 = 5\ Mpa}$ (valor inferior al calculat)

A.5.2. Volum útil

A partir de les diferents característiques de l'acumulador i del circuit es pot determinar el volum útil necessari alhora de muntar l'acumulador entre aquest i el circuit en si **[4]**.

$$\Delta V = V_0 \cdot \left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{\frac{1}{k}} \cdot \left[1 - \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{k}}\right] \qquad \text{(Eq. A.11)}$$

On: k: constant adiabàtica: 1,4

ΔV: Volum útil

V_0: Mida de l'acumulador

p_o: pressió inflat del gas

p_1: Pressió operacional mínima (caiguda de pressió de la servovàlvula)

p_2: Pressió operacional màxima

Per tant, utilitzant els valors obtinguts anteriorment resulta un volum útil de:

ΔV = 0,89 l

A.6. Càlcul de l'aïllament elàstic

Per tal de seleccionar l'aïllament elàstic adequat segons les especificacions citades a la memòria cal seguir el següent procediment.

A.6.1. Geometria i posició del centre de gravetat

Segons el programa de dibuix utilitzat, la massa total de l'equip és aproximadament de 8500 kg. Si afegim la massa del formigó introduïda a la bancada, aproximadament 11000 kg, s'obté una massa total aproximada de 19500 kg. Aquesta massa s'arrodoneix a 20000 kg,

per tal de contrarestar possibles desviacions ja que no s'ha tingut en compte el pes exacte de tots els elements ni els materials utilitzats en els diferents components que es compren.

La següent figura mostra la posició del centre d'inèrcia de l'equip.

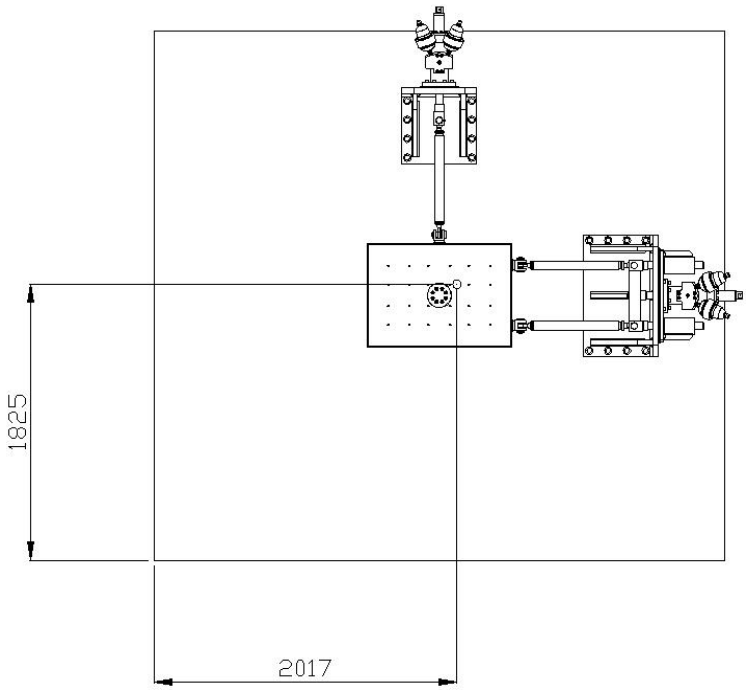


Figura A.5 Posició del centre d'inèrcia

Coordenades del centre d'inèrcia: x_G = 2017 mm

y_G = 1825 mm

Un cop conegut el centre d'inèrcia de la màquina, es decideix posicionar els suports de la bancada als seus quatre extrems.

A.6.2 Càlcul de la força vertical

Un cop posicionat el centre d'inèrcia i decidit el punt de suport de la bancada es procedeix a calcular la força vertical que haurà de suportar cada un dels suports [7].

$$\sum F_{vertical} = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 - m \cdot g = 0 \qquad \text{(Eq. A.12)}$$

$$\sum M_x(G) = -(F_1 + F_2) \cdot y_G + (F_3 + F_4) \cdot (y_t - y_G) = 0 \qquad \text{(Eq. A.13)}$$

$$\sum M_y(G) = (F_1 + F_4) \cdot x_G - (F_2 + F_3) \cdot (x_t - x_G) = 0 \qquad \text{(Eq. A.14)}$$

Aplicant les mateixes suposicions que a[7], s'obté la següent equació:

$$-k_1 \cdot z_1 \cdot y_G + k_4 \cdot z_1 \cdot (y_t - y_G) - k_2 \cdot z_2 \cdot y_G + k_3 \cdot z_2 \cdot (y_t - y_G) = 0 \qquad \text{(Eq. A.15)}$$

On z_1 i z_2 són les deformacions produïdes per la rotació en els suports de l'esquerra i la dreta de G respectivament. Aquesta condició es verifica si [7].

$$\left.\begin{array}{l} K_1 \cdot z_1 = -k_2 \cdot z_2 \\ K_4 \cdot z_1 = -k_3 \cdot z_2 \end{array}\right\} \quad \frac{k_1}{k_4} = \frac{k_2}{k_3}$$

Aleshores, donada la proporcionalitat entre k_i i F_i exigida anteriorment [7] cal que es compleixi:

$$\frac{F_1}{F_4} = \frac{F_2}{F_3} \qquad \text{(Eq. A.16)}$$

Equació, que juntament amb el sistema (Eq. A.12-A.14) permet determinar les forces verticals als suports situats als quatre extrems de la bancada.

$F_1 = 45$ kN $\qquad F_2 = 50$ kN $\qquad F_3 = 55$ kN $\qquad F_4 = 48$ kN

A.6.3. Càlcul de la deflexió estàtica

Freqüència de ressonància a plena càrrega (f_N) [5]:

$$f_N = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{K_O}{M}} \qquad \text{(Eq. A.17)}$$

On: K_O = Rigidesa hidràulica

Càlcul de la rigidesa hidràulica [5]:

$$K_O = \frac{4 \cdot \sigma \cdot \beta \cdot S}{X_T} \qquad \text{(Eq. A.18)}$$

On: β: Resistència residual: 1400 N/mm^2

σ: Eficiència volumètrica del cilindre: considerant un factor de 1 resultarà el major valor de rigidesa hidràulica, per tant, el major valor de freqüència de ressonància.

X_T: Cursa total del cilindre.

Així doncs, substituint a l'equació les dades adients s'obté una rigidesa hidràulica (K_O):

$$K_O = 82730{,}48 \text{ N/mm}$$

A partir d'aquesta rigidesa hidràulica s'obté la freqüència de ressonància a plena càrrega (f_N):

$$f_N = 4{,}11 \text{ Hz}$$

Per aquesta freqüència i per a un aïllament del 80% (FT=0.20) s'obté, segons les següents equacions:

$$FT = \frac{1}{1 - \rho^2} \qquad \text{(Eq. A.19)}$$

$$x_{est} = \frac{(2 \cdot \pi \cdot f_N)^2}{g^2} \qquad \text{(Eq. A.20)}$$

On: ρ: raó de freqüències

X_{est} = 6,93 mm

Un cop obtingudes les forces estàtiques a cadascuna del es potes i la deflexió estàtca necessaria per obtenir l'aïllament desitjat, es consulta la infomració tècnica disponible i s'observa que els suports que permeten les deflecxions calculades són els següents:

Freudenberg. Soportes de màquina:

Peça Nº	Mezcla CF	Tipus	D [mm]	H [mm]	B [mm]	Rosca	F_Z max [N]	s_Z max [mm]
5018 004	11 MN 70	HD 0	228	125	204	M16	11000	11,00

Taula A.4 Aïllament elàstic seleccionat

Cada peça aguanta una força de 11 kN, per tant, per tal d'aguantar la força màxima de 55 kN s'hauria de disposar de 5 suports a cadascun dels vèrtexs de la bancada.

A.7. Càlcul de l'eix principal de junta Cardan i les ròtules esfèriques

- **Eix central de la junta Cardan:**

Per tal que la junta Cardan pugui aguantar el pes de tot el conjunt en el punt d'acceleració màxima a continuació es calcula el diàmetre mínim que hauria de tenir l'eix interior.

$$F = c_s \cdot (m_1 + m_2 + m_3) \cdot a_{max} \qquad \text{(Eq. A.21)}$$

On: m_1: Massa del cilindre corresponent a l'eix Z: 160 kg

m_2: Massa de la taula vibratòria: 50 kg

m_3: Massa màxima dels elements a assajar: 100 kg

C_S: Factor de seguretat: 1.5

a_{max}: Acceleració màxima de l'equip: 100 m/s^2

El resultat és: F = 450 ·100 = 45 kN

$$F = \frac{0{,}56 \cdot \sigma \cdot A_T}{1{,}25} \qquad \text{(Eq. A.22)}$$

On: σ: Resistència material de l'eix: 430 MPa (segons el material detallat a la memòria)

$$A_T = 233{,}6 \text{ mm}^2 \rightarrow \varnothing_{min} = 18 \text{ mm}$$

El valor de 25 mm de diàmetre escollit a la memòria és superior al valor calculat.

- **Eix d'unió de les ròtules esfèriques:**

Per tal que la junta Cardan pugui aguantar el pes de tot el conjunt en el punt d'acceleració màxima a continuació es calcula el diàmetre mínim que hauria de tenir l'eix interior.

$$F = c_s \cdot (m_1 + m_2 + m_3) \cdot a_{max}$$

On: m_1: No es considera el pes propi del cilindre: 0 kg

El resultat és: F = 150 ·100 = 15 kN

$$F = \frac{0{,}56 \cdot \sigma \cdot A_T}{1{,}25}$$

On: σ: Resistència material de l'eix: 430 MPa (segons el material detallat a la memòria)

$$A_T = 77{,}8 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{ø}_{min} = 10 \text{ mm}$$

El valor escollit a la memòria de 30 mm és molt superior al valor calculat, tot i així, degut a l'acció de guiatge que te encarregat es considera una solució del tot correcte.

A.8. Càlcul dels cargols d'unió dels cilindres als suports

La unió dels cilindres al suport es realitza mitjançant vuit cargols Allen M12 Classe 10.9. En la figura següent s'observa la disposició d'aquesta unió i les forces implicades.

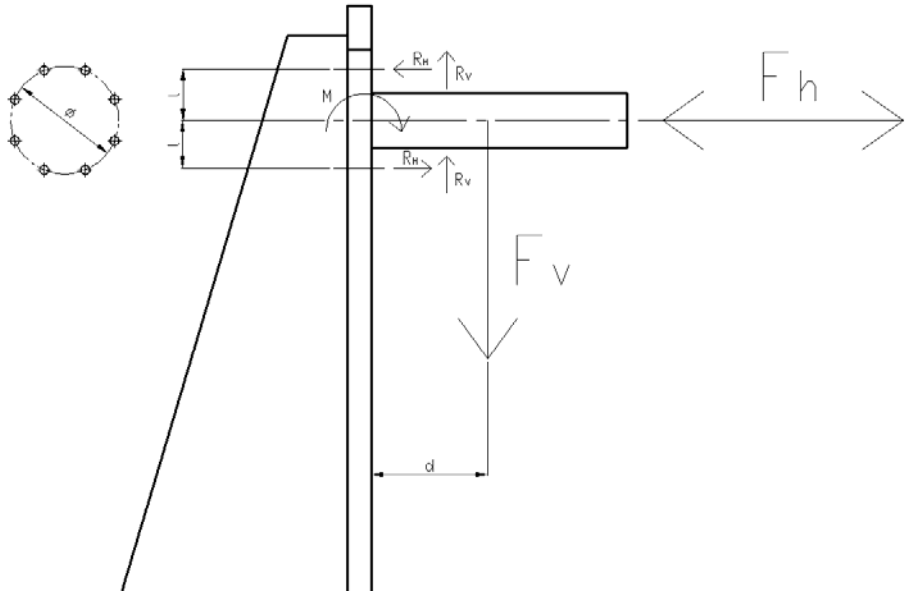


Figura A.6 Esquema de disposició de forces i cargols

Tal com s'aprecia a la figura anterior, el pes propi del cilindre amb els seus components acoblats origina un moment que és contrarestat pels quatre cargols superiors.

$$M = F \cdot d \qquad \text{(Eq. A.23)}$$

On: M: massa del cilindre amb els seus components: 86 kg

d: distància de la força a la unió: 200 mm

Així doncs,

M = 86 · 9,81 · 200 = 168732 Nmm

Per tal d'actuar amb seguretat i simplificar els càlculs, es decideix escollir com a distància més desfavorable de cargols, la distància del radi que forma el conjunt d'aquests.

Per tant, es considera els 4 cargols situats a una distància l de 90 mm, obtenint així una força separadora de:

$$F_{separadora} = \frac{M}{l} \qquad \text{(Eq. A.24)}$$

On: M = moment flector = 168732 mm

l = distància als cargols = Ø/2 = 90 mm

$$F_{separadora} = \frac{168732}{90} = 1874{,}8\,N$$

Per tant, segons la suposició anterior cada cargol haurà de suportar una força separadora de:

$$R_h = \frac{F_{separadora}}{n} \qquad \text{(Eq. A.25)}$$

On: n = núm. cargols

$$R_h = \frac{1874{,}8}{4} = 468{,}7\,N$$

Així, cada un d'aquests quatre cargols haurà de suportar una força separadora, deguda al pes de cilindre, de 468,7 N.

No obstant, en aquesta força cal sumar-hi la força que es genera, quan l'equip està en funcionament, al moure l'objecte d'assaig (segons l'equació A.21).

El resultat és 15000N en total i, per tant, 1875 N per cargol, al repartir-se entre el vuit cargols.

Per tant, la força horitzontal que resulta per a cada cargol és:

F_{hc} = 468,7 + 1875 = 2343,7 N

Cal comparar aquesta força obtinguda amb la força que aguanten els cargols seleccionats segons la següent equació [8]:

$$F_{rc} = \frac{0.8 \cdot \sigma \cdot A_S}{1.25} \qquad \text{(Eq. A.26)}$$

On: σ: límit allargament = 900 N/mm^2

A_s; Secció resistent del cargol = 84,3 mm^2

Per tant,

$$F_{rc} = \frac{0.8 \cdot 900 \cdot 84,3}{1.25} = 48556,8\,N$$

Aquest valor és clarament superior a la força que han d'aguantar els cargols; així, ja no es fa necessari el càlcul a tallant ni a la combinació d'aquest perquè ja es té un factor de seguretat de 21.

A més, al aplicar el parell d'apretadura segons DIN912 i utilitzant el tipus de volandera Grower s'assegura un contacte constant entre les parts a unir.

Annex B: Estudi econòmic

B.1. Cost d'enginyeria

En aquest apartat es proporcionen els costos d'enginyeria del present projecte, tenint en compte un durada total de 550h i les diferents tipologies de professionals que hi intervenen.

Càrrec	nº hores	preu/hora [€]	Cost [€]
Director de projecte	25	70,0 €	1.750,0 €
Enginyer	150	45,0 €	6.750,0 €
Tècnic	200	30,0 €	6.000,0 €
Personal de sectretaria	175	12,0 €	2.100,0 €
		Total	**16.600,0 €**

Taula B.1 Cost d'enginyeria

B.2. Cost de material

A les taules següents apareixen els costos dels diferents components de l'equip en funció del seu proveïdor: magatzem industrial, taller mecànic i peces de fabricants.

A la taula B.2. s'indiquen els components , quantitat i cost unitari del materials procedents del magatzem industrial.

Cost peces de magatzem industrial			Cost [€]	
Denominació	**Quantitat**	**Proveïdor**	**Unitari**	**Total**
Anell de seguretat DIN472 Ø78	4	Magatzem Industrial	1,0 €	4,0 €
Anell exterior	3		2,0 €	6,0 €
Anell fixador ròtula	2		3,0 €	6,0 €
anell fixador ròtula amb valona	2		4,0 €	8,0 €
Anell interior	3		2,0 €	6,0 €
Cargol DIN7984 M10*200	8		1,5 €	12,0 €
Cargol DIN7984 M10*30	8		1,5 €	12,0 €
Cargol DIN7984 M12*50	2		1,5 €	3,0 €
Cargol DIN7984 M12*50	1		1,5 €	1,5 €
Cargol DIN7984 M12*60	8		1,5 €	12,0 €

Cargol DIN7984 M12*80	8	Magatzem industrial	1,5 €	12,0 €
Cargol DIN7984 M16*50	8		1,5 €	12,0 €
Cargol DIN7984 M24*140	1		1,5 €	1,5 €
Cargol DIN7984 M24*200	1		1,5 €	1,5 €
Cargol DIN7984 M8*110	8		1,5 €	12,0 €
Cargol DIN7991 M10*35	16		1,0 €	16,0 €
Cargol DIN961 M12*35	8		1,0 €	8,0 €
Cargol DIN961 M12*50	8		1,0 €	8,0 €
Cargol DIN961 M20*65	16		1,0 €	16,0 €
Corona interior	2		2,0 €	4,0 €
Femella DIN934 M10	16		1,0 €	16,0 €
Femella DIN934 M30	3		1,0 €	3,0 €
Passador DIN7 Ø8	2		2,0 €	4,0 €
Voladera Grower DIN127-B M12	8		1,0 €	8,0 €
Volandera DIN125-A M10	16		0,5 €	8,0 €
Volandera DIN125-A M12	8		0,5 €	4,0 €
Volandera DIN125-A M16	8		1,0 €	8,0 €
Volandera DIN127-B M12	2		0,5 €	1,0 €
Volandera Grower DIN127-B M10	8		1,0 €	8,0 €
Volandera Grower DIN127-B M12	8		1,0 €	8,0 €
Volandera Grower DIN127-B M12	1		1,0 €	1,0 €
Volandera Grower DIN127-B M12	8		1,0 €	8,0 €
Volandera Grower DIN127-B M20	16		0,5 €	8,0 €
Volandera Grower DIN127-B M24	1		1,0 €	1,0 €
Volandera Grower DIN127-B M24	1		1,0 €	1,0 €
Volandera Grower DIN127-B M30	3		1,0 €	3,0 €
Volandera Grower DIN127-B M8	8		1,0 €	8,0 €
			Total	**259,5 €**

Taula B.2. Cost de magatzem industrial

A la taula següent es detallen els components dels quals el proveïdor és el taller mecànic.

Cost peces de taller mecànic			**Cost [€]**	
Denominació	**Quantitat**	**Proveïdor**	**Unitari**	**Total**
Acoblament a cilindre	1	Taller Mecànic	5,0 €	5,0 €
Acoplament taula a cilindre Eix Z	1		150,0 €	150,0 €
Anell fixador ròtula	2		3,0 €	6,0 €
anell fixador ròtula amb valona	2		4,0 €	8,0 €

Barra interior	1	Taller mecànic	80,0 €	80,0 €
Cartela	2		60,0 €	120,0 €
Cartela Central	1		49,0 €	49,0 €
Cartela lateral	2		60,0 €	120,0 €
Cartela porta-rodaments	2		9,0 €	18,0 €
Cilindre porta-rodaments	2		28,0 €	56,0 €
Connectar Ròtula-Barra	2		8,0 €	16,0 €
Corona exterior	1		35,0 €	35,0 €
Forquilla	2		80,0 €	160,0 €
HEB320 L=3260mm	1		280,0 €	280,0 €
HEB320 L=3460mm	2		297,0 €	594,0 €
HEB320 L=3760mm	2		323,0 €	646,0 €
Junta Cardan	1		165,0 €	165,0 €
Peça de connexió	1		150,0 €	150,0 €
Placa connexió Cardan	2		25,0 €	50,0 €
Suport ròtula	2		18,0 €	36,0 €
Tapa reforç	1		10,0 €	10,0 €
Tapa reforç	1		5,0 €	5,0 €
Tapa superior taula	1		20,0 €	20,0 €
Taula	1		3.500,0 €	3.500,0 €
Xapa de protecció	1		40,0 €	40,0 €
Xapa inferior	1		63,0 €	63,0 €
Xapa inferior	1		69,0 €	69,0 €
Xapa inferior central	6		95,0 €	570,0 €
Xapa inferior lateral	2		192,0 €	384,0 €
Xapa superior central	4		220,0 €	880,0 €
Xapa superior lateral	2		165,0 €	330,0 €
Xapa superior taladres 1	1		220,0 €	220,0 €
Xapa superior taladres 2	1		220,0 €	220,0 €
Xapa superior taladres 3	1		220,0 €	220,0 €
Xapa superior taladres 4	1		220,0 €	220,0 €
Xapa suport porta-rodaments	1		25,0 €	25,0 €
Xapa vertical	1		163,0 €	163,0 €
Xapa vertical	1		102,0 €	102,0 €
			Total	**9.785,0 €**

Taula B.3 Cost de taller mecànic

Finalment, a la taula B.4 es llisten els components que s'adquireixen en funció d'un fabricant en concret

Cost peces de fabricants			Cost [€]	
Denominació	**Quantitat**	**Proveïdor**	**Unitari**	**Total**
Femella de fixació KM5	2	SKF	2,0 €	4,0 €
Femella de fixació KM5	1	SKF	3,0 €	3,0 €
Cilindre hidràulic CGS 280 C 40/50-100	2	REXROTH	6.300,0 €	12.600,0 €
Acumulador hidropneumàtic OLV/0,7-330	6	OLAER	300,0 €	1.800,0 €
Servovàlvula 4WS2E/16 100-210	3	REXROTH	3.500,0 €	10.500,0 €
Cilindre hidràulic CGS 280 C 40/80-100	1	REXROTH	6.500,0 €	6.500,0 €
Rodament linial de boles KS50	4	INA	90,0 €	360,0 €
Acceleròmetre	3	Setra	480,0 €	1.440,0 €
Eix guia	2	INA	150,0 €	300,0 €
Ròtula esfèrica	2	OKO	30,0 €	60,0 €
			Total	**33.567,0 €**

Taula B.4 Cost de fabricants

El resum de costos del material del present projecte es mostra a continuació:

Costos del material [€]	
Cost peces de magatzem industrial	259,5 €
Cost peces de taller mecànic	9.785,0 €
Cost peces de fabricants	33.567,0 €
Total	**43.611,5 €**

Taula B.5 Cost total de material

B.3. Cost de fabricació

El cost estimat per a la fabricació de la bancada, els suports X i Y, el sistema de guiatge i les barres de connexió es mostra a la taula següent.

Cost fabricació [€]	
Denominació	**cost [€]**
Bancada	2.350,0 €
Suport Eix X	350,0 €
Suport Eix Y	280,0 €
Guia Eix X	270,0 €
Barres de connexió	76,0 €
Total	**3.326,0 €**

Taula B.6 Cost de fabricació

B.4. Resum de costos del projecte

A la taula següent es recull el global de costos per a la realització del projecte.

Costos totals [€]	
Cost d'enginyeria	16.600,0 €
Cost de material	43.611,5 €
Cost de fabricació	3.326,0 €
Cost de transport, muntatge i posada a punt	2.842,0 €
Cost total	**66.379,5 €**

Taula B.7 Costos totals

B.5. Estudi de rendibilitat

Per estudiar la rendibilitat econòmica de l'equip d'assaig, es compara el cost de realitzar un assaig en un laboratori extern enfront la possibilitat de realitzar-lo a la pròpia empresa.

a. Cost anual de realització externa de l'assaig

La realització dels assajos a un laboratori extern implica:

- Trasllat dels objectes d'assaig al laboratori en qüestió: 70 €
- Lloguer del laboratori d'assaig: 450 €
- Realització de l'assaig a tres eixos: 1200 €
- Gestió de l'assaig (garantint la confidencialitat del procés): 30 €

El preu total de la realització d'un sol assaig en un laboratori exterior és de 1750 €.

A continuació, cal estimar el nombre total d'assajos a realitzar en un any i el seu cost:

Núm. d'assajos: (1 assaig/setmana) · 42 setmanes/any = 42 assajos/any

El cost anual serà: CA = 42 assajos · 1750 €/assaig = 73500 €/any

b. Cost anual d'explotació

En aquest cost anual cal restar-li el cost anual d'explotació que resulta de realitzar el mateix assaig a l'equip d'assaig dissenyat. Aquests costos d'explotació resulten de la quantificació de:

- Energia elèctrica consumida:

  45 kW (0,115 €/kWh) x 16 h x 252 dies/any = 20865 €/any

- Manteniment i assistència tècnica de l'equip = 2300 €/any
- Manteniment de l'espai d'assaig = 800 €/any
- Consumibles (oli): 300l · 25€/l = 750€/any

- Calibració de sensors = 600€/any

El cost anual d'explotació (CE) és de 25312 €.

c. Rendibilitat del projecte

L'estalvi que s'obté per realitzar els assajos en el propi equip d'assaig dissenyat, en comptes d'externalitzar el servei, és el següent:

Estalvi = CA - CE = 73500 € - 25312 € = 48188 €

- **VAN**

S'espera obtenir beneficis de la inversió en l'equip d'assaig en un termini no superior als 3 anys. Per determinar la rendibilitat de la inversió es calcula el VAN corresponent, a un tipus d'interès anual del 10%.

$$\text{VAN} = -66379{,}5 + \frac{48188}{(1+0{,}1)} + \frac{48188}{(1+0{,}1)^2} + \frac{48188}{(1+0{,}1)^3} = 53456€$$

Així doncs, la rendibilitat està assegurada pel % d'interès considerat.

- **TIR**

En el cas que hi haguessin fluctuacions d'interès, es determina a partir de quin interès deixa de ser rendible la inversió. Es calcula el TIR (VAN = 0).

TIR = 51,8%

A partir d'un interès del 51,8% la inversió deixarà de ser rendible.

- **PAY BACK**

El càlcul del Payback indica el temps que es tardarà a recuperar la inversió realitzada.

$$\text{PAYBACK} = = \frac{\text{Inversió}}{\text{Estalvi}} = \frac{66379{,}5}{48188} = 1{,}38 \text{ anys}$$

Tal i com s'observa, es recuperarà la inversió abans del segon any des de la realització de la inversió.

Annex C: Catàlegs utilitzats

C.1. Servovàlvula Rexroth

Industrial Hydraulics | Electric Drives and Controls | Linear Motion and Assembly Technologies | Pneumatics | Service Automation | Mobile Hydraulics

Rexroth
Bosch Group

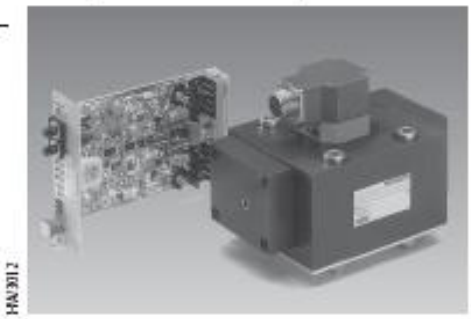
RS 29 591/06.02
Reemplaza a: 03.93

Servoválvula direccional en versión de 4 vías Tipo 4WS.2E...

Tamaño nominal 16
Serie 2X
Presión de servicio máx. 210/315 bar
Caudal máx. 320 L/min

HA 3013

Tipo 4WSE2ED 16-2X/...B... con realimentación mecánica y eléctrica y con electrónica de mando integrada


HA 3012

Tipo 4WS2EM 16-2X/...B... con realimentación mecánica y electrónica de mando externa correspondiente (pedido por separado)

Indice

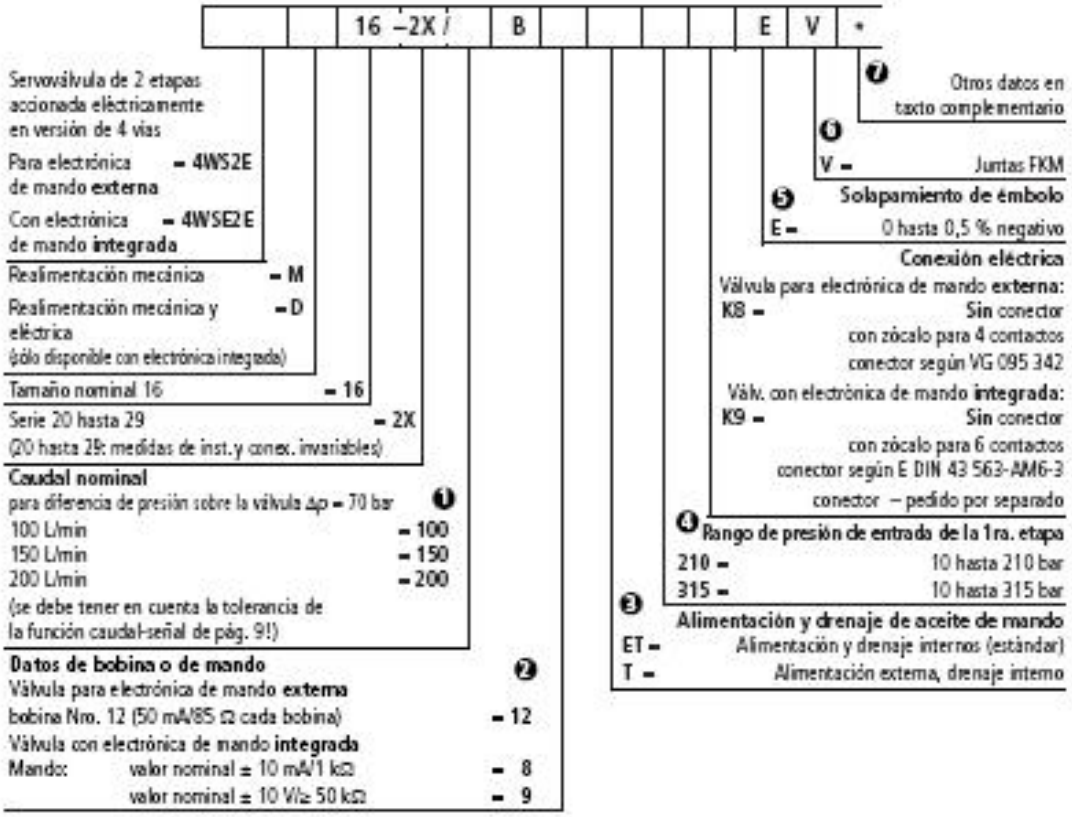
Contenido	Página
Características	1
Código de pedido, tipos preferidos	2 y 3
Símbolos	3
Aparato de pruebas	3
Función, corte	4 y 5
Características técnicas	6 y 7
Electrónica de mando	7
Conector, conexión eléctrica	8
Curvas características	9 hasta 13
Dimensiones, placas de conexión	14 y 15
Alimentación y drenaje de aceite de mando, placa de lavado	16

Características

- Válvula para regulación de posición, fuerza y velocidad
- Servoválvula de 2 etapas con realimentación mecánica o mecánica y eléctrica
- Primera etapa como amplificador de tobera-placa deflectora
- Para montaje sobre placa, perforaciones según DIN 24 340 forma A16 con conexión X, placas de conexión según catálogo RS 45 054 (pedido por separado)
- Motor de mando seco, no se ensucia el entrehierro con el fluido hidráulico
- Se emplea también en versión de 3 vías
- Elemento de retorno de pistón sin desgaste
- Tres variantes de mando
- Mando:
  - electrónica de mando externa en tarjeta formato europeo (pedido por separado), ver pág. 7
  - o electrónica de mando integrada en la válvula
- La válvula y la electrónica de mando integrada son ajustadas y ensayadas
- Alimentación de aceite de mando interna/externa conmutable sin desmontar la válvula
- Casquillo de mando reemplazable
- Filtro de la primera etapa accesible libremente desde afuera retirando un tapón

© 2002
by Bosch Rexroth AG, Industrial Hydraulics, D-97813 Lohr am Main
Todos los derechos reservados. Ninguna parte del trabajo puede ser reproducida de forma alguna o almacenada, procesada, duplicada o distribuida mediante un sistema electrónico, sin consentimiento previo por escrito de Bosch Rexroth AG, Industrial Hydraulics. La utilización no autorizada obliga a una indemnización por daños y perjuicios.
Este trabajo fue producido con sumo cuidado y todos sus datos fueron verificados. Por razones del continuo mejoramiento del producto es de esperar que se produzcan modificaciones. No se asume ninguna responsabilidad por datos eventualmente incorrectos o incompletos.

Código de pedido



❶ Caudal nominal

El caudal nominal ser refiere al 100 % de la señal de valor nominal para 70 bar de diferencia de presión sobre la válvula (35 bar por canto de control). La diferencia de presión sobre la válvula se considera como un parámetro de referencia. Otros valores provocan una variación de caudal. Se debe considerar una posible tolerancia de caudal nominal de ± 10 % (ver función caudal-señal en pág. 10).

❷ Datos eléctricos de mando

Válvula para electrónica de mando **externa**: la señal de ajuste debe provenir de una etapa final regulada en corriente. Ver servoamplificador en pág. 7.

Válvula con electrónica de mando **integrada**: en la electrónica se puede aplicar el valor nominal como tensión (código „9") o para distancias mayores (> 25 m entre el mando y la válvula) como corriente (código „8").

❸ Presión de entrada para pilotaje

Se debe tener en cuenta en lo posible una presión de pilotaje constante. A menudo es ventajoso por este motivo una presión de pilotaje externa a través de la conexión X.

Para actuar sobre la dinámica se puede alimentar la válvula con una presión mayor en X que en P.

❹ Rango de presión de entrada

Se debe tener en cuenta en lo posible una presión de sistema constante.

Rango de pilotaje: 10 hasta 210 bar ó 10 hasta 315 bar

Dentro del rango admisible de presión se debe tener en cuenta la respuesta de frecuencia referida a la dinámica.

❺ Solapamiento del pistón

El solapamiento en % se refiere a la carrera nominal del pistón de mando.

Otros solapamientos a pedido!

❻ Material de juntas

En caso de requerirse otros materiales de juntas, consultar!

❼ Datos en texto complementario

Aquí se especifican, en texto complementario, necesidades especiales. Al ingresar el pedido se verifica en fábrica y se completa el código de tipo con el número correspondiente.

Aparato de pruebas

Aparato de pruebas (alimentado a baterías, opcionalmente con fuente externa) según catálogo RS 29 681
Atención:
– sólo para válvulas con electrónica de mando externa

Aparato de pruebas para válvulas constantes con electrónica de mando integrada
Tipo VT-VET-1, serie 1X según catálogo RS 29 685.
El aparato se emplea para la verificación del mando y del funcionamiento de válvulas con electrónica integrada. Es adecuado para el ensayo de válvulas con una tensión de servicio de ± 15 V ó 24 V.
Son posibles los siguientes tipos de servicio:
– servicio externo → interrumpir la tensión de servicio y de valor nominal desde el gabinete a la válvula
– servicio interno/externo → aplicación de valor nominal a través del aparato; tensión de servicio desde el gabinete
– servicio interno → tensión de servicio desde una fuente externa; valor nominal a través del aparato
– valor nominal a través de conector BNC → tensión de servicio opcional

Tipos preferidos (suministrables a corto plazo)

Válvulas para electrónica de mando externa, realimentación mecánica

Nro. referencia	Tipo 4WS2EM
00769978	4WS2EM 16-2X/100B12ET315K8EV
00716550	4WS2EM 16-2X/150B12ET315K8EV
00960575	4WS2EM 16-2X/200B12ET315K8EV

Válvulas con electrónica de mando integrada, realimentación mecánica

Nro. referencia	Tipo 4WSE2EM
00769976	4WSE2EM 16-2X/100B9ET315K9EV
00769980	4WSE2EM 16-2X/150B9ET315K9EV
00769981	4WSE2EM 16-2X/200B9ET315K9EV

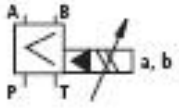
Válvulas con electrónica de mando integrada, realimentación mecánica y eléctrica

Nro. referencia	Tipo 4WSE2ED
00769983	4WSE2ED 16-2X/100B9ET315K9EV
00769982	4WSE2ED 16-2X/150B9ET315K9EV
00769984	4WSE2ED 16-2X/200B9ET315K9EV

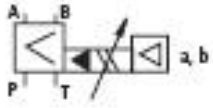
Símbolos

Simplificado

Válvulas para electrónica de mando externa

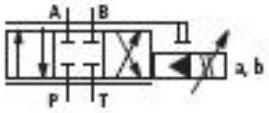


Válvulas con electrónica de mando integrada

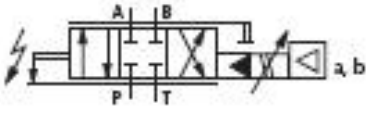


Detallado

Realimentación mecánica



Realimentación eléctrica y mecánica



Función, corte

4WS(E)2EM 16-2X/...

Las válvulas del tipo 4WS(E)2EM... son servoválvulas direccionales de 2 etapas, accionadas eléctricamente, con perforaciones según DIN 24 340 forma A16. Se emplean preferentemente para regulación de posición, fuerza y velocidad.

Estas válvulas se componen de un convertidor electromecánico (motor de torque) (1), un amplificador hidráulico (principio tobera-placa deflectora) (2) y una corredera de mando (3) en un casquillo (2da. etapa), que está unida con el motor de torque a través de una realimentación mecánica.

Mediante una señal eléctrica de entrada aplicada a la bobina (4) del motor de torque se origina, mediante un imán permanente, una fuerza sobre la armadura (5) que vinculada a un tubo flexible (6) produce un momento de giro. De este modo la placa deflectora (7), unida mediante un perno con el tubo flexible (6), es desplazada de su posición media entre ambas toberas de regulación (8), produciéndose una diferencia de presión sobre las caras de la corredera de mando. Esta diferencia de presión origina una variación de posición de la corredera con lo que se establece una vinculación de la conexión de presión con una de las conexiones de usuario y simultáneamente de la otra conexión de usuario con el retorno.

La corredera de mando está unida mediante un resorte de flexión (realimentación mecánica) (9) con la placa deflectora o con el motor de torque. La variación de posición del pistón se produce hasta que el momento de retorno debido al resorte de flexión y el momento electromagnético del motor de torque se encuentren en equilibrio y la diferencia de presión sobre el sistema tobera-placa deflectora sea nula.

La carrera de la corredera de mando y con ello el caudal de la servoválvula se regula en forma proporcional a la señal eléctrica de entrada. Se debe tener en cuenta que el caudal es función de la caída de presión sobre la válvula.

Electrónica de mando externa, tipo 4WS2EM 16-2X/... (pedido por separado)

Para el mando de la válvula se emplea una electrónica externa (servoamplificador), que amplifica una señal analógica de entrada (valor nominal) de manera que con la señal de salida la servoválvula es comandada con una corriente regulada.

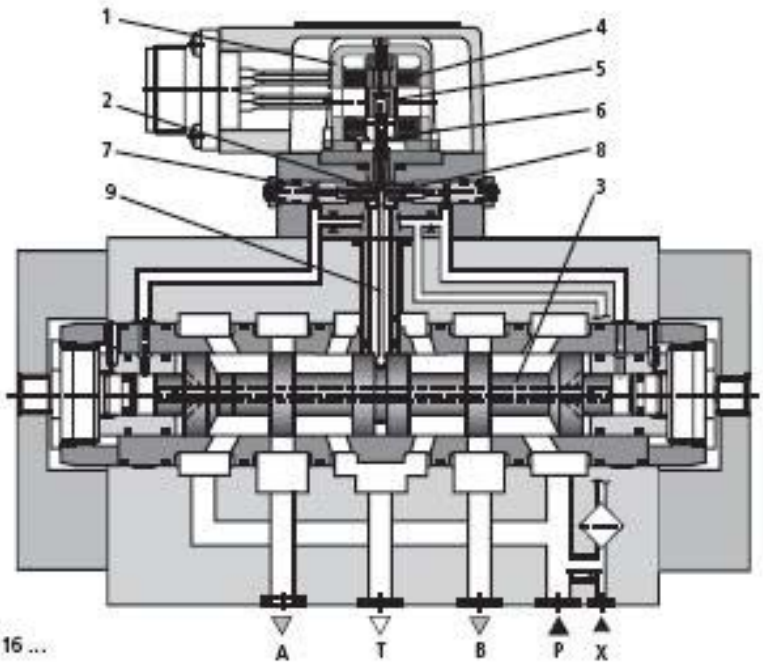
Electrónica de mando integrada, tipo 4WSE2EM16-2X/... y 4WSE2 ED 16-2X/...

Para la amplificación de la señal analógica de entrada se integra una electrónica (10) especialmente adaptada a este tipo de válvula. Está alojada en la tapa del motor de torque. El punto nulo de la válvula es ajustable mediante un potenciómetro accesible desde afuera.

4WSE2 ED 16-2X/...

Las válvulas de este tipo están equipadas, además de la regulación mecánica mediante un resorte de retorno, con una detección y regulación eléctrica de la posición del pistón. Dicha posición se mide mediante un captador inductivo (11). La señal del captador es comparada con el valor nominal mediante la electrónica integrada (10). Una eventual desviación es amplificada eléctricamente y alimentada al motor de torque como señal de mando. Con la realimentación eléctrica adicional se alcanzan mediante la amplificación en el rango de pequeña señal mayores valores dinámicos que con la variante puramente mecánica. La realimentación mecánica disponible permite que el pistón se coloque en posición nula en caso de falla en la tensión eléctrica de alimentación.

La válvula se suministra sólo con electrónica de mando integrada. El punto nulo de la válvula es ajustable mediante un potenciómetro accesible desde afuera.



Tipo 4WS2EM 16 ...

Características técnicas (para utilización con valores distintos, consúltenos!)

Generalidades

Perforaciones			DIN 24 340 forma A16
Posición de montaje			A elección, cuando se garantiza que durante el arranque del equipo el mando piloto se alimenta con presión suficiente (≥ 10 bar)!
Rango de temperatura de almacenamiento		°C	–20 hasta +80
Rango de temperatura ambiente		°C	–30 hasta +70 válvula con electrónica de mando externa
			–20 hasta +60 válvula con electrónica de mando integrada
Masa	con realimentación mecánica	kg	10,0
	con realimentación mecánica y eléctrica y electrónica de mando integrada	kg	11,0

Hidráulicas (medidas para una viscosidad ν = 32 mm²/s y ϑ = 40 °C)

Presión de servicio (conexiones A, B, P, X)		bar	10 hasta 210 ó 10 hasta 315	
Presión de retorno, conexión T		bar	Pico de presión < 100, estático < 10	
Fluido hidráulico			Aceite mineral (HL, HLP) según DIN 51 524, Otros fluidos a pedido!	
Rango de temperatura del fluido		°C	–20 hasta +80; preferentemente +40 hasta +50	
Rango de viscosidad		mm²/s	15 hasta 380; preferentemente 30 hasta 45	
Grado de impurezas			Grado máximo admisible de impurezas del fluido	Recomendamos filtro con grado mín. de retención de $\beta_x \geq 75$ sin válv. de bypass, en lo posible directamente antes de la servoválvula
			Clase 7	x = 5
Caudal nulo $q_{V,L}$ [1] (solapamiento del pistón "E") medido sin señal de ruido		L/min	$\leq \sqrt{\frac{p}{70}} \cdot 3{,}5$ L/min [2]	
Caudal nominal $q_{V\,nom}$ ± 10 % [3] para diferencia de presión sobre la válvula Δp = 70 bar [4]		L/min	100	150 / 200
Amplif. de presión (solapamiento del pistón "E") para 1% de variación de carrera del pistón (desde el punto nulo hidráulico)		% de p	≥ 65	≥ 80 / ≥ 90
Carrera nominal del pistón de mando		mm	0,6	0,9 / 1,2
Superficie frontal del pistón de mando		mm²	78	
Sistema de realimentación			Mecánico (M)	Mecánico y eléctrico (D)
Histéresis (optimizada por ruidos)		%	≤ 1,5	≤ 0,5
Tensión de inversión (optimizada por ruidos)		%	≤ 0,3	≤ 0,2
Sensibilidad de reacción (optimizada por ruidos)		%	≤ 0,2	≤ 0,1
Compensación de punto nulo		en % de I_{nom}	≤ 3	≤ 2
Desplazamiento del punto nulo por variación de:				
	temperatura del fluido	%/20 °K	≤ 1,5	≤ 1,2
	temperatura ambiente	%/20 °K	≤ 1	≤ 0,5
	presión de servicio	%/100 bar	≤ 2	≤ 1
	presión de retorno 0 hasta 10 % de p	%	≤ 1	≤ 0,5

[1] $q_{V,L}$ = caudal nulo en L/min
[2] p = presión de servicio en bar
[3] $q_{V\,nom}$ = caudal nominal (válvula completa) en L/min
[4] Δp = diferencia de presión sobre la válvula en bar

Características técnicas (para utilización con valores distintos, consúltenos!)

Eléctricas

Sistema de realimentación		Mecánico (M)	Mecánico y eléctrico (D)
Protección de la válvula según EN 60 529		IP65	
Señal		Analógica	
Corriente nominal de cada bobina	mA	50	–
Resistencia de cada bobina	Ω	85	–
Inductancia para 60 Hz y 100% corriente nominal: conexión serie	H	0,96	–
conexión paralelo	H	0,24	–
Señal de ruido superpuesta recomendada: f = 400 Hz		Amplitud según el equipo hidráulico: máx. 5 % de la corriente nominal	

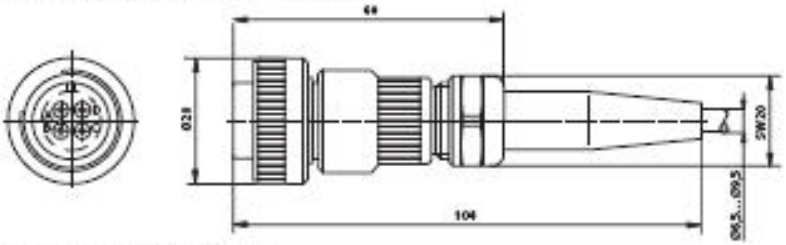
Eléctricas, electrónica de mando externa

Amplificador en (pedido por separado) tarjeta formato europeo	Tipo VT-5R2, según catálogo RS 29 980

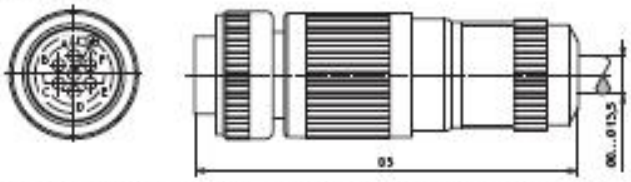
Observación: Ver datos de **ensayo de simulación de medioambiente** para el análisis de resistencia a perturbaciones electromagnéticas, solicitaciones climáticas y mecánicas en RS 29 591-U (Aclaraciones sobre resistencia al medioambiente).

Conector

Conector versión **K8** (electrónica de mando externa) según
VG 095 342 – pedido por separado, nro. de referencia **00002460**



Conector versión **K9** según E DIN 43 563-BF6-3/Pg11
pedido por separado, nro. de referencia **00223890**
(versión metálica)



Conexión eléctrica de la bobina en el zócalo (para válvulas con electrónica de mando externa)

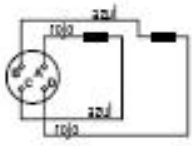
La conexión eléctrica se puede realizar en paralelo o en serie. Por razones de seguridad de servicio y de menor inductancia de bobina recomendamos la conexión paralelo.

Conexión paralelo: en el conector unir contacto A con B y C con D.

Conexión serie: en el conector unir contacto B con C.

Una señal eléctrica en A (+) respecto de D (–) provoca un flujo de P hacia A y B hacia T. Una señal eléctrica inversa provoca un flujo de P hacia B y A hacia T.

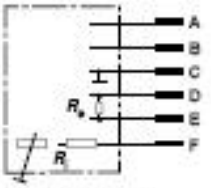
4 WS 2 EM 16-2X/...



Cable de conexión:
4 conductores, 0,75 mm², apantallado (por ejemplo cable tipo LiYCY 4x0,75mm²) diámetro externo 6,5 hasta 9,5 mm
Conectar el blindaje sólo del lado de la alimentación.

Disposición del conector 4 WSE2E .16. (válvula con electrónica de mando integrada)

Electrónica de mando integrada



Ajuste de punto nulo

	Contacto del conector	Señal de corriente	Señal de tensión
		Mando "8"	Mando "9"
Tensión de alimentación (± 3 %)	A	+ 15 V	+ 15 V
	B	− 15 V	− 15 V
	C	⊥	⊥
Valor nominal	D	± 10 mA;	± 10 V
	E	R_a = 1 kΩ	R_a ≥ 50 kΩ
Salida de medición para pistón de mando	F [1]	carrera nominal corresponde aprox. ± 10 V contra ⊥; R_i = 1 kΩ	
Capacidad de carga en los contactos del conector	A	máximo 150 mA	máximo 150 mA
	B		
	D	± 10 mA	± 0,2 mA
	E		

[1] En válvulas sin realimentación eléctrica la conexión F está libre.

Tensión de alimentación: ± 15 V ± 3 %, ondulación residual < 1 %

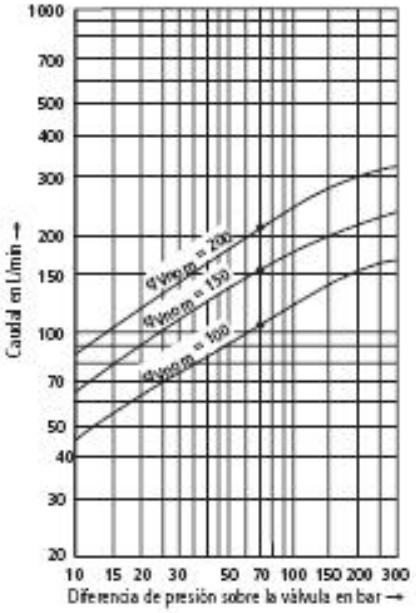
Valor nominal: Valor nominal en la conexión D del conector = negativo respecto de la conexión E del mismo conector, origina un flujo de P hacia B y A hacia T.
La salida de medición F tiene una señal negativa respecto de ⊥.
Valor nominal en la conexión D del conector = positivo respecto de la conexión E del mismo conector, origina un flujo de P hacia A y B hacia T.
La salida de medición F tiene una señal positiva respecto de ⊥.

Salida de medición: La señal de tensión U_F es proporcional a la carrera del pistón de mando.

Observación: las señales eléctricas aplicadas a una electrónica de válvula (por ejemplo valor real) no deben ser empleadas para la conmutación de funciones de seguridad de la máquina! (Ver también norma europea "Requerimientos técnicos de seguridad sobre equipos y componentes de la técnica de fluidos - Hidráulica", EN 982!)

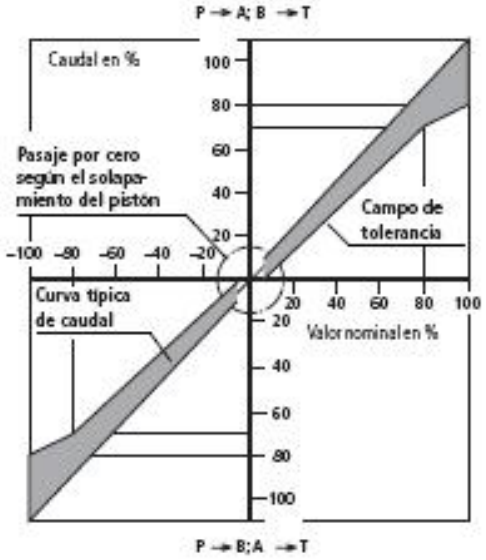
Curvas características (medidas con HLP32, ϑ_a = 40 °C ± 5 °C)

Función caudal-carga (tolerancia ± 10 %)
para 100 % de señal de valor nominal



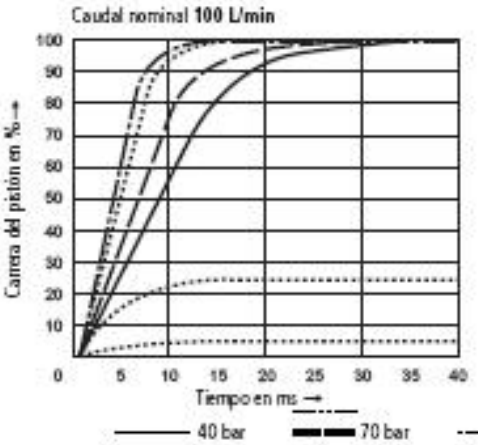
Δp = diferencia de presión sobre la válvula (presión de entrada menos presión de retorno y menos presión de carga)

Campo de tolerancia de la función caudal-señal
para diferencia de presión constante sobre la válvula

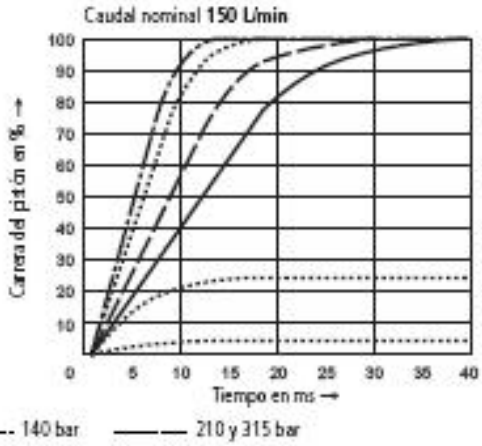


Curvas características: tipo 4WS.2EM 16 (medidas con HLP32, ϑ_a = 40 °C ± 5 °C)

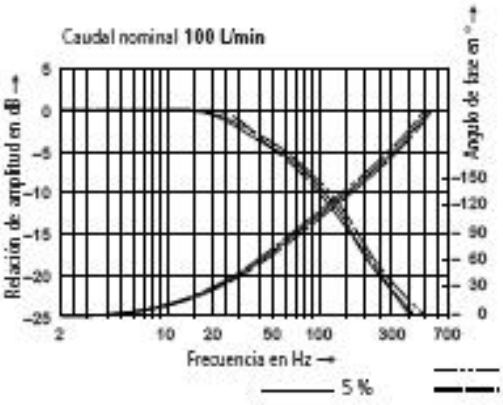
Función de transferencia con rango de presión 315 bar



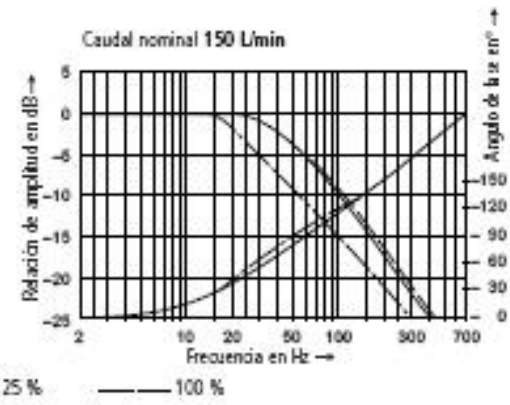
Respuesta a un escalón sin caudal



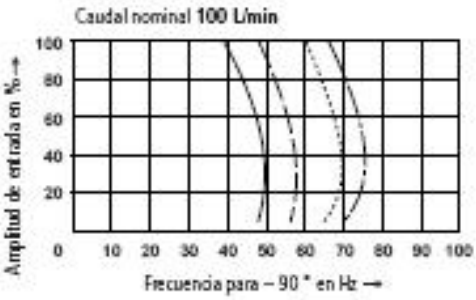
Respuesta de frecuencia con rango de presión 315 bar, p = 315 bar

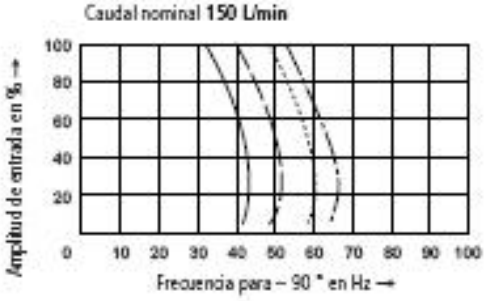


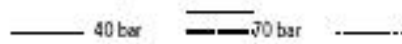
Curva carrera-frecuencia sin caudal



Dependencia de la frecuencia de la presión de servicio p





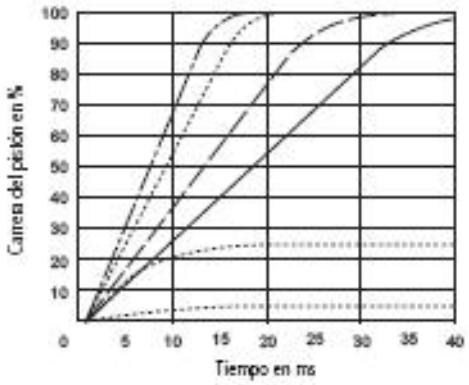


Señal de salida ≙ carrera del pistón sin caudal

Curvas características: tipo 4WS.2EM 16 (medidas con HLP32, ϑ_a = 40 °C ± 5 °C)

Función de transferencia con rango de presión 315 bar

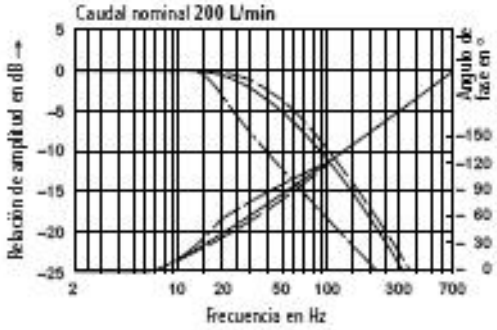
Caudal nominal **200 L/min**

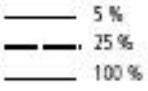


Respuesta a un escalón sin caudal

Respuesta de frecuencia con rango de presión 315 bar, p = 315 bar

Caudal nominal **200 L/min**

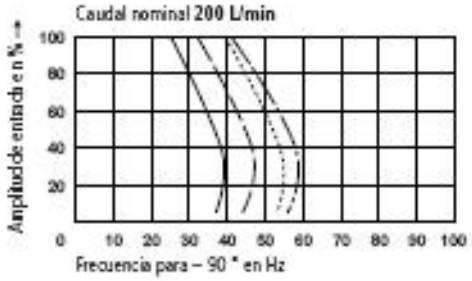




Curva carrera-frecuencia sin caudal

Dependencia de la frecuencia de la presión de servicio p

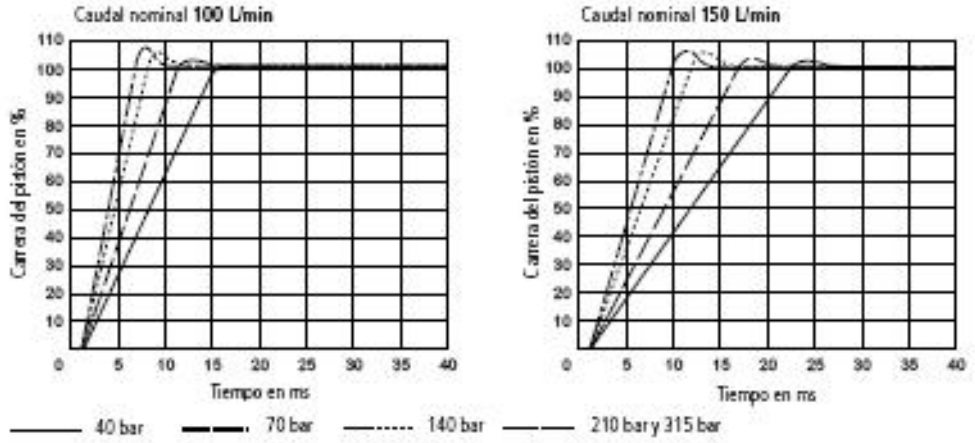
Caudal nominal **200 L/min**



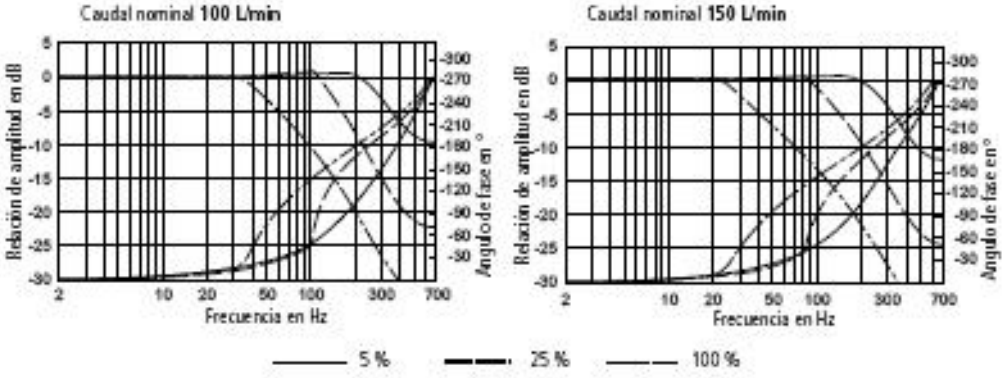
Señal de salida ≙ carrera del pistón sin caudal

Curvas características: tipo 4WSE2ED 16 (medidas con HLP32, ϑ_a = 40 °C ± 5 °C)

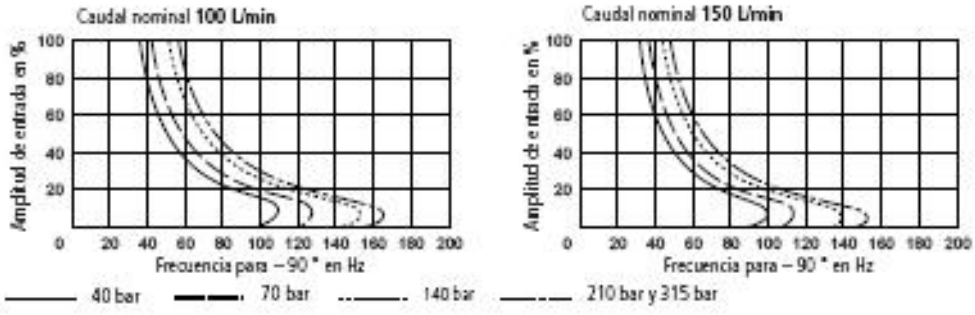
Función de transferencia con rango de presión 315 bar Respuesta a un escalón sin caudal



Respuesta de frecuencia con rango de presión 315 bar, p = 315 bar Curva carrera-frecuencia sin caudal



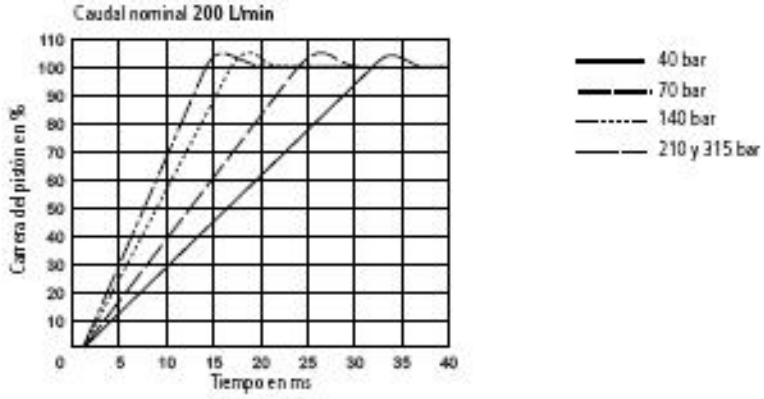
Dependencia de la frecuencia de la presión de servicio p



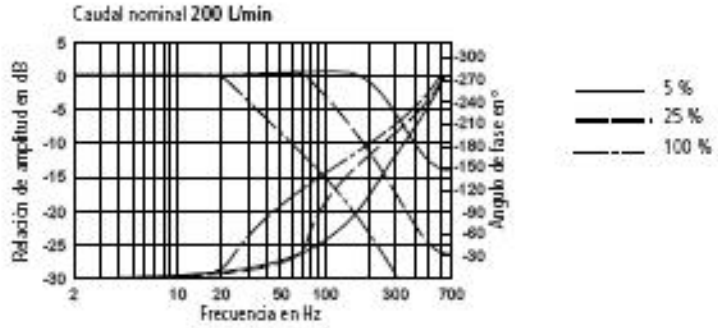
Señal de salida ≙ carrera del pistón sin caudal

Curvas características: tipo 4WSE2ED 16 (medidas con HLP32, ϑ_a = 40 °C ± 5 °C)

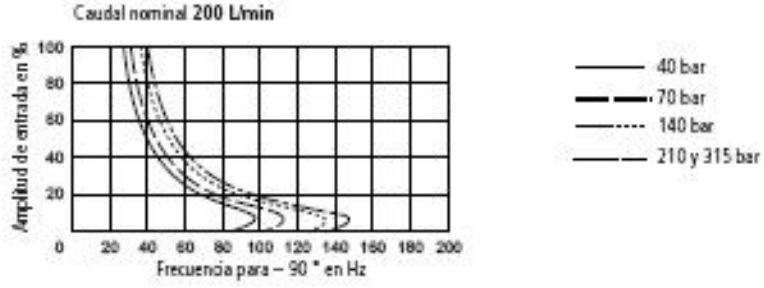
Función de transferencia con rango de presión 315 bar Respuesta a un escalón sin caudal



Respuesta de frecuencia con rango de presión 315 bar, p = 315 bar Curva carrera-frecuencia sin caudal

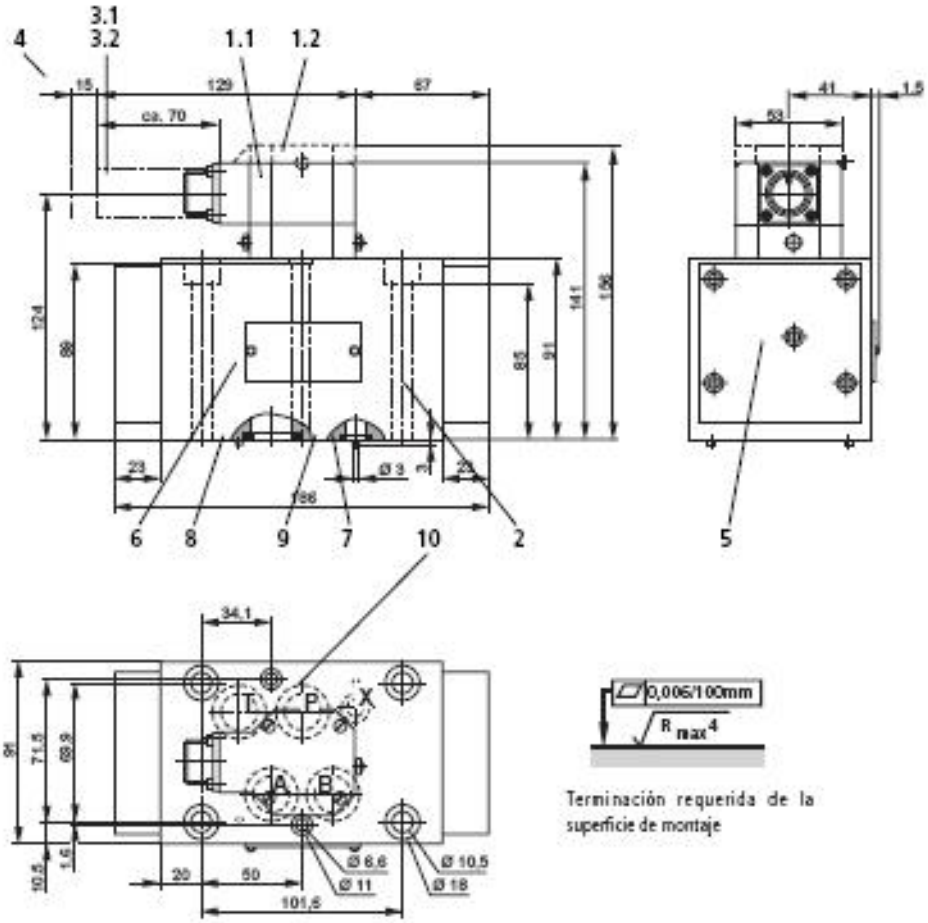


Dependencia de la frecuencia de la presión de servicio p



Señal de salida ≙ carrera del pistón sin caudal

Dimensiones: tipo 4WS.2EM 16 (medidas en mm)



Terminación requerida de la superficie de montaje

1.1 Pilotaje (1ra etapa) **sin** electrónica de mando integrada (4 WS 2 EM 16)

1.2 Pilotaje (1ra etapa) **con** electrónica de mando integrada (4 WSE 2 EM 16)
Ajuste eléctrico del punto nulo:
la corrección del punto nulo es posible mediante un potenciómetro retirando el tapón (SW 2,5).

2 2da etapa

3.1 **Sin electrónica de mando integrada:**
conector de 4 contactos compatible con VG 095 342

3.2 **Con electrónica de mando integrada:**
conector de 6 contactos compatible con VG 095 342

4 Espacio requerido para retirar el conector, tener en cuenta el cable de conexión!

5 Hexágono interior SW 5 para ajuste a ambos lados del punto nulo hidráulico

6 Placa de características

7 Espiga de fijación (2 unidades)

8 Juntas iguales para conexiones A, B, P y T

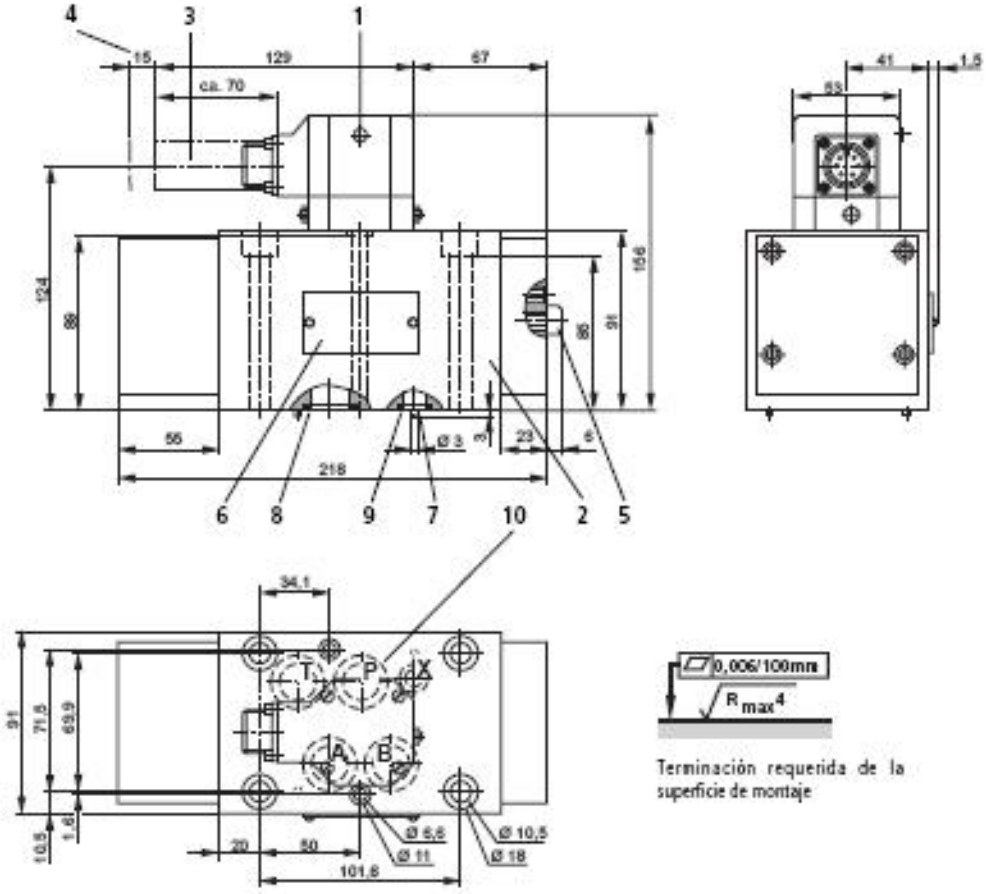
9 Junta para conexión X

10 Perforaciones según DIN 24 340, forma A 16

Placas de conexión G 172/01 (G 3/4)
G 174/01 (G 1); G 174/08 (brida)
según catálogo RS 45 056 deben solicitarse por separado.

Tornillos de sujeción de la válvula incluidos en el suministro
4 unid. M10 x 100 DIN 912-10.9; M_A = 75 Nm
2 unid. M6 x 100 DIN 912-10.9; M_A = 15,5 Nm

Dimensiones: tipo 4WSE2ED 16 (medidas en mm)



Terminación requerida de la superficie de montaje

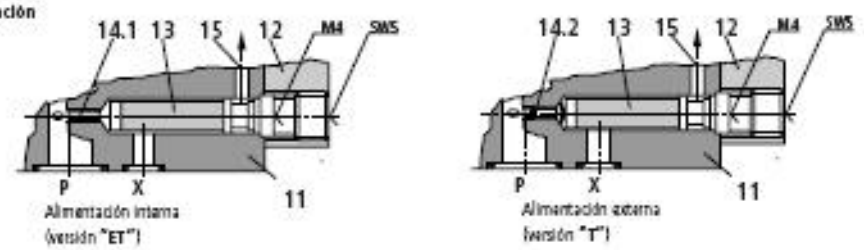
1 Pilotaje (1ra etapa) con electrónica de mando integrada
Ajuste eléctrico del punto nulo:
la corrección del punto nulo es posible mediante un potenciómetro retirando el tapón (SW 2,5).
2 2da etapa
3 Conector de 6 contactos compatible con VG 095 342
4 Espacio requerido para retirar el conector, tener en cuenta el cable de conexión!
5 Ajuste del punto nulo hidráulico mediante 2 tornillos con hexágono interior SW 5 y SW 3
6 Placa de características
7 Espiga de fijación (2 unidades)
8 Juntas iguales para conexiones A, B, P y T
9 Junta para conexión X
10 Perforaciones según DIN 24 340, forma A 16

Placas de conexión G 172/01 (G 3/4)
G 174/01 (G 1); G 174/08 (brida)
según catálogo RS 45 056 deben solicitarse por separado.

Tornillos de sujeción de la válvula incluidos en el suministro.
4 unid. M10 x 100 DIN 912-10.9; M_A = 75 Nm
2 unid. M6 x 100 DIN 912-10.9; M_A = 15,5 Nm

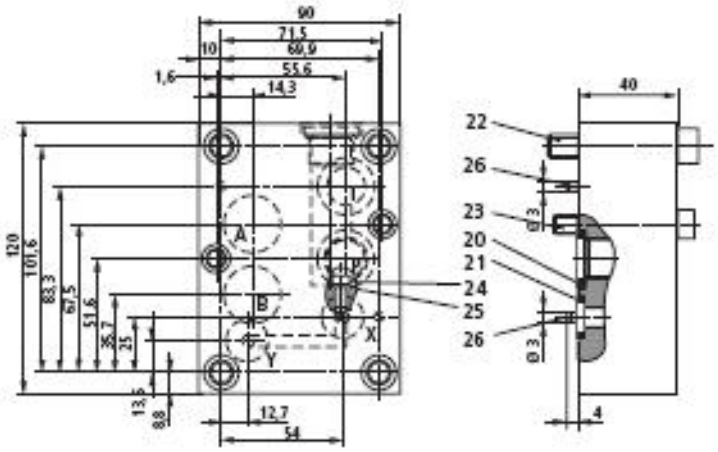
Alimentación de aceite de mando (drenaje por lo general interno)

Alimentación



11 Válvula principal
12 Tapa
13 Filtro
Nro. referencia **00649157**
14.1 Abierta
14.2 Cerrada
Tapón M6 x 10 DIN 906
15 A la 1ra etapa

Placa de lavado (medidas en mm)



Simbolo

Con juntas NBR
Nro. referencia 00308493

20 Juntas iguales para conexiones A, B, P, T
21 Juntas iguales para conexiones X, Y
22 4 tornillos M10 x 50 DIN 912–8.8
(incluidos en el suministro); M_A = 51 Nm
23 2 tornillos M6 x 50 DIN 912–8.8
(incluidos en el suministro); M_A = 10,4 Nm
24 1 tornillo M6 x 10 DIN 912–8.8
(incluidos en el suministro)
25 Junta
26 Espiga de fijación (2 unidades)

Para garantizar un correcto funcionamiento de la servoválvula es necesario lavar el equipo antes de la puesta en servicio del mismo.

Como valor indicativo del tiempo de lavado por equipo vale:

$$t \approx \frac{V}{q_V} \cdot 5$$

t = tiempo de lavado en horas
V = contenido del tanque en litros
q_V = caudal de la bomba en litros por minuto

Al reponer más del 10 % del contenido del tanque, se debe repetir el proceso de lavado.

Más adecuado que una placa de lavado es el empleo de una válvula direccional con conexión según DIN 24 340 forma A16. Con esta válvula se pueden lavar también las conexiones de usuario.

Bosch Rexroth AG
Industrial Hydraulics
D-97813 Lohr am Main
Zum Eisengießer 1 • D-97816 Lohr am Main
Telefon 0 93 52 / 18-0
Telefax 0 93 52 / 18-23 58 • Telex 6 89 418-0
eMail documentation@boschrexroth.de
Internet www.boschrexroth.de

Los datos indicados son válidos sólo para la descripción del producto. No se puede deducir de nuestros datos una conclusión sobre un estado determinado o una aptitud para una utilización determinada. Se debe tener en cuenta que nuestros productos están sometidos a un proceso natural de desgaste y envejecimiento.

C.2. Acceleròmetre Setra

Model 141

High Output Linear Accelerometer
For Vibration, Shock, Impact
Ranges from: ±2g to ±600g
With External R_{cal} Calibration

The Model 141 is a linear accelerometer that produces a high level instantaneous DC output signal proportional to sensed accelerations (ranging from static acceleration up to 3000 Hz as indicated below).

Setra accelerometers are unique in their ability to withstand exceedingly high g overload without damage. The Model 141 incorporates the super-rugged Setra capacitance-type sensor and a miniaturized electronic circuit.

Its excellent dynamic response is maintained by air damping, which varies with temperature approximately one-tenth as much as the best fluid damping.

The electrical characteristics are compatible with conventional strain-gauge type signal conditioning, including the use of shunt R_{cal} over any selected range up to 100% full scale. The stainless steel case is O-ring sealed, has a well-defined base plane and is quite insensitive to mounting strain.

Cross axis interference is exceedingly low. The external easy-to-replace cable attachment facilitates installation and service.

Full Scale Ranges

For each of the available g ranges, the linearity is characterized by this range chart:
(Non-linearity as % full range, best straight line)

Nominal Range	Non-Linearity ±1%	Natural Frequency (Nominal)	Flat Response (±3 db) 0 Hz to:
±2g	±2g	300Hz	200Hz
±4g	±4g	440Hz	260Hz
±8g	±8g	570Hz	300Hz
±15g	±15g	840Hz	400Hz
±30g	±30g	1200Hz	700Hz
±60g	±60g	1560Hz	1000Hz
±150g	±150g	2800Hz	1600Hz
±600g	±600g	5000Hz	3000Hz

NOTE: Setra adheres to strict quality standards including ISO 9001 and ANSI-Z540-1. The calibration of this product is NIST traceable.

159 Swanson Rd., Boxborough, MA 01719/Telephone: 978-263-1400/Fax: 978-264-0292

Features

- Excellent Static and Dynamic Response
- Temperature-Insensitive Gas Damping (0.7 Critical)
- High Output Signal
- High Overload Capability, (2000g static)
- Low Transverse Sensitivity (0.012 g/g)
- Wide-Range R_{cal} Type Calibration
- Easy-to-Replace Cable Attachment
- Compact, Lightweight
- Optional EMI Filter Upgrade
- Meets CE Conformance Standards

When it comes to a product to rely on, choose the Model 141.
When it comes to a company to trust, choose Setra .

ISO 9001 Certified

Visit Setra Online:
http://www.setra.com

setra
800-257-3872

Model 141A and Model 141B Specifications

Performance Data

Non-Linearity (Best Fit Straight Line)	±1.0% Full Scale
Hysteresis	0.10%
Non-Repeatability	0.05%
Transverse Acceleration Response	<±.012 g/g
Damping	Approximates second order system with 0.7 critical damping (Gas: Squeeze-Film 0.7±0.2 of critical at 77°F [25°C]). Damping ratio increases approximately 0.15%/°F.
Frequency Band	Flat from static to approx. 60% of natural frequency (all ranges)
Resolution	Infinite, limited only by output noise level
Thermal Effects	
Operating Temperature °F (°C)	-10 to +150 (-23 to +65)
Zero Shift	<±0.02% Nominal Range/°F (<±0.36%/°C)
Sensitivity Shift	<±0.02% Nominal Range/°F (<±0.36%/°C) Slightly higher thermal effects when 141A is operated at excitation voltage below 10 VDC
Zero G Output	<±25 mV (factory calibrated at 10 VDC or 24 VDC excitation)
FS G Output	<±25% of Nominal Output
Noise Level	<±0.01% Nominal Range (RMS, in-band)

Performance Data (cont'd)

Calibration Data	Each unit is supplied with a computer generated plot of output vs. acceleration (centrifuge) at the specified excitation voltage.
Sensitivity	Reported at Nominal Range
Excitation Voltage	Model 141A calibrated at 10 VDC Model 141B calibrated at 24 VDC

Electrical Data

Electrical Circuit*	Three-Wire (Com, -Exc, -Out)
Isolation	100 M ohms
Internal Frequency	20 MHz approx.
Calibration Signal (R_{cal})	Available up to 100% Nominal Range by shunting external calibration resistor from calibration lead to -signal lead.

Excitation/Output**	141A	141B
Excitation Range	5-15 VDC	10-28VDC***
Excitation Voltage	10 VDC	24 VDC
Excitation Current	5 mA	10 mA
Nominal Output (open circuit)	±500 mV	±1000 mV
EMI/RFI Filtering	See Option 649	

*Circuit is capacitively isolated from case. Power applied to output, or shorted output, will not damage unit. No reverse-excitation protection.
**Typical performance for nominal ranges:
Output is proportional to excitation voltage
Output impedance 1k ohms (nominal).
***Operable on 28 VDC aircraft power. (Recommend high voltage transient protection to prevent damage by unregulated power conditions as defined in MIL-STD-704A, and voltage regulation to obtain highest accuracy.)

Physical Description

Electrical Connection	2 foot multiconductor cable
Weight	30 grams (not including cable)
Case	Stainless steel, O-ring

Options

Option 020	Calibration at Special Excitation
Option 649	EMI/RFI Filter (MIL-STD-462)
Option 701	Wide Operating Temperature -65°F to +220°F (-54°C to +104°C)
Option 803-825	Up to 25 feet of cable can be supplied on your order; please specify cable length when ordering (e.g., 805 for 5ft. cable) Consult factory for cables longer than 25 feet.

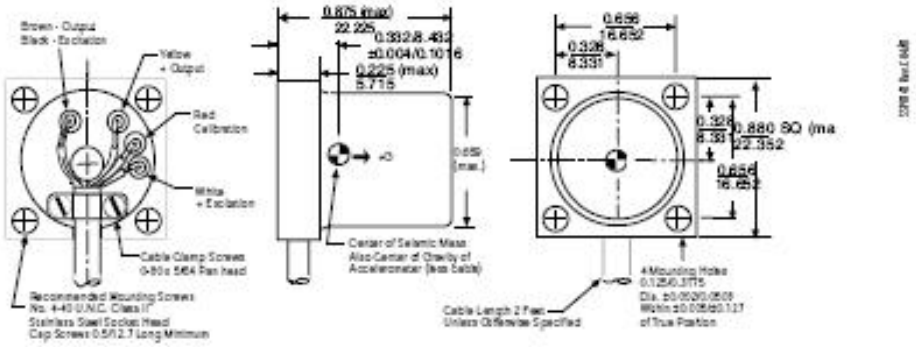
Ordering Information

Specify	Model 141A or Model 141B
Specify G Range	Nominal Range (± specific g)
Specify	Excitation voltage for calibration (if non-standard, use Option 020 at extra charge)

Specifications subject to change without notice.

Note: Setra adheres to strict quality standards including MIL-I-45208A and ANSI Z540-1. The calibration of this product is NOT traceable.

Outline Drawing



While we provide application assistance on all Setra products both personally and through our literature, it is the customer's responsibility to determine the suitability of the product in the application.

159 Swanson Road, Boxborough, MA 01719/Tel: 978-263-1400; Toll Free: 800-257-3872; Fax: 978-264-0292; email: sales@setra.com

C.3. Rodament lineal i eix INA

Self-aligning
linear ball bearings

Light range – metric sizes

SCHAEFFLER GROUP
INDUSTRIAL

Contents

Page	
3	Self-aligning linear ball bearings
6	Shafts
7	Design of bearing arrangements
8	Dimension tables "Self-aligning linear ball bearings"
10	Dimension tables "Linear ball bearing units"
22	Dimension tables "Shafts"

Self-aligning linear ball bearings

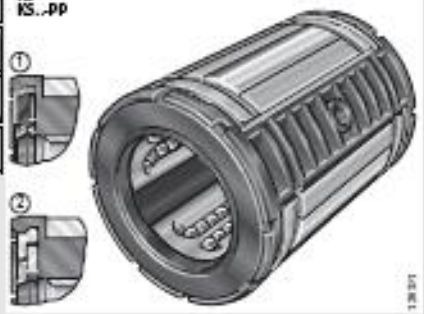
Features

Self-aligning linear ball bearings

- are units comprising a housing, movable segments and seals
  - housing in closed or open design
  - segments comprise a segment upper section, load plate, rolling elements (balls) and a segment lower section including the ball recirculation tracks
- automatically compensate misalignments of the bearing central axis due to the movable segments. Shaft misalignments of up to max. ±40 angular minutes are therefore possible without impairing the bearing load carrying capacity or operating life
- have no reduction in load ratings due to edge pressure within the shaft misalignment tolerance, and can therefore support considerably higher loads than non-aligning linear ball bearings of the same diameter
- run very quietly and with very low friction due to
  - the automatic compensation of misalignments
  - ground rolling element raceways in the load plates
- run without stick-slip – as compared with plain bearings – and are therefore suitable even for applications requiring high positional accuracy
- allow high speeds up to 5 m/s and accelerations up to 100 m/s²
- allow the construction of linear guidance systems with unlimited travel
- are sealed on both sides by gap seals or contact seals with a floating support arrangement
  - open linear ball bearings also have integral sealing strips on both sides
- sealed versions are supplied greased and are maintenance-free in many applications due to the integral lubricant reservoir
- are dimensioned so that they can replace conventional linear ball bearings even in existing applications
- can be supplied combined with housings as housing units
- are suitable for use with supported shafts in the open version and with the appropriate housing
- have adjustable clearance and can be preloaded in conjunction with open, slotted housings
- can be combined with INA housings and shafts or shaft and support rail units to achieve optimally matched, ready-to-fit, particularly cost-effective complete linear solutions with a long operating life
- are also produced in inch dimensions (series KK, KKO, see *INA Market Information MAI 70*).

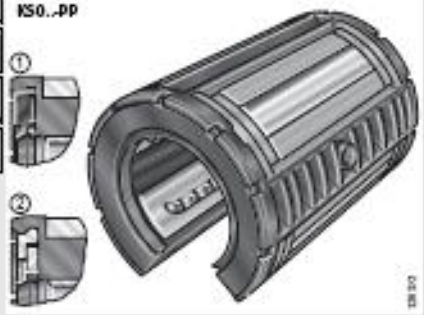
Self-aligning linear ball bearings

KS
KS..-PP



- self-aligning linear ball bearings, closed design
- KS with gap seals ① on both sides
- KS..-PP with lip seals ② on both sides
- for operating temperatures up to +80 °C
- for shaft diameters from 12 mm to 50 mm

KSO
KSO..-PP



- self-aligning linear ball bearings, open design, for supported shafts
- KSO with gap seals ① on both sides
- KSO..-PP with lip seals ② on both sides
- integral gap type sealing strips
- for operating temperatures up to +80 °C
- for shaft diameters from 12 mm to 50 mm

Self aligning
linear ball bearings

Units – tandem arrangement

KTSG
KTSS

- housing made from high strength aluminium alloy, fitted with two self-aligning linear ball bearings KS..-PP in tandem arrangement, bearings can be relubricated
- KTSS slotted and with adjustable clearance
- for operating temperatures up to +80 °C
- for shaft diameters from 12 mm to 30 mm

14

Units

KGSNG
KGSNS

- housing made from high strength aluminium alloy, fitted with self-aligning linear ball bearing KS..-PP, bearing can be relubricated
- KGSNS slotted and with adjustable clearance
- for operating temperatures up to +80 °C
- for shaft diameters from 12 mm to 50 mm

10

KTSO
KTSOS

- housing made from high strength aluminium alloy, open design, suitable for supported shafts, fitted with two self-aligning linear ball bearings KSO..-PP in tandem arrangement, bearings can be lubricated
- KTSOS slotted and with adjustable clearance
- for operating temperatures up to +80 °C
- for shaft diameters from 12 mm to 30 mm

16

KGSC
KGSCS

- housing made from high strength aluminium alloy, open design, suitable for supported shafts, fitted with self-aligning linear ball bearing KSO..-PP, bearing can be lubricated
- KGSCS slotted and with adjustable clearance
- for operating temperatures up to +80 °C
- for shaft diameters from 20 mm to 50 mm

18

Shafts

Features

Shafts

- are precision raceways for INA linear ball bearings
- are made from quenched and tempered steel with a surface hardness of 670 HV + 170 HV (59 HRC + 6 HRC)
  - the uniform hardness depth ensures a smooth transition from the hardened surface layer to the tough core
- can be loaded up to the full basic load rating of INA self-aligning linear ball bearings
- are produced as standard in tolerance class h6
- have high accuracy (roundness and parallelism)
- can be supplied in single pieces up to 6 000 mm in length – depending on the diameter
  - longer lengths are available by agreement
  - the shaft ends are chamfered after cutting to length
- can also be supplied in a special version with ends that differ from the standard version
- can be produced with axial or radial threaded holes for fixing (see *Threaded holes*)
- allow the construction of linear guidance systems with high load carrying capacity, high rigidity, high accuracy and a long operating life
- can be combined with INA linear ball bearings or INA linear ball bearing units to achieve optimally matched, ready-to-fit, particularly cost-effective shaft guidance systems
- are used not only as raceways for INA linear ball bearings but also as:
  - guide rods for plain bushes
  - column guides for stud and yoke type track rollers
  - drawing and straightening rollers
  - shafts and axles in a wide variety of different applications.

Shafts

W

- high precision solid shaft made from quenched and tempered steel
- standard tolerance h6
  - special tolerances available by agreement
- diameters from 5 mm to 80 mm

22

Threaded holes

- recommended radial and axial threaded holes for fixing of high precision solid shafts W
  - for possible combinations see *Dimension table*
- shaft diameters from 5 mm to 80 mm

23

Design of bearing arrangements

Operating clearance

The operating clearance of linear bearings is defined by the selection of shaft and housing tolerances.

The operating clearance of linear bearing and housing units is either defined by shaft selection or, in the case of split housings, is set using the adjusting screw.

If the housings are not rigid, tests must be carried out to determine the housing and shaft tolerance required to achieve the required operating clearance.

Light range

Bearings KS, KS..-PP, KSO, KSO..-PP:
Slight preload is achieved with shafts to h6 and a housing bore to H7.

Units KTSG, KTSO, KGSNG, KGSC, KGSNO, KTFS:
Slight preload is achieved with shafts to h6.

Units KTSS, KTSOS, KGSNS, KGSCS, KGSNOS:
The clearance can be adjusted using a screw.

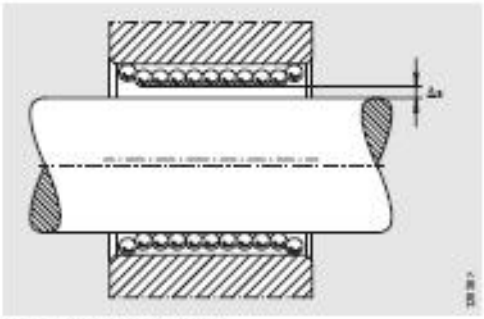
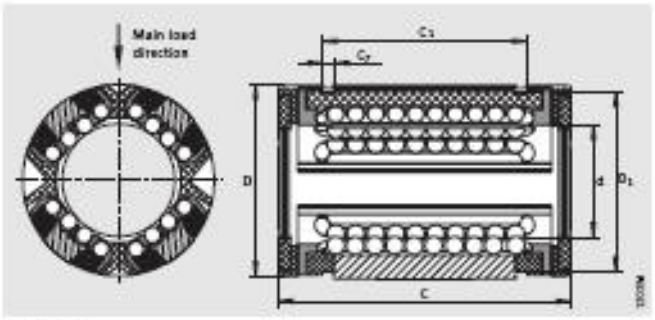


Figure 1 · Operating clearance

Self-aligning linear ball bearings

Light range – metric sizes
closed and open designs
gap seals or
contact seals on both sides

Series KS
KS..-PP
KSO
KSO..-PP

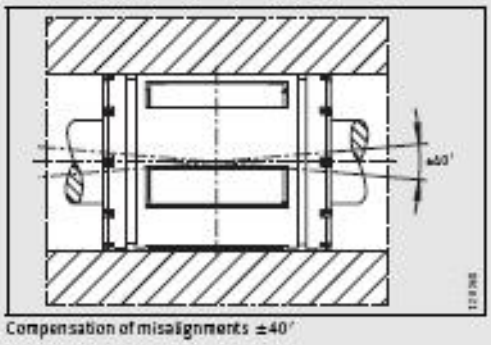


KS, KS..-PP

Dimension table · Dimensions in mm

Shaft diameter	Series				Mass	Dimensions			Mounting dimensions	
	KS[1]	KS..-PP[2]	KSO[1]	KSO..-PP[2]	m	d	D	C	A_4[3]	C_1
d	Designation	Designation	Designation	Designation	≈kg					H13
12	KS12	KS12-PP	–	–	0,018	12	22	32	–	22,6
	–	–	KS012	KS012-PP	0,013	12	22	32	7,6	–
16	KS16	KS16-PP	–	–	0,028	16	26	36	–	24,6
	–	–	KS016	KS016-PP	0,019	16	26	36	10,1	–
20	KS20	KS20-PP	–	–	0,051	20	32	45	–	31,2
	–	–	KS020	KS020-PP	0,038	20	32	45	10	–
25	KS25	KS25-PP	–	–	0,102	25	40	58	–	43,7
	–	–	KS025	KS025-PP	0,075	25	40	58	12,5	–
30	KS30	KS30-PP	–	–	0,172	30	47	68	–	51,7
	–	–	KS030	KS030-PP	0,135	30	47	68	14,3	–
40	KS40	KS40-PP	–	–	0,335	40	62	80	–	60,3
	–	–	KS040	KS040-PP	0,259	40	62	80	18,2	–
50	KS50	KS50-PP	–	–	0,589	50	75	100	–	77,3
	–	–	KS050	KS050-PP	0,454	50	75	100	22,7	–

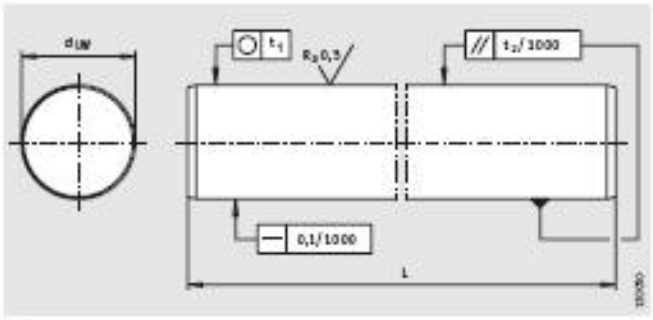
[1] Gap seals on both sides.
[2] Contact seals on both sides.
[3] Dimension A_4 on diameter d.
[4] Hole arrangement symmetrical with bearing width C.
[5] The basic load ratings apply only to hardened (670 HV + 170 HV) and ground shaft raceways. Basic load ratings in accordance with DIN 636-1.
[6] Basic load rating in main load direction.



Compensation of misalignments ±40'

Shafts

Series W



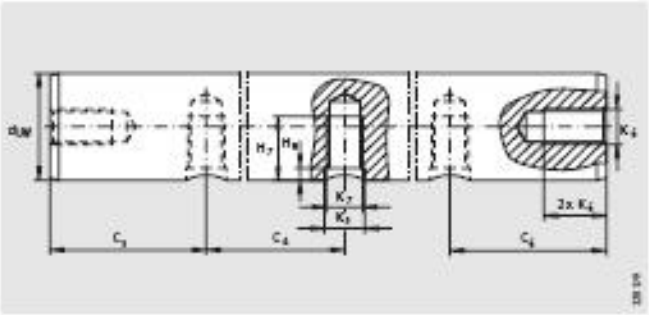
W

Dimension table - Dimensions in mm

Shaft diameter	Designation	Mass	Length	Tolerances in µm			Roundness	Parallelism	Surface hardness depth
				Standard tolerance	Special tolerances[1]				
d_{aW}		m	L_{max}	h6	j5	f7	t_1	t_2[2]	Rht[3]
		kg/m					µm	µm	min.
5	W5	0,15	3 600	0– 8	–	–	4	5	0,4
6	W6	0,22	4 000	0– 8	–	–	4	5	0,4
8	W8	0,39	4 000	0– 9	–	–	4	6	0,4
10	W10	0,61	4 000	0– 9	–	–	4	6	0,4
12	W12	0,89	6 000	0–11	+5–3	–16–34	5	8	0,6
14	W14	1,21	6 000	0–11	+5–3	–16–34	5	8	0,6
15	W15	1,37	6 000	0–11	–	–16–34	5	8	0,6
16	W16	1,57	6 000	0–11	+5–3	–16–34	5	8	0,6
18	W18	1,98	6 000	0–11	–	–16–34	5	8	0,6
20	W20	2,45	6 000	0–13	+5–4	–20–41	6	9	0,9
24	W24	3,55	6 000	0–13	–	–	6	9	0,9
25	W25	3,83	6 000	0–13	+5–4	–20–41	6	9	0,9
30	W30	5,51	6 000	0–13	+5–4	–20–41	6	9	0,9
32	W32	6,3	6 000	0–16	–	–25–50	7	11	1,5
40	W40	9,8	6 000	0–16	+6–5	–	7	11	1,5
50	W50	15,3	6 000	0–16	+6–5	–	7	11	1,5
60	W60	22,1	6 000	0–19	–	–	8	13	2,2
80	W80	39,2	6 000	0–19	–	–	8	13	2,2

[1] Only for shafts made from quenched and tempered steel.
[2] Measured diameter variation.
[3] According to DIN 6 77 3, Part 3.

Recommended threaded holes



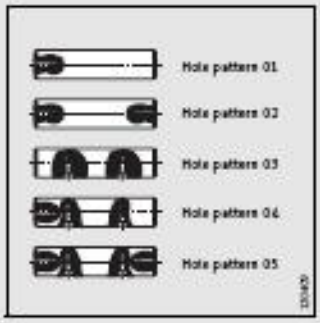
Recommended threaded holes for shafts W

Dimension table - Dimensions in mm

Shaft diameter[1]	Axial threaded hole										Radial threaded hole							
	K_4										Dimensions							
											C_4			$C_{6\,min}$ $C_{6\,min}$[2]		H_7	H_8	K_8	K_7
														03	04–05				
W8	M3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	$3\times K_8+K_7$	–	–	–	–
W10	M3	M4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–	–	–	–
W12	–	M4	M5	–	–	–	–	–	–	–	75	–	120	10		7	2	5	M4
W14	–	M4	M5	M6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–	–	–	–
W15	–	–	M5	M6	M8	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–	–	–	–
W16	–	–	M5	M6	M8	–	–	–	–	–	75	100	150	15		9	2,5	6	M5
W18	–	–	–	M6	M8	M10	–	–	–	–	–	–	–	–		–	–	–	–
W20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	150	15		9	2,5	6	M5
W20	–	–	–	M6	M8	M10	–	–	–	–	75	100	150	15		11	3	7	M6
W24	–	–	–	–	M8	M10	M12	–	–	–	–	–	–	–		–	–	–	–
W25	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	150	15		11	3	7	M6
W25	–	–	–	–	M8	M10	M12	–	–	–	75	120	200	15		15	3	9	M8
W30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	150	15		11	3	7	M6
W30	–	–	–	–	–	M10	M12	M16	–	–	100	150	200	20		17	3,5	11	M10
W32	–	–	–	–	–	M10	M12	M16	–	–	–	–	–	–		–	–	–	–
W40	–	–	–	–	–	M10	M12	M16	–	–	150	200	300	20		19	4	11	M10
W40	–	–	–	–	–	M10	M12	M16	–	–	100	–	–	20		21	4	15	M12
W50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	150	20		19	4	11	M10
W50	–	–	–	–	–	–	M12	M16	M20	–	–	200	300	20		21	4	15	M12
W50	–	–	–	–	–	–	M12	M16	M20	–	100	–	–	20		25	4	15	M14
W60	–	–	–	–	–	–	–	M16	M20	M24	–	–	–	–		–	–	–	–
W80	–	–	–	–	–	–	–	M16	M20	M24	–	–	–	–		–	–	–	–

[1] For dimensions, see page 22.

[2] C_5 and C_4 are dependant on the shaft length.
For versions with hole patterns 04 and 05,
the axial threaded hole must be taken into consideration



C.4. Servocilindres hidràulics Rexroth

RE 57 310/11.92

MANNESMANN REXROTH	Servo Cylinders Series CGS 280	RE 57 310/07.96
	Nominal pressure: 280 bar	Replaces: 11.92

- Hydrostatic pocket bearings
- Servo or control valves may be mounted by means of servo control block or subplate
- Integrated positional measuring system
- Force ratings 10 to 1000 kN
- Piston rod dia. 50 to 200 mm
- Stroke lengths 50 to 500 mm

MANNESMANN REXROTH 1/28

RE 57 310/11.92

Contents

	Page
Technical data	2
Ordering code	3
Description	4 to 5
Piston speeds	6
Standard stroke lengths	6
Eccentric loading of the piston rod	7
Permissible radial forces	8 to 9
Positional transducers	10 to 11
Cylinder data	
Nominal force 16 to 63 kN (Piston rod dia. 50 mm)	12 to 13
Nominal force 40 to 160 kN (Piston rod dia. 80 mm)	14 to 15
Nominal force 63 to 250 kN (Piston rod dia. 100 mm)	16 to 17
Nominal force 100 to 400 kN (Piston rod dia. 125 mm)	18 to 19
Nominal force 250 to 630 kN (Piston rod dia. 160 mm)	20 to 21
Nominal force 630 to 1000 kN (Piston rod dia. 200 mm)	22 to 23
Suplate, size 6	24
Sandwich plate for servo control block – Mounting	25
Sandwich plate for servo control block – Dimensions and mounting patterns	26 to 27
Performance curves for servo axis	28

Technical data

Nominal pressure	bar	280
Backpressure; port "L"	bar	≥ 2
Installation position		Optional
Fluid		Mineral oil to DIN 51 524 (HL, HLP)
Fluid; temperature range	°C	Preferably +35 to +50
Viscosity range	mm^2/s	Preferably 35 to 55
Fluid; fluid cleanliness		Maximum permissible degree of contamination of fluid to NAS 1638 Class 7. We therefore recommend a filter with a minimum retention rate of $G_5 \geq 100$.

Cylinders, the installation data of which deviates from that mentioned in the technical data, are available on request.
On enquiry, please supply exact data on installation conditions.

RE 57 310/11.92

Ordering code

CGS | 280 | | | / | – | T | 1X/ | | | | | |

Servo cylinder
Double rod = CGS

Nominal pressure
280 bar = 280

Mounting type
Clevis eye at cylinder cap = B
Flange at cylinder head = C
Flange at cylinder cap = D
Trunnion mounting = E

Nominal force in kN 1)	Piston rod dia. in mm (Max. radial load; see pages 8 and 9)	Piston dia. in mm
10	60	55
16	60	57
25	60	61
40	60 80	66 91
63	60 80 100	74 97 114
100	80 100 125	106 121 143
160	80 100 125	118 133 152
250	100 125 160	148 166 194
400	125 160	186 211
630	160 200	235 264
1000	200	295

Positional measuring system
L = LVDT: Inductive
T = Ultrasonic

Seal types
D = Standard model
A = 5) Without seal (suction required)

Fluid
M = Seals suitable for use with mineral oil to DIN 51 524 (HL, HLP)
V = FPM seals, suitable for use with phosphate ester (HFD-R)

Piston rod end
A = External thread
B = Mounting holes/ internal thread

Connection type
A = 3) Subplate
Z = 4) Sandwich plate for servo control block

Size (subplate or sandwich plate)
06 = Size 6
10 = Size 10
16 = Size 16
25 = Size 25
32 = Size 32

Series
1X = (10 to 19, externally interchangeable)

Piston rod bearings
T = Pocket bearings

Stroke length (For preferred series see table on page 6)
500 = 2) Stroke 500 mm

1) Based on 270 bar
2) Stroke is total stroke minus cushioning length at cap and head ends
3) Only possible for size 6 at piston rod dia. 50 mm
4) Only possible for sizes 10 to 32
5) Possible on enquiry

Note: Servo control block to RE 57 311 and servo valves must be ordered separately.

Description

Servo cylinders with hydrostatic pocket bearings

Servo cylinders with hydrostatic pocket bearings are used in component testing, material testing machines and anywhere else, where the highest dynamic response, accuracy and radial force loading is required.

An important feature of servo cylinders is low friction operation. Only the viscous friction of the oil in the seal clearance is present at the servo cylinder piston. The same is true for the hydrostatic bearings. By optimising the installation space required for the seal (at zero pressure) between the bearing oil drain and the ouside, the friction here is also kept extremely low within the tolerance range.

If radial forces act on the piston rod, these are absorbed by the servo cylinders, the piston rods of which have hydrostatic pocket bearings.

Hydrostatic bearings

Hydrostatic bearings are primarily used because of the following characteristics:

- High loading permissible
- Considerable static rigidity and high damping
- No starting friction and very low friction at low and high speeds
- No wear
- Little heat produced

Hydrostatic bearings are supplied with system pressure independent of the relative movement between the piston rod and the bearing.

The pressure characteristic in a bearing of this series under no load is shown in fig. 1. Four pockets are situated in the bearing bush. Each pocket is bordered by a bearing land. When under pressure, fluid is continuously fed to the pockets. Fluid flows to the bearing ends via the clearance between the piston rod and the bearing lands. In a bearing under no load, the fluid pressure is about the same in all pockets. Hence the clearances at the bearing lands in the pockets are also about the same. The piston rod is centred in its mid position.

Fig. 2 shows a bearing under load. Due to the load, the piston rod is moved from its mid position in the direction of the load. Hence, the clearance in pocket 1 becomes larger and the resistance to flow lower. The clearance in pocket 2 is forced to become smaller and the resistance to flow increases. If the flow to the individual pockets is kept more or less constant, the pressure will then increase in pocket 2, whilst it decreases in pocket 1. As a result of this pressure difference the external loading is absorbed.

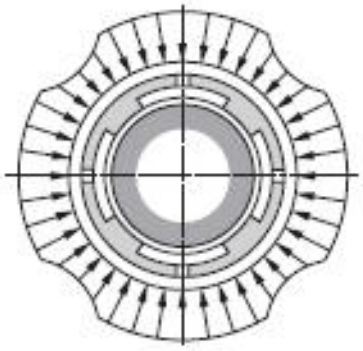


Fig. 1: Pressure diagram for a hydrostatic bearing under no load

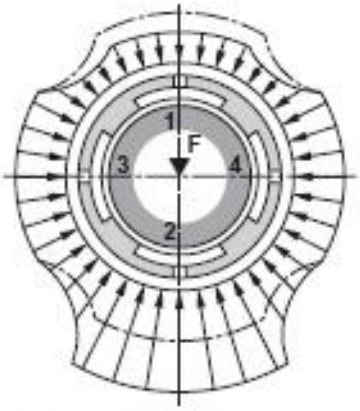


Fig. 2: Pressure diagram for a hydrostatic bearing under a load

The function of the pocket bearings used in servo cylinders is characterised by the four pressure fields arranged around the circumference of the bearing.

It is not necessary to ensure that the pressures in the individual pockets are equal or to adjust the pressures on installation.

The pocket bearing system used by Mannesmann Rexroth possesses a much higher rigidity and hence a higher absorption of radial forces compared with traditional models.

Servo cylinders CGS 280

Cylinders, series CGS 280 are designed for an operating pressure of p = 280 bar and standardised in nominal force ratings of F_N = 10 to 1000 kN. Strokes are available from 50 to 500 mm in 50 mm steps. Special requirements, such as higher force ratings, longer stroke lengths, etc. may also be designed using this bearing principle.

Description

Fig. HA 3017

Servo cylinder with pocket bearings
Force rating 63 kN / 280 bar
with servo control block, size 16

When selecting material pairs for bearing and piston rod or piston and cylinder housing, the longterm experience attained with material pairs in the heavily loaded control plates in displacement pumps is taken into account.

The clearance between piston rod and pocket bearings or between piston and housing is designed so that no metal-to-metal contact occurs.

A prerequisite for high radial loading is that the bearing diameters are of sufficient size. Larger cylinder strokes require a larger piston rod diameter due to buckling. In cylinders with the same nominal force rating, it is possible to select one of various piston rod diameters.

The cylinders are equipped with an internal positional measuring system as standard. Using this system, the cylinder stroke is measured and then fed as an actual signal via a measuring amplifier to the control electronics.

Servo cylinders, series CGS 280 are available in the following mounting types: clevis eye at the cylinder cap, flange at the cylinder head, flange at the cylinder cap and trunnion mounting. Combinations of the mounting types are also possible.

Servo control blocks in modular design for servo cylinders

In order to prevent any unnecessary reduction in the good dynamic response of hydraulic drives, the servo valve with all safety relevant valves must be flanged directly on to the servo cylinder. For this purpose, servo control blocks in modular design were designed.

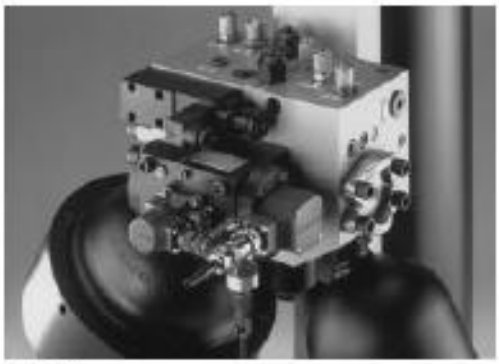


Fig. HA 3019

Servo control block, size 16 to RE 57311

Standard pilot operated pressure relief valves with rapid dynamic response are used for limiting the hydraulic forces in both cylinder chambers.

Force limiting is designed in such a way, that a defined maximum force or a release of pressure at the cylinder chambers may be attained by means of electrical control.

Processes with a high dynamic response require the use of membrane accumulators of sufficient size in the pressure and return lines in the direct vicinity of the servo valve.

The installation of a safety filter for pilot oil and bearing oil integrated in the control block makes it possible to easily replace the complete servo cylinder system during a test.

Servo control blocks are combined in data sheets with respect to size (see RE 57 311).

Servo valves, sizes 10 to 32 may be installed. By means of adaptor plates, which are supplied as accessories, reductions (e.g. from size 16 to size 10) and parallel operation of servo valves (e.g. 2 x size 10 on servo control block, size 16) may be implemented. The servo valve flange area is designed with a mounting pattern to DIN 24 340. In order to mount valves to other standard mounting patterns which vary from this, adaptor plates are available as accessories. Servo valves, size 6 may be mounted directly on to the servo cylinder by means of a subplate or by using an adaptor plate mounted on a control block.

RE 57 310/11.92

Piston speeds (referred to the nominal flow of the servo valve)

Nominal force in kN	Piston rod dia. in mm	Servo valve															
		Size 6			Size 10					Size 16				Size 25		Size 32	
		Nominal flow Q in L / min															
		10	15	20	30	45	60	75	90	100	150	200	300	400	500	700	1000
10	50	0,40	0,61	0,81	1,21	1,82	2,43										
16	50	0,28	0,43	0,57	0,85	1,28	1,70	2,13									
25	50	0,17	0,26	0,35	0,52	0,78	1,04	1,30	1,57								
40	50	0,11	0,17	0,23	0,34	0,52	0,69	0,86	1,03	1,14	1,72	2,29					
	80																
63	50	0,07	0,11	0,14	0,21	0,32	0,42	0,53	0,64	0,71	1,06	1,41	2,12				
	80																
	100																
100	80				0,14	0,21	0,27	0,34	0,41	0,46	0,69	0,92	1,37	1,83[1]	2,30[1]		
	100													1,83[2]	2,30[2]		
	125													1,83	2,30		
160	80				0,08	0,12	0,17	0,21	0,25	0,28	0,41	0,56	0,83	1,10[1]	1,38[1]		
	100													1,10[2]	1,38[2]		
	125													1,10	1,38		
250	100				0,05	0,08	0,11	0,13	0,16	0,18	0,27	0,36	0,53	0,71[2]	0,89[2]		
	125													0,71	0,89	1,23	1,76
	160																
400	125									0,11	0,17	0,22	0,34	0,45	0,56	0,79	1,12
	160																
630	160									0,07	0,11	0,14	0,21	0,29	0,36	0,50	0,72
	200																
1000	200									0,05	0,07	0,09	0,14	0,18	0,23	0,32	0,45

= Standard model Piston speed in m/s

[1]) Only possible for stroke ≥ 150 mm
[2]) Only possible for stroke ≥ 100 mm

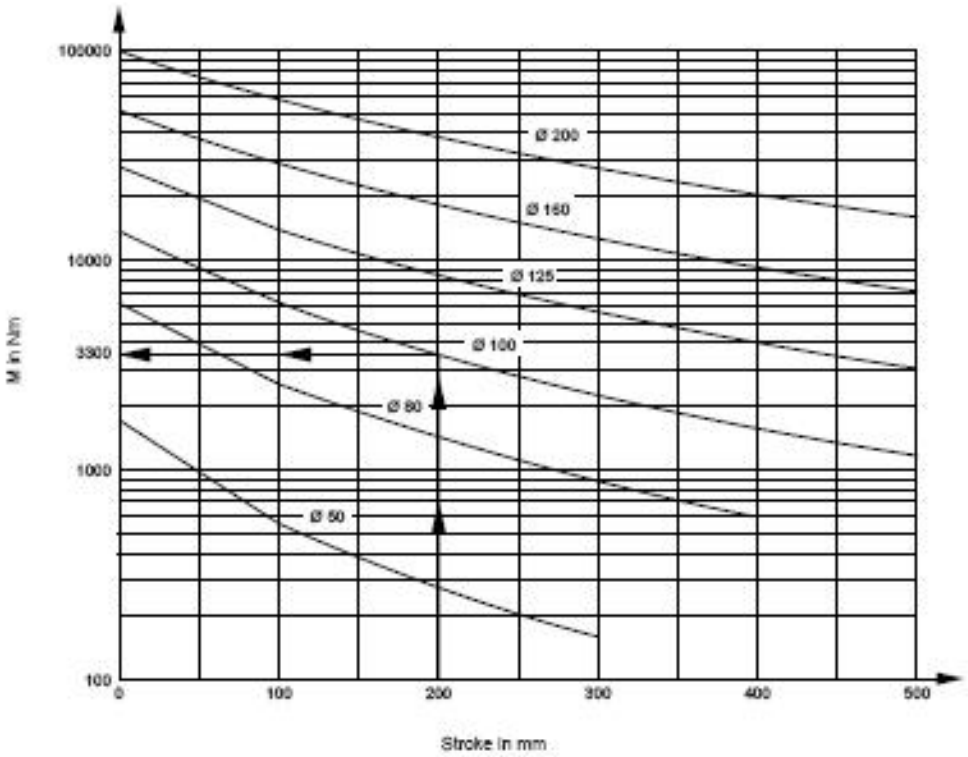
Standard stroke lengths

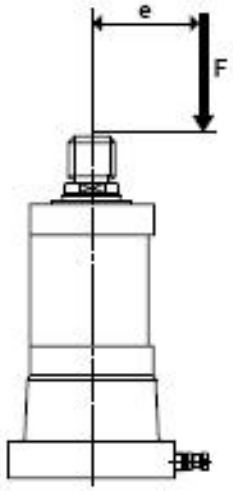
Nom. force in kN	Piston rod dia. in mm	Stroke in mm									
		50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
10	50										
16	50										
25	50										
40	50										
	80										
63	50										
	80										
	100										
100	80										
	100										
	125										
160	80										
	100										
	125										
250	100										
	125										
	160										
400	125										
	160										
630	160										
	200										
1000	200										

= Standard stroke

RE 57 310/11.92

Eccentric loading of piston rod





Permissible bending torque M on piston rod end in case of eccentric loading.

$$M = F \cdot e$$

M = Torque in Nm
F = Nominal force in kN
e = Eccentricity in mm

Example:

Stroke:	200	mm
Piston rod dia.:	100	mm
Nominal force:	63	kN

$$e = \frac{M}{F} = \frac{3300}{63}$$

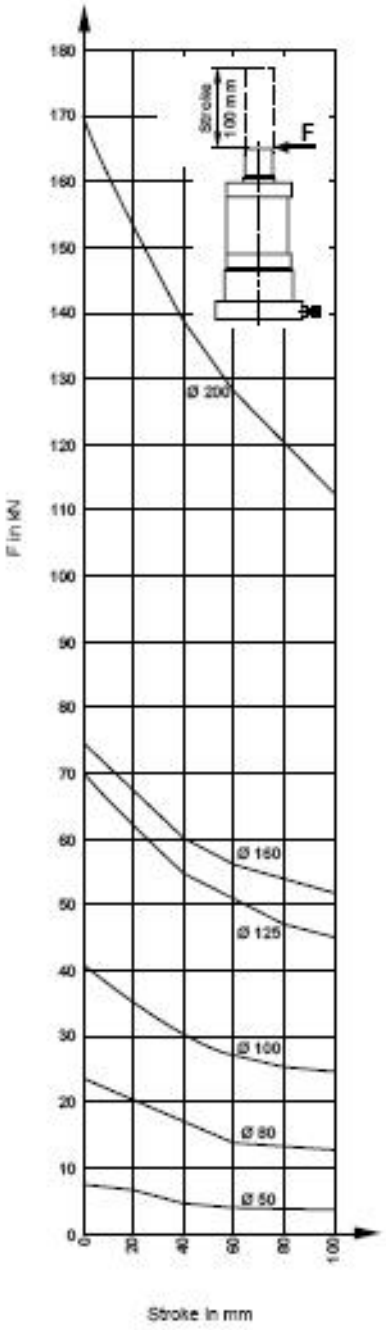
e = 52,38 mm

MANNESMANN REXROTH 7/28

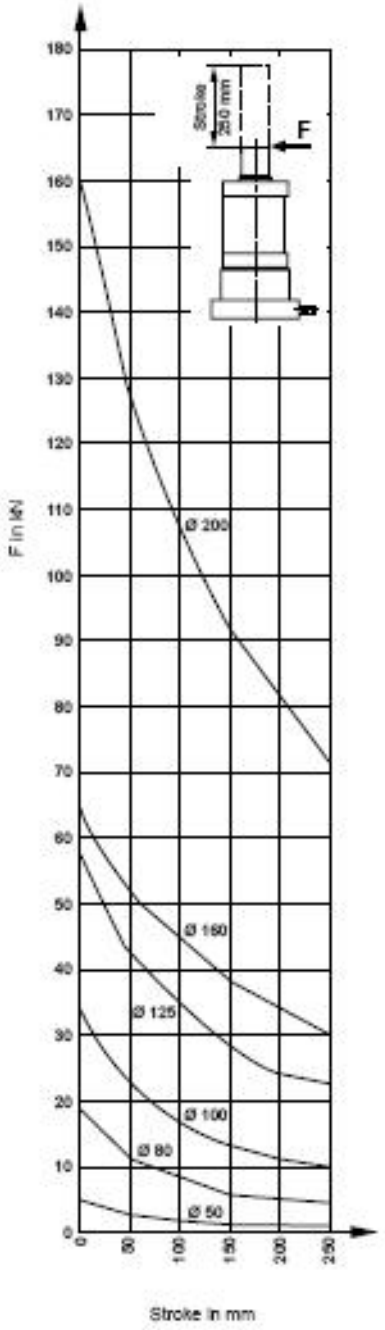
RE 57 310/11.92

Permissible radial loading (referred to piston rod dia.)

Servo cylinders with 100 mm stroke



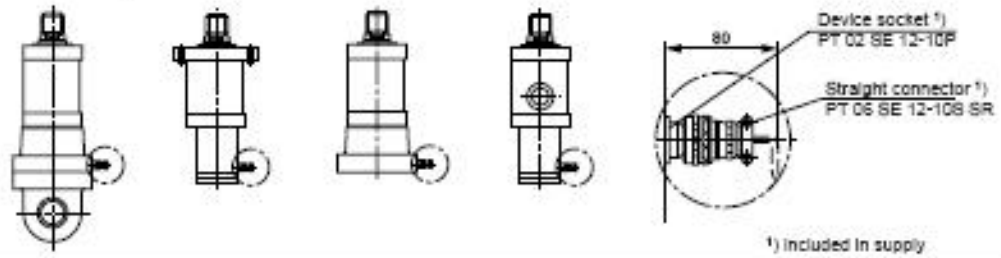
Servo cylinders with 250 mm stroke



RE 57 310/11.92

Positional measuring system

Connector type



1) Included in supply

Inductive positional transducer (differential transformer)

Terminal connections/wire colours

Device socket and cable connector

(view on to pin end)

Pin	Terminal	Wire colour	Pin	Terminal	Wire colour
A	NC	–	F	NC	–
B	Screen	–	G	Voltage supply	White
C	Output	Red	H	Voltage supply	Blue
D	Output	Black	J	NC	–
E	NC	–	K	NC	–

Technical data (For operation outside these parameters, please consult us!)

Measuring length	mm	100 to 550 in 50 mm steps
Process speed		Optional
Supply voltage (U_{ext})	V	+ 1 to + 5
Ouput		Analogue (dependent on evaluation electronics)
Cable length to evaluation electronics	m	≤ 25
Resolution		Infinite
Linearity	%	± 0,25 (with respect to total measuring length)
Sensitivity	mV/V	150
Carrier frequency	kHz	5
Max. acceleration	g	50
Operating temperature	°C	- 40 to + 80
Temperature error in zero point	%/10 K	± 0,04
Temperature error in sensitivity	%/10 K	± 0,1
Insulation		IP 64
Installation position		Optional

Additional evaluation electronics (for further technical data see RE 57 720 and RE 57 721)

Carrier frequency measuring amplifier TF 6204 for inductive transducers in full and half bridge circuits Supply voltage: ± 15 V DC, ± 2 %	Type:	VT8 0180-1X
	Ouput signal:	± 10 V; ± 20 mA
Carrier frequency measuring amplifier TF 6207 for digital measuring systems and inductive transducers in full and half bridge circuits Supply voltage: ± 15 V DC, ± 2 %	Type:	VT8 0181-1X
	Output signal:	± 10 V; ± 20 mA

The additional evaluation electronics must be ordered separately!

RE 57 310/11.92

Positional measuring system

Ultrasonic positional transducer

Functional description

These transducers are used to measure absolute point-to-point displacements. They are non-contacting devices. The period for one ultrasonic pulse on a magnetostrictive wave conducting system is used as the measuring parameter. This period is processed in separate electronics to produce an analogue or digital actual displacement.

The positional transducer comprises a tube with built-in ultrasonic wave conductor and the sensor head. A permanent magnet is integrated in the piston rod, which produces the measuring echo.
As these transducers operate without wear, they are suitable for oscillating operation.

Terminal connections/wire colours

Device socket and cable connector

(View on pin end)

Pin	Terminal	Wire colour	Pin	Terminal	Wire colour
A	GND	White	F	- 12 to - 15 V	Blue
B	Housing	Brown	G	NC	–
C	- stop	Grey	H	NC	–
D	+ stop	Pink	J	+ start	Yellow
E	+ 12 to + 15 V	Red	K	- start	Green

Technical data (For operation outside these parameters, please consult us!)

Measuring length		mm	100 to 550 in 50 mm steps
Process speed			Optional (response time dependent on measuring length)
Supply voltage		VDC	± 12 to ± 15 (150 mA)
Output			RS 422 (pulse period for evaluation electronics)
Length of cable to evaulation electronics		m	≤ 25
Resolution		mm	0,1 (dependent on evaluation electronics)
Linearity		%	± 0,05 (with respect to total measuring length)
Repeatability		%	± 0,001 (with respect to total measuring length)
Hysteresis		mm	0,02
Temperature coefficient		mm/10 °K	0,05
Operating temperature	– Sensor head electronics	°C	- 40 to + 66
	– Sensor rod	°C	- 40 to + 85
Insulation	– Tube/flange		IP 67
	– Connecting head		IP 65
Installation position			Optional

Additional evaulation electronics (for further technical data see RE 29 766)

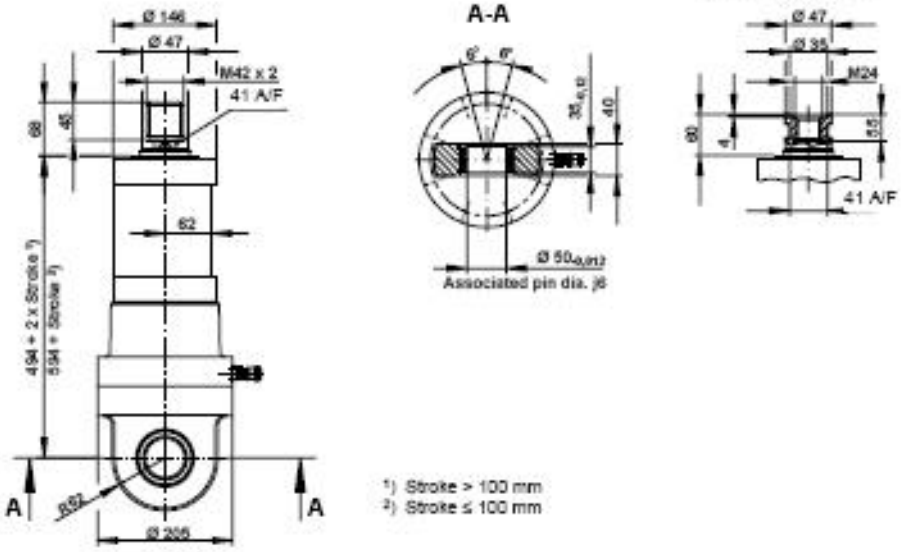
Analogue position oards Supply voltage: ± 15 V DC Zero point at sensor head, cable ≤ 125 m	Type:	VT 12 270 8 1X...	VT 12 271 8 1X...	VT 12 272 8 1X...
	Output signal:	0 to + 10 V	4 to 20 mA	4 to 20 mA Isolated
Analogue modules with 10 pin flanged socket for sensor connection Supply voltage: ± 15 V DC, ± 2 % Zero point at sensor head, metric without speed output	Type:	VT 12 273 8 1X...	VT 12 274 8 1X...	VT 12 276 8 1X...
	Output signal:	0 to + 10 V	4 to 20 mA	4 to 20 mA Isolated
SSI modules with 10 pin flanged socket for transducer con. Supply voltage: + 19 to 24 V DC, ± 2 % Resolution/zero point programmable	Type:	VT 12 276 8 1X...	VT 12 277 8 1X...	–
	Output signal:	16 bit gray code	24 bit gray code	–

The additional evaluation electronics must be ordered separately!

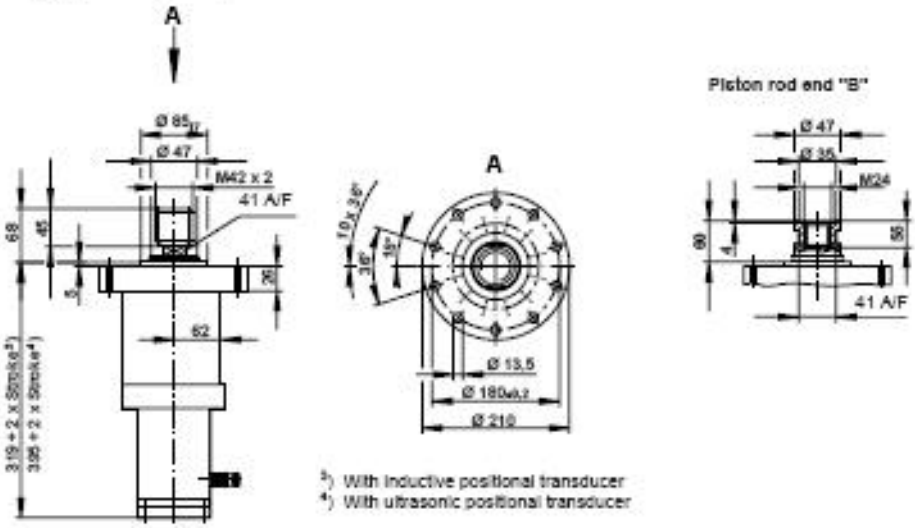
RE 57 310/11.92

Nominal force 10 to 63 kN (Piston rod dia. 50 mm)

Mounting type: B Clevis eye at cylinder cap



Mounting type: C Flange at cylinder head

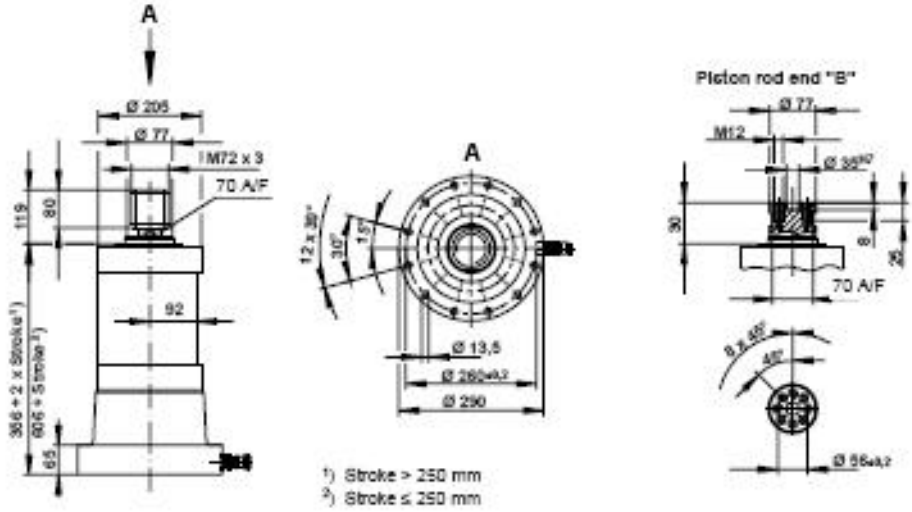


Cushioning length in mm		Piston rod weight in kg		Total cylinder weight in kg (depending on mounting type)			
				B (Stroke ≤ 100 mm)		B (Stroke > 100 mm)	
Head end	Cap end	Zero stroke	Additional per 100 mm stroke	Zero stroke	Additional per 100 mm stroke	Zero stroke	Additional per 100 mm stroke
18	18	5,3	2,9	76	10	65	21

RE 57 310/11.92

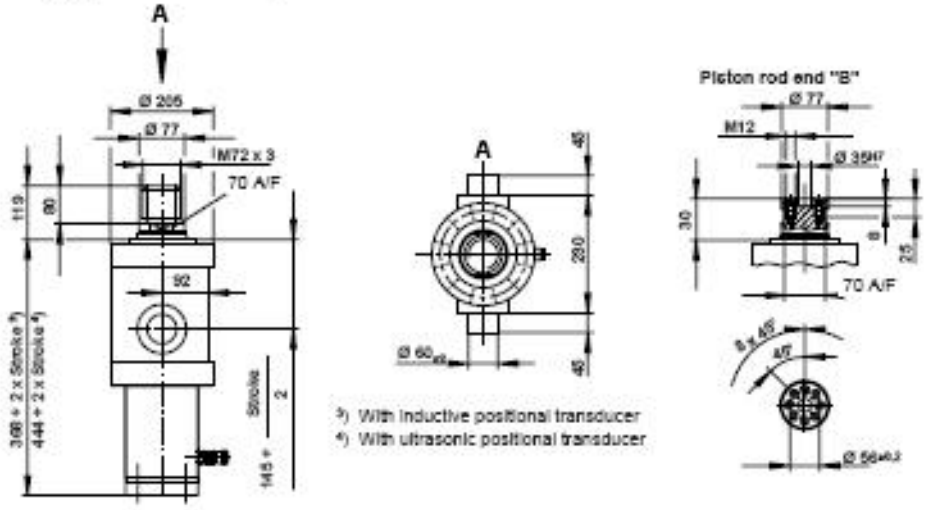
Nominal force 40 to 160 kN (Piston rod dia. 80 mm)

Mounting type: D Flange at cylinder cap



1) Stroke > 250 mm
2) Stroke ≤ 250 mm

Mounting type: E Trunnion mounting



3) With inductive positional transducer
4) With ultrasonic positional transducer

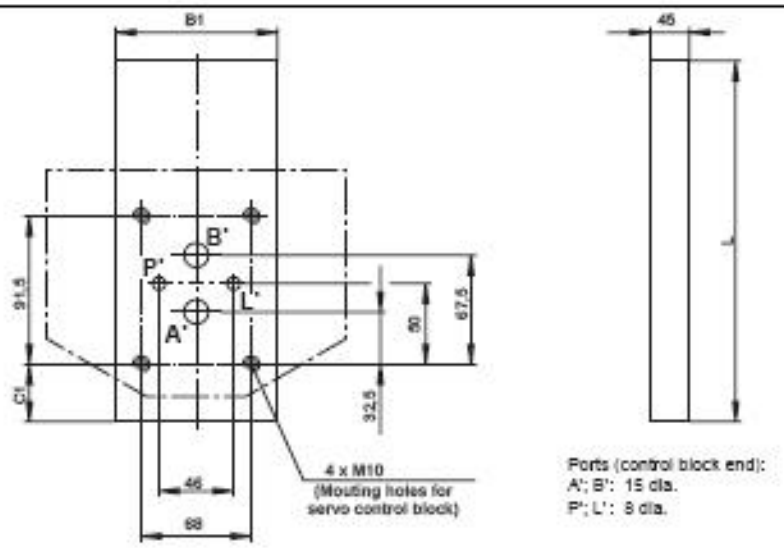
Total cylinder weight in kg (depending on mounting type)

C		D (Stroke ≤ 250 mm)		D (Stroke > 250 mm)		E	
Zero stroke	Additional per 100 mm stroke	Zero stroke	Additional per 100 mm stroke	Zero stroke	Additional per 100 mm stroke	Zero stroke	Additional per 100 mm stroke
88	31	160	20	105	42	81	31

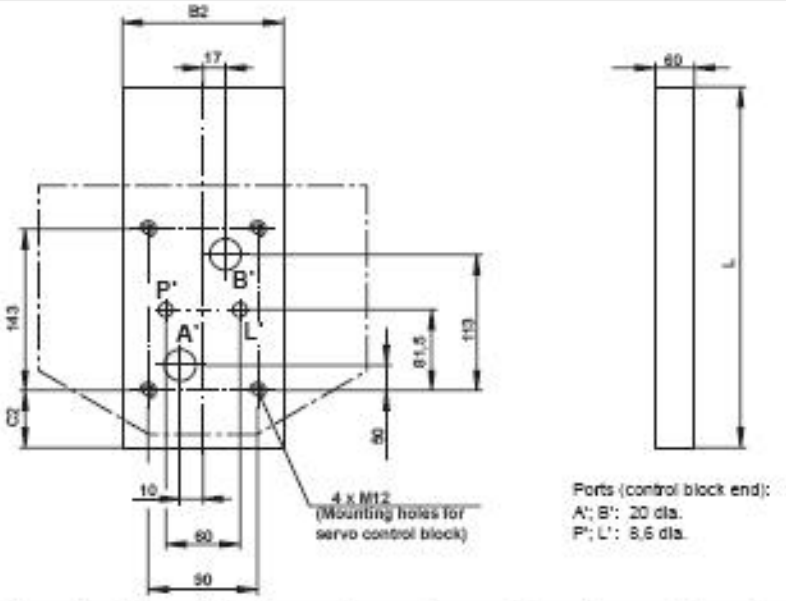
RE 57 310/07.96

Sandwich plate for servo control block: dimensions and mounting patterns

Size 10



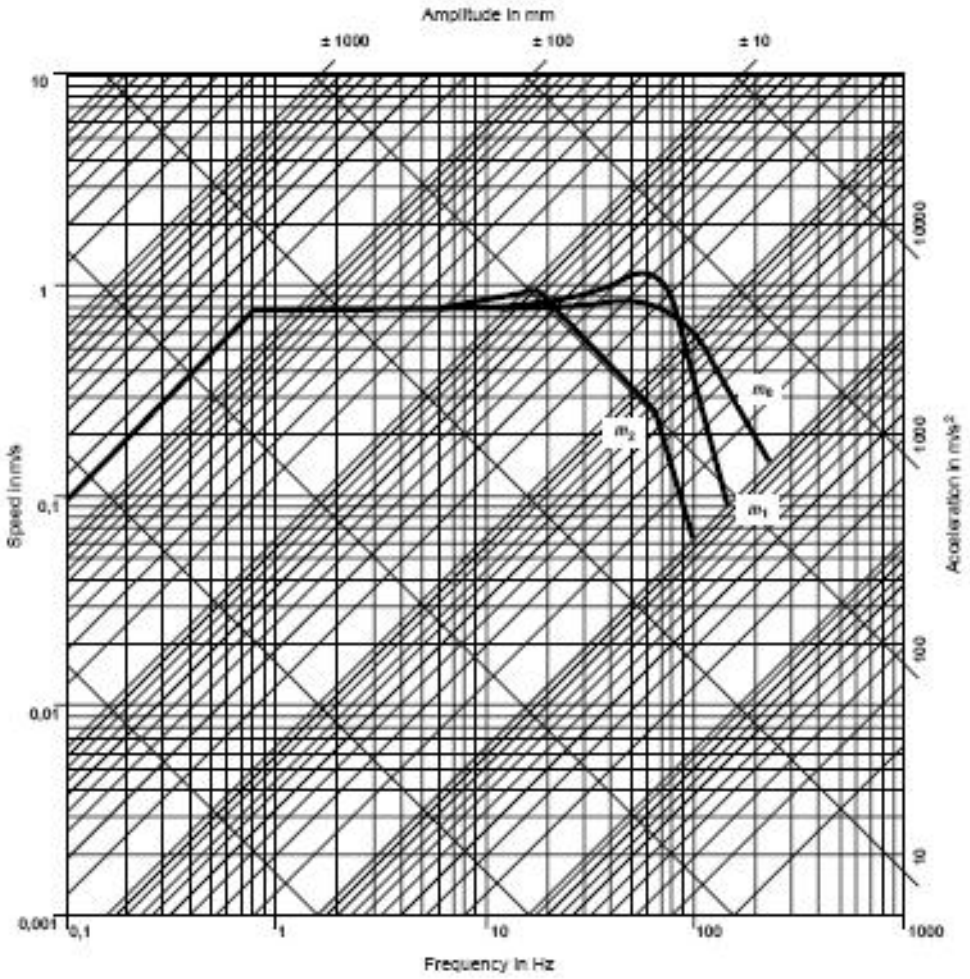
Size 16



Nominal force in kN	Piston rod dia. in mm	L	B1	B2	B3
10 - 63	50	169 + Stroke	84	124	–
40 - 160	80	212 + Stroke	98	110	120
63 - 250	100	239 + Stroke	100	110	120
100 - 400	125	294 + Stroke	–	120	120
250 - 630	160	362 + Stroke	–	140	140
630 - 1000	200	422 + Stroke	–	140	140

RE 57 310/11.92

Performance curves for servo cylinder system



Example:

Performance curves for sinusoidal oscillation of a servo cylinder system.

Servo cylinder system comprises:

Servo cylinder, type:
CGS280D630/160-300T1X/32ZBSMDL

Servo control block, type:
IH03M32A01-1X/E1D1P3T3S1F1V1/G24NZ4M

Servo valve, type:
4WSE3EE32-4X/700B9T315Z9EM

Technical data:

System pressure	p_s =	280 bar
Piston rod weight	m_0 =	202 kg
Additional weight	m_1 =	1000 kg
Additional weight	m_2 =	6000 kg

Performance curves may be produced dependent on the project.

Mannesmann Rexroth GmbH
D-97813 Lohr am Main
Jahnstraße 3-5 • D-97816 Lohr am Main
Telefon 0 93 62 / 18-0 • Telefax 0 93 62 / 18-10 40
Telex 6 89 418-0

Mannesmann Rexroth Limited
Cromwell Road, St. Neots,
Huntingdon, Cambs. PE19 2ES
Tel: (01480) 476041
Fax: (01480) 219052

The specified data is for product description purposes only and may not be deemed to be guaranteed unless expressly confirmed in the contract. All rights reserved – Subject to revision

C.5. Grup motor-bomba REXROTH

Electric Drives and Controls | Hydraulics | Linear Motion and Assembly Technologies | Pneumatics | Service

Rexroth
Bosch Group

Grupo motor - bomba

RS 51062/10.05 1/20
Reemplaza a: 11.02

Tipo ABAPG

Con bombas tipo: • A10VSO
• PV7
• PGF3
• PGH
Motor eléctrico TN112 hasta 280

Indice

Contenido	Página
Características	1
Código de pedido	2
Montaje del grupo motor-bomba	2
Características técnicas	3 y 4
Plano de conexión	5 hasta 7
Tabla de selección	8 hasta 12
Dimensiones	12 hasta 17
Conexiones de tuberías	18
Instrucciones de montaje	18
Instrucciones de puesta en servicio	19
Indicaciones de proyecto	19

Información sobre repuestos suministrables:
www.boschrexroth.com/spc

Características

En el grupo motor-bomba se convierte energía eléctrica en energía hidráulica.

Están concebidos para accionamiento hidrostático en circuitos abiertos

- Motor eléctrico con pie y brida, forma B35
- Bomba con soporte y acoplamiento sujeta al motor eléctrico
- Previsto para montaje sobre tanques, bastidores o ambiente separado
- Bajo nivel de ruido de servicio
- Múltiples posibilidades de aplicación
- Montaje simple, de mínimo mantenimiento
- Bomba constante y variable, opcional
- Es posible la combinación de bombas para sistemas de varios circuitos

Código de pedido

ABAPG – / / / –

Tipo
según norma Rexroth RN 118/02

Bomba tipo
Selección de bombas según tipos preferidos:
bomba de pistones axiales A10VSO – A10VSO
según RS 92711 (TN28 hasta TN140)
y RS 92712 (TN18)
bomba variable de paletas según RS 10515 – PV7/
bomba de engranajes internos según RS 10213 – PGF3–
bomba de engranajes internos según RS 10223 – PGH4–
bomba de engranajes internos según RS 10223 – PGH5–

Tamaño nominal de bomba
ver pág. 8 hasta 12
en bomba PV7, indicar el tamaño constructivo

Dispositivo de regulación y ajuste
regulador de presión y caudal A10VSO [1] – DFR1
regulador de potencia para A10VSO [1] – DFLR
regulador de presión para PV7/25 y PV7/40 [2] – C0-16
regulador de presión para PV7/63 y PV7/100 [2] – C0-14

Ejemplo de pedido para bomba de pistones axiales:
ABAPG–A10VSO45DFR1/160M-4-B0/SEABFR-B

Variante
A – para versión básica
B – con bloque de protección de bomba

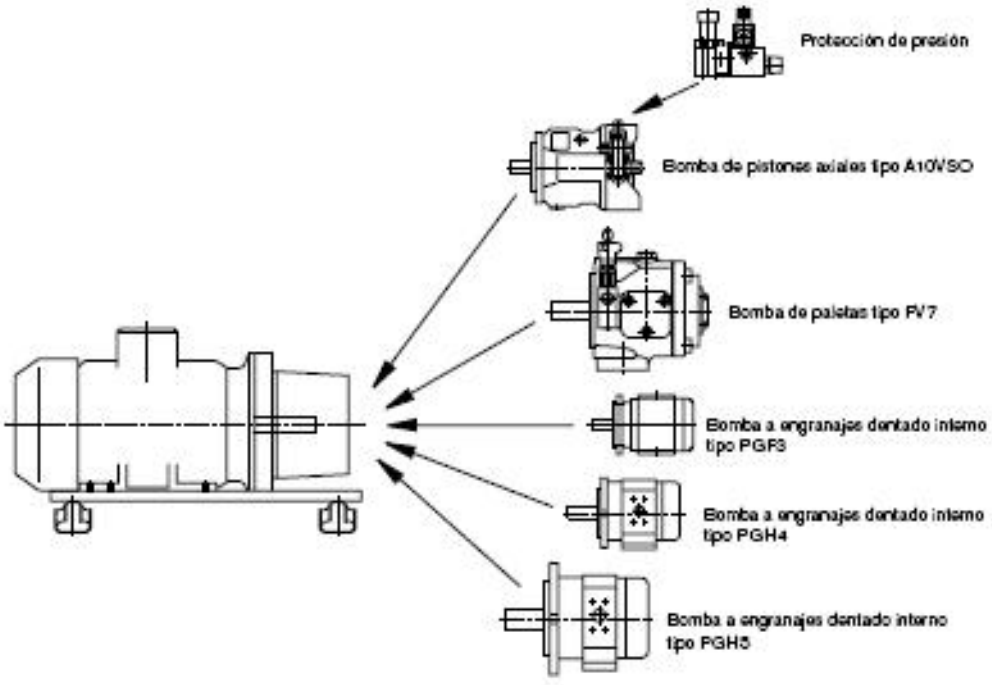
SE – soporte rígido, apoyo elástico
A – conexión de arranque
B – bloque de protección de bomba según RS 25890 para bomba tipo A10VSO
M – acople de medición
F – brida de presión para bomba con conexión por brida
R – tubo de aspiración

Tamaño constructivo del motor eléctrico
ver pág. 8 hasta 12

[1] Este código de pedido se usa sólo en referencia a la bomba tipo A10VSO.
[2] Este código de pedido se usa sólo en referencia a la bomba tipo PV7.
Otros tipos a pedido!

Ejemplo de pedido para bomba de paletas:
ABAPG–PV7/25C0-16/132S-4-B0/SE-A

Montaje del grupo motor-bomba



Características técnicas (para utilización con valores distintos, consúltenos!)

Conexiones de tuberías				Rosca de conexión según ISO 1179 (pulgadas), ISO 9974 (métrico) o rosca de conexión según ISO 8434, parte 1 (racores con virola), parte 4 (cono soldado) serie liviana o pesada, bridas según ISO 6162 (cuadro de conexión SAE) o brida rectangular
Fluido hidráulico				Aceite mineral HLP según DIN 51524; parte 2 por ej. para temperatura de servicio 50 °C ISO VG46 DIN 51519 (otros fluidos a pedido!) • tener en cuenta nuestras indicaciones según catálogo RS 07075. • no deben mezclarse distintos tipos de aceite, ya que en caso contrario se produce una degradación de la capacidad lubricante. • en función de las condiciones de servicio, el fluido hidráulico debe ser renovado en períodos determinados.
Bomba tipo				A10VSO18 según catálogo RS 92712
				A10VSO28-140 según catálogo RS 92711
				PV7 según catálogo RS 10515
				PGFS según catálogo RS 10213
				PGH según catálogo RS 10223
Presión de servicio, absoluta para bomba tipo:				
A10VSO	– entrada	$p_{min\,abs}$	bar	0,8 hasta 30
	– salida	p_{nom}	bar	250
	– presión máxima	$p_{máx}$	bar	315
	– conexión de fugas	$p_{máx}$	bar	2
PV7	– entrada	$p_{min\,abs}$	bar	0,8 hasta 2,5
	– salida	p_{nom}	bar	hasta 160 (en función del tamaño constructivo)
	– conexión de fugas	$p_{máx}$	bar	2
PGF3	– entrada	$p_{min\,abs}$	bar	0,8 hasta 3
	– salida	p_{nom}	bar	210
	– presión máxima	$p_{máx}$	bar	250
PGH	– entrada	$p_{min\,abs}$	bar	0,8 hasta 2,0
	– salida	p_{nom}	bar	250
	– presión máxima	$p_{máx}$	bar	315
Druckflüssigkeitstemperaturbereich bei Pumpentyp:				
	– A10VSO	ϑ	°C	– 25 hasta +90
	– PV7	ϑ	°C	– 10 hasta +70
	– PGF3, PGH	ϑ	°C	– 20 hasta +100
	La temperatura de trabajo óptima del grupo motor-bomba para servicio con aceite mineral HLP según DIN 51524 se encuentra entre 40 °C y 50 °C. La temperatura de trabajo no debe superar los 70 °C en servicio permanente. Para el arranque a bajas temperaturas se puede prever una calefacción. Para la refrigeración se puede prever un intercambiador de calor aceite-agua o aceite-aire			
Clase de pureza según norma ISO				Grado máx. admisible de impurezas del fluido según ISO 4406 (c) correspondiente al tipo de bomba utilizado [1]

[1] En los sistemas hidráulicos las clases de pureza indicadas para los componentes deben ser mantenidas. Un efectivo filtrado evita perturbaciones y eleva simultáneamente la vida útil de los componentes

Para la elección del filtro ver catálogos RS 50070, RS 50076, RS 50081, RS 50086 y RS 50088.

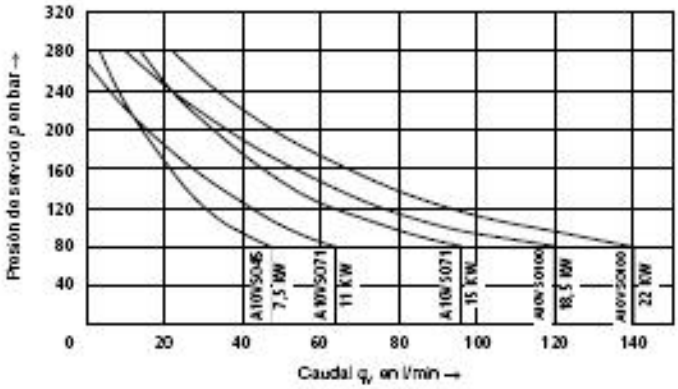
Características técnicas (para utilización con valores distintos, consúltenos!)

Protección de presión				Para bomba con conexión por brida del lado de presión según ISO 162 (A10VSO; PGF3; PGH); Bloque de protección de bomba tipo DBA../DBAW según RS 25890
Rango de viscosidad para bomba tipo:				
	– A10VSO	ϑ	mm^2/s	16 hasta 36 óptimo 10 hasta 1000 brevemente (ver RS 92711 o RS 92712)
	– PV7	ϑ	mm^2/s	16 hasta 160 para temperatura de servicio (ver RS 10515)
	– PGF3, PGH	ϑ	mm^2/s	10 hasta 800, viscosidad de arranque admisible 2000 mm^2/s (ver RS 10213 y RS 10223)
Motor eléctrico	– motor tipo			Motor trifásico-asincrónico
	– número de pares de polos			4
	– tensión	U	V	230 / 400 para 50 Hz; 400 / 690 para 50 Hz
	según IEC 38		V	460 para 60 Hz
	– veloc. de rotación	n	min^{-1}	1500 para 50 Hz
			min^{-1}	1800 para 60 Hz
	– tipo de protección		IP	55
	– sentido de rotación			Izquierda (mirando hacia el eje del motor)
	– montaje			Horizontal
Terminación superficial				Preferentemente pintura base resina epoxi RAL 5009 (RN 12S.01) A elección, capa en base a recubrimiento de resina alquídica de un componente o recubrimiento de poliuretano de dos componentes. Diversos colores según tabla RAL.

☞ Observaciones: Para el montaje, puesta en servicio y mantenimiento de equipos hidráulicos tener en cuenta catálogo RS 07900.
El grupo motor-bomba está construido en concordancia con las normas / especificaciones EN

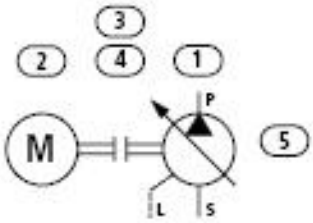
Plano de conexionado

Característica de potencia – Bomba de pistones axiales con regulador de potencia, medida para n = 1450 min^{-1} (ajustado en fábrica)



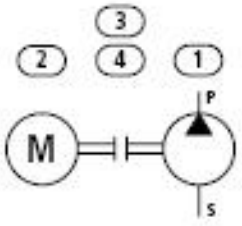
☞ Para el proyecto aplicar las características de potencia de RS 92711.

Bomba de paletas



1 Bomba de paletas PV7
2 Motor eléctrico
3 Soporte de bomba
4 Acoplamiento
5 Mini racor de medición

Bomba de engranajes internos



1 Bomba a engranajes dent. interno PGF3, PGH4,PGH5
2 Motor eléctrico
3 Soporte de bomba
4 Acoplamiento

Tabla de selección de tipos preferidos ABAPG-A10VSO..DFR1/.../SE...

Frecuencia	50 Hz 1500 min⁻¹	60 Hz 1800 min⁻¹		50 Hz 1500 min⁻¹	60 Hz 1800 min⁻¹	Tamaño constructivo	Versión base [1]	...SEABFR... [2]	Masa total
Bomba	$q_{V\,máx.}$ en l/min		$p_{máx.}$ en bar	Potencia en kW		del motor eléctrico	Número de referencia	Número de referencia	en kg
A10VSO18	28	31	90	4	4,8	112M-4-B0	R900959278	R900959273	61
			110	5,5	6,6	132S-4-B0	R900936887	R900959274	78
			138	7,5	9	132M-4-B1	R900914569	R900959276	92
			208	11	13,2	160M-4-B0	R900914636	R900951204	123
A10VSO28	40	49	95	7,5	9	132M-4-B1	R900936868	R900988517	95
			132	11	13,2	160M-4-B0	R900914638	R900932784	126
			180	15	18	180L-4-B1	R900914637	R900932785	142
			222	18,5	22,2	180M-4-B0	R900914639	R900959277	223
A10VSO45	65	78	60	7,5	9	132M-4-B1	R900970460	R900976854	101
			81	11	13,2	160M-4-B0	R900914641	R900941708	132
			111	15	18	180L-4-B1	R900914640	R900932786	148
			137	18,5	22,2	180M-4-B0	R900914643	R900932787	229
			162	22	26,4	180L-4-B1	R900914642	R900932788	244
			222	30	36	200L-4-B0	R900914644	R900960758	319
A10VSO71	100	124	72	15	18	180L-4-B1	R900914645	R900960757	180
			89	18,5	22,2	180M-4-B0	R900914647	R900960758	241
			106	22	26,4	180L-4-B1	R900914646	R900932789	256
			144	30	36	200L-4-B0	R900914648	R900932790	331
			178	37	44,4	225S-4-B0	R900914650	R900932791	402
			216	45	54	225M-4-B1	R900914649	R900960759	432
A10VSO100	145	174	61	18,5	22,2	180M-4-B0	R900914613	R900960760	253
			79	22	26,4	180L-4-B1	R900914612	R900960761	268
			99	30	36	200L-4-B0	R900914614	R900932792	343
			122	37	44,4	225S-4-B0	R900914617	R900932793	414
			149	45	54	225M-4-B1	R900914616	R900932794	445
			182	55	66	250M-4-B0	R900914618	R900946940	578
A10VSO140	200	244	72	30	36	200L-4-B0	R900914621	R900960762	358
			89	37	44,4	225S-4-B0	R900914620	R900960763	429
			108	45	54	225M-4-B1	R900914622	R900960764	460
			132	55	66	250M-4-B0	R900914621	R900960765	593
			180	75	90	280S-4-B0	R900914632	R900960766	795

Tabla de selección de tipos preferidos ABAPG-A10VSO...DFLR/.../SE..

Frecuencia	50 Hz	60 Hz	Tamaño constructivo	Versión base [1]	...SEABFR... [2]	Masa total
Bomba	Potencia en kW		del motor eléctrico	Número de referencia	Número de referencia	en kg
A10VSO45	7,5	9	132M-4-B1	R900972179	R900976832	101
A10VSO71	11	13,2	160M-4-B0	R900972180	R900976833	144
A10VSO71	15	18	160L-4-B1	R900972181	R900976834	160
A10VSO100	18,5	21,6	180M-4-B0	R900972182	R900976835	253
A10VSO100	22	26,4	180L-4-B1	R900972183	R900976841	268

[1] La versión base contiene:
- Bomba
- Motor eléctrico
- Soporte de bomba
- Acoplamiento
- Listón
- Cojinete de amortiguación

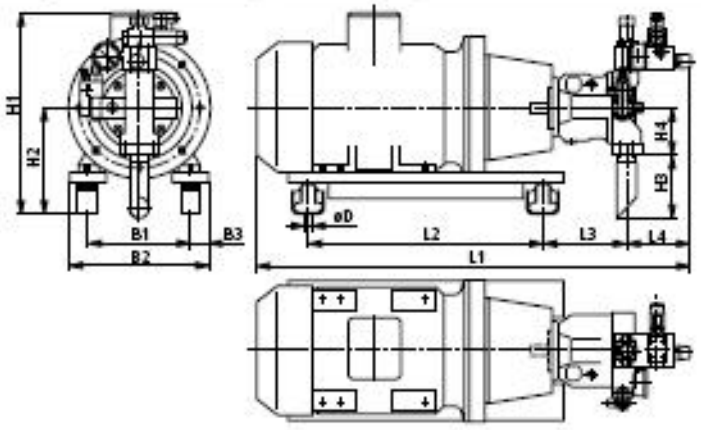
[2] La versión .../...SEABFR... contiene adicionalmente:
AB = Conmutador de arranque según AB01-10.01 y AB42-42 bloque de protección de bomba
F = Brida de presión con conexión para tubo o manguera, serie pesada según norma Rexroth AB 22-14
R = Tubo de aspiración según norma Rexroth AB 23-03

Tabla de selección de tipos preferidos ABAPG-PGH5.../.../SE...

Frecuencia	50 Hz 1500 min^{-1}	60 Hz 1800 min^{-1}		50 Hz 1500 min^{-1}	60 Hz 1800 min^{-1}	Tamaño constructivo	Versión base [1]	Masa total
Bomba	$q_{V\,máx.}$ en l/min		$p_{máx.}$ en bar	Potencia en kW		del motor eléctrico	Número de referencia	en kg
PGH5-63	91	110	58	11	13,2	180M-4-B0	R900914776	150
			70	15	18	180L-4-B1	R900914777	168
			97	18,5	22,2	180M-4-B0	R900914778	247
			118	22	26,4	180L-4-B1	R900914780	262
			158	30	36	200L-4-B0	R900914781	337
			194	37	44,4	225S-4-B0	R900914782	408
			236	45	54	225M-4-B1	R900914784	436
PGH5-80	116	139	62	15	18	180L-4-B1	R900914785	168
			77	18,5	22,2	180M-4-B0	R900914786	249
			91	22	26,4	180L-4-B1	R900914788	264
			124	30	36	200L-4-B0	R900914789	339
			153	37	44,4	225S-4-B0	R900914790	410
			186	45	54	225M-4-B1	R900914792	440
			226	55	66	250M-4-B0	R900914793	574
PGH5-100	145	174	61	18,5	22,2	180M-4-B0	R900914795	251
			73	22	26,4	180L-4-B1	R900914797	266
			99	30	36	200L-4-B0	R900914798	341
			122	37	44,4	225S-4-B0	R900914799	412
			149	45	54	225M-4-B1	R900914800	443
			182	55	66	250M-4-B0	R900914801	578
			248	75	90	280S-4-B0	R900914802	778
PGH5-125	181	218	58	22	26,4	180L-4-B1	R900914803	255
			79	30	36	200L-4-B0	R900914804	345
			96	37	44,4	225S-4-B0	R900914805	416
			119	45	54	225M-4-B1	R900914807	447
			148	55	66	250M-4-B0	R900914808	580
			199	75	90	280S-4-B0	R900914809	785

[1] La versión base contiene:
- Bomba
- Motor eléctrico
- Soporte de bomba
- Acoplamiento
- Lisión
- Cojinete de amortiguación

Dimensiones: tipo ABAPG-A10VSO (medidas en mm)



Dimensiones: tipo ABAPG-A10VSO (medidas en mm)

Bomba	Tamaño constructivo del motor eléctrico	Dimensiones											
		B1	B2	B3	øD	H1	H2	H3	H4	L1	L2	L3	L4
A10VSO18	112M-4-B0	190	260	35	11	380	192	550	83	680	350	159	165
	132S-4-B0	216	300	42	13,5	430	235	550	83	830	450	149	165
	132M-4-B1	216	300	42	13,5	430	235	550	83	830	450	149	165
	160M-4-B0	254	350	48	13,5	496	263	550	83	940	560	151	165
A10VSO28	132M-4-B1	216	300	42	13,5	430	235	550	80	860	450	173	165
	160M-4-B0	254	350	48	13,5	496	263	600	80	950	560	170	165
	160L-4-B1	254	350	48	13,5	496	263	600	80	950	560	170	165
	180M-4-A0	279	369	45	13,5	542	283	600	80	1075	620	184	165
A10VSO45	132M-4-B1	216	300	42	13,5	430	235	650	90	880	450	199	163
	160M-4-B0	254	350	48	13,5	496	263	650	90	985	560	190	163
	160L-4-B1	254	350	48	13,5	496	263	650	90	985	560	190	163
	180M-4-B0	279	369	45	13,5	542	283	650	90	1150	620	204	163
	180L-4-B1	279	369	45	13,5	542	283	650	90	1150	620	204	163
	200L-4-B0	318	418	50	17,5	644	336	650	90	1160	700	171	163
A10VSO71	160L-4-B1	254	350	48	13,5	496	263	700	104	1010	560	239	168
	180M-4-B0	279	369	45	13,5	542	283	700	104	1140	620	237	168
	180L-4-B1	279	369	45	13,5	542	283	700	104	1140	620	237	168
	200L-4-B0	318	418	50	17,5	644	336	700	104	1195	700	204	168
	225S-4-B0	356	456	50	17,5	718	363	700	104	1255	800	160	168
	225M-4-B1	356	456	50	17,5	718	363	700	104	1255	800	160	168
A10VSO100	180M-4-B0	279	369	45	13,5	542	313	750	100	1200	620	226	157
	180L-4-B1	279	369	45	13,5	542	313	750	100	1200	620	226	157
	200L-4-B0	318	418	50	17,5	644	336	750	100	1275	700	286	157
	225S-4-B0	356	456	50	17,5	718	363	750	100	1310	800	218	157
	225M-4-B1	356	456	50	17,5	718	363	750	100	1310	800	218	157
	250M-4-B0	616	678	72	23	798	366	750	100	1420	850	250	157
A10VSO140	200L-4-B0	318	418	50	17,5	656	336	750	110	1290	700	286	157
	225S-4-B0	356	456	50	17,5	718	363	750	110	1390	800	246	157
	225M-4-B1	356	456	50	17,5	718	363	750	110	1390	800	246	157
	250M-4-B1	616	678	72	23	798	366	750	110	1450	850	267	157
	280S-4-B1	667	727	70	23	853	396	750	110	1535	900	310	157

Observaciones: La longitud de la tubería de aspiración HS debe reducirse cuando el grupo motor bomba se monta sobre un tanque.
Tener en cuenta las indicaciones de página 18.

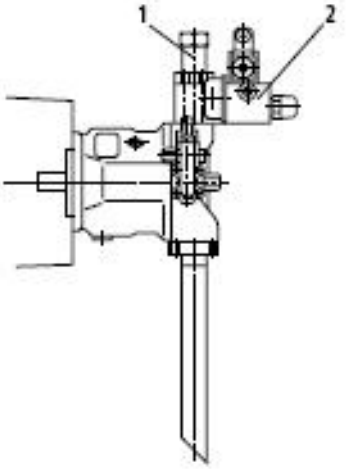
Bomba tipo	Conexiones				
	Conex. de presión P [1]	Brida de presión p/ manguera	Conex. de aspiración S	Ø tubo de aspiración	Conexión de fugas L
A10VSO18	SAE 3/4" (STD)	25S	SAE 1"	35	M18 x 1,5
A10VSO28	SAE 3/4" (STD)	25S	SAE 1 1/4"	42	M18 x 1,5
A10VSO45	SAE 1" (STD)	30S	SAE 1 1/2"	48,3	M22 x 1,5
A10VSO71	SAE 1" (STD)	30S	SAE 2"	60,3	M22 x 1,5
A10VSO100	SAE 1 1/4" (HD)	38S	SAE 2 1/2"	76,1	M27 x 2
A10VSO140	SAE 1 1/4" (HD)	38S	SAE 2 1/2"	76,1	M27 x 2

[1] STD = Serie de presión estándar, 3000 PSI;
HD = Serie de alta presión, 6000 PSI

Conexión de tuberías

Versión .D.F...
(con bloque de protección de bomba y brida de presión)

El bloque de protección de bomba se monta sobre la bomba con una brida de presión.
La brida según norma Rexroth AB 22-14 tiene una conexión de 24 grados según ISO 8434 parte 1 para tubo o manguera.
Debido al apoyo elástico del grupo motor-bomba recomendamos la conexión de la tubería de presión mediante una manguera.
En la vesión mostrada de la bomba se puede cambiar la manguera sin aflojar el bloque de protección de la bomba.



1 Brida de presión según norma Rexroth AB 22-14
2 Bloque de protección de la bomba, tipo DBA/ DBAW según RS 25890

Instrucciones de montaje

Depósito de fluido

- Adaptar el volumen del depósito a las condiciones de trabajo.
- La temperatura admisible del fluido no debe ser superada, eventualmente instalar un enfriador.

Tuberías y conexiones

- Retirar los tapones de protección de la bomba.
- Recomendamos utilizar tubos de precisión sin costura según DIN 2391 y uniones desarmables de tubos.
- Seleccionar el espesor de la tubería de acuerdo a las conexiones y velocidad de aspiración 0,8 m/s hasta 1,5 m/s).
- Antes de montar, limpiar cuidadosamente las tuberías y los conectores.

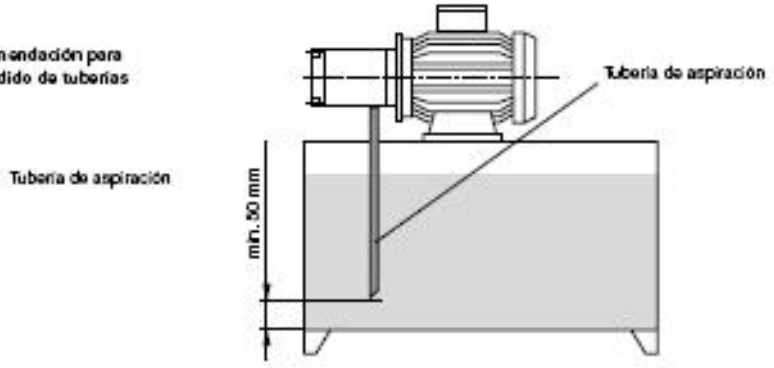
Filtro

- Utilizar en lo posible filtros de retorno o de presión (instalar filtro de aspiración sólo con conmutador de depresión / indicador de impurezas).

Fluido hidráulico

- Tener en cuenta nuestras indicaciones según catálogo RS 07075.
- Recomendamos utilizar aceites hidráulicos de marcas reconocidas.
- No se deben mezclar distintos tipos de aceite, dado que pueden descomponerse y perder la capacidad de lubricación.
- El fluido hidráulico se debe renovar periódicamente de acuerdo a las condiciones de trabajo. Por ello es necesario limpiar el depósito de fluido.
- El fluido de retorno de ninguna manera debe ser directamente aspirado, para ello tratar de elegir la distancia más grande posible entre conductos de retorno y aspiración.
- El tubo de retorno debe terminar siempre por debajo del nivel de aceite.
- Tener en cuenta un montaje estanco de las tuberías.

Recomendación para el tendido de tuberías



Instrucciones de puesta en servicio

Generalidades

- Los grupos motor-bomba que suministramos están ensayados en cuanto a su funcionamiento y potencia. No se deben realizar modificaciones de ningún tipo, en caso contrario caduca la garantía!
- Las reparaciones deben ser realizadas sólo por el fabricante o su distribuidor y filiales autorizadas. No se asume ninguna garantía por reparaciones realizadas por el usuario.

Puesta en servicio

- Controlar si el equipo está montado cuidadosamente y limpio.
- Cargar el fluido hidráulico sólo a través de filtros con el grado de retención requerido.
- Al conectar el motor tener en cuenta la flecha que indica el sentido de rotación.
- La bomba se pone en marcha sin carga y se le permite funcionar unos pocos segundos sin presión para lograr una lubricación suficiente.
- En ningún caso hacer funcionar la bomba sin aceite.
- Si luego de aproximadamente 20 segundos, la bomba continúa impulsando con burbujas, verificar nuevamente el equipo.
- Al alcanzar los valores de servicio, controlar la estanqueidad de tuberías. Verificar la temperatura de servicio.

Purgado

- Antes de la primera puesta en servicio se debe llenar la carcasa de la bomba con aceite.

☞ Observaciones importantes

- El montaje, mantenimiento y reparación del grupo motor-bomba debe ser realizado sólo por personal autorizado y debidamente capacitado!
- El grupo motor-bomba debe ser utilizado sólo con los datos admisibles.
- Para todos los trabajos sobre la bomba desconectar la presión del equipo! No son admisibles las modificaciones y cambios no autorizados que afecten la seguridad y el funcionamiento!
- Utilizar dispositivos de seguridad, no quitar los dispositivos de seguridad disponibles.
- Verificar frecuentemente el ajuste de todos los tornillos de sujeción! (tener en cuenta el momento de ajuste previsto!)
- Se deben respetar las medidas generales de seguridad y de prevención de accidentes!

Observación sobre las directivas europeas sobre máquinas 89/392 EWG Complemento II Párrafo B; aclaración del fabricante:

Los módulos suministrados están fabricados en concordancia con las normas prEN 982, prEN983, DIN EN 292 y DIN EN 60204-1.

La puesta en servicio está prohibida si la máquina en la que debe montarse el grupo no cumple con las disposiciones de las normas europeas establecidas para la misma.

Instrucciones de proyecto

Numerosas indicaciones y sugerencias se encuentran en el Entrenamiento Hidráulico, Tomo 3, RS 00281, "Instrucciones de proyecto y construcción de equipos hidráulicos".

Ruido

Los niveles de ruido indicados en los catálogos de las bombas son medidos en conformidad con DIN 45635, pág. 26.

Allí se representa sólo la emisión de ruido de la bomba.

La influencia del medio ambiente (lugar de instalación, tuberías, etc.) no es considerada. Los valores de la norma son válidos para una sola bomba.

El nivel de ruido en el lugar de instalación del grupo motor-bomba en condiciones desfavorables puede superar hasta en 10 dB(A) los valores propios de la bomba.

C.6. Ròtula esfèrica OKO

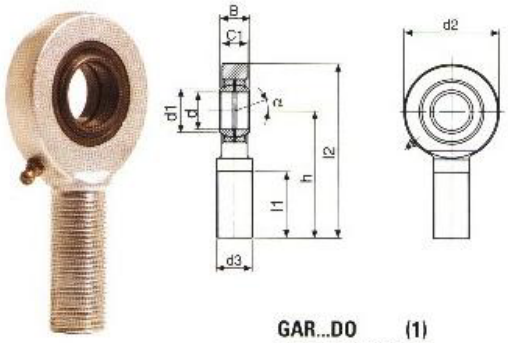
GAR...DO/GAR...DO-2RS

SUPERFICIE DE FRICCION: ACERO/ACERO

OKO BEARINGS

Equivalente SKF SA...E/ES SA...ES-2RS

Equivalente INA GAR...DO GAR...DO-2RS



GAR...DO (1)
GAR...DO-2RS (1)

CARACTERÍSTICAS

- **Cabeza de rótula con engrasador incorporado.**
- **Rosca exterior. DIN 648**

Referencia		Dimensiones mm									Capacidad de carga		α	Peso
Sin obturación	Con obturación	d	B	C_1 max	d_1 max	d_2 max	d_3	h	l_1 min	l_2 max	Dinámica(KN) C	Estática(KN) Co		(Kg)
GAR5DO		5	6	4,5	7	21	M5	36	16	48	3,4	8,1	13	0,011
GAR6DO		6	6	4,5	8	21	M6	36	16	48	3,4	8,1	13	0,013
GAR8DO		8	8	6,5	10	24	M8	42	18	55	5,5	12,9	15	0,026
GAR10DO		10	9	7,5	13	29	M10	48	26	63	8,1	17,8	12	0,044
GAR12DO		12	10	8,5	15	34	M12	54	28	71	10,8	24,5	10	0,086
GAR15DO	GAR15DO-2RS	15	12	10,5	18	40	M14	63	34	83	17	36	8	0,14
GAR17DO	GAR17DO-2RS	17	14	11,5	20	46	M16	69	36	92	21	45	10	0,19
GAR20DO	GAR20DO-2RS	20	16	13,5	24	53	M20X1,5	78	43	105	30	60	9	0,31
GAR25DO	GAR25DO-2RS	25	20	18	29	64	M24x2	94	53	126	48	83	7	0,56
GAR30DO	GAR30DO-2RS	30	22	20	34	73	M30x2	110	65	147	62	110	6	0,89
GAR35DO	GAR35DO-2RS	35	25	22	39	82	M36x3	140	82	192	80	148	6	1,41
GAR40DO	GAR40DO-2RS	40	28	24	45	92	M39x3	150	86	198	100	180	7	1,86
GAR45DO	GAR45DO-2RS	45	32	28	50	102	M42x3	163	92	214	127	240	7	2,57
GAR50DO	GAR50DO-2RS	50	35	31	55	112	M45x3	185	107	241	156	290	6	3,58
GAR60DO	GAR60DO-2RS	60	44	39	66	135	M52x3	210	115	277	245	450	6	5,73
GAR70DO	GAR70DO-2RS	70	49	43	77	160	M56x4	235	125	315	315	610	6	7,94
GAR80DO	GAR80DO-2RS	80	55	48	88	180	M64x4	270	140	360	400	750	6	12,06

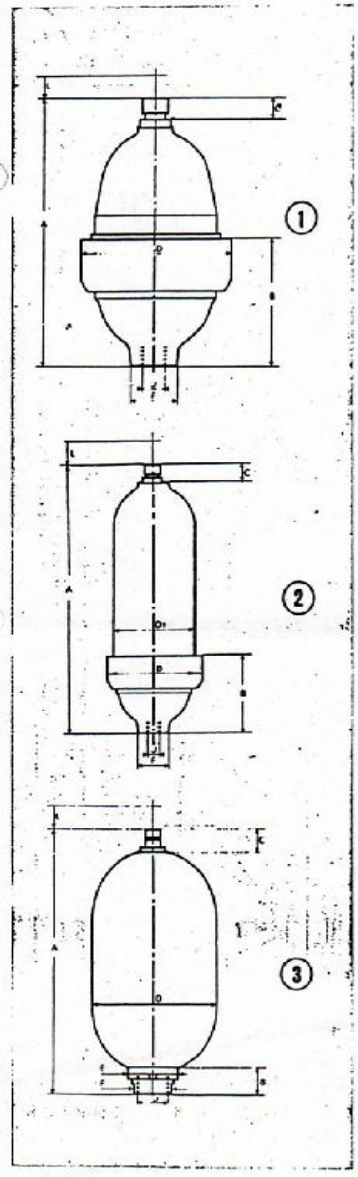
(1) Si rosca izquierda GAL...DO / GAL...DO-2RS.

C.7. Acumulador hidropneumàtic de bufeta

ACUMULADORES HIDRONEUMATICOS A VEJIGA

OLAER

SERIE OLV 250 bar—OLV 330 bar



Características técnicas

Modelo: OLV 4-250.
Presión máxima de servicio: 250 bar.
Modelos: OLV, 0,7-330, OLV 1,5-330, OLV 2,5-330.
Presión máxima de servicio: 330 bar.
Construcción standar: Cuerpo de acero, vejiga y juntas de nitrilo para trabajar con aceites minerales o fluidos no agresivos.
Temperatura de servicio: de -15°C a +90°C.
Construcciones especiales: Consultar OLAER
Hinchado: El hinchado de la vejiga, con nitrógeno, debe efectuarse mediante un verificador-hinchador. Consultar ficha materiales de hinchado.
Instalación: Consultar ficha de instalación.
Fijaciones: Los acumuladores deben estar sujetos a un soporte capaz de impedir o limitar su desplazamiento. Consultar ficha de fijaciones.

Dimensiones

Figura	1	2	2	3
Modelos	OLV 0,7-330	OLV 1,5-330	OLV 2,5-330	OLV 4-250
Volumen N_2 Vo en litros	0,7	1.5	2,4	3,7
Peso en kg	5	8,6	13,5	13
Caudal medio l/min.	CONSULTAR			
A	220	360	421	351,5
B	104	104	118	35
C	25	25	27	37
D	⌀130	⌀130	⌀148	⌀168
D1	—	⌀106	⌀113	—
F	32 S/pl.	32 S/pl.	32 S/pl.	50 S/pl.
J	1/2" G	1/2" G	M 18×1,5	3/4" G
L*	200	200	200	200
Ref. Collarín	201 378	201 378	201 833	201 267

* Espacio libre para montar el verificador VG.
Las cotas del recuadro están dadas en mm. y no se han tenido en cuenta las tolerancias de fabricación.

C.8. Oli hidràulic

Producto	Características medias				Cualidades más importantes Campos de aplicación relevantes
	Viscosidad cSt 40°C	Punto de Inflamación	Punto de Congelación	Indice de Viscosidad	
ACEITES Y FLUIDOS HIDRAULICOS					
Shell Tellus Oil 22	22	190	—30	90	Aceites de elevada calidad para sistemas de control y transmisión de potencia y en todo tipo de bombas, excepto las que contengan revestimientos de plata o ciertos tipos de bronce (Normas ISO 6743/4 clase HM. CETOP RP 91H clase HM y DIN 51524/2 clase HLP). Poseen un alto índice de viscosidad y aditivos antidesgaste, anticorrosivos, antioxidantes, antiespumantes y bajo punto de congelación.
Shell Tellus Oil 37	37	221	—30	103	
Shell Tellus Oil 46	46	232	—30	103	
Shell Tellus Oil 68	68	241	—30	102	
Shell Tellus Oil 100	100	246	—24	102	
Shell Tellus C Oil 10	10	130	—	—	Aceites de elevada calidad para sistemas de control y transmisión de potencia y en todo tipo de bombas. Gracias a las mejoras introducidas en su estabilidad térmica pueden utilizarse con cojinetes de bronce, plata y metales blancos. Poseen alto índice de viscosidad y aditivos antidesgaste, anticorrosivos, antioxidantes, antiespumantes y un bajo punto de congelación. Cumplen las normas siguientes: en aceites hidráulicos ISO 6743/4 clase HL, CETOP RP91H clase HL y DIN 51524/1 clase HL, excediéndolas en el ensayo FZG, y en aceites para engranajes DIN 51517/2 clase CL.
Shell Tellus C Oil 15	15	175	—50	—	
Shell Tellus C Oil 22	22	200	—30	90	
Shell Tellus C Oil 32	32	210	—27	100	
Shell Tellus C Oil 37	37	210	—27	130	
Shell Tellus C Oil 46	46	220	—27	100	
Shell Tellus C Oil 68	68	230	—24	97	
Shell Tellus C Oil 100	100	250	—21	97	
Shell Tellus C Oil 150	150	270	—18	90	
Shell Tellus C Oil 220	220	280	—15	90	
Shell Tellus C Oil 320	320	300	—12	93	
Shell Tellus T Oil 15	15	160	—54	153	Aceites con altísimo índice de viscosidad para sistemas de control y transmisión de potencia sujetos a cambios extremos de temperatura (Normas ISO 6743/4 clase HV, CETOP RP91H clase HV y DIN 51524/2 clase HLP). Poseen excepcional estabilidad al cizallamiento y excelente comportamiento en bombas con superficies acero/acero en un amplio espectro de velocidades. Buena resistencia a la corrosión y alta estabilidad a la oxidación.
Shell Tellus T Oil 22	22	176	—54	178	
Shell Tellus T Oil 32	32	170	—51	181	
Shell Tellus T Oil 37	37	220	—45	158	
Shell Tellus T Oil 46	46	210	—45	186	
Shell Tellus T Oil 68	68	230	—39	182	
Shell Tellus T Oil 100	100	260	—36	165	
Shell Tonna T Oil 32	32	190	-40	—	Aceites lubricantes para guías (Norma ISO 6743/4 clase HG). Sus aditivos especiales de gran lubricidad realzan sus propiedades contra el avance a saltos "Stick-Slip", y aumentan su adherencia en las guías verticales. Pueden utilizarse en sistemas hidráulicos (Norma DIN 51524/2 clase HLP) engranajes y como Spindles en la mayoría de las máquinas herramientas aprobadas por Cincinnati Milacron.
Shell Tonna T Oil 68	68	199	—31	—	
Shell Tonna T Oil 220	220	218	—26	—	
Shell Morlina Oil 22	—		—	—	Aceites hidráulicos tipo R&O inhibidos contra la oxidación y corrosión. Poseen un elevado índice de viscosidad y unas excelentes propiedades demulsionantes. (Norma ISO 6743/4 clase HL. DIN 51524/2 clase HL) También pueden utilizarse como aceites lubricantes de cojinetes, en condiciones de alta temperatura y humedad; rodamientos, siempre que no se exceda 125°C en la pista exterior y guías y sistemas cerrados de engranajes siempre que no se precisan características EP. Como aceite de engrase cumple DIN 51517/2 clase CL.
Shell Morlina Oil 37	—	—	—	—	
Shell Morlina Oil 46	—		—	—	
Shell Morlina Oil 68	—		—	—	
Shell Morlina Oil 100			—	—	
Shell Morlina Oil 150	—		—	—	
Shell Morlina Oil 220	—	—	—	—	
Shell Morlina Oil 320	—	—	—	—	
Shell Morlina Oil 460			—	—	
Shell Irus Fluid C	39	—	—45	140	Fluido ignífugo con base agua/glicol con aditivos antidesgaste y una potente combinación de inhibidores contra la oxidación y la corrosión. (Norma ISO 6743/4 clase HFC).
Aceites y fluidos ATF para transmisiones automáticas y sistemas hidráulicos de vehículos y equipos industriales:					Cumplen las normas:
Shell ATF Dexron II®	32	196	—42	202	General Motors GM-6137-M
Shell Donax Oil TM	39	210	—45	168	- Detroit Diesel Allison C-3 y General Motors tipo A sufijo A.
Shell Donax Oil TF	40	174	42	176	—Ford Motor Co. M2C-33G.
Shell Donax Oil TD	60	202	—45	139	- John Deere JDM-20A

C.9. Suport màquina

Soportes de Máquina

Los soportes de Máquina FREUDENBERG amortiguan vibraciones y absorben ruidos. Su empleo proporciona una alta reducción de vibraciones. De no utilizarse soportes, la vibración se transmitiría a la máquina al edificio o a otras máquinas que estuvieran en su cercanía.

Estos soportes se emplean principalmente en maquinaria pesada y motores (por ejemplo compresores, trenes de laminación generadores de corriente, etc.).

La parte elástica está protegida contra daños mecánicos y posible agresión de aceite.

La posibilidad de absorber cargas en distintas direcciones (X-Y-Z) garantiza un largo rendimiento así como un buen aislamiento de vibraciones incluso cuando la frecuencia de excitación (número de revoluciones del motor) es pequeña.

Estos soportes pueden fijarse fácilmente al suelo y a la máquina mediante los agujeros y roscas que llevan incorporados.

El anclaje en el suelo permite soportar además de cargas de compresión, cargas a cizallamiento en dirección X e Y.

Fig. 52 Soportes de máquina

Estas diferencias de rigidez pueden aprovecharse con ventaja situando el Megulastik en la posición que más interese, por ejemplo, en compresores o motores se montan los soportes de tal manera que las vibraciones a cizallamiento maximas producidas por los mismos inciden en dirección X.

Para bajas frecuencias de excitación se puede conseguir un buen grado de aislamiento mediante un montaje doble.

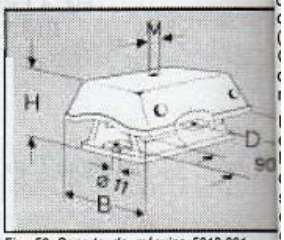


Fig. 53 Soporte de máquina 5018 001

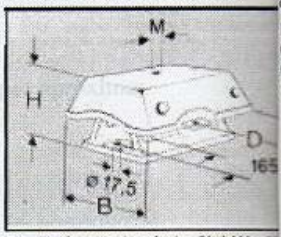


Fig. 54 Soporte de máquina 5016 002...

Aplicación:

Si hay algo que caracteriza a estos soportes es la posibilidad de estar sometido a cargas de distinto orden, a compresión y a cizallamiento. La mayor deflexión se obtiene con cargas a compresión a cizallamiento estos soportes tienen una mayor rigidez en dirección Y que en dirección X. La relación obtenida para una misma carga en las tres ejes de coordenadas X-Y-Z es la siguiente:

Tipo A 1-0,25-2
Tipo B 1-0,25-2,5
Tipo HD 1-0,25-1,25

Freudenberg Soportes de Máquina

Pieza Nr.	Mezcla CF	Tipo	Dimensiones D mm	Dimensiones H[1] mm	Dimensiones B mm	Rosca	Valores nominales $F_{Z\,max}$ N	$s_{Z\,max}$
5018 001	11 MN 45	A 3	122	72	128	M 12	1 300	
5018 001	11 MN 50	A 2	122	72	128	M 12	1 800	
5018 001	11 MN 60	A 1	122	72	128	M 12	2 500	
5018 001	11 MN 70	A 0	122	72	128	M 12	3 800	
5018 002	11 MN 45	B 3	228	110	204	M 16	5 000	
5018 002	11 MN 55	B 2	228	110	204	M 16	9 000	
5018 002	11 MN 60	B 1	228	110	204	M 16	12 000	
5018 002	11 MN 70	B 0	228	110	204	M 16	16 000	
5018 004	11 MN 45	HD 3	228	125	204	M 16	4 800	
5018 004	11 MN 55	HD 2	228	125	204	M 16	7 200	
5018 004	11 MN 60	HD 1	228	125	204	M 16	8 800	
5018 004	11 MN 70	HD 0	228	125	204	M 16	11 000	

1) Altura sin carga — F_{max} = Carga máxima por soporte — s_{max} = Deflexión a carga máxima

ANNEX D: PLÀNOLS

001 Equip complet

002 Bancada

003 Suport eix X

004 Suport eix Y

005 Xapa de protecció

006 Element de guiatge eix X

007 Element de connexió

008 Forquilla connexió eix Y

009 Forquilla de connexió a taula

010 Element d'unió taula a cilindre

011 Taula

012 Tapa superior taula

Bibliografia

Referències bibliogràfiques

[1] Catàleg LABWORKS Inc. *Vibration Testing Products: catalog and technical reference*. Catàleg extret de la pàgina web http://www.labworks-inc.com, consultada el març de 2006.

[2] Catàleg MANNESMANN REXROTH. *Servo Cylinders Series CGS 280 , RE 57 310/07.96*. Catàleg extret de la pàgina web http://www.rexroth.com, consultada el setembre de 2006.

[3] Full de característiques OKO BEARINGS. *GAR...DO/GAR...DO-2RS*. Extret de la pàgina web http://www.gaessa.com , consultada l'octubre de 2006.

[4] HATAMI, Houman. *Coletânea de fórmulas hidráulicas*. REXROTH Bosch Group, 2006.

[5] Catàleg tècnic MOOG. *Electrohydraulic valves... A technical look*. Catàleg extret de la pàgina web http://www.moog.com, consultada el desembre de 2006.

[6] Full de característiques OLAER. *Acumuladores hidropneumáticos a vejiga. Serie OLV 250 bar – OLV 330 bar.*

[7] CARDONA, S. ; JORDI, LL. *Vibracions mecàniques: Problemes. Temes monogràfics,* Barcelona: ETSEIB – CPDA, 2003.

[8] *NBE EA-95 : estructuras de acero en edificación*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, 1995.

[9] Catàleg MTS. *Series 248 Hydraulic Actuators*. Catàleg extret de la pàgina web http://www.mts.com, consultada el juny de 2007.

[10] ROLDAN VILORIA, José. *Neumática, hidráulica y electricidad aplicada.* Madrid: Thomson Editores Spain Paraninfo, S.A. 10ª ed., 3ª reimp*., 2003.*

[11] Catàleg REXROTH Bosch Group, *Servoválvula direccional en versión de 4 vías Tipo 4WS.2E -- RS 29 591/06.02*. Catàleg extret de la pàgina web http://www.boschrexroth.es, consultada el juliol de 2007.

[12] Normes consultades:
- AA.02267 (Audi – VW)
- AA.04815 (Audi – VW)
- QT 35 8000 (Opel)
- PN AR 00239 e
- AA 05528 (Smart)
- AZ.04190
- PN AR 00240
- QV 64 037 (BMW)
- N 600 13.0 – B1 (BMW)
- AA.01916 (Audi – VW)
- AA.01937 (Audi – VW)
- 9.02318 (Fiat)
- 9.93475 (Fiat)
- JIS D 1601 (normativa japonesa)
- A211 830 01 00 (Smart)
- DC A 210 002 22 99 (Mercedes)
- DC A 203 830 0700 (Mercedes)
- 21710NDS00[4] (Nissan)
- 21410NDS00[9] (Nissan)
- 92110NDS00 (Nissan)
- QT 12 6537 (Opel)
- GM10021C (General Motors)
- PSA B27 3610 (Peugeot – Citroen)
- PSA B22 6210 (Peugeot – Citroen)
- 32-02-816 /-- B (Renault)
- 32-02-019 / -- D (Renault)
- 31-07-502 (Renault)
- 31-07-035 / -- D (Renault)
- 31-07-408 (Renault)
- 31-07-004/--L (Renault)
- 31-07-403 / --F (Renault)

- 31-07-502 / -- C (Renault)

[13] *Cursillo de ensayos de fatiga por vibraciones y anàlisis de estructuras*: *Barcelona, 27 y 28 de octubre de 1994*. Organitza: Brüel & Kjaer Ibérica, S.A.

[14] Catàleg REXROTH Bosch Group. *Grupo motor-bomba Tipo ABAPG RS 51062/10.05*. Catàleg extret de la pàgina web http://www.boschrexroth.com, consultada l'agost de 2007.

[15] RIBA I ROMEVA, C. *Disseny de màquines IV. Selecció de materials 1*, Barcelona: Edicions UPC, 1998.

[16] Catàleg SCHEAFFLER GROUP. *Self-aligning linear ball bearings: Light range – metric sizes*. Catàleg extret de la pàgina web http://www.ina.com, consultada l'agost de 2007.

Bibliografia complementària

Catàleg FATOR. *Catálogo general 2004/05*. Cerdanyola : Fator Tornillería Industrial S.A., 2004

Catàleg HANCHEN. *Hydraulic cylinders: electronic catalogue*. *Version 2.4/2005*

Catàleg MOOG. *Servoválvulas Serie G761 ISO 10372 Tamaño 04*. Catàleg i instruccions operatives extretes de la pàgina web http://www.moog.com, consultada el desembre de 2006.

Catàleg MTS. *505 SilentFlo Power Units*. Catàleg extret de la pàgina web http://www.mts.com, consultada l'agost de 2007.

Catàleg MTS. *Series 252 Servovalves*. Catàleg extret de la pàgina web http://www.mts.com, consultada l'agost de 2007.

CHEVALIER, A. *Dibujo industrial*. México: Limusa, Noriega Editores, 2002.

CODINA MUÑOZ X., CASTILLO BALIARDA M. *Dibuix tècnic normalitzat.* Barcelona: ETSEIB, UPC, 1999.

Hydraulic hints & Trouble shooting guide. [s.l.]: Vickers, 1996.

JONES, J.C. *Developments in design of electrohydraulic control valves from their initial design concept to present day design and applications*. Melbourne : Workshop on Proportional and Servovalves, Monash University, 1997.

Manual d'instruccions OLAER Oil Tech Iberica, S.A.U. *Instrucciones de uso y mantenimento de acumuladores. Serie EHV / EBV*. Extret de la pàgina web http://www.olaer.es, consultada el novembre de 2006.

Manual d'instruccions OLAER Oil Tech Iberica, S.A.U. *Acumuladores a vejiga: aplicaciones*. Extret de la pàgina web http://www.olaer.es, consultada el novembre de 2006.

Neumàtica e hidràulica: actuadores hidráulicos en la ingeniería industrial. Extret de la pàgina web http://www.monografias.com, consultada el març de 2006.

NEWLAND, D.E. *Random Vibration. Spectral and Wavelet Analysis (3a edition.)*. England : Longman, 1993.

SHIGLEY J.E., MISCHKE, C.R. *Diseño en ingeniería mecánica*. *6ª ed.* México : McGraw Hill, 2002.