



**UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA**  
FACULTATEA DE INGINERIE INDUSTRIALĂ, ROBOTICĂ ȘI  
MANAGEMENTUL PRODUCȚIEI



Departamentul: Ingineria Proiectării și Robotică

**IOAN BLEBEA**

**FLORIN POPIȘTER**

***Îndrumător de proiectare***  
***Construcția Mecanică a Roboților Industriali***



**UTPRESS**

**Cluj-Napoca, 2021**

**ISBN 978-606-737-545-9**

Departamentul: Ingineria Proiectării și Robotică

**IOAN BLEBEA**

**FLORIN POPIȘTER**

***Îndrumător de proiectare***  
***Construcția Mecanică a Roboților Industriali***



UTPRESS

Cluj-Napoca, 2021

ISBN 978-606-737-545-9



Editura U.T.PRESS  
Str. Observatorului nr. 34  
400775 Cluj-Napoca  
Tel.: 0264-401.999  
e-mail: [utpress@biblio.utcluj.ro](mailto:utpress@biblio.utcluj.ro)  
<http://biblioteca.utcluj.ro/editura>

Director:       ing. Călin Câmpean

Recenzia:       Prof.dr.ing. Cornel Ciupan  
                    Conf.dr.ing. Virgil Ispas

Copyright © 2021 Editura U.T.PRESS

Reproducerea integrală sau parțială a textului sau ilustrațiilor din această carte este posibilă numai cu acordul prealabil scris al editurii U.T.PRESS.

ISBN 978-606-737-545-9

Bun de tipar: 14.12.2021

## PREFAȚĂ

Construcția mecanică a roboților industriali este un domeniu complex din aria de studiu a ingineriei și are la baza cunoștințe din discipline, specializări interconectate, fără de care evoluția acestui larg și vast sector depinde în totalitate. Ingineria modernă și de actualitate prin simpla sa dezvoltare a venit în întâmpinarea viitorilor și actualilor ingineri în cea ce privește concepția, sistemul de calcul, proiectarea precum simularea și realizarea fizică a echipamentelor mecanice robotizate.

Prezentul îndrumător de proiectare, sub forma unui Proiect MASTER, se dorește a fi un suport teoretic detaliat, cu evident caracter practic, care este orientat către studenți și nu numai. Acest material, prin intermediul celor 9 etape, concret și sugestiv definite, care este prevăzut cu un conținut explicit de informații teoretice și metode practice, susținute prin anexe cu referire la produse moderne existente pe piața industrială de profil, este un real sprijin pentru fiecare inginer în devenire, din punct de vedere al ingineriei mecanice, în general, dar în mod special al construcției roboților industriali.

Toate demersurile de calcul, însoțite de fundamentări teoretice, scheme grafice, soluții constructive și de acționare, sunt dezvoltate până la nivel de calcule numerice necesare alegerii raționale și verificării elementelor structurale funcționale și a celor active, în jurul unui robot cu 5 grade de libertate, care prin configurația sa, cu aplicabilitate practică evidentă, poate fi considerat ca model de analiză pentru conceperea și dezvoltarea altor structuri robotice.

Etapa 1 are drept scop inițierea studentului în scopul, etapele și cerințele proiectului, rezultatul fiind determinarea datelor inițiale pentru un scenariu concret de funcționare al robotului, date obținute prin particularizarea **indicelelui  $m_0$** , nominalizat în parte pentru fiecare student din cadrul unei formații de studiu.

Pe baza legilor, principiilor și metodelor de analiză ale mecanicii teoretice, prin cele trei mari capitole: statica, cinematica și dinamica, se abordează pe rând, în mod ierarhic și rațional toate subansamblele funcționale ale robotului, pe fiecare grad de libertate, obiectivele fiind determinarea forțelor și momentelor de interacțiune, între elementele active ale fiecărui subansamblu funcțional și pe fiecare axă cinematică, în cadrul unor scenarii de funcționare cât mai aproape de cazurile reale.

Fiecare din următoarele 8 etape ale proiectului are scopuri precise de proiectare profesională, până la nivel de alegere judicioasă a componentelor structurale și de acționare existente pe piața industrială de profil, verificarea corectitudinii alegerii în baza parametrilor impuși și catalogarea acestora prin codul de comandă furnizor.

Prin abordarea de către student și parcurgerea în întregime a Proiectului MASTER, dezvoltat în baza indicelui de inițiere  **$m_0 = 12 \text{ kg}$** , toate premisele de proiectare, dezvoltările teoretice, elementele grafice de fundamentare, metodele de analiză și calcul, editate în culoarea normală NEGRU, rămân valabile pentru abordarea și dezvoltarea variantei STUDENT pentru un indice de inițiere  **$m_0$**  personalizat fiecăruia.

Astfel toată fundamentarea teoretică a fiecărei etape este preluată integral și însușită, prin bunăvoința studentului, rămânând în sarcina concretă a acestuia toate particularizările, dezvoltarea calculelor și rezultatele numerice obținute, editate în culoarea ROȘU, finalizarea fiecărei etape fiind prin alegerea din cataloagele existente a componentelor structurale și active de acționare, verificarea alegerii raționale fiind realizată prin parametrii propuși în cadrul fiecărei etape.

Considerăm că prin parcurgerea unui asemenea proiect, ca cel propus și dezvoltat în prezentul îndrumător, studenții să capete curajul și dexteritatea necesare participării în cadrul unor echipe reale de proiectare, unde profesionalismul, competența și responsabilitatea inginerească sunt atuurile de apreciere a valorii individului.

## Cuprinsul

Etapa 1	<b>Determinarea datelor inițiale de proiectare</b>	1
	Enunțul temei de proiect	1
	Elementelor funcționale ale robotului, denumirile, codul și valorile masice	2
	Schema structurală a robotului cu 5 grade de libertate	3
	Sarcinile dinamice cumulate pe fiecare element funcțional	4
	Calculul maselor dinamice cumulate pe subsansamble structurale	5
	Valorile coordonatelor centrelor masice	7
	Calculul maselor echivalente și a coordonatelor centrelor masice	7
	Calculul coordonatelor centrelor masice echivalente a subsistemelor robotului	9
	Centrele masice a subsistemelor robotului	10
Etapa 2	<b>Dimensionarea ghidajului longitudinal</b>	12
	a - Determinarea reacțiunilor în blocurile mobile ale ghidajelor	12
	1 Cazul mișcărilor accelerate pe direcțiile cele mai defavorabile	11
	2 Cazul mișcărilor uniforme pe toate axele	14
	b - Alegerea și verificarea ghidajelor liniare pentru deplasarea longitudinală pe axa OX	16
Etapa 3	<b>Calculul de dimensionare a ghidajului vertical al coloanei</b>	20
	a - Determinarea reacțiilor în blocurile mobile ale ghidajelor	20
	1 Cazul mișcărilor accelerate pe direcțiile cele mai defavorabile	21
	2 Cazul mișcărilor uniforme	22
	b - Alegerea și verificarea ghidajelor pentru axa OZ	24
Etapa 4	<b>Calculul și dimensionarea axei cinematice OZ</b>	26
	a - Precizarea datelor inițiale	26
	b - Etapele selecției surubului cu bile	26
	Selecția tipului și modelului surubului cu bile	28
	Calculul cuplului motor necesar antrenării	31
Alegerea servomotorului de acționare a deplăsării verticale	32	
Etapa 5	<b>Alegerea și verificarea ghidajului brațului telescopic</b>	33
	Determinarea reacțiilor în bușele canelate	33
	Alegerea transmisiei telescopice	36
Etapa 6	<b>Alegerea și verificarea rulmentului cu role în cruce de la baza robotului</b>	39
	Analiza dinamică a solicitării rulmentului	39
	Sarcina dinamică echivalentă de încărcare	40

Etapa 7	<b>Calculul cuplului necesar și alegerea servomotorului pentru acționarea modulului de rotație OZ</b>	43
	Determinarea raportului de reducere	43
	Alegerea reductorului asociat	43
	Alegerea servomotorului	45
Etapa 8	<b>Alegerea reductorului armonic și a servomotorului asociat pentru articulația umărului robotului</b>	48
	Determinarea raportului de transfer și alegerea reductorului armonic	48
	Alegerea servomotorului asociat reductorului armonic	51
Etapa 9	<b>Calculul cuplului necesar și alegerea servomotorului pentru deplasarea longitudinală</b>	54
	Determinarea cuplului necesar la pinionul mecanismului de translație	54
	Alegerea servomotorului pentru acționarea deplasării longitudinale.	55
	<b>OPIS</b>	58
	<b>Referințe bibliografice</b>	59
	<b>ANEXE</b>	61

## Etapa 1. Determinarea datelor inițiale de proiectare

### - Enunțul temei de proiect

Pentru structura robotică, propusă în figura 1, se vor realiza următoarele etape de calcul, verificare și proiectare, în ordinea succesiunii teoriei ce se predă la cursul **Construcția Mecanică a Roboților Industriali**

- 1.) Determinarea sarcinilor dinamice cumulate pe fiecare element funcțional,
- 2.) Calculul de dimensionare a ghidajului longitudinal al batiului,
- 3.) Calculul de dimensionare a ghidajului vertical al coloanei ,
- 4.) Calculul și dimensionarea axei cinematice pentru deplasarea pe axa OZ,
- 5.) Alegerea și verificarea ghidajului brațului telescopic,
- 6.) Alegerea și verificarea rulmentului cu role în cruce de la baza robotului,
- 7.) Calculul cuplului necesar și alegerea servomotorului pentru deplasarea după axa OX,
- 8.) Calculul cuplului necesar și alegerea servomotorului pentru modulul de rotație.
- 9.) Calculul și dimensionarea articulației umărului robotului.

#### Nota1:

1. Proiectul va fi inițiat pornind de la **indicele mo (kg)** ce se determină conform poziției „n” a studentului din catalogul semigrupelor (grupe), după șirul de numere „n” propus de conducătorul de proiect, cuprinse în tabelul 1:

Tab. 1

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
mo																
n	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
mo																
n	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
mo																

1. **Masa individuală** a elementelor structurale se determină în baza unor relații de corelare cu valoarea indicelui **mo** (vezi Tab. 2).
2. Alegerea componentelor și sistemelor funcționale se va face din cataloage valide pe piața industrială de profil, iar nominalizarea acestora se va finaliza prin indicarea codului de comanda furnizor.
3. Ca parametru de verificare a sistemelor de ghidare și de realizare a mișcărilor se va calcula durabilitatea nominală sau durata de serviciu, după caz.
4. Alegerea servomotoarelor și respectiv a reductoarelor asociate se va face în baza valorii medii a cuplului necesar, calculată din condițiile dinamice de mișcare.
5. Pentru fiecare servomotor sau reductor ales în proiect se va prezenta fișa datelor tehnice și mărimilor geometrice, precum și diagrama caracteristică cuplu-turație sau cuplu-viteză.
6. Se va considera că robotul este capabil să manipuleze, pe orice direcție posibilă, o sarcină echivalentă **Ms=1/20** (val. aprox) din masa totală (mt) precalculată a robotului.
7. Toate elementele de calcul și schemele aferente vor fi cuprinse într-un dosar personal, ce va fi predat responsabilului de disciplină la sfârșitul semestrului.

**Elementelor funcționale ale robotului,**  
**denumirile, codul și valorile masice a fiecărui element**

Tab. 2

Denumirea element funcțional	Codul masic	Relația de calcul a masei elementului (kg)	Modul de obtinere a mișcării elementului mobil	MASA elementului	
				Proiect MASTER m <sub>0</sub> =12 [kg]	Proiect STUDENT m <sub>0</sub> =..... [kg]
BATIUL	-	-	-		
SERVOMOTORUL Sm1	m1	m1 =2,5 x m <sub>0</sub>	-	30	
SANIA LONGITUDINALA	m2	m2=10 x m <sub>0</sub>	Servomotor – reductor – pinion-cremaliera	120	
SERVOMOTORUL Sm2	m3	m3 =2 x m <sub>0</sub>	-	24	
MODULUL ROTATIE OZ	m4	m4=5 x m <sub>0</sub>	Servomotor – reductor – platou rotativ	60	
COLOANA VERTICALA	m5	m5=6 x m <sub>0</sub>	-	72	
SERVOMOTORUL Sm3	m6	m6 =2 x m <sub>0</sub>	-	24	
SANIA VERTICALA	m7	m7=3 x m <sub>0</sub>	Servomotor – șurub cu bile	36	
SERVOMOTORUL Sm4	m8	m8 =1,5 x m <sub>0</sub>	-	18	
MODULUL ROTATIE OY	m9	m9=2 x m <sub>0</sub>	Servomotor – reductor armonic – platou rotativ	24	
SERVOMOTORUL Sm5	m10	m10=m <sub>0</sub>	-	12	
CARCASA BRAT TELESCOPIC	m11	m11=2x m <sub>0</sub>	-	24	
ELEMENT MOBIL BRAT TELESCOPIC	m12	m12=2x m <sub>0</sub>	Servomotor – șurub cu bile	24	
MODULUL DE ORIENTARE	m <sub>0</sub>	m <sub>0</sub>	-	12	
			Masa totală precalcul robot, m <sub>t</sub> :	480	
SARCINA DE MANIPULATĂ	m <sub>s</sub>	m <sub>t</sub> /20		24	
			Masa cumulată totală, inclusiv sarcina, m <sub>ct</sub> :	504	

**Relațiile de calcul a datelor inițiale**

1. Valorile vitezelor, accelerațiilor de mișcare și a curselor pe axe se vor adapta, în funcție de masa totală precalcul m<sub>t</sub> (kg) a întregii structuri, la valorile specificate în tabelul 3.
2. Toate valorile stabilite inițial sau calculate, aflate în casetele portocalii sunt valabile pentru exemplul MASTER al proiectului, respectiv m<sub>0</sub>=12 kg

Tab. 3

Masa totală cumulată a structurii:	V <sub>x</sub> , V <sub>y</sub> și V <sub>z</sub> :	a <sub>x</sub> , a <sub>y</sub> și a <sub>z</sub>	W <sub>z</sub> , W <sub>y</sub>	e <sub>z</sub> , e <sub>y</sub>	Mărimea curselor pe axe [m]		
					O <sub>X</sub>	O <sub>Z</sub>	O <sub>Y</sub>
20 – 200 kg	1,0 m/s	4,0 m/s <sup>2</sup>	π rad/s	4π rad/s <sup>2</sup>	0,5	0,5	0,25
200 – 500 kg	0,5 m/s	2,5 m/s <sup>2</sup>	π/2 rad/s	2π rad/s <sup>2</sup>	1,0	1,0	0,6
500 – 1000 kg	0,25 m/s	1,5 m/s <sup>2</sup>	π/4 rad/s	π rad/s <sup>2</sup>	2,0	1,5	1,0
1000 – 2000 kg	0,15 m/s	0,75 m/s <sup>2</sup>	π/8 rad/s	π/2 rad/s <sup>2</sup>	5,0	2,0	1,5



Valorile vitezelor, accelerațiilor de mișcare și a curselor pe cele 3 axe,  
proiect STUDENT  $m_0 =$

Tab. 4

Denumirea element functional	Viteza/ accelerația de deplasare	Marimea curselor (Proiect Student) [m]		
		OX	OZ	OY
BATIUL	-			
SANIA LONGITUDINALA	$V_x =$ m/s $a_x =$ m/s <sup>2</sup>			
MODULUL ROTATIE OZ	$W_z =$ rad/s $\epsilon_z =$ rad/s <sup>2</sup>	-	-	-
SANIA VERTICALA	$V_z =$ m/s $a_z =$ m/s <sup>2</sup>			
MODULUL ROTATIE OY	$W_y =$ rad/s $\epsilon_y =$ rad/s <sup>2</sup>	-	-	-
ELEMENT MOBIL BRAT TELESCOPIC	$V_y =$ m/s $a_y =$ m/s <sup>2</sup>			

## STRUCTURA ROBOTICA 5 GR. DE LIBERTATE

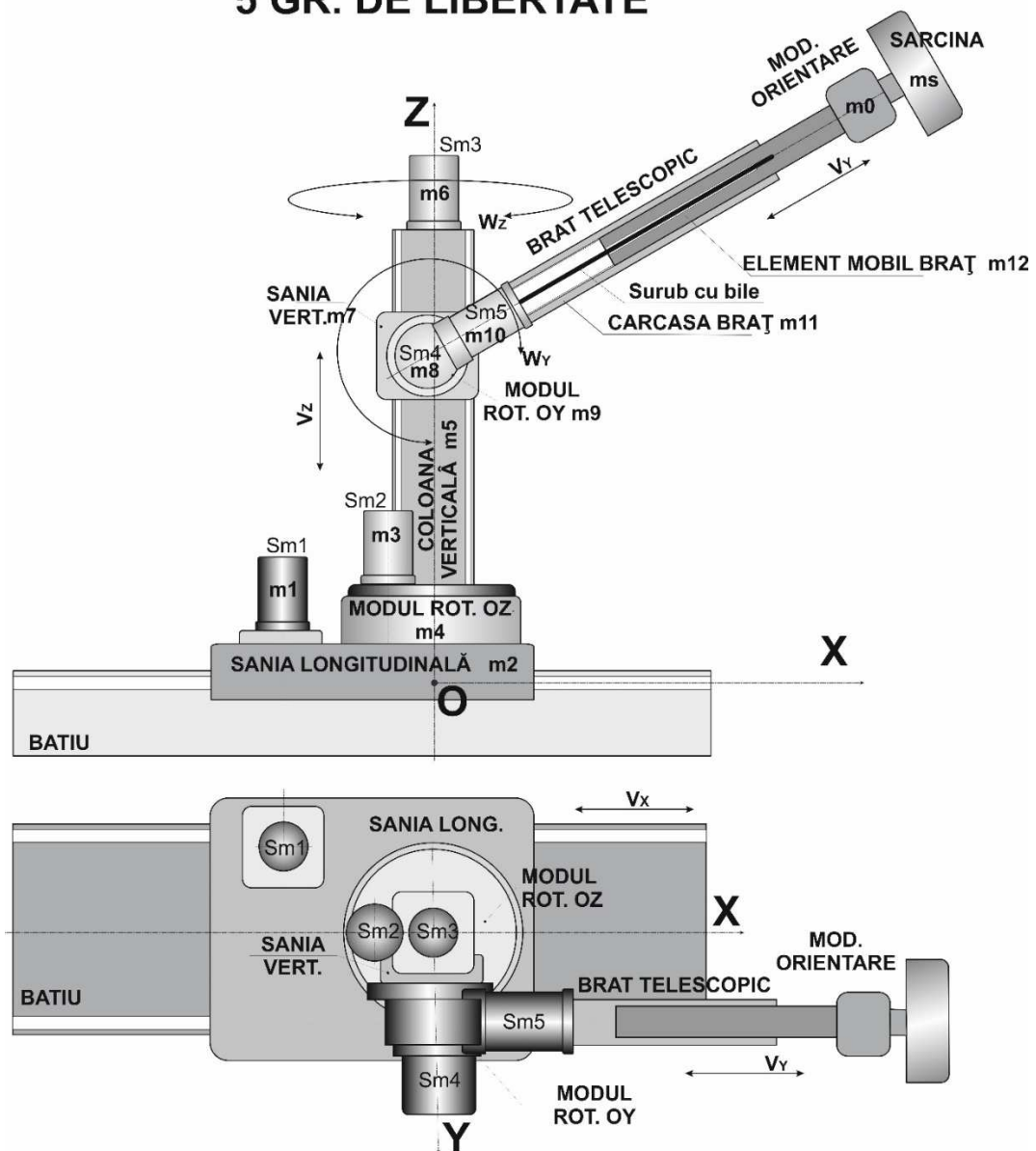


Fig. 1. Schema structurală a robotului cu 5 gr. de libertate

- **Determinarea sarcinilor dinamice cumulate pe fiecare element functional**

(model de calcul a maselor după valoarea **mo=12 kg**, luată ca exemplu)

Tab. 5-A

	<b>mci</b>	Sarcina dinamică cumulată pe elementul mobil sau pe cel de acționare (kg)	Valoare obținută pt.Exemplu Master mo=12 kg
SARCINA	<b>ms</b>	ms=24	<b>0</b>
MODULUL DE ORIENTARE	<b>mc0</b>	mc0=ms=24	<b>24</b>
ELEMENT MOBIL BRAT TELESCOPIC	<b>mc12</b>	mc12= mc0+m0=24+12	<b>36</b>
CARCASA BRAT TELESCOPIC	<b>mc11</b>	mc11=mc12+m12=36+24	<b>60</b>
SERVOMOTORUL Sm5	<b>mc10</b>	mc10=mc11+m11=60+24	<b>84</b>
MODULUL de ROTATIE OY	<b>mc9</b>	mc9=mc10+m10=84+12	<b>96</b>
SERVOMOTORUL Sm4	<b>mc8</b>	mc8=mc9+m9=96+24	<b>120</b>
SANIA VERTICALA	<b>mc7</b>	mc7=mc8+m8=120+18	<b>138</b>
SERVOMOTORUL Sm3	<b>mc6</b>	mc6=mc7+m7=138+36	<b>174</b>
COLOANA VERTICALA	<b>mc5</b>	mc5=mc6+m6=174+24	<b>198</b>
MODULUL de ROTATIE OZ	<b>mc4</b>	mc4=mc5+m5=198+72	<b>270</b>
SERVOMOTORUL Sm2	<b>mc3</b>	mc3=mc4+m4=270+60	<b>330</b>
SANIA LONGITUDINALA	<b>mc2</b>	mc2=mc3+m3=330+24	<b>354</b>
SERVOMOTORUL Sm1	<b>mc1</b>	mc1=mc2+m2=354+120	<b>474</b>
<b>VERIFICARE</b>		Servomotorul Sm1	<b>30</b>
		<b>Total:</b>	<b>504</b>

**Sarcinile dinamice cumulate pe fiecare element functional**

proiect STUDENT mo=..... kg

Tab. 5-B

	<b>mci</b>	Sarcina dinamică cumulată pe elementul mobil sau pe cel de acționare (kg)	Valoare obținută proiect STUDENT mo=.....kg
SARCINA	<b>ms</b>	ms=	<b>0</b>
MODULUL DE ORIENTARE	<b>mc0</b>	mc0=ms=	
ELEMENT MOBIL BRAT TELESCOPIC	<b>mc12</b>	mc12= mc0+m0=	
CARCASA BRAT TELESCOPIC	<b>mc11</b>	mc11=mc12+m12=	
SERVOMOTORUL Sm5	<b>mc10</b>	mc10=mc11+m11=	
MODULUL de ROTATIE OY	<b>mc9</b>	mc9=mc10+m10=	

SERVOMOTORUL Sm4	mc8	mc8=mc9+m9=	
SANIA VERTICALA	mc7	mc7=mc8+m8=	
SERVOMOTORUL Sm3	mc6	mc6=mc7+m7=	
COLOANA VERTICALA	mc5	mc5=mc6+m6=	
MODULUL de ROTATIE OZ	mc4	mc4=mc5+m5=	
SERVOMOTORUL Sm2	mc3	mc3=mc4+m4=	
SANIA LONGITUDINALA	mc2	mc2=mc3+m3=	
SERVOMOTORUL Sm1	mc1	mc1=mc2+m2=	
VERIFICARE		Servomotorul Sm1	
		<b>Total:</b>	

- **Calculul maselor dinamice cumulate pe subansamble structurale**

(Exemplu MASTER pentru  $m_0=12$  kg)

Tab. 6

Nr. crt.	Denumirea element funcțional	Codul masic	MASA PROPRIE	Elemente rotative	Bratul integral	Antebrațul
1.	SERVOMOTORUL Sm1	m1	30			
2.	SANIA LONGITUDINALA	m2	120			
3.	SERVOMOTORUL Sm2	m3	24	24		
4.	MODULUL de ROTATIE OZ	m4	60	60		
5.	COLOANA VERTICALA	m5	72	72		
6.	SERVOMOTORUL Sm3	m6	24	24		
7.	SANIA VERTICALA	m7	36	36	36	
8.	SERVOMOTORUL Sm4	m8	18	18	18	
9.	MODULUL de ROTATIE OY	m9	24	24	24	24
10.	SERVOMOTORUL Sm5	m10	12	12	12	12
11.	CARCASA BRAT TELESCOPIC	m11	24	24	24	24
12.	ELEMENT MOBIL BRAT TELESCOPIC	m12	24	24	24	24
13.	MODULUL DE ORIENTARE	m0	12	12	12	12
14.	SARCINA DE MANIPULAT	ms	24	24	24	24
	<b>TOTAL:</b>		<b>504</b>	<b>354</b>	<b>174</b>	<b>120</b>

## Calculul maselor dinamice cumulate pe subansamble structurale

(Proiect STUDENT, pentru  $m_0 = \dots \text{ kg}$ )

Tab. 7

Nr. crt.	Denumirea element funcțional	Codul masic	MASA PRPRIE	Elemente rotative	Bratul integral	Antebrațul
1.	SERVOMOTORUL Sm1	m1				
2.	SANIA LONGITUDINALA	m2				
3.	SERVOMOTORUL Sm2	m3				
4.	MODULUL de ROTATIE OZ	m4				
5.	COLOANA VERTICALA	m5				
6.	SERVOMOTORUL Sm3	m6				
7.	SANIA VERTICALA	m7				
8.	SERVOMOTORUL Sm4	m8				
9.	MODULUL de ROTATIE OY	m9				
10.	SERVOMOTORUL Sm5	m10				
11.	CARCASA BRAT TELESCOPIC	m11				
12.	ELEMENT MOBIL BRAT TELESCOPIC	m12				
13.	MODULUL DE ORIENTARE	m0				
14.	SARCINA DE MANIPULAT	ms				
	<b>TOTAL:</b>					

Nota 2: Pentru calculul **maselor echivalente** si a **coordonatelor centrelor masice** se apreciază, din punct de vedere dimensional, valorile parametrilor funcionali în funcție de mărimea robotului. Pentru varianta STUDENT valorile coordonatelor centrelor masice pe cele două axe, precum și mărimile alese constructiv (a, b, c, d) ce vor fi introduse în Tab. 9, se vor ajusta procentual față de valorile precizate în coloanele portocalii (ale variantei MASTER), conform prescripțiilor din tabelul 8 conform mărimii robotului.

Tab. 8

Masa totala a structurii:	Coord. Centrului masic pe axa OZ	Coord. centrului masic pe axa OX	Coord. centrului masic pe axa OY	Mărimi alese constructiv: a, b, c, d etc
20 – 100 kg	25%	25%	25%	25%
100 – 200 kg	50%	50%	50%	50%
200 – 500 kg	100%	100%	100%	100%
500 – 1000 kg	125%	125%	125%	125%
1000 – 2000 kg	150%	150%	150%	150%

- Valorile coordonatelor centrelor masice (în metri)

Tab. 9

Nr. Crt.	Denumirea element funcțional	Cod masic	Masa element (exemplu mo=12kg)	Coord. centre masice (MASTER mo=12 kg)			Masa element (STUDENT mo=..... kg)	Coord. centre masice (STUDENT mo=..... kg)		
				Zi	Xi	Yi		Zi	Xi	Yi
1.	SERVOMOTORUL Sm1	m1	30	0,25	0,40	0,0				
2.	SANIA LONGITUDINALA	m2	120	0,15	0,0	0,0				
3.	SERVOMOTORUL Sm2	m3	24	0,35	0,20	0,0				
4.	MODULUL ROTATIE OZ	m4	60	0,35	0,0	0,0				
5.	COLOANA VERTICALA	m5	72	0,60	0,0	0,0				
6.	SERVOMOTORUL Sm3	m6	24	1,4	0,0	0,0				
7.	SANIA VERTICALA	m7	36	0,7	0,0	0,2				
8.	SERVOMOTORUL Sm4	m8	18	0,7	0,0	0,35				
9.	MODULUL ROTATIE OY	m9	24	0,7	0,0	0,3				
10.	SERVOMOTORUL Sm5	m10	12	0,7	0,25	0,3				
11.	CARCASA BRAT TELESCOPIC	m11	24	0,9	0,6	0,3				
12.	ELEMENT MOBIL BRAT TELESCOPIC	m12	24	0,9	0,9	0,3				
13.	MODULUL DE ORIENTARE	m0	12	0,9	1,2	0,3				
14.	SARCINA DE MANIPULAT	ms	24	0,9	1,3	0,3				

- Calculul maselor echivalente si a coordonatelor centrelor masice

Se introduc urmatoarele notații:

**MeT** – masa echivalentă globală a întregului robot

**MeR** - masa echivalentă a structurii rotative

**MeB** - masa echivalenta a brațului integral

**MeA** - masa echivalentă a antebrațului

Coordonatele centrelor maselor echivalente a fiecărui subsistem funcțional se determină în baza formulelor din satică:

$$x_e = \frac{\sum m_i * x_i}{\sum m_i}; \quad y_e = \frac{\sum m_i * y_i}{\sum m_i}; \quad z_e = \frac{\sum m_i * z_i}{\sum m_i}$$

# STRUCTURA ROBOTICA 5 GR. DE LIBERTATE

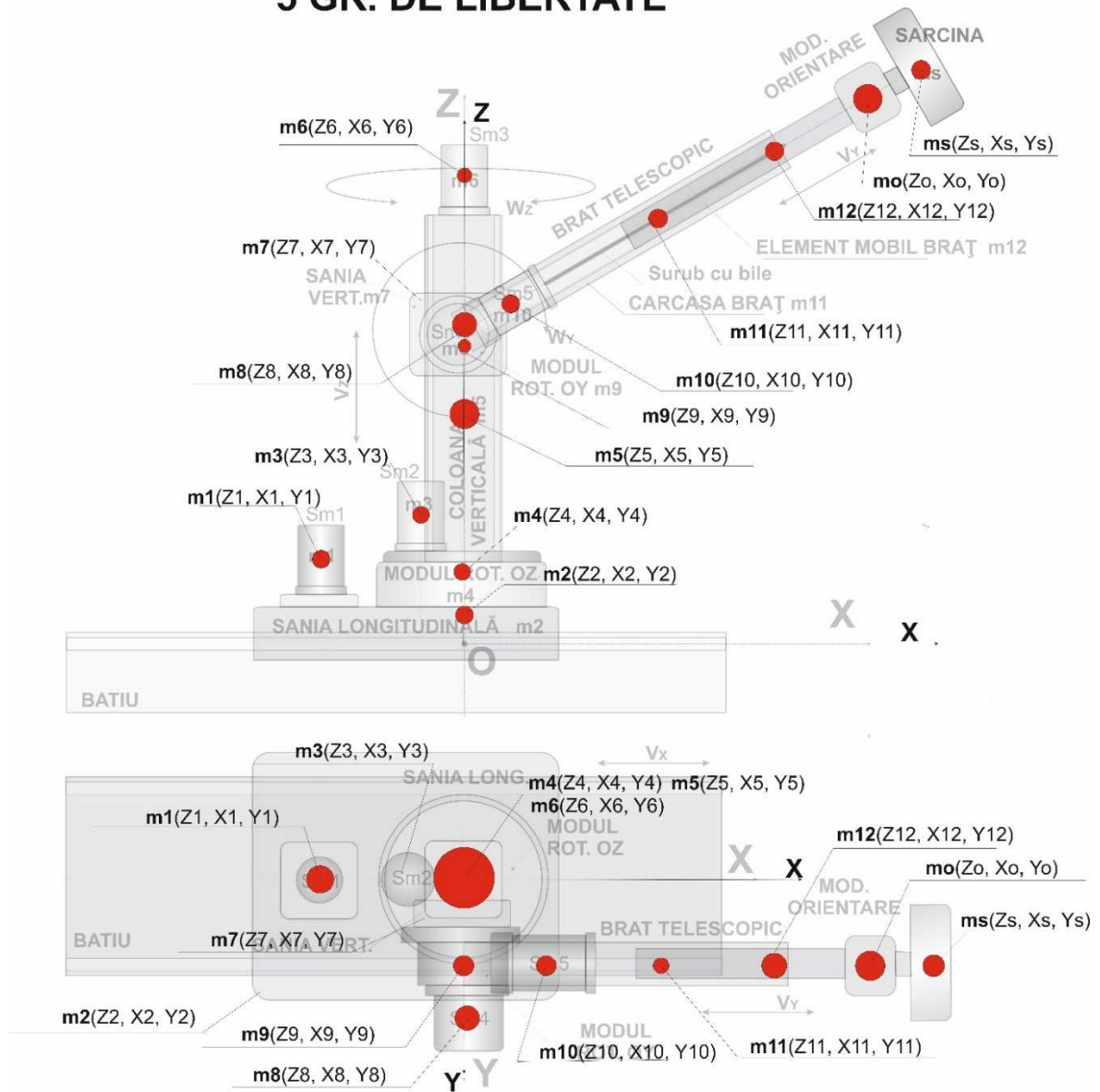


Fig. 2. Centrele masice a elementelor structurale

**Calculul coordonatelor centrelor masice echivalente a subsistemelor robotului**  
(Valori conform model MASTER pt.  $m_0=12\text{kg}$ )

**STRUCTURA INTEGRALĂ ROBOT**

Tab. 10 (kg; m)

Nr. crt.	Denumire	CODUL	MASA	Zi	Xi	Yi	Mi*Zi	Mi*Xi	Mi*Yi
1	SERVOMOTORUL Sm1	m1	30	0,25	0,4	0	7,5	12	0
2	SANIA LONGITUDINALĂ	m2	120	0,15	0	0	18	0	0
3	SERVOMOTORUL Sm2	m3	24	0,35	0,2	0	8,4	4,8	0
4	MODULUL rotație OZ	m4	60	0,35	0	0	21	0	0
5	COLOANA VERZICALĂ	m5	72	0,6	0	0	43,2	0	0
6	SERVOMOTORUL Sm3	m6	24	1,4	0	0	33,6	0	0
7	SANIA VERTICALĂ	m7	36	0,7	0	0,2	25,2	0	7,2
8	SERVOMOTORUL Sm4	m8	18	0,7	0	0,35	12,6	0	6,3
9	MODULUL rotație OY	m9	24	0,7	0	0,3	16,8	0	7,2
10	SERVOMOTORUL Sm5	m10	12	0,7	0,25	0,3	8,4	3	3,6
11	CARCASA BRAT TELESCOPIC	m11	24	0,9	0,6	0,3	21,6	14,4	7,2
12	ELEMENT MOBIL BRAT TEL.	m12	24	0,9	0,9	0,3	21,6	21,6	7,2
13	MODULUL DE ORIENTARE	mo	12	0,9	1,2	0,3	10,8	14,4	3,6
14	SARCINA DE MANIPULAT	ms	24	0,9	1,3	0,3	21,6	31,2	7,2
		MeT	504				270,3	101,4	49,5
						ZeT	0,536		
						XeT		0,201	
						YeT			0,098

**STRUCTURA ROTATIVĂ**

Tab. 11 (kg; m)

Nr. crt.	Denumire	CODUL	MASA	Zi	Xi	Yi	Mi*Zi	Mi*Xi	Mi*Yi
3	SERVOMOTORUL Sm2	m3	24	0,35	0,2	0	8,4	4,8	0
4	MODULUL rotație OZ	m4	60	0,35	0	0	21	0	0
5	COLOANA VERZICALĂ	m5	72	0,6	0	0	43,2	0	0
6	SERVOMOTORUL Sm3	m6	24	1,4	0	0	33,6	0	0
7	SANIA VERTICALĂ	m7	36	0,7	0	0,2	25,2	0	7,2
8	SERVOMOTORUL Sm4	m8	18	0,7	0	0,35	12,6	0	6,3
9	MODULUL rotație OY	m9	24	0,7	0	0,3	16,8	0	7,2
10	SERVOMOTORUL Sm5	m10	12	0,7	0,25	0,3	8,4	3	3,6
11	CARCASA BRAT TELESCOPIC	m11	24	0,9	0,6	0,3	21,6	14,4	7,2
12	ELEMENT MOBIL BRAT TEL.	m12	24	0,9	0,9	0,3	21,6	21,6	7,2
13	MODULUL DE ORIENTARE	mo	12	0,9	1,2	0,3	10,8	14,4	3,6
14	SARCINA DE MANIPULAT	ms	24	0,9	1,3	0,3	21,6	31,2	7,2
		MeR	354				244,8	89,4	49,5
						ZeR	0,691		
						XeR		0,252	
						YeR			0,139

**BRATUL INTEGRAL**

Tab. 12 (kg; m)

Nr. crt.	Denumire	CODUL	MASA	Zi	Xi	Yi	Mi*Zi	Mi*Xi	Mi*Yi
7	SANIA VERTICALĂ	m7	36	0,7	0	0,2	25,2	0	7,2
8	SERVOMOTORUL Sm4	m8	18	0,7	0	0,35	12,6	0	6,3
9	MODULUL ROTĂȚIE OY	m9	24	0,7	0	0,3	16,8	0	7,2
10	SERVOMOTORUL Sm5	m10	12	0,7	0,25	0,3	8,4	3	3,6
11	CARCASA BRAT TELESCOPIC	m11	24	0,9	0,6	0,3	21,6	14,4	7,2
12	ELEMENT MOBIL BRAT TEL.	m12	24	0,9	0,9	0,3	21,6	21,6	7,2
13	MODULUL DE ORIENTARE	mo	12	0,9	1,2	0,3	10,8	14,4	3,6
14	SARCINA DE MANIPULAT	ms	24	0,9	1,3	0,3	21,6	31,2	7,2
		MeB	174				138,6	84,6	49,5
						ZeB	0,797		
						XeB		0,486	
						YeB			0,284

### ANTEBRATUL

Tab. 13 (kg; m)

Nr. crt.	Denumire	CODUL	MASA	Zi	Xi	Yi	Mi*Zi	Mi*Xi	Mi*Yi
9	MODULUL ROTĂȚIE OY	m9	24	0,7	0	0,3	16,8	0	7,2
10	SERVOMOTORUL Sm5	m10	12	0,7	0,25	0,3	8,4	3	3,6
11	CARCASA BRAT TELESCOPIC	m11	24	0,9	0,6	0,3	21,6	14,4	7,2
12	ELEMENT MOBIL BRAT TEL.	m12	24	0,9	0,9	0,3	21,6	21,6	7,2
13	MODULUL DE ORIENTARE	mo	12	0,9	1,2	0,3	10,8	14,4	3,6
14	SARCINA DE MANIPULAT	ms	24	0,9	1,3	0,3	21,6	31,2	7,2
		Mea	120				100,8	84,6	36
						ZeA	0,84		
						XeA		0,705	
						YeA			0,3

### Centrele masice a subsistemelor robotului

Tab. 14, Valori in [kg] și [m]

Structura ROBOT	Simbol	Masa cumulată	Zei		Xei		Yei	
Integrală robot	MeT	504	ZeT	0,536	XeT	0,201	YeT	0,098
Rotativă	MeR	354	ZeR	0,691	XeR	0,252	YeR	0,139
Brațul integral	MeB	174	ZeB	0,797	XeB	0,486	YeB	0,284
Antebrațul	MeA	120	ZeA	0,840	XeA	0,705	YeA	0,300

Nota 3 : În proiectul realizat de student se vor introduce numai tabelele 10, 11, 12, 13 și 14 varianta proiect STUDENT, după refacerea calculelor în conformitate cu indicatorul  $m_0$  alocat.



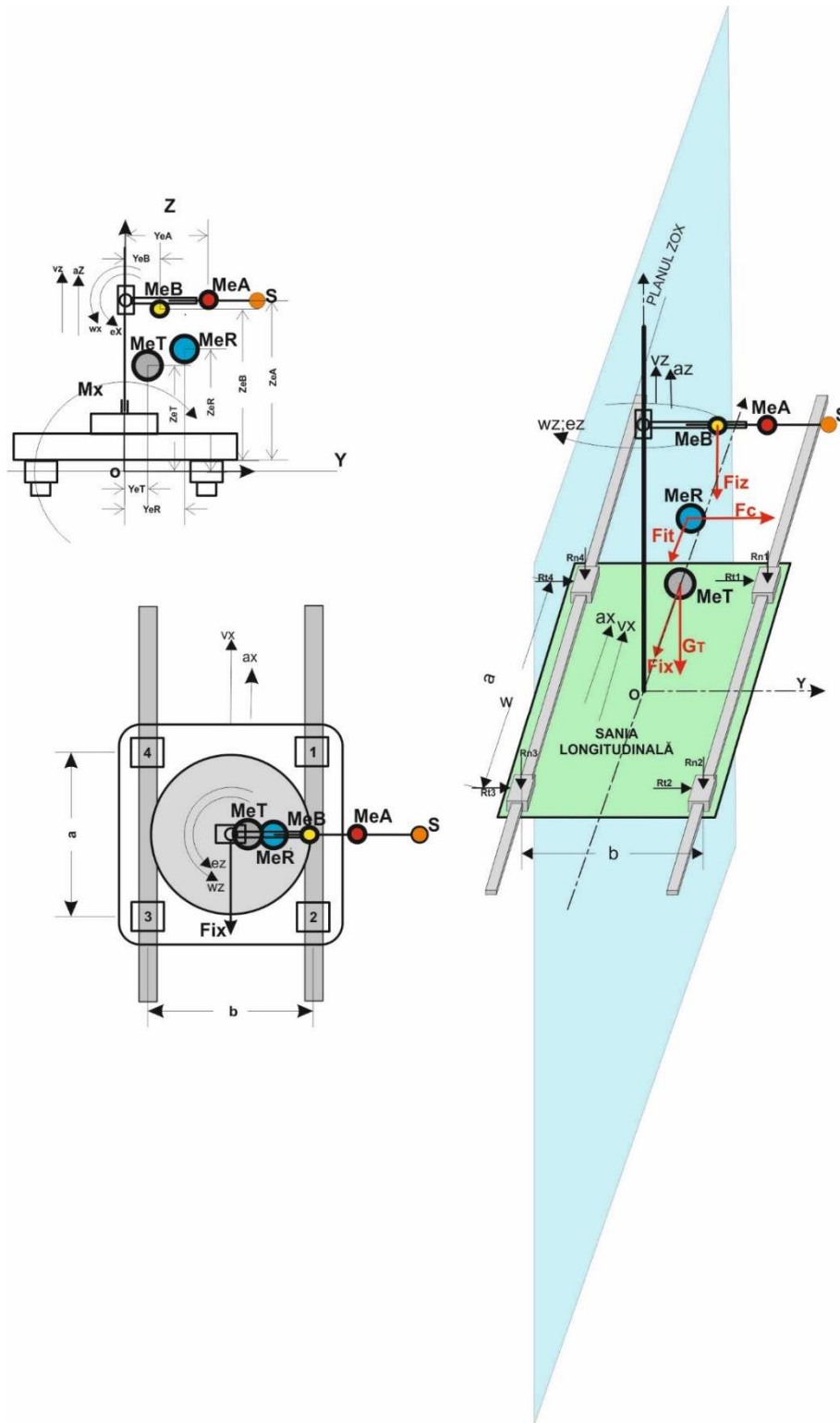


Fig. 3. Analiza forțelor și momentelor ce acționează asupra structurii robotului

Nota 4: pentru toate etapele se presupune alegerea corectă din cataloage a elementelor structurale din componența axelor cinematice, se va surprinde cele mai severe efecte dinamice generate de deplasarea elementelor mobile, motiv pentru care în cele mai multe cazuri se va considera cazul mișcărilor accelerate pe cele mai defavorabile direcții de mișcare.

## Etapa 2. Dimensionarea ghidajului longitudinal

Se propune ca sistemul de ghidaje liniare să fie dimensionate astfel încât să asigure o durabilitate nominală de cel puțin 4.500 km

### a - Determinarea reacțiunilor în blocurile mobile ale ghidajelor

Se rememorează câteva relații din mecanică:

$$\text{Forța centrifugă: } F_c = mv^2/r = m \cdot \omega^2 \cdot r^2 / r = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

$$\text{Forța de inerție tangentială: } F_{it} = m \cdot a_t = m \cdot \epsilon \cdot r,$$

În care: m - masa echivalentă a subsistemului aflat în mișcare,  
r - raza centrului masic față de axa de rotație,  
 $\omega$  și  $\epsilon$  - viteza și accelerația unghiulară în mișcarea de rotație.

#### 1 - Cazul mișcărilor accelerate pe direcțiile cele mai defavorabile

**Scenariul de mișcare: deplasări simultane accelerate pe direcția axelor OX și OZ, precum și rotația robotului în mișcare accelerată în jurul axei OZ.**

Din Tab. 14 se preiau elementele de calcul corespunzătoare scenariului de mișcare.

Tab. 15

Direcția de deplasare / structura robot	Simbol	Masa cumulatată	Zei		Xei		Yei		Raza echiv. față de axa OZ	
OX – longitudinal / Integrală robot	MeT	504	ZeT	0,536	XeT	0,201	YeT	0,098		-
OZ – rotație / Struct. rotativă	MeR	354	ZeR	0,691	XeR	0,252	YeR	0,139	reR	0,288
OZ – vertical / Brațul integral	MeB	174	ZeB	0,797	XeB	0,486	YeB	0,284		-

- Se analizează echilibrul saniei longitudinale prin scrierea ecuațiilor de echilibru a forțelor și momentelor pe cele trei axe: OX, OY și OZ.
- Pentru mărimea probabilă a robotului se adoptă în prealabil distanțele  $a=0,8$  și  $b=0,6$  m ce delimitează poziția celor 4 blocuri mobile ale ghidajului, în planul XOY.
- În cazul structurii rotative MeR, raza centrului masic reR se determină în baza relației:  $reR = [(XeR)^2 + (YeR)^2]^{1/2}$
- În baza notațiilor din figura 3 se pot identifica și calcula următoarele forțe:

Tab. 16

Gt	MeT * g	504 * 10	5040	b=0,6
Fiz	MeB * az	174 * 2,5	435	a=0,8
Fc	MeR * reR * $\omega^2$	354 * 0,288 * 3,14 <sup>2</sup> /4	252	reR=0,288
Fit	MeR * reR * $\epsilon$	354 * 0,288 * 6,28	640,2	reR=0,288
Fix	MeT * ax	504 * 2,5	1260	

Ecuția de echilibru a momentelor fata de axa OX:

$$Gt \cdot yeT + Fiz \cdot yeB + Fc \cdot zeR = \frac{b}{2} \cdot (Rn1 + Rn2 + Rn3 + Rn4)$$

Ecuatia de echilibru a momentelor fata de axa OY:

$$Fit \cdot zeR + Fix \cdot zeT = \frac{a}{2} \cdot (Rn1 + Rn2 + Rn3 + Rn4)$$

Ecuatia de echilibru a momentelor fata de axa OZ:

$$Fit \cdot yeR + Fix \cdot yeT = \frac{a}{2} \cdot (Rt1 + Rt2 + Rt3 + Rt4)$$

Ecuatia de echilibru a fortelor fata de axa OY:

$$Fc = (Rt1 + Rt2 + Rt3 + Rt4)$$

Ecuatia de echilibru a fortelor fata de axa OX:

$$Fix + Fit = Fm$$

### **Calculul numeric:**

Se va tine cont de simetria sistemului față de cele trei axe, rezultând:

$$Rn1=Rn2, \quad Rn3=Rn4$$

$$Rt1=Rt3, \quad Rt2=Rt4$$

- Ecuatia de echilibru a momentelor fata de axa OX:

$$Gt \cdot yeT + Fiz \cdot yeB + Fc \cdot zeR = \frac{b}{2} \cdot (Rn1 + Rn2 + Rn3 + Rn4)$$

$$5040 \cdot 0,098 + 435 \cdot 0,284 + 252 \cdot 0,691 = \frac{b}{2} \cdot (Rn1 + Rn2 + Rn3 + Rn4)$$

$$493,9+123,5+174,1=0,3 \cdot 2 \cdot (Rn1+Rn3)$$

$$791,6=0,6 \cdot (Rn1+Rn3)$$

$$Rn1+Rn3=1319,3$$

- Ecuatia de echilibru a momentelor fata de axa OY:

$$Fit \cdot zeR + Fix \cdot zeT = \frac{a}{2} \cdot (Rn1 + Rn2 + Rn3 + Rn4)$$

$$640,2 \cdot 0,691 + 1260 \cdot 0,536 = \frac{a}{2} \cdot (Rn1 + Rn2 + Rn3 + Rn4)$$

$$442,4+675,4=0,4 \cdot 2 \cdot (Rn1+Rn3)$$

$$Rn1+Rn3=1117,7$$

Se compatibilizează semnul in cele două relații:

$$\underline{Rn1-Rn3=1117,7}$$

$$\underline{Rn1+Rn3=1319,3}$$

$$Rn1=(1319,3+1117,7)/2=1218,5$$

$$Rn3=1218,5-1117,7=100,8$$

- Ecuatia de echilibru a momentelor fata de axa OZ:

$$Fit \cdot yeR + Fix \cdot yeT = \frac{a}{2} \cdot (Rt1 + Rt2 + Rt3 + Rt4)$$

$$640,2 \cdot 0,139 + 1260 \cdot 0,098 = \frac{a}{2} \cdot (Rt1 + Rt2 + Rt3 + Rt4)$$

$$88,9+123,5=0,4 \cdot 2 \cdot (Rt1+Rt2)$$

$$Rt1+Rt2=265,6$$

- Ecuatia de echilibru a forțelor fata de axa OY:

$$Fc = (Rt1 + Rt2 + Rt3 + Rt4)$$

$$252 = (Rt1 + Rt2 + Rt3 + Rt4)$$

$$252=2 \cdot (Rt1+Rt2)$$

Se compatibilizează semnul in cele două relații:

$$R_{t1} + R_{t2} = 265,6$$

$$R_{t1} - R_{t2} = 126$$

$$R_{t1} = (265,6 + 126) / 2 = 195,8$$

$$R_{t2} = R_{t1} - 126 = 195,8 - 126 = 69,7$$

- Ecuația de echilibru a forțelor față de axa OX:

$$F_{ix} + F_{it} = F_m$$

$$F_m = 1260 + 640,2 = 1900$$

$$F_m = 1900 \text{ N}$$

- Puterea necesară antrenării în mișcare liniară accelerată după axa OX:

$$P = F_m \cdot v_x = 1900 \cdot 0,50 = 950 \text{ W} = 0,95 \text{ kW}$$

$$P = 0,95 \text{ kW}$$

Pentru calculul forței echivalente pe fiecare bloc, reacțiunile  $R_{ni}$  și  $R_{ti}$  se iau numai în valoare absolută.

Se centralizează valorile obținute într-un tabel.

$R_{n1}; R_{n2}$	$R_{n3}; R_{n4}$	$R_{t1}; R_{t3}$	$R_{t2}; R_{t4}$
1257,5	100,8	195,8	69,7

Forțele echivalente pe fiecare din cele 4 blocuri mobile ale ghidajului:

$$P_{e1} = R_{n1} + R_{t1} = 1257,5 + 195,8 = 1397,2$$

$$P_{e2} = R_{n1} + R_{t2} = 1257,5 + 69,7 = 1327,2$$

$$P_{e3} = R_{n3} + R_{t1} = 100,8 + 195,8 = 296,6$$

$$P_{e4} = R_{n3} + R_{t2} = 100,8 + 69,7 = 170,6$$

$$P_{e1} = 1453,3 \text{ N}$$

$$P_{e2} = 1327,2 \text{ N}$$

$$P_{e3} = 296,6 \text{ N}$$

$$P_{e4} = 170,6 \text{ N}$$

## 2 - Cazul mișcărilor uniforme (pe toate axele)

- Ecuația de echilibru a momentelor față de axa OX:

$$G_T \cdot Y_{eT} + F_c \cdot Z_{eR} = \frac{b}{2} \cdot (R_{n1} + R_{n2} + R_{n3} + R_{n4})$$

$$5040 \cdot 0,098 + 252 \cdot 0,691 = 2 \cdot b / 2 \cdot (R_{n1} + R_{n3})$$

$$R_{n1} + R_{n3} = 0,6 \cdot 668 = 401$$

- Ecuația de echilibru a forțelor față de axa OZ:

$$M_{eT} \cdot g = 2 \cdot (R_{n1} + R_{n3})$$

$$R_{n1} + R_{n3} = 5040 / 2 = 2520$$

Se compatibilizează semnul in cele două relații:

$$R_{n1} + R_{n3} = 2520$$

$$R_{n1} - R_{n3} = 401$$

$$R_{n1} = (2520 + 401) / 2 = 1460,5$$

$$R_{n3} = 1460,5 - 401 = 1059,5$$

$$R_{n1}=R_{n2}=1460,5$$

$$R_{n3}=R_{n4}=1059,5$$

- Ecuația de echilibru a forțelor fata de axa OY:

$$F_c = (R_{t1} + R_{t2} + R_{t3} + R_{t4})$$

Din condiții de simetrie se apreciază:

$$R_{t1}=R_{t2}=R_{t3}=R_{t4}$$

$$\text{Rezulta: } 252=4 \cdot R_{t1}$$

$$R_{t1}=R_{t2}=R_{t3}=R_{t4}=63 \text{ N}$$

Se centralizează valorile obținute într-un tabel.

R <sub>n1</sub> ;R <sub>n2</sub>	R <sub>n3</sub> ;R <sub>n4</sub>	R <sub>t1</sub> ;R <sub>t3</sub>	R <sub>t2</sub> ;R <sub>t4</sub>
1460,5	1059,5	63	63

Pentru calculul reacțiunilor echivalente pe fiecare bloc, forțele R<sub>ni</sub> și R<sub>ti</sub> se iau numai în valoare absolută.

- Reacțiunile echivalente pe fiecare din cele 4 blocuri mobile ale ghidajului:

$$P'e_1=Pe_2= R_{n1}+R_{t1}= 1460,5+63=1523,5$$

$$P'e_3=Pe_4= R_{n3}+R_{t2}= 1059,5+63=1122,5$$

$$\underline{P'e_1=Pe_2=1523,5 \text{ N}}$$

$$\underline{P'e_3=Pe_4= 1122,5 \text{ N}}$$

În cazul când sarcina variază monoton (fig. 1.44 suportul de curs), relația de calcul a sarcinii medii este:

$$P_m \cong \frac{1}{3}(P_{\min} + 2 \cdot P_{\max}), \text{ în care:}$$

P<sub>min</sub> este sarcina minimă

P<sub>max</sub> este sarcina maximă

Rezultă sarcinile medii pe fiecare bloc mobil:

Blocul mobil:	1	2	3	4
Pe	1453,3	1327,2	296,6	170,6
P'e	1523,5	1523,5	1122,5	1122,5
Pm	1500,1	1457	847	748

Tipul și mărimea ghidajelor ce formează sistemul de ghidaje orizontale, de la baza robotului, se vor alege după încărcarea dinamică (sarcina de calcul) medie a celui mai solicitat bloc mobil, respectiv la valoarea:

$$P_{m1}=1480 \text{ N} = 1,50 \text{ kN}$$

$$P_{m3}=859 \text{ N} = 0,85 \text{ kN}$$

## **b. - Alegerea si verificarea ghidajelor liniare pentru deplasarea longitudinala pe axa OX**

### **1. Precizarea conditiilor initiale de încârcare a sistemului**

Condițiile de mediu: temperatura in general constanta ( $22^{\circ}\text{C}$ ), atmosfera cu pulberi industriale și posibilă umezeală.

Încarcare ușoară, functionare 300 zile pe an (24 ore/zi).

Ciclu de lucru neuniform, dupa împrejurari, in functie de tipul productiei.

In functie de soluția tehnică ce se va alege și condițiile de functionare, se adoptă urmatoarele valori a factorilor ce intervin in formula durabilitatii ghidajului:

- Factorul de duritate a căilor  $f_H=1$
- Factorul de temperatură  $f_T=1$
- Factorul de contact  $f_C=1$  ( un singur bloc mobil în fiecare colț al saniei long.
- Factorul de sarcina  $f_w=2$  (vibrații/șocuri de valoare medie, viteza  $V<2\text{m/s}$ )

Se propune ca durabilitatea sistemului sa fie de cel puțin  $L=5000$  km

### **2. Configuratia sistemului, numarul căilor si poziția sistemului**

- In functie de sistemul cinematic de mișcare a robotului, se alege un sistem de ghidaje orizontal cu două axe, (o axă principală normală si o axa secundară asociată cu cremalieră). Se consideră că axa de ghidare principală să fie montată in partea dreapta a sistemului, încarcarea ei fiind prin reacțiunile  $P_{m1}$  și  $P_{m2}$ , iar axa asociată cu cremalieră să fie montată in partea stângă a sistemului, încarcarea ei fiind prin reacțiunile  $P_{m3}$  și  $P_{m4}$ .
- Se consideră că încarcarea predominanta este pe directie verticală (radial normală si inversă), conditii dinamice cu șocuri si vibrații de valoare moderată, viteza de deplasare  $<2 \text{ m/s}^2$ .

**numarul de axe: 2**

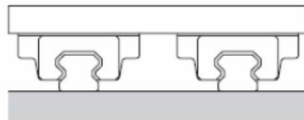


Fig. 4. Configuratia sistemului de ghidaje

### **3. Selectia prealabila a tipului si marimii ghidejelor**

- Pentru deplasarea longitudinală a saniei se preconizează acțiunea pe baza de servomotor asociat cu un reductor planetar (sau încorporat), mecanismul de transformare a mișcării fiind pinion-cremalieră (șniletă – cremalieră).
- Având în vedere încărcarea dinamică relativ redusă a blocului mobil nr. 1 de pe ghidajul dreapta (Fig. 3),  $P_{m1}=1,50$  kN, se va opta pentru acest ghidaj tipul HSR-R (4 căi sarcini egale), catalog THK (ix.pg.1096).
- In acest caz, din cele două axe ale sistemului, ghidajul dreapta va fi de tipul HSR-20R, iar al ghidajul stânga va fi de tip GSR-V, coloana fiind asociata cu o cremalieră pe toată lungimea acestuia.

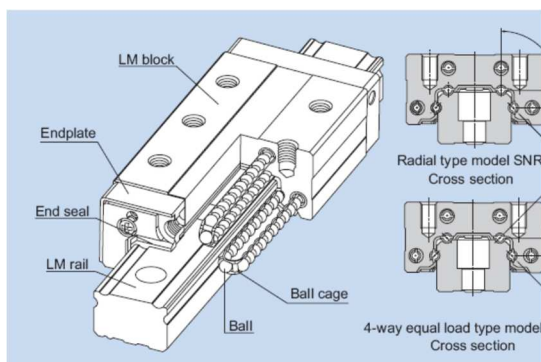


Fig. 4. Ghidajul normal de tip HSR-R

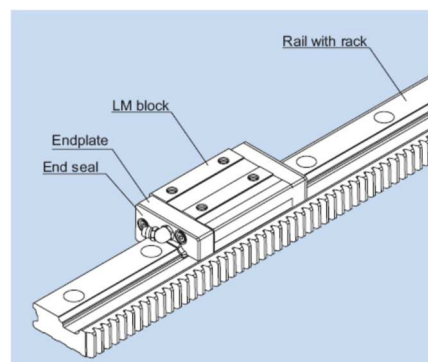


Fig. 5. Ghidajul secundar cu cremalieră de tip GSR-V

Deoarece s-au efectuat toate calculele pentru determinarea reacțiilor în blocurile mobile a celor două ghidaje, se poate trece direct la alegerea mărimii fiecăruia, după cum urmează:

- În alegerea mărimii fiecărui tip se ia în considerare valoarea încărcărilor dinamice medii a celor mai solicitate blocuri mobile, respectiv blocul 1 de pe axa 1 și blocul 3 de pe axa 3.
- **Pm1=1480 N = 1,50 kN**
- **Pm3=847 N = 0,85 kN**
- Din catalogul THK, (ix.pg.1096) pentru ghidajul tip HSR-R se alege mărimea: **HSR-20 RM**, cu următoarele date: **Capacitatea dinamică nominală C=13,8 kN**, Capacitatea statică nominală Co=23,8 kN.

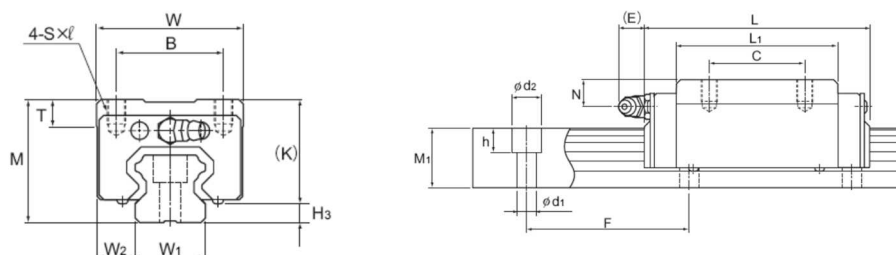


Fig. 6. Datele geometrice ale ghidajului HSR-20R

Model No.	Outer dimensions			LM block dimensions									Grease nipple	H <sub>3</sub>
	Height	Width	Length	B	C	S x l	L <sub>1</sub>	T	K	N	E			
	M	W	L											
HSR 15R HSR 15RM	28	34	56.6	26	26	M4 x 5	38.8	6	23.3	8.3	5.5	PB1021B	3.5	
HSR 20R HSR 20RM	30	44	74	32	36	M5 x 6	50.8	8	26	5	12	B-M6F	4	

LM rail dimensions						Basic load rating		Static permissible moment kN-m*					Mass	
Width W <sub>1</sub> ±0.05	W <sub>2</sub>	Height M <sub>1</sub>	Pitch F	Length* d <sub>1</sub> x d <sub>2</sub> x h	Max	C kN	C <sub>0</sub> kN	M <sub>A</sub>		M <sub>B</sub>		M <sub>C</sub>	LM block kg	LM rail kg/m
								1 block	Double blocks	1 block	Double blocks	1 block		
15	9.5	15	60	4.5 x 7.5 x 5.3	3000 (1240)	8.33	13.5	0.0805	0.457	0.0805	0.457	0.0844	0.18	1.5
20	12	18	60	6 x 9.5 x 8.5	3000 (1480)	13.8	23.8	0.19	1.04	0.19	1.04	0.201	0.25	2.3

Fig. 7. Datele de catalog ale ghidajului HSR-20R

Pentru ghidajul HSR-20RM, Calculul durabilitatii nominale se va face pentru sarcina medie echivalenta **Pm1=1,50 kN**,

$$L_{1,2} = \left( \frac{f_H \cdot f_T \cdot f_C \cdot C}{f_W \cdot P_C} \right)^3 \cdot 50 = \left[ \left( \frac{1}{2} \right) \cdot (13,8/1,50) \right]^3 \cdot 50 = 4.866 \text{ km}$$

Din catalogul THK, (ix.pg.1172) pentru ghidajul de tip GSR-R se alege mărimea:

**GSR 25V**, (fig 8 si 8bis) cu datele de catalog: **Capacitatea dinamică nominală C=10,29 kN**, Capacitatea statică nominală Co=12,65 kN.

- pentru sarcina medie echivalenta **Pm3=0,859 kN**, si Capacitatea dinamică nominală **C=10,29 kN**, rezultă:

$$L_{3,4} = \left( \frac{f_H \cdot f_T \cdot f_C \cdot C}{f_W \cdot P_C} \right)^3 \cdot 50 = \left[ \left( \frac{1}{2} \right) \cdot (10,29/0,85) \right]^3 \cdot 50 = 11.088 \text{ km}$$

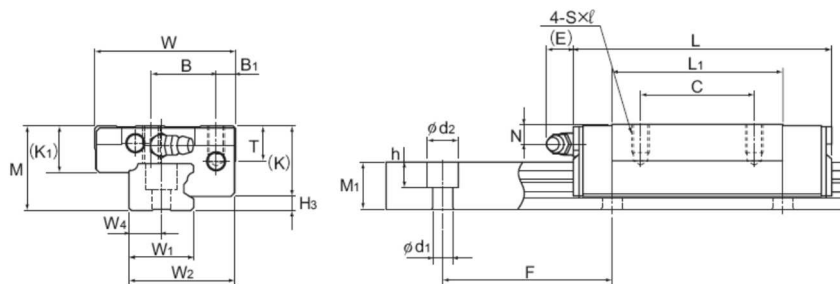


Fig. 8. Datele geometrice ale ghidajului GSR 25V

Model No.	Outer dimensions			LM block dimensions													Grease nipple	Hs
	Height	Width	Length	B1	B	C	Sxℓ	L1	T	K	K1	N	N1	E				
	M	W	L															
GSR 15T GSR 15V	20	32	59.8 47.1	5	15	26	M4×7	40.2 27.5	8.25	17.5	12	4.5	3	5.5	PB107	8		
GSR 20T GSR 20V	24	43	74 58.1	7	20	30	M5×8	50.2 34.3	9.7	20.6	13.6	5	—	12	B-M6F	10.4		
GSR 25T GSR 25V	30	50	88 69	7	23	40	M6×10	60.2 41.2	12.7	25.5	16.8	7	—	12	B-M6F	13.2		

LM rail dimensions							Basic load rating		Static permissible moment kN-m*				Mass	
Width		Height	Pitch		Length*	C	Co	Ma		Mb		LM block	LM rail	
W1	W2	W4	M1	F	d1×d2×h	Max	kN	kN	1 block	Double blocks	1 block	Double blocks	kg	kg/m
15	25	7.5	11.5	60	4.5×7.5×5.3	2000	5.69 4.31	8.43 5.59	0.0525 0.0252	0.292 0.158	0.0452 0.0218	0.252 0.136	0.13 0.08	1.2
20	33	10	13	60	6×9.5×8.5	3000	9.22 7.01	13.2 8.82	0.102 0.0498	0.564 0.307	0.0885 0.0431	0.486 0.265	0.25 0.17	1.8
23	38	11.5	16.5	60	7×11×9	3000	13.5 10.29	19 12.65	0.177 0.0858	0.965 0.522	0.152 0.0742	0.831 0.451	0.5 0.29	2.6

Fig. 8-bis. Datele de catalog ale ghidajului GSR 25V

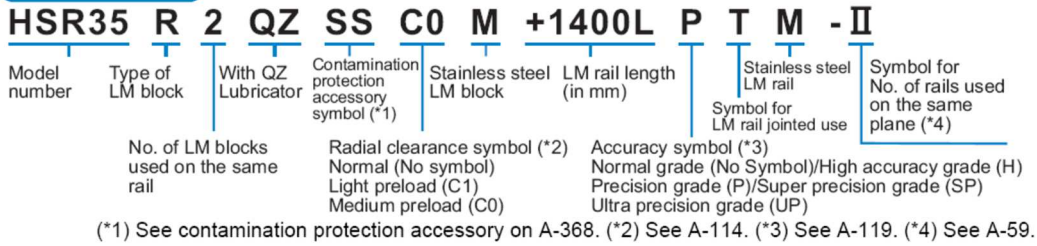
In urma calculelor efectuate a rezultat ca durabilitatea celor doua ghidaje principale depăseste valoarea impusă in tema de proiectare (Ln=4.500 km).

Se poate concluziona ca atât calculele de dimensionare, verificările efectuate și alegerea elementelor componente au fost realizate în mod corect.



**Codurile de comandă FURNIZOR:**

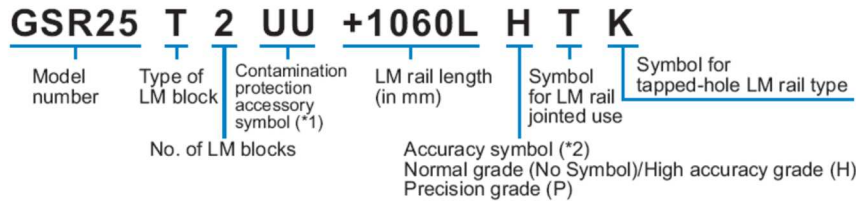
**Model number coding**



**HSR 20 R 2 QZ DD C0 M +3000L P T M -II**

**Model number coding**

Combination of LM rail and LM block



(\*1) See contamination protection accessory on A-368. (\*2) See A-124.

**GSR 25 V 2 DD +3000L H T K**

### Etapa 3. Calculul de dimensionare a ghidajului vertical al coloanei

#### a – Determinarea reacțiilor in blocurile mobile ale ghidajului

Pentru determinarea reacțiilor in blocurile mobile ale ghidajului se va analiza acțiunea forțelor și momentelor conform schemei din figura 9.

Se preiau datele din etapele anterioare:

$$V_x=0,5 \text{ m/s}; \quad a_x= 2,5 \text{ m/s}^2; \quad \omega_z=\pi/2 \text{ rad/s}; \quad \varepsilon_z=2\pi \text{ rad/s}^2; \quad V_z=0,5 \text{ m/s}; \quad a_z= 2,5 \text{ m/s}^2$$

Se rememorează datele calculate anterior

Structura ROBOT	Simbol	Masa cumulată	Zei		Xei		Yei	
Brațul integral	MeB	174	ZeB	0,797	XeB	0,486	YeB	0,284

Inventarul forțelor ce intervin in analiza dinamică a brațului

Tab. 18

Simbol	Explicație	Formula	Numeric	valoare	Obs
Gb	Greutate	MeB *g	174*10	1740	c=0,4
Fiz	Inerție	MeB*az	174*2,5	435	d=0,4
Fc	Centrifugă	MeB*YeB* $\omega_z^2$	174*0,284*3,14 <sup>2</sup> /4	122	ZeB=0,797
Fit	Inerț. tang.	MeB * YeB * $\varepsilon_z$	174*0,284*6,28	310	XeB=0,486
Fix	Inerție	MeB*ax	174*2,5	435	YeB=0,284

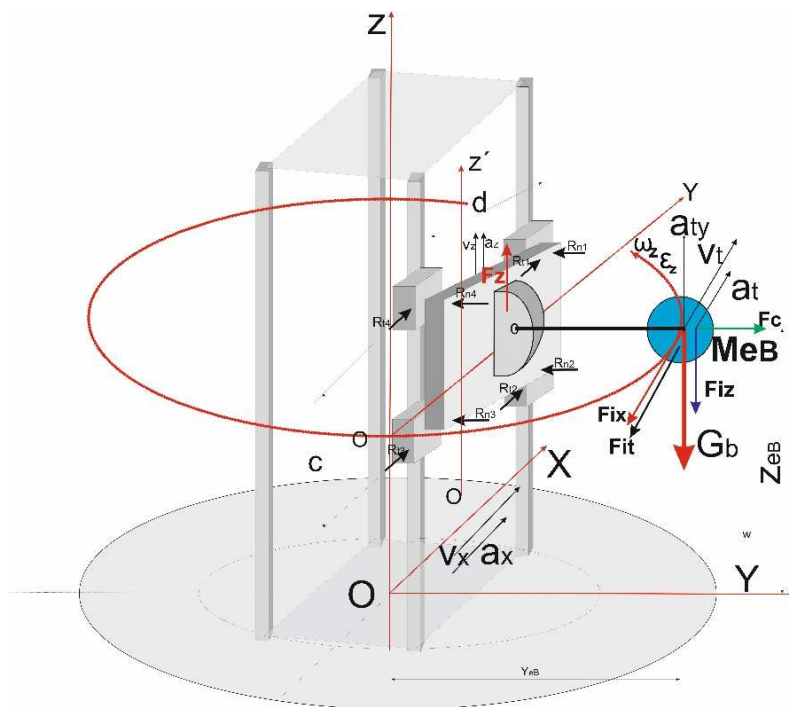


Fig. 9. Schema forțelor ce acționează asupra brațului vertical

Scenariul de mișcare: deplasări simultane accelerate pe direcția axelor OX și OZ, precum și rotația robotului în mișcare accelerată în jurul axei OZ.

1 - Cazul mișcărilor accelerate pe direcțiile cele mai defavorabile

Se analizează sistemul de forțe ce acționează asupra brațului robotului în situația cea mai defavorabilă de mișcare accelerată (Fig. 9)

Se rememorează câteva relații din mecanică:

Forța centrifugă:  $F_c = mv^2/r = m \cdot \omega^2 \cdot r^2 / r = m \cdot \omega^2 \cdot r$

Forța de inerție tangențială:  $F_{it} = m \cdot a_t = m \cdot \epsilon \cdot r$ ,

În care: m - masa echivalentă a subsistemului aflat în mișcare,

r - raza centrului masic față de axa de rotație,

$\omega$  și  $\epsilon$  - viteza și accelerația unghiulară în mișcarea de rotație.

Mărimile  $c=0,4$  m și  $d=0,4$  m au fost alese constructiv funcție de mărimea robotului.

În analiza sensului reacțiunilor în ghidaje se va considera acțiunea coloanelor asupra blocurilor mobile. Pentru determinarea reacțiunilor în blocurile mobile ale ghidajelor saniei verticale, se scriu ecuațiile de echilibru a momentelor și forțelor, după cum urmează:

Echilibrul momentelor forțelor față de axa OZ

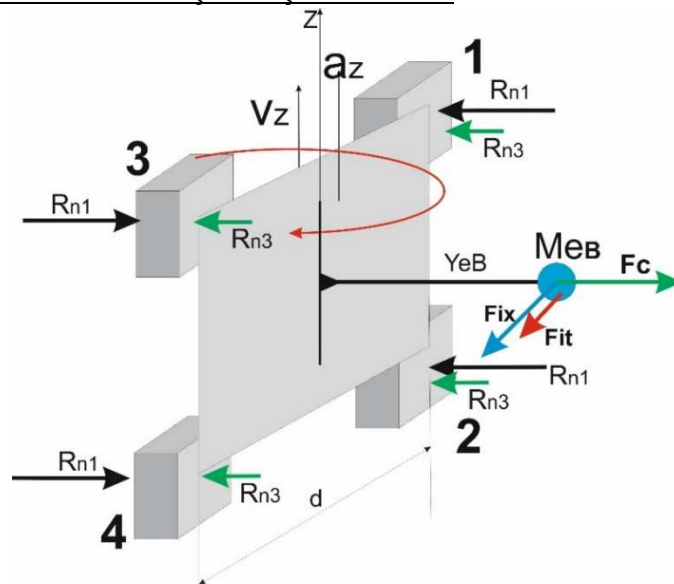


Fig. 10. Studiul echilibrului saniei după axa OZ

Din condiții de simetrie a încărcării celor 4 blocuri mobile ale ghidajului saniei, alegând sensul corect al reacțiunilor, se poate scrie:

$(F_{ix} + F_{it}) \cdot Y_{eB} = 4R_{n1} \cdot d/2$

$(435 + 310) \cdot 0,284 = 4 \cdot R_{n1} \cdot 0,4/2$

**$R_{n1} = 264,5$  N**

Echilibrul forțelor pe axa OY

$F_c = 4 \cdot R_{n3}$

$122 = 4 \cdot R_{n3}$

**$R_{n3} = 30,5$**

### Echilibrul momentelor forțelor față de axa OX

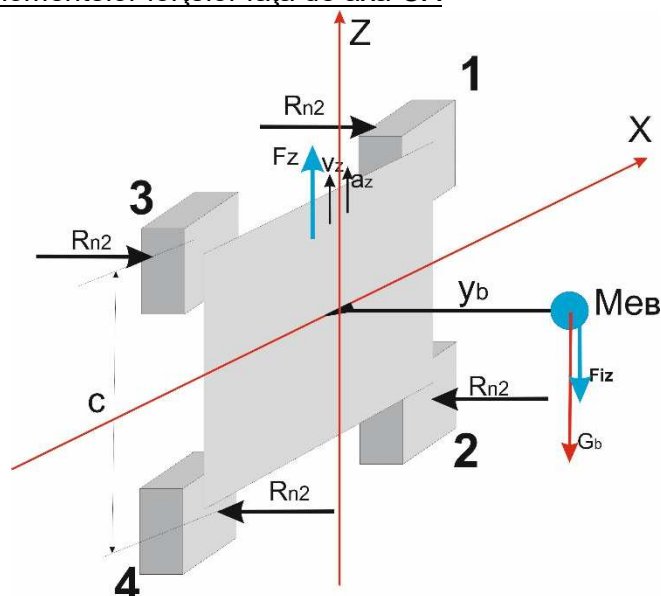


Fig. 11. Studiul echilibrului saniei dupa axa OX

$$(G_b + F_{iz}) \cdot y_{eB} = 4 \cdot R_{n2} \cdot c / 2$$
$$(1740 + 435) \cdot 0,284 = 4 \cdot R_{n2} \cdot 0,4 / 2$$
$$R_{n2} = 772,1 \text{ N}$$

### Echilibrul forțelor pe axa OZ

$$F_z = G_b + F_{iz}$$
$$F_z = 1740 + 435 = 2175 \text{ N}$$
$$F_z = 2175 \text{ N}$$

Pe baza valorii forței verticale  $F_z$  și a vitezei de deplasare rezultă puterea necesară a motorului de acționare în cazul mișcării uniforme a saniei verticale;

$$P_z = F_z \cdot v_z = 2175 \cdot 0,50 = 1087,5 \text{ W}$$
$$P_z = 1,09 \text{ kW}$$

### 2 – Cazul mișcărilor uniforme

Se reiau ecuațiile de echilibru a momentelor și a forțelor, anulând toate forțele de inerție.

### Echilibrul momentelor forțelor față de axa OZ

$$(F_{ix} + F_{it}) \cdot y_{eB} = 4 R'_{n1} \cdot d / 2$$
$$(0 + 0) \cdot 0,284 = 4 R'_{n1} \cdot d / 2$$
$$R'_{n1} = 0 \text{ N}$$

### Echilibrul forțelor pe axa OY

$$F_c = 4 \cdot R'_{n3}$$
$$R'_{n3} = F_c / 4 = 122 / 4 = 30,5 \text{ N}$$
$$R'_{n3} = 30,5 \text{ N}$$

### Echilibrul momentelor forțelor față de axa OX

$$(G_b + F_{iz}) \cdot y_{eB} = 4R'_{n2} \cdot c/2$$

$$(1740 + 0) \cdot 0,284 = 4R'_{n2} \cdot 0,2$$

$$R'_{n2} = 494,2 / 0,8 = 617,7 \text{ N}$$

$$R'_{n2} = \mathbf{617,7 \text{ N}}$$

În primul caz, al mișcărilor accelerate pe toate gradele de libertate, luând în considerare sensul convențional ales pentru fiecare din cele 3 tipuri de reacțiuni (Fig. 12), reacțiunile cumulate pe fiecare bloc mobil al ghidejelor, devin:

$$R_1 = R_{n1} + R_{n3} - R_{n2}$$

$$R_2 = R_{n1} + R_{n3} + R_{n2}$$

$$R_3 = -R_{n1} + R_{n3} - R_{n2}$$

$$R_4 = -R_{n1} + R_{n3} + R_{n2}$$

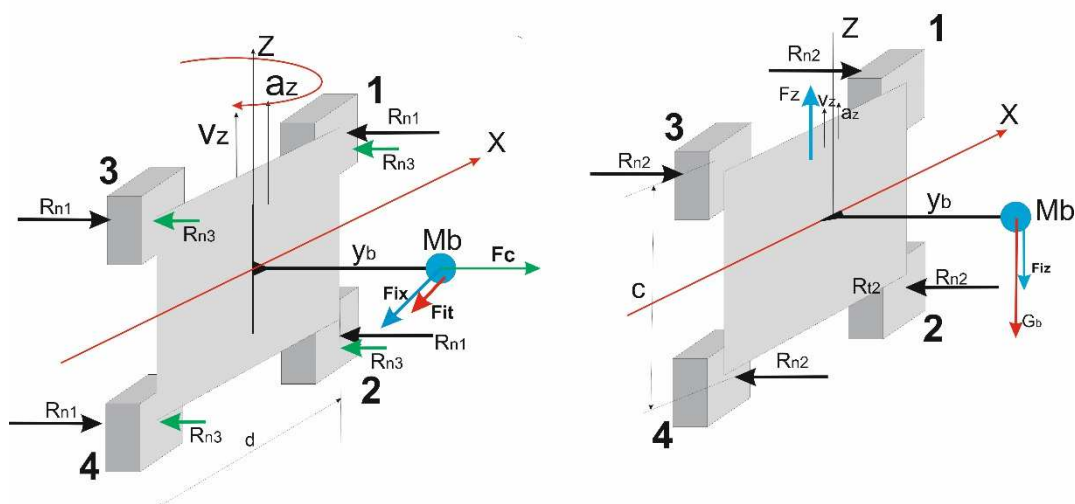


Fig. 12. Studiul însumării reacțiunilor pe blocurile mobile

### Recapitulația valorilor reacțiunilor cumulate și a celor echivalente pe fiecare bloc

Tab. 19

Tipul mișcării	Bloc mob 1	Bloc mob 2	Bloc mob 3	Bloc mob 4
Mișcare accelerată	$R_{n11} = 264,5$ $R_{n31} = 30,5$ $R_{n21} = -772,1$	$R_{n12} = 264,5$ $R_{n32} = 30,5$ $R_{n22} = 772,1$	$R_{n13} = -264,5$ $R_{n33} = 30,5$ $R_{n23} = -772,1$	$R_{n14} = -264,5$ $R_{n34} = 30,5$ $R_{n24} = 772,1$
Reacț. cumul.	$R_1 = -477,1$	$R_2 = 1067,1$	$R_3 = -1066,1$	$R_4 = 538,1$
Mișcare uniformă	$R'_{n11} = 0$ $R'_{n31} = 30,5$ $R'_{n21} = -617,7$	$R'_{n12} = 0$ $R'_{n32} = 30,5$ $R'_{n22} = 617,7$	$R'_{n13} = 0$ $R'_{n33} = 30,5$ $R'_{n23} = -617,7$	$R'_{n14} = 0$ $R'_{n34} = 30,5$ $R'_{n24} = 617,7$
Reacțiunea cumul.	$R'_1 = -587,2$	$R'_2 = 648,2$	$R'_3 = -587,2$	$R'_4 = 648,2$
Reacțiunea echivalentă $Re = 1/3 \cdot (R_{min} + 2 \cdot R_{max})$	$Re1 = -550,5$	$Re2 = 927,5$	$Re3 = -866,5$	$Re4 = 611,5$

## **b - Alegerea si verificarea ghidajelor pentru axa OZ**

In continuare se trece la alegerea tipului si mărimii ghidajului vertical, luându-se in considerare valoarea maxima echivalentă a celui mai solicitat bloc mobil:

$$\mathbf{Re2=927,5 \quad N = 0,93 \text{ kN}}$$

### 1. Precizarea condițiilor inițiale de încărcare a sistemului

La alegerea si verificarea sistemului de ghidaje pentru deplasarea saniei verticale după axa OZ se accepta aceleași condiții inițiale ca si in cazul ghidajelor pentru deplasarea longitudinala după axa OX.

Deasemenea se impune durabilitatea nominala a sistemului la valoarea de 4.500 km.

### 2. Configurația sistemului, numarul căilor si pozitia.

- In funcție de sistemul cinematic de mișcare a brațului robotului, se alege un sistem de ghidaje vertical cu doua axe identice.
- Se considera că încărcarea predominantă a sistemului este pe direcție radial -normală si inversă, condiții dinamice cu șocuri si vibrații de valoare moderată, viteză de deplasare  $<2 \text{ m/s}^2$ .

### 3. Selectia prealabilă a tipului si mărimii ghidajelor

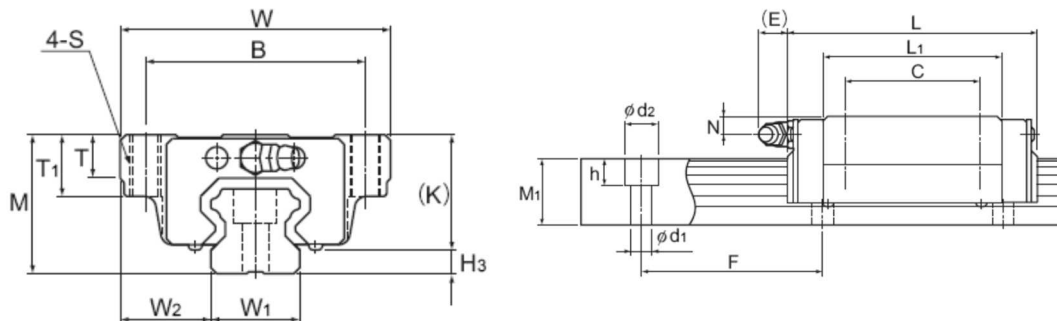
- Pentru deplasarea verticală a saniei se preconizează acționarea pe baza de servomotor, mecanismul de transformare a mișcării fiind șurubul cu bile.
- In alegerea mărimii ghidajelor se ia in considerare valoarea reacțiunii maxime echivalente:

$$\mathbf{Re2=927,5 \quad N = 0,93 \text{ kN}}$$

- Din catalogul THK, (index pagina:1088) pentru ghidajul tip **HSR** se alege mărimea: **HSR 20AM**, cu datele prezentate in figurile 13 si14.
- Pentru ghidajul HSR 20AM calculul durabilității nominale se va face pentru sarcina medie echivalenta **Pc=0,93 kN**, și **Capacitatea dinamica nominala C=13,8 kN**, **Capacitatea statică nominală Co=23,8 kN**, rezultând:

$$L = \left( \frac{f_H \cdot f_T \cdot f_C}{f_W} \cdot \frac{C}{P_C} \right)^3 \cdot 50 = [(1/2) \cdot (13,8/0,93)]^3 \cdot 50 = 20.420 \text{ km}$$

In urma calculelor efectuate a rezultat ca durabilitatea sistemului depășește mult valoarea impusa in tema de proiectare ( $L_n=4.500 \text{ km}$ )



Models HSR15 to 35A/LA/AM/LAM

Fig. 13. Datele geometrice a ghidajelor de tip HSR

Model No.	Outer dimensions			LM block dimensions											Grease nipple	H <sub>2</sub>
	Height	Width	Length	B	C	S	L <sub>1</sub>	t	T	T <sub>1</sub>	K	N	E			
	M	W	L													
HSR 15A HSR 15AM	24	47	56.6	38	30	M5	38.8	—	7	11	19.3	4.3	5.5	PB1021B	3.5	
HSR 20A HSR 20AM	30	63	74	53	40	M6	50.8	—	10	9.5	26	5	12	B-M6F	4	

LM rail dimensions						Basic load rating		Static permissible moment kN-m*					Mass	
Width W <sub>1</sub> ±0.05	W <sub>2</sub>	Height M <sub>1</sub>	Pitch F	Length* d <sub>1</sub> ×d <sub>2</sub> ×h	Max	C kN	C <sub>0</sub> kN	M <sub>A</sub>		M <sub>B</sub>		M <sub>C</sub>	LM block kg	LM rail kg/m
								1 block	Double blocks	1 block	Double blocks	1 block		
15	16	15	60	4.5×7.5×5.3	3000 (1240)	8.33	13.5	0.0805	0.457	0.0805	0.457	0.0844	0.2	1.5
20	21.5	18	60	6×9.5×8.5	3000 (1480)	13.8	23.8	0.19	1.04	0.19	1.04	0.201	0.35	2.3

Fig. 14 datele de catalog a ghidajelor de tip HSR 20AM

**Codul de comandă FURNIZOR:**

<b>HSR25</b>	<b>B</b>	<b>2</b>	<b>QZ</b>	<b>UU</b>	<b>C0</b>	<b>M</b>	<b>+1200L</b>	<b>P</b>	<b>T</b>	<b>M</b>	<b>- II</b>
Model number	Type of LM block	No. of LM blocks used on the same rail	With QZ Lubricator	Contamination protection accessory symbol (*1)	Radial clearance symbol (*2)	Stainless steel LM block	LM rail length (in mm)	Accuracy symbol (*3)	Stainless steel LM rail	Symbol for LM rail jointed use	Symbol for No. of rails used on the same plane (*4)
					Normal (No symbol) Light preload (C1) Medium preload (C0)			Normal grade (No Symbol)/High accuracy grade (H) Precision grade (P)/Super precision grade (SP) Ultra precision grade (UP)			

(\*1) See contamination protection accessory on A-368. (\*2) See A-114. (\*3) See A-119. (\*4) See A-59.

**HSR20 AM 2 QZ UU C0 M +1480 P T M - II**

## Etapa 4. Calculul si dimensionarea axei cinematice OZ

### a. Precizarea datelor inițiale

Se procedeaza in continuare la parcurgerea etapelor de alegere a șurubului cu bile pentru axa cinematică liniară, cu funcționare verticală, (fig. 15), care să satisfacă condițiile inițiale precizate anterior, precum și o serie de date propuse la această etapă.

#### Date inițiale:

- masa bratului robotului:  $m_1=150$ . kg
- masa corpului manipulat:  $m_2=24$  kg
- lungimea cursei saniei:  $l_s=1000$  mm
- viteza liniară maximă:  $V_{max}=0.5$  m/s
- valoarea accelerației:  $a_2=\pm 2,5$  m/s<sup>2</sup>
- timpul de staționare:  $t_4=10$  s
- numarul de curse duble/min:  $n=5$  min<sup>-1</sup>
- jocul la inversarea sensului: 0,05 mm
- precizia de poziționare:  $\pm 0.1/1000$  mm
- repetabilitatea:  $\pm 0.05$  mm
- incrementul minim de deplasare:  $s=0.01$  mm
- durata de serviciu la regim de funcționare de 8 ore/zi: 20.000 h
- servomotorul electric de tip: AC
- turația nominală de regim  $n_m=3000^*$  min<sup>-1</sup>
- momentul de girație al motorului:  $J_m=50^* \times 10^{-5}$  kg.m<sup>2</sup>
- axul motorului cuplat direct pe șurub;
- randamentul surubului cu bile:  $\eta=0,92$
- coeficientul de frecare în ghidaje:  $\mu=0.003$
- forța de frecare în ghidajele saniei:  $F_a=50^* N$
- factorul de încărcare dinamică  $f_w=2,5$

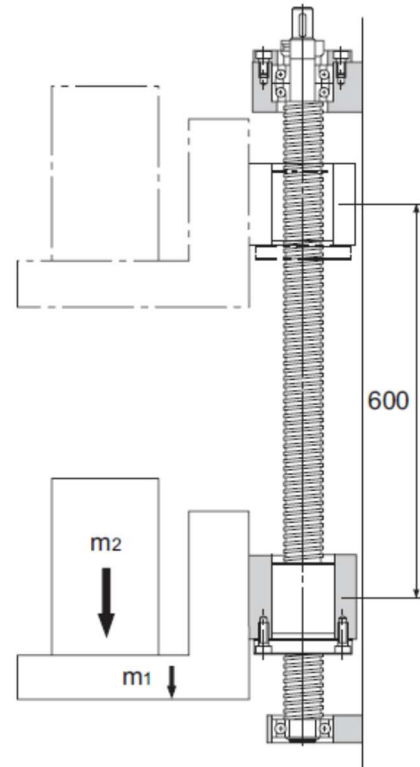


Fig. 15. Axa cinematică verticală cu șurub cu bile

**Notă 1:** Valorile indicatorilor: momentul de girație al motorului și forța de frecare în ghidajele saniei, se vor ajusta procentual la alte valori, corelate cu mărimea robotului, conform prescripțiilor din tabelul 8. Turația numinală de regim se va ajusta invers proporțional cu mărimea robotului: între 5000 min<sup>-1</sup> – roboți mici și 2500 min<sup>-1</sup> – roboți mari.

### b. Etapele selectiei șurubului cu bile:

#### 1. Selecția clasei de precizie a șurubului:

Pentru atingerea preciziei propuse de  $\pm 0,1$ mm/1000 mm se face

aproximația:  $\frac{\pm 0,1}{1000} = \frac{\pm 0,03}{300}$ , în baza căreia se alege, din catalogul

producătorului (THK-SUA), clasa de precizie care satisface valoarea de calcul pentru lungimea de referință de 300 mm, rezultând că șuruburile din clasa C3



satisfac cerința, precizia acestei clase fiind de  $\pm 0,029/300$  mm. (Catalog THK, Tab. 1, ix.pg. 704).

## 2. Selecția preciziei axiale:

Deoarece acțiunea sarcinii este întotdeauna îndreptată în jos, nu se pune problema apariției jocului la reversarea sensului de mișcare.

## 3. Alegerea modelului arborelui șurubului:

Considerând că lungimea piuliței șurubului este de **100 mm** și că lungimile capetelor șurubului sunt aproximativ de **200 mm**, se va alege din catalogul producătorului un șurub cu lungimea totală de **1400 mm** din care partea filetată este cel puțin **1250 mm**, iar distanța între lagăre de cca **1300 mm**.

**Notă 2:** Toate valorile referitoare la configurația șurubului (pct.3) se vor ajusta procentual la valori, corelate cu mărimea robotului conform prescripțiilor din tabelul 8, dar în corelație cu datele de catalog plauzibile.

## 4. Selecția pasului șurubului:

La turația nominală de regim propusă:  $n_m=3000$  rot/min, pentru atingerea vitezei liniare maxime a saniei:  $V_{max}=0,5$  m/s, pe baza relației:

$$P = \frac{60 \cdot 1000 \cdot V}{n_m} \quad (\text{mm}), \text{ rezultă ca pasul șurubului trebuie să fie de cel}$$

putin **10 mm**, sau mai mare.

Se adoptă în prealabil șurubul cu bile cu diametrul de **32 mm** și pasul de **10 mm**. (catalog THK ix.pg. 716 și 718)

Se menționează ca rezoluția axei cinematice este dată de rezoluția encoderului cu care este echipat servomotorul, aceasta putând fi: 1000, 1500, 2000, etc. pași/rev. În cazul pasului șurubului de 10 mm și a rezoluției encoderului 1.000 pași/rev., se obține incrementul minim de deplasare propus de 0,01 mm.

## 5. Precizarea metodei de fixare a capetelor șurubului

Având în vedere condițiile de precizie impuse se propune că metodă de fixare a capetelor șurubului: “fixat – rezimat” (fig. 16) este suficientă.

## 6. Analiza sarcinii axiale admisibile.

Din calculul încărcării dinamice a saniei verticale (Etapa 3, pg.22) a rezultat că forța motoare verticală maximă pentru antrenarea brațului robotului în mișcare accelerată este:

$$F_z=2175 \text{ N},$$

iar forța pentru deplasarea verticală în mișcare uniformă este egală cu greutatea brațului și a sarcinii,

$$G_b=1740 \text{ N}$$

Luând în considerare și forța de frecare în ghidajele saniei  $F_a=50$  N,

$$\text{Rezulta: } F_{zmax}=2225 \text{ N și } F_{zmin}= 1790 \text{ N}$$

Deoarece valoarea accelerației de mișcare a fost luată în considerare la calculul forței motoare verticale, nu mai este necesar calculul detaliat al forțelor pe fiecare din cele 6 secvențe de mișcare verticală.

Astfel, sarcina maximă axială aplicată șurubului este:

$$F_{a_{max}} = F_{a1} = 2225 \text{ N};$$

7. Verificarea șurubului la solicitarea de compresiune – întindere:

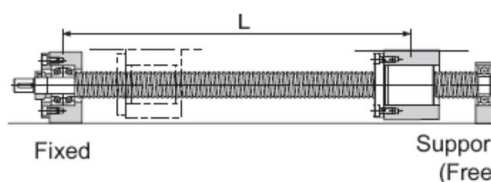


Fig. 16. Modul de fixare *încastrat - rezemat*

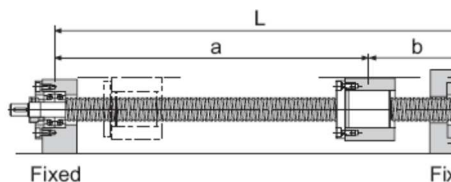


Fig. 17. Modul de fixare *încastrat - încastrat*

Analizând nomograma *sarcina axială – diametru șurub – distanța între lagăre* (catalog THK ix.pg. 721) rezultă că pentru șurubul cu diametrul de 32 mm și lungimea între lagăre de cca 1300 mm, soluția de fixare: *încastrat – rezemat*, (Fig. 16) este bună deoarece valoarea sarcinii admisibile axiale  $F_{adm} = 36 \text{ kN}$ , este net superioară sarcinii maxime aplicată de 2,23 kN.

8. Calculul turației necesare pentru atingerea vitezei impuse:

Pentru datele deja cunoscute:  $d = 32 \text{ mm}$ , pasul  $p = 10 \text{ mm}$ ,  $V_{max} = 0,5 \text{ m/s}$ , turația motorului este  $N_{max} = 3000 \text{ rot/min}$ .

9. Verificarea arborelui la turația critică:

Pentru metoda propusă inițial de montare a șurubului “*încastrat – rezemat*”, conform nomogramei *turația critică – distanța între lagăre – modul de fixare* (catalog THK ixpg 724) rezultă că turația critică a arborelui șurubului cu diametrul de 32 mm, este  $n_c = 2400 \text{ rot/min}$ .

Deoarece verificarea la turația critică nu este confirmată, rezultă că modul de lăgărire: *încastrat – rezemat* a capetelor șurubului nu este adecvat, motiv pentru care se va opta pentru lăgăruirea de tip *fixat- fixat* (fig. 17). În acest caz, turația critică a șurubului va fi de cca.  $4000 \text{ rot}^{-1}$ . În consecință alegerea șurubului cu diametrul exterior  $d_s = 32 \text{ mm}$  și pasul de  $p = 10 \text{ mm}$  se consideră corectă făcută.

**Selectia tipului și modelului șurubului cu bile.**

Din catalogul producatorului THK (ix.pg.1692) se propune în prealabil șurubul cu piulița de tip **BNFN 3210A-2,5**, (Preload Type of Precision Ball Screw) având performantele:

- diametrul cercului de rulare a centrelor bilelor  $d_p = 33,75 \text{ mm}$ ,
- diametrul minor  $d_c = 26,4 \text{ mm}$ ,
- numărul de șiruri de bile ale piuliței 1x2,5,
- capacitatea dinamică nominală:  $C_a = 26,1 \text{ kN}$ ,
- capacitatea statică nominală:  $C_{oa} = 56,2 \text{ kN}$ ,
- rigiditatea  $K = 640 \text{ N/}\mu\text{m}$ .
- momentul de inerție specific al arborelui  $J_{so} = 8,08 \cdot 10^{-3} \text{ kg}\cdot\text{cm}^2/\text{mm}$

## 11. Calculul durabilitatii nominale

Deoarece robotul, pe ansamblu și deasemenea brațul robotului nu va executa cicluri repetitive identice pe toata durata de serviciu, calculul forței medii ce încarcă axial șurubul cu bile se va face după formula:

$$F_m = (1/3) \cdot (F_{zmin} + 2 \cdot F_{zmax}),$$

$$\text{respectiv: } F_m = (1/3) \cdot (1790 + 2 \cdot 2225) = 2079,8 \text{ N}$$

**Rezultă forța medie de calcul:**

$$\mathbf{F_m = 2,08 \text{ kN}}$$

Pentru capacitatea dinamică nominală:  $C_a = 26,1 \text{ kN}$ , factorul de încărcare  $f_w = 2,5$  și sarcina medie echivalentă  $F_m = 2,08 \text{ kN}$ , durabilitatea nominală a șurubului este:

$$L = \left( \frac{C_a}{f_w \cdot F_m} \right)^3 \cdot 10^6 = \left( \frac{26.1}{2.5 \cdot 2.08} \right)^3 \cdot 10^6 = 126 \times 10^6 \text{ rotații}$$

## 12. Calculul duratei de serviciu.

În ipoteza ca sania verticală execută în permanență curse duble de valoarea medie  $L_{cm} = 500 \text{ mm}$  la frecvența de 5 curse duble/min, se calculează numărul de rotații complete/oră a șurubului:

**Notă 4:** Toate valorile referitoare la calculul duratei de serviciu (pct.12) se va ajusta invers proporțional cu mărimea robotului între:  $L_{cm} = 250 \text{ mm}/20 \text{ cd/min}$  – roboți mici și  $L_{cm} = 1500 \text{ mm}/2 \text{ cd/min}$  – roboții mari.

$$n_s = 2 \cdot L_{cm} / p_s = 100 \text{ rot/cursă} = 100 \cdot 5 = 500 \text{ rot/min} = 500 \cdot 60 = 30.000 \text{ rot/oră.}$$

Rezultă valoarea duratei de serviciu în ore, pentru un regim normal de exploatare (8 ore/zi; 300 zile/an) a robotului:

$$L_h = \frac{L}{n_s} = 4200 \text{ h, (aprox. 1,75 ani) valoare inferioară celei propuse în tema de proiectare (20.000 ore=8,33 ani).}$$

Din acest punct de vedere, alegerea șurubului nu satisface criteriul duratei de serviciu propuse, motiv pentru care se parcurge din nou etapa alegerii șurubului, a cărui capacitate dinamică nominală trebuie să fie mult mai mare.

Din catalogul THK pg. 1626 se alege în mod definitiv șurubul **BNFN 3210A-5**, cu datele de catalog:

- diametrul cercului de rulare a centrelor bilelor  $d_p = 33,7 \text{ mm}$ ,
- diametrul minor  $d_c = 26,4 \text{ mm}$ ,
- numărul de șiruri de bile ale piuliței **2x2,5**,
- capacitatea dinamică nominală:  $C_a = 47,2 \text{ kN}$ ,
- capacitatea statică nominală:  $C_{oa} = 112,7 \text{ kN}$ ,
- momentul de inerție specific al arborelui  $J_{so} = 8,08 \cdot 10^{-3} \text{ kg.cm}^2/\text{mm}$

Datele de catalog sunt prezentate în figurile 18 și 19.

Aplicând formula durabilității pentru noul șurub, se obține:

$$L = [47,2 / (2,5 \cdot 2,08)]^3 \cdot 10^6 = 747 \cdot 10^6 \text{ rot.}$$

Reluând calculul duratei de serviciu în noua situație, rezultă:

$Lh = \frac{L}{ns} = 24.900$  ore, (aprox. 10,4 ani) valoare superioară celei propuse în tema de proiectare (20.000 ore).

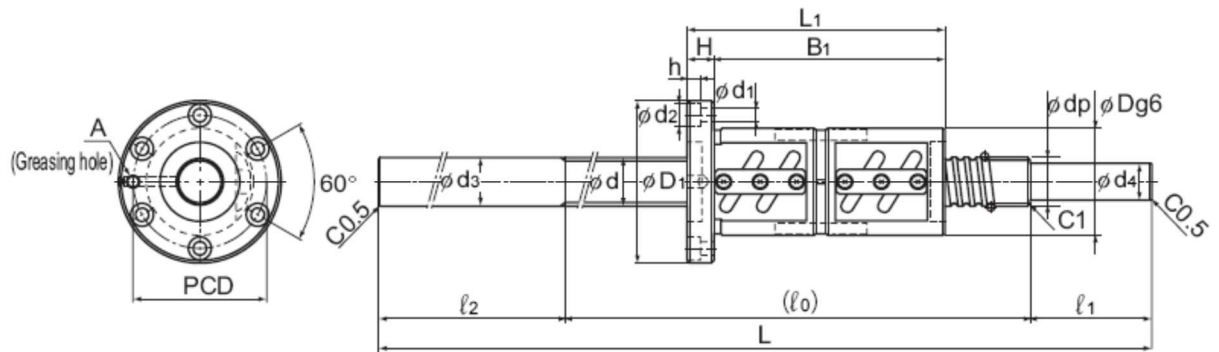


Fig. 18. Datele geometrice ale ansamblului surub-piulita

Model No.	Ball screw specifications							Nut				
	Screw shaft outer diameter d	Lead Ph	Ball center-to-center diameter dp	Thread minor diameter dc	No. of loaded circuits Rows x turns	Basic load rating		Applied preload N	Outer diameter D	Flange diameter D1	Overall length L1	Mass kg
						Ca kN	C0a kN					
BNFN 3210A-5			33.7		2x2.5	47.2	112.7	2350			190	5.5
BNF 3210A-5	32	10	5	26.4	2x2.5	47.2	112.7	—	74	108	100	2.8
BIF 3210A-5					1x2.5	26.1	56.2	1270			100	2.8

Dimensions							Screw shaft dimensions						Shaft mass kg/m	
H	B1	PCD	d1	d2	h	Greasing hole A	Standard-stock symbol	Overall length L	l0	l1	l2	d3		d4
12	111 51 51 87	75	6.6	11	6.5	M6	A	730	500	70	160	32	25.3	4.63
								930	700	70	160	32	25.3	4.63
								1230	1000	70	160	32	25.3	4.63
								1430	1200	70	160	32	25.3	4.63
								1630	1400	70	160	32	27.8	4.63
								1830	1600	70	160	32	27.8	4.63
							B	930	500	70	360	32	27.8	4.63
								1100	700	70	330	32	27.8	4.63
								1430	1000	70	360	32	27.8	4.63

Fig. 19. Datele de catalog ale suruburilor Preload Type of Precision Ball Screw

**BIF3610-5 RR G0 +1830L C5 A**

Model number    Seal symbol (\*1)    Overall screw shaft length (in mm)    Symbol for standard-stock type (symbol A or B)

Symbol for clearance in the axial direction (\*2)    Accuracy symbol (\*3)

(\*1) See A-816. (\*2) See A-685. (\*3) See A-678.

**Cod furnizor: BNFN 3210°-5 RR G0 + 1400 L C5 A**

### c. Calculul cuplului motor necesar antrenării

Pe durata deplasării în sus, cu viteză constantă, valoarea cuplului necesar este dat de relația:

$$T_1 = \frac{F_{z_{\min}} \cdot Ph}{2\pi \cdot \eta}, \text{ care pentru mărimile determinate anterior, conduce la}$$

$$T_1 = \frac{1740 \cdot 0,01}{2\pi \cdot 0,92} = 3,01 Nm$$

#### 13. Valoarea cuplului necesar accelerării mișcării:

Valoarea momentului de inerție redus la arborele motorului, datorat accelerării sarcinii, a arborelui șurubului și a rotorului servomotorului, este:

$$J = m_b \cdot \left(\frac{P_h}{2 \cdot \pi}\right)^2 \cdot 10^{-6} + J_s + J_m$$

În care:

$M_{eB} = 174$  kg este masa cumulată a bratului robotului,

$P_h = 10$  mm este pasul șurubului

$J_s$  – momentul de giratie al arborelui șurubului

$J_m = 50 \times 10^{-5}$  kg.m<sup>2</sup> - momentul de giratie propriu al rotorului motorului

Cunoscând valoarea unitară a momentului de inerție al arborelui șurubului:  $J_{so} = 8,08 \times 10^{-3}$  kg.cm<sup>2</sup>/mm, valoarea momentului de inerție al arborelui șurubului, cu lungimea de 1400 mm, este:

$$J_s = 8,08 \times 10^{-3} \times 1400 = 11,312 \text{ kg.cm}^2, \text{ sau } 11,31 \times 10^{-4} \text{ kg.m}^2$$

Cu datele de mai sus, rezulta momentul de giratie redus la arborele motorului:

$$J = 174 \cdot \left(\frac{10}{2 \cdot \pi}\right)^2 \cdot 10^{-6} + J_s + J_m = 441 \cdot 10^{-6} + 1131 \cdot 10^{-6} + 500 \cdot 10^{-6} = 2036 \cdot 10^{-6} = 0,002072 \text{ kgm}^2$$

Timpul de accelerare a sarcinii în mișcare verticală, egal cu timpul de accelerare a rotorului servomotorului în mișcare de rotație, rezultă din valorile celor doi parametri  $V_z = 0,5$  m/s și  $a_z = 2,5$  m/s<sup>2</sup>. Respectiv:  $t_a = V_z / a_z = 0,5 / 2,5 = 0,2$  sec

Accelerația unghiulară a arborelui șurubului este:

$$\varepsilon = \frac{2 \cdot \pi \cdot N_m}{60 \cdot t_a} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 3000}{60 \cdot 0,2} = 1570 \text{ rad/sec}^2$$

În baza rezultatelor de mai sus, rezultă valoarea cuplului motor necesar accelerării:

$$T_2 = J \cdot \omega' = 0,002072 \times 1570 = 3,253 \text{ Nm}$$

Cuplul motor necesar deplasării cu viteză constantă:

$$T_1 = 3,01 Nm$$

Rezulta valoarea cuplului motor maxim:

$$T_{\max} = T_1 + T_2 = 6,26 \text{ Nm} \quad \mathbf{T_{\max} = 6,26 \text{ Nm}}$$

Cu cele două valori ale cuplului necesar determinate  $T_1$  și  $T_{\max}$  se va determina valoarea medie a cuplului motor, după formula:

$$T_m = (1/3) \cdot (T_1 + 2 \cdot T_{\max}) = (1/3) \cdot (3,01 + 2 \cdot 6,26) = 5,17 \text{ Nm} \quad \mathbf{T_m = 5,17 \text{ Nm}}$$

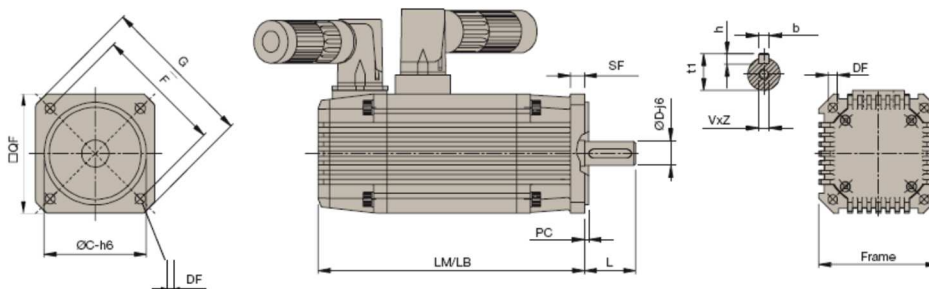
Deci servomotorul ales va trebui sa dezvolte un cuplu nominal de **5,17 Nm** si un cuplu maxim de **6,26 Nm**.

**d. Alegerea servomotorului de acționare a deplasării verticale**

Din catalogul firmei Parker-Hannifin “Motion Control Products” (index pg.128) se alege servomotorul de tip MB/MH , codul: **M\_105 30 06** (fig. 20 și 21) cu datele tehnice: **Cuplu nominal:  $T_n=5,2 \text{ Nm}$ , Cuplu maxim:  $8,3 \text{ Nm}$ , Cuplu de varf:  $26,2 \text{ Nm}$ , Turatia nominală  $3000 \text{ rot/min}$ .**

Model	Size	Stall		Nominal			Peak Torque <sup>(1)</sup>	Inertia		Ke <sup>(2)(3)</sup>	Kt <sup>(2)(3)</sup>
		Torque <sup>(1)</sup>	Current	Torque <sup>(1)</sup>	Speed	Current		No brake	With brake		
		T <sub>0ss</sub> (T <sub>105</sub> ) [Nm]	I <sub>0ss</sub> [A]	T <sub>n055</sub> [Nm]	n [min <sup>-1</sup> ]	I <sub>n055</sub> [A]	T <sub>max</sub> [Nm]	J [kgmm <sup>2</sup> ]	J [kgmm <sup>2</sup> ]	Ke [Vs]	Kt [Nm/A <sub>rms</sub> ]
M_105 50 04	105		7.4	2.7	5000	5.0	26.2	480	543	0.3	0.58
M_105 16 06			3.9	5.9	1600	3.7				1.0	1.65
M_105 25 06		6.0	5.6	5.5	2500	5.0				0.7	1.15
M_105 30 06		(8.3)	7.4	5.2	3000	6.4				0.5	0.87

**Dimensions**



Motor - Size	LM/LB	Weight	DxL	bxh	t1	VxZ	C	F	DF	G	SF	PC	QF	Order code QF	
105	02	186/250	5					95	115	9.5	140	10	3.5	105	5
	04	229/293	7	19x40	6x6	21.5	M6x16	95	115	9.5	140	10	3.5	105	4
	06	273/337	9	24x50	8x7	27	M8x19	80	115	9.5	140	10	3.5	105	9
	08	317/381	11					110	115	9.5	140	10	3.5	105	6

Fig.20. Datele tehnice si geometrice a servomotorului M\_105 30 06  
3000 min<sup>-1</sup> 230 V - 6000 min<sup>-1</sup> 400 V

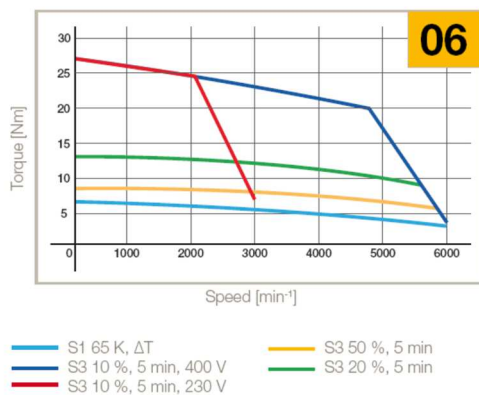


Fig.21. Caracteristica Cuplu – Turatie a servomotorului M\_105 30 06

## Etapa 5. Alegerea si verificarea ghidajului brațului telescopic

### a. Determinarea reacțiunilor în bușele canelate

Se adoptă axa OY' în lungul brațului robotului, față de care se va calcula poziția centrului masic în cele două situații extreme a antebrățului: brațul retras și brațul extins.

Se preiau din tabelul 9 valorile  $X_i$  a elementelor care își schimbă poziția centrului masic față de axa de rotație OZ în timpul telescopării brațului, valori care pe axa OY' devin  $Y_{imax}$ .

Luând în considerare valoarea cursei  $L_c$  a elementului mobil al brațului (pentru modelul de calcul  $L_c=0,6m$ ), fiecare din cele 3 elemente ce compun antebrățul vor avea razele centre masice  $Y_{imin}$  și  $Y_{imax}$  în cele două situații distincte, conform valorilor din tabelul 20 . Valorile  $Y_{imin}$  a celor 3 elemente se determină din valorile  $Y_{max}$  prin scaderea valorii cursei.

Tab.20

	Denumirea	codul	masa	$Y_{imin}$	$Y_{imax}$	$M_i \cdot Y_{imin}$	$M_i \cdot Y_{imax}$
12	<b>ELEMENT MOBIL BRAT TEL.</b>	<b>m12</b>	<b>24</b>	<b>0,3</b>	<b>0,9</b>	<b>7,2</b>	<b>21,6</b>
13	<b>MODULUL DE ORIENTARE</b>	<b>mo</b>	<b>12</b>	<b>0,6</b>	<b>1,2</b>	<b>7,2</b>	<b>14,4</b>
14	<b>SARCINA DE MANIPULAT</b>	<b>ms</b>	<b>24</b>	<b>0,7</b>	<b>1,3</b>	<b>16,8</b>	<b>31,2</b>
		<b>MeA</b>	<b>60</b>			<b>31,2</b>	<b>67,2</b>
					<b>YeAmin</b>	<b>0,52</b>	
					<b>YeAmax</b>		<b>1,12</b>

Pentru alegerea si verificarea ghidajului bratului telescopic al robotului se ia în considerare toate forțele ce acționează asupra antebrățului în cazul următorului scenariu de mișcare:

- deplasare accelerată a robotului în lungul axei OX;
- deplasare accelerată a saniei verticale și a brațului în lungul axei OZ;
- rotație accelerată a robotului în jurul axei OZ;
- rotație accelerată a brațului robotului în jurul axei OY.

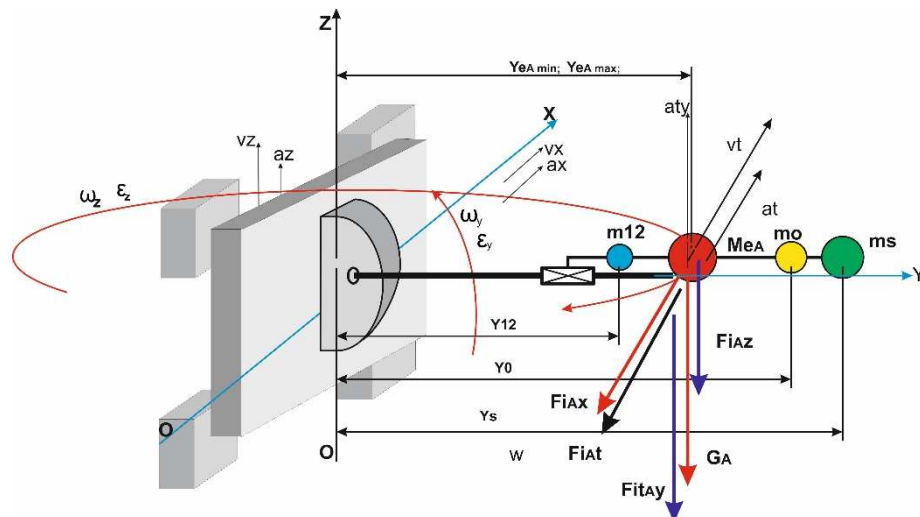


Fig. 22. Studiul forțelor în cazul mișcărilor accelerate ale elementului mobil al brațului

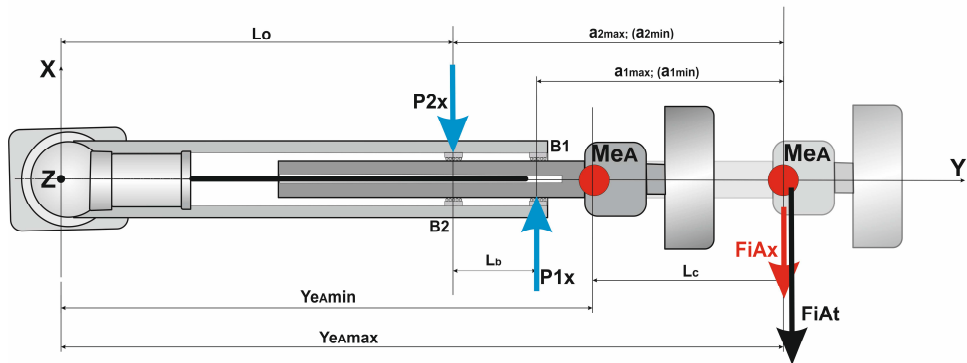
In continuare se calculează valorile forțelor ce acționează asupra centrului masic.

Analiza dinamică a antebrațului robotului.

Tab. 21

Simbol	Formula	Val. minime (N)		Val. maxime (N)	
GA	$M_{eA} * g$	60*10	600	56*10	600
FiAz	$M_{eA} * a_z$	60*2,5	150	60*2,5	150
FiAt	$M_{eA} * e_z * Y_{eA}$	60*2π*0,52	196	60*2π*1,12	422
FiAx	$M_{eA} * a_x$	60*2,5	150	60*2,5	150
FiAy	$M_{eA} * e_y * Y_{eA}$	60*2π*0,52	196	60*2π*1,12	422

**Dupa direcția axei OZ**



**Dupa direcția axei OX**

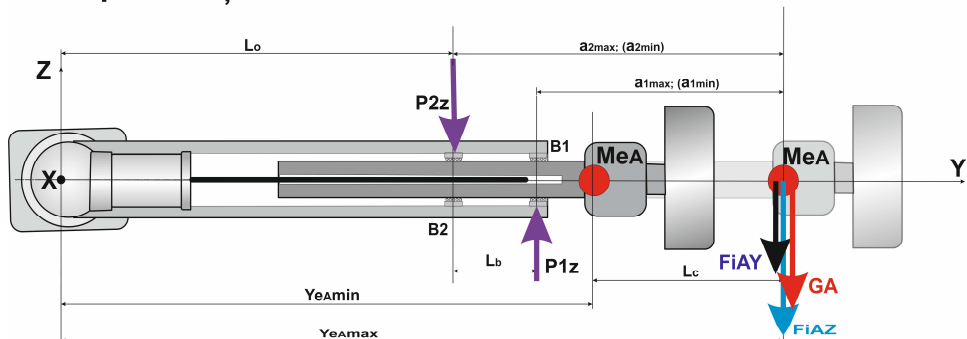


Fig. 23. Solicitarea dinamică a bratului telescopic pe cele două direcții

Deoarece bratul superior (antebrațul) se consideră în cele două poziții extreme, razele centrului masic au fost calculate în cele două situații distincte:  $Y_{eAmin}$  și  $Y_{eAmax}$ , conform datelor înscrise în tabelul 20.

$Y_{eAmin} = 0,52 \text{ m}$

$Y_{eAmax} = 1,12 \text{ m}$

În urma analizei dimensiunilor posibile a elementelor componente ale brațului robotului (Fig. 24) și în baza valorii lungimii de cursă  $L_c$  impuse, se stabilesc următoarele valori constructive și funcționale (mm), corelate cu mărimea robotului:



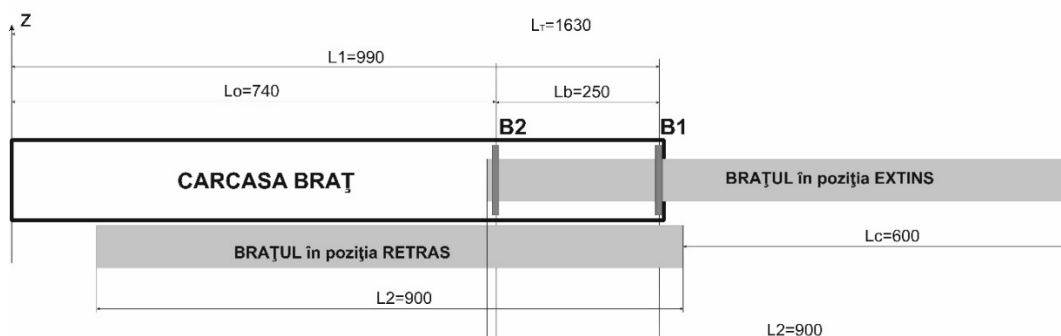


Fig. 24. Corelarea mărimilor constructiv-funcționale

- $L_o = 0,74$  m      Distanța de la axa de rotație OZ până la bucșa B2 (valoare aleasă constructiv);
- $L_c = 0,60$  m      Lungimea de cursa stabilită în tema de proiectare,
- $L_b = 0,25$  m      Distanța între cele două bucse cu bile ale coloanei telescopice,
- $L_1 = 0,99$  m      Lungimea totală a carcusei brațului,
- $L_2 = 0,90$  m      Lungimea elementului mobil al brațului,
- $L_T = 1,63$  m      Lungimea totală a brațului în configurația EXTINS.

Notă: Pentru varianta STUDENT a proiectului, valorile mărimilor alese constructiv în exemplu de studiu se vor ajusta procentual la alte valori, corelate cu mărimea robotului, conform prescripțiilor din tabelul 22.

Tab. 22

Masa totală a structurii:	$L_o$	$L_c$	$L_b$	$L_1$	$L_2$	$L_T$
20 – 100 kg	40%	40%	40%	40%	40%	40%
100 – 200 kg	60%	60%	60%	60%	60%	60%
200 – 500 kg	100%	100%	100%	100%	100%	100%
500 – 1000 kg	120%	120%	120%	120%	120%	120%
1000 – 2000 kg	140%	140%	140%	140%	140%	140%

### Studiul echilibrului antebrăzului robotului față de cele două axe: OX și OZ

În tabelul 23 sunt cuprinse atât relații geometrice pentru determinarea cotelor  $a_{1max}$ ,  $a_{1min}$ ,  $a_{2max}$ ,  $a_{2min}$ , precum și ecuațiile de echilibru a momentelor forțelor pentru fiecare din cele două axe, explicitarea numerică a ecuațiilor și valorile reacțiunilor pentru fiecare bucșă canelată și axă.

Tab. 23

	$a_{1max}$	$a_{2max}$	$a_{1min}$	$a_{2min}$
	$Y_{eAmax} - (L_o + L_b)$	$Y_{eAmax} - L_o$	$Y_{eAmin} - (L_o + L_b)$	$Y_{eAmin} - L_o$
	1,12-0,99	1,12-0,74	0,52-0,99	0,52-0,74
	0,23	0,48	-0,47	-0,22
AXA: OZ	$(F_{iAx} + F_{iAtmax})^*$ $a_{1max} = P_2x * L_b$	$(F_{iAx} + F_{iAtmax})^*$ $a_{2max} = P_1x * L_b$	$(F_{iAx} + F_{iAtmin})^*$ $a_{1min} = P_2x * L_b$	$(F_{iAx} + F_{iAtmin})^*$ $a_{2min} = P_1x * L_b$
	$(150 + 422) * 0,23 = 0,25 * P_2x$	$(150 + 422) * 0,48 = 0,25 * P_1x$	$(150 + 196) * 0,47 = -0,25 * P_2x$	$(150 + 196) * 0,22 = -0,25 * P_1x$
	<b><math>P_2x = 526,2</math></b>	<b><math>P_1x = 1098,2</math></b>	<b><math>P_2x = -650,5</math></b>	<b><math>P_1x = -304,5</math></b>
AXA: OX	$(F_{iAymax} + G_A + F_{iAz})^*$ $a_{1max} = P_2z * L_b$	$(F_{iAymax} + G_A + F_{iAz})^*$ $a_{2max} = P_1z * L_b$	$(F_{iAymin} + G_A + F_{iAz})^*$ $a_{1min} = P_2z * L_b$	$(F_{iAymin} + G_A + F_{iAz})^*$ $a_{2min} = P_1z * L_b$
	$(422 + 600 + 150) * 0,23 = 0,25 * P_2z$	$(422 + 600 + 150) * 0,48 = 0,25 * P_1z$	$(196 + 600 + 150) * 0,47 = -0,25 * P_2z$	$(196 + 600 + 150) * 0,22 = -0,25 * P_1z$
	<b><math>P_2z = 1078,2</math></b>	<b><math>P_1z = 2250,2</math></b>	<b><math>P_2z = -1778,5</math></b>	<b><math>P_1z = -832,5</math></b>

Tab. 24

Bratul in poziția minimă		Bratul in poziția maximă	
Axa OZ	Axa OX	Axa OZ	Axa OX
$P'_{1x\min}=304,5 \text{ N}$	$P'_{1z\min}=832,5 \text{ N}$	$P_{1x\max}=1098,2 \text{ N}$	$P_{1z\max}=2250,2 \text{ N}$
$P'_{2x\min}=650,5 \text{ N}$	$P'_{2z\min}=1778,5 \text{ N}$	$P_{2x\max}=526,2 \text{ N}$	$P_{2z\max}=1078,2 \text{ N}$

Sarcinile medii pe fiecare bucsă se calculează conform relației de mediere:

$$P_{\text{med}}=1/3*(P_{\min}+2*P_{\max})$$

Tab. 25

Bucsa B1	$P_{1z\text{med}}$	<b>833,6</b>	$P_{1x\text{med}}$	<b>1777,6</b>
Bucsa B2	$P_{2z\text{med}}$	<b>609,1</b>	$P_{2x\text{med}}$	<b>1545,1</b>

Ca și în cazul ghidajelor de rulare cu bile, sarcina echivalentă pe fiecare bucsă mobilă se calculează ca sumă a modulelor tuturor sarcinilor radiale, rezultând:

$$P_{1e}= P_{1x\text{med}}+ P_{1z\text{med}}$$

$$P_{2e}= P_{2x\text{med}}+ P_{2z\text{med}}$$

Prin înlocuirea valorilor numerice, rezulta:

$$P_{1e}= 833,6+ 1777,6=2611,3 \text{ N}$$

$$P_{2e}= 609,1+ 1545,1=2154,1 \text{ N}$$

$$P_{1e}= \mathbf{2611 \text{ N}=2,61 \text{ kN}}$$

$$P_{2e}= \mathbf{2154=2,15 \text{ kN}}$$

Prin modul de funcționare a brațului telescopic, rezultă ca fiecare bucsă mobilă este solicitată numai prin forțe radiale, astfel încât alegerea din catalog a tipului și mării transmisiei canelate se va face numai din punct de vedere a **sarcinii radiale nominale dinamice C și a celei statice nominale Co**.

Alegerea transmisiei canelate se va face în funcție de încărcarea pe cea mai solicitată bucsă mobilă, respectiv pentru sarcina radială echivalentă:

$$P_{1e}= \mathbf{2,61 \text{ kN}}$$

### **b. Alegerea transmisiei telescopice**

Se adoptă ca ghidajul brațului telescopic să fie constituit dintr-o coloană telescopică cu două bușe cu bile, după schema prezentată mai jos, precizându-se următoarele elemente inițiale:

Durabilitatea nominală propusă:  $L_n=5.000 \text{ km}$

Factorul de temperatură:  $f_T=1$

Factorul de contact:  $f_C=1$

Factorul de încărcare:  $f_W=1,5$

Tipul arborelui canelat: tubular

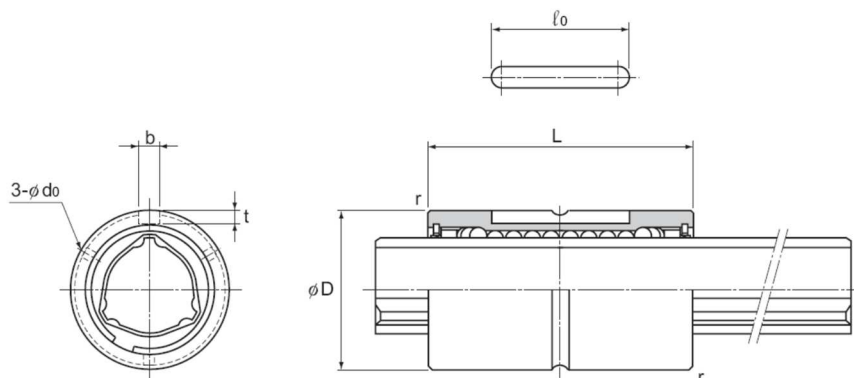


Fig. 25. Elementele geometrice ale transmisiei telescopice de tip LBST

Din catalogul THK (index pg:1398) se alege transmisia canelata de **tipul LBST30** (Heavy Load Type), cu datele de catalog prezentate mai jos.  
Diametrul exterior al arborelui canelat este  $d=30$  mm

Model No.	Spline nut dimensions								
	Outer diameter		Length		Keyway dimensions				Greasing hole $d_s$
	D	Tolerance	L	Tolerance	$b$ H8	$t$ $+0.05$ $0$	$l_0$	r	
○● LBST 20	30	$0$ $-0.016$	60	$0$ $-0.2$	4	2.5	26	0.5	2
○● LBST 25	37		70		5	3	33	0.5	2
○● LBST 30	45		80		7	4	41	1	3

Basic torque rating		Basic load rating (radial)		Static permissible moment		Mass	
$C_T$ N-m	$C_{OT}$ N-m	C kN	$C_0$ kN	$M_{A1}^{**}$ N-m	$M_{A2}^{**}$ N-m	Spline Nut kg	Spline shaft kg/m
90.2	213	9.4	20.1	103	632	0.17	1.8
176	381	14.9	28.7	171	1060	0.29	2.7
312	657	22.5	41.4	295	1740	0.5	3.8

Fig. 26. Datele de catalog ale transmisiei telescopice de tip LBST30

#### Calculul durabilității nominale a bușelor canelate

Pe baza valorilor factorilor ce intervin în formula ce dă durabilitatea nominală, propusă inițial:

Durabilitatea nominala propusă:  $L_n=5.000$  km

Factorul de temperatură:  $f_T=1$

Factorul de contact:  $f_C=1$

Factorul de încărcare:  $f_w=1,5$

și a datelor de catalog a arborele canelat **model LBST30**,

**C=22,5 kN** – capacitatea dinamică radială nominală

**C<sub>0</sub>=41,4 kN** – capacitatea statică radială nominală

Rezulta durabilitatea nominala a celei mai solicitate bușe canelate B1:

$$L_1 = \left( \frac{f_T \cdot f_C \cdot C}{f_W \cdot P_{1E}} \right)^3 \cdot 50km \text{ respectiv: } L_1 = \left( \frac{1 \cdot 1 \cdot 22,5}{1,5 \cdot 2,61} \right)^3 \cdot 50 = 9491km$$

Pentru bucașa canelată B2, durabilitatea nominală este:

$$L_2 = \left( \frac{1 \cdot 1 \cdot 22,5}{1,5 \cdot 2,15} \right)^3 \cdot 50 = 16979km$$

Din datele rezultate se poate trage concluzia ca dimensionarea ghidajului bratului telescopic, având la baza o transmisie telescopică tip: **LBST 30** este corect făcută.

<b>2</b>	<b>LBF20</b>	<b>DD</b>	<b>CL</b>	<b>+900L</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
	Model No.	Symbol for clearance in the rotational direction (*2)		Accuracy symbol (*3)		Symbol for standard hollow spline shaft (*4)
Number of spline nuts on one shaft (no symbol for one nut)		Contamination protection accessory symbol (*1)		Overall spline shaft length (in mm)		

**Codul de comandă furnizor:**

**2 LBST30 UU CM + 900L H K**

## Etapa 6. Alegerea si verificarea rulmentului cu role in cruce de la baza robotului

### - Analiza dinamică a solicitării rulmentului

Opțional se propune ca durabilitatea rulmentului ce va fi ales sa fie de  $1,2 \cdot 10^6$  rot.  
Se rememorează datele determinate in etapale anterioare.

Structura ROBOT	Simbol	Masa cumulată	Zei		Xei		Yei		Re
Integrală robot	MeT	504	ZeT	0,536	XeT	0,201	YeT	0,098	-
Rotativă	MeR	354	ZeR	0,691	XeR	0,252	YeR	0,139	ReR= 0,287
Brațul integral	MeB	174	ZeB	0,797	XeB	0,486	YeB	0,284	ReB= 0,562
Antebrațul	MeA	120	ZeA	0,840	XeA	0,705	YeA	0,300	-

Pentru alegerea si verificarea rulmentului cu role în cruce de la baza robotului se ia în considerare toate forțele ce acționează asupra întregii structuri rotative, în cazul următorului scenariu de mișcare:

- deplasare accelerată a robotului în lungul axei OX;
- deplasare accelerată a saniei verticale și a brațului în lungul axei OZ;
- rotație accelerată a robotului în jurul axei OZ;

În calculul forțelor ce acționează asupra rulmentului cu role in cruce, de la baza structurii rotative a robotului, se va considera masa elementelor mobile susținute de rulment.

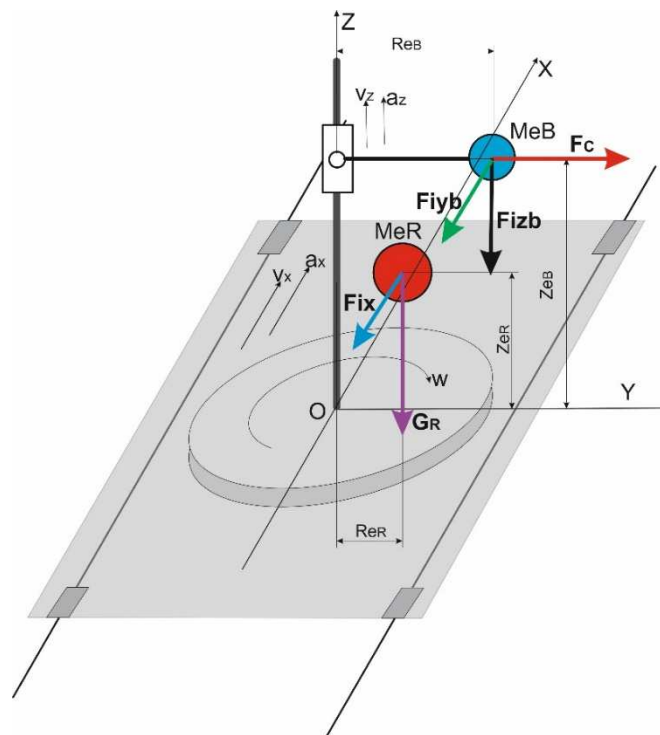


Fig. 27. Inventarul forțelor ce acționează asupra rulmentului de la baza robotului

În baza notațiilor din figura 27 se inventariază toate forțele ce intervin în analiza dinamică a echilibrului rulmentului:

Forța	Formula	Numeric	Valoare
$G_R$	$Me_R \cdot g$	$354 \cdot 10$	3540
Fix	$Me_R \cdot ax$	$354 \cdot 2,5$	885
Fizb	$Me_B \cdot az$	$174 \cdot 2,5$	435
Fiyb	$Me_B \cdot \epsilon \cdot Ye_B$	$174 \cdot 2\pi \cdot 0,562$	614
Fc	$Me_R \cdot Ye_R \cdot \pi^2/4$	$354 \cdot 0,287 \cdot \pi^2/4$	250

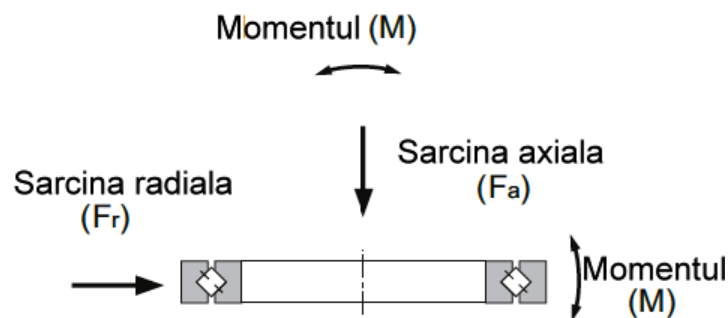


Fig. 28. Schema de încărcare a unui rulment

Se propune durabilitatea rulmentului de  $L=1,2 \cdot 10^6$  rot.

În baza forțelor ce încarcă dinamic rulmentul cu role în cruce, se pot scrie următoarele relații:

#### **Forța axială**

$$F_a = G_R + F_{izb}$$

$$F_a = 3540 + 435 = 3975 \text{ N}$$

#### **Forța radială:**

$$F_r = F_{ix} + F_{iyb} + F_c$$

$$F_r = 885 + 614 + 250 = 1749$$

#### **Momentul de răsturnare**

$$M = F_{ix} \cdot Z_{eR} + F_{iyb} \cdot Z_{eB} + F_{izb} \cdot Re_B + G_R \cdot Re_R + F_c \cdot Z_{eB}$$

$$M = 885 \cdot 0,691 + 614 \cdot 0,797 + 435 \cdot 0,562 + 3540 \cdot 0,287 + 250 \cdot 0,797 = 2560 \text{ Nm}$$

#### **- Sarcina dinamică echivalentă de încărcare**

Din motive constructive se propune în prealabil rulmentul seria RB45025 (catalogul THK index pg. 1829) cu  $D_p = 0.474$  m

În funcție de mărimea (talia) robotului, diametrul  $D_p$  al rulmentului propus inițial se va ajusta conform indicațiilor din tab. 22 - etapa 5, la o valoare în corelație cu șirul de valori din fișa de catalog.

La calculul încărcării dinamice echivalente se ține seama de condițiile reale de funcționare și de încărcare a rulmentului, în acest sens utilizând relația:

$$P_C = X \cdot \left( F_r + \frac{2M}{d_p} \right) + Y \cdot F_a$$

Se determina valoarea raportului:  $\frac{F_a}{F_r + 2M / dp}$

$$\frac{F_a}{F_r + 2M / dp} = \frac{3975}{1749 + 2 \cdot 2560 / 0,475} = 0,317 < 1,5$$

Conform conditiilor:

Clasificare	X	Y
$\frac{F_a}{F_r + 2M / dp} \leq 1.5$	1	0.45
$\frac{F_a}{F_r + 2M / dp} > 1.5$	0.67	0.67

Rezulta că factorii de corecție X și Y vor fi:

X=1; Y=0,45

Sarcina **dinamică radială** echivalentă de calcul va fi:

$$P_C = 1 \cdot \left( 1749 + \frac{2 \cdot 2560}{0,475} \right) + 0,45 \cdot 3975 = 14.317 \text{ N} = 14,3 \text{ kN}$$

**Pc=14,3 kN**

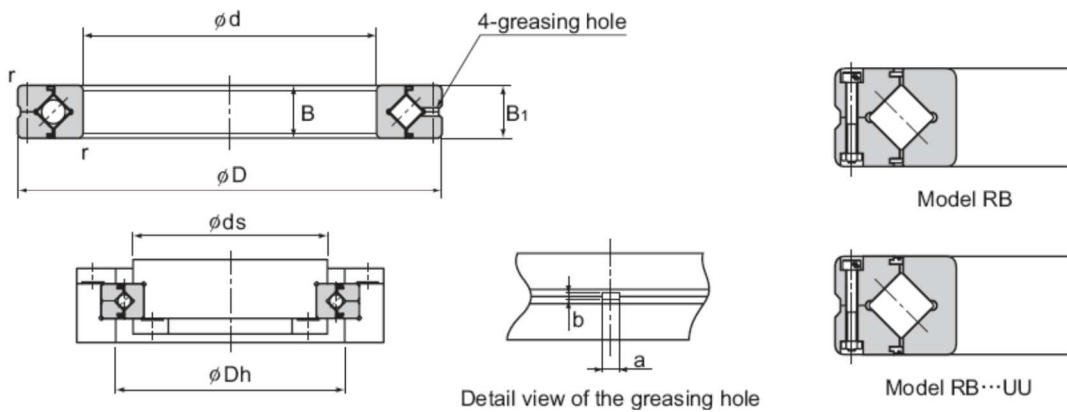


Fig. 29. Datele geometrice ale rulmentului seria RE 45025

Shaft diameter	Model No.	Main dimensions							Shoulder height		Basic load rating (radial)		Mass
		Inner diameter d	Outer diameter D	Roller pitch circle diameter dp	Width B B <sub>1</sub>	Greasing hole		r <sub>min</sub>	ds	Dh	C	C <sub>0</sub>	
						a	b						
400	RE 40035	400	480	440.3	35	5	3	2.5	422	459	156	370	14.5
	RE 40040		510	453.4	40	6	3.5	2.5	428	479	241	531	23.5
450	RE 45025	450	500	476.6	25	3.5	1.6	1	464	484	61.7	182	6.6

Fig. 30. Fișa de catalog a rulmenților din seria RB

Cu datele din catalog, conform figurii 29 și 30:

dp=0.474 m; C=61,7 kN; Co=182 kN

Se calculează durabilitatea rulmentului:

$$L = \left( \frac{f_T \cdot C}{f_W \cdot P_C} \right)^{\frac{10}{3}} \cdot 10^6 \quad \text{deci, } L = \left( \frac{1 \cdot 61,7}{2,5 \cdot 14,3} \right)^{\frac{10}{3}} \cdot 10^6 = 6,15 \cdot 10^6 \text{ rot}$$

In concluzie rulmentul ales satisface conditiile impuse.

Verificarea factorului de siguranță statică  $f_s$  se face conform relației:  $f_s = \frac{C_0}{P_0}$ , in

care sarcina **statică radială** echivalenta este:

$$P_0 = X_0 \cdot \left( F_r + \frac{2M}{d_p} \right) + Y_0 \cdot F_a \quad (X_0=1), (Y_0=0,44)$$

Pentru valorile determinate,

$$P_0 = 1 \cdot \left( 1749 + \frac{2 \cdot 2560}{0,474} \right) + 0,44 \cdot 3975 = 16.048 \text{ kN} = 16 \text{ kN}$$

Rezultă:  $f_s = \frac{182}{16} = 11,37$ , valoare mult acoperitoare pentru condiția de siguranță. statică.

Momentul static admisibil:

$$M_0 = C_0 \frac{d_p}{2} \text{ kNm}$$

$$M_0 = 182 \cdot (0,474/2) = 43,3 \text{ kNm}$$

Toate verificarile fiind efectuate, rezultă ca rulmentul cu role in cruce: **seria RB45025** este ales in mod corespunzator.

**RE50025** **UU** **CC0** **P6**  
 Model number                      Radial clearance symbol (\*1)                      Accuracy symbol (\*2)

Seal attached on both ends (seal attached on either end: U)

(\*1) See A-870. (\*2) See A-866.

Cod comandă furnizor:

**RE45025 UU CC0 P6**



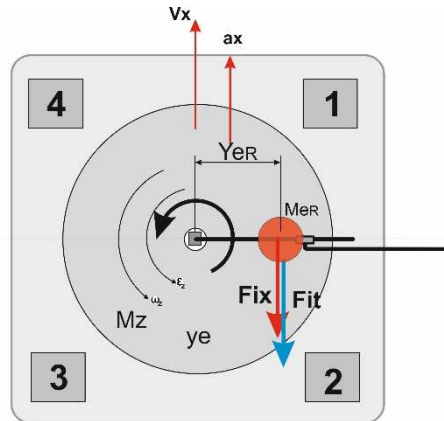
## Etapa 7. Calculul cuplului necesar și alegerea servomotorului pentru acționarea modulului de rotație OZ

### - Determinarea raportului de reducere

Pentru alegerea servomotorului ce va antrena modulul de rotație pentru rotirea robotului în jurul axei OZ se va avea în vedere viteza unghiulară maximă ce trebuie dezvoltată:  $\omega_z = \pi/2$  rad/sec, precum și accelerația unghiulară  $\epsilon_z = 2\pi$  rad/s<sup>2</sup>.

Rezultă ca turația maximă ce trebuie atinsă în mișcarea de rotație a robotului este:

$$N_r = 60 \cdot \omega_z / 2\pi = 60/4 = 15 \text{ rot/min}$$



**Fig. 31** Schema forțelor ce determină valoarea maximă a momentului motor la axul platoului rotativ al modulului

În ideea ca servomotorul va fi asociat cu un reductor planetar cu raportul de  $i_r = 1/50$ , pentru turația de regim la axul servomotorului de  $N_m = 4000$  rot/min, rezultă ca turația de regim la axul reductorului va fi de cca: 80 rot/min.

Pentru a se obține la axul platoului rotativ al modulului turația  $N_r = 15$  rot/min, rezultă ca pe lângă raportul de reducere de  $i_r = 1/50$  al reductorului mai este necesară reducerea suplimentară a turației la un raport de  $i_m = 1/5,33$  (80/15), lucru ce va fi asigurat prin cinematica și construcția internă a modulului de rotație.

### - Alegerea reductorului asociat

Se rememorează câteva din datele calculate anterior:

Structura ROBOT	Simbol	Masa cumulată	Zei		Xei		Yei		reR
Rotativă	MeR	354	ZeR	0,691	XeR	0,252	YeR	0,139	0,287

Scenariul de mișcare:

- Depalsarea accelerată, a întregului robot, în lungul axei OX;
- Rotație accelerată a structurii rotative, în jurul azei OZ;

Inventarul forțelor:

Fit	$M_{eR} \cdot R_{eR} \cdot \epsilon$	354*0,287*2,5*3,14	798
Fix	$M_{eR} \cdot a_x$	354*2,5	885

Luând în considerare valoarea celor două forțe  $Fit = 797$  N și  $Fix = 885$  N, rezultă valoarea momentului maxim rezistent la axul platoului:

$$M_{r_{max}} = (Fit + Fix) \cdot R_{eR}, \text{ respectiv:}$$

$$M_{r_{max}} = 1682 \cdot 0,287 = 483 \text{ Nm}$$

$$M_{r_{max}} = 483 \text{ Nm}$$

Luand in considerare raportul suplimentar de reducere realizat de modulul de rotatie  $i_m=1/5,33$ , valoarea cuplului motor la axul reductorului va fi:

$$M_{red_{max}} = M_{r_{max}} * i_m = 483 * 1/5,33 = 90,6 \text{ Nm}$$

$$M_{red_{max}} = 90,6 \text{ Nm}$$

In situația in care cele doua forte sunt in sensuri diferite, cuplul rezistent la arborele platoului va avea valoarea:

$$M_{r_{min}} = (Fix - Fit) * R_{eR}$$

$$M_{r_{min}} = 87 * 0,284 = 24,7 \text{ Nm}$$

$$M_{red_{min}} = M_{r_{min}} * i_m = 24,7 * 1/5,33 = 4,63 \text{ Nm}$$

$$M_{red_{min}} = 4,63 \text{ Nm}$$

In aceasta situație se calculează cuplul mediu rezistent la axul reductorului după formula:

$$M_{red_{med}} = (M_{red_{min}} + 2 * M_{red_{max}}) * 1/3$$

$$M_{red_{med}} = (4,63 + 2 * 90,6) * 1/3 = 62 \text{ Nm}$$

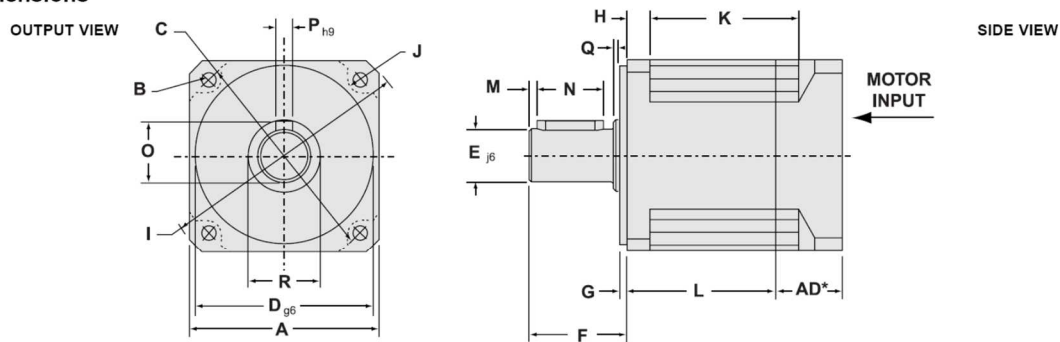
$$M_{red_{med}} = 62 \text{ Nm}$$

Alegerea reductorului se va face in baza valorii culcului mediu determinat  $M_{red_{med}} = 62 \text{ Nm}$ .

Din catalogul Parker – Hannifin „Gearheads Servomotors”, (index pg.28), se alege reductorul planetar cod: **PS90**, cu urmatoarele date de catalog (fig. 36 și 37):

- Cuplu nominal: **Mr=107 Nm**; (se admite o abatere de 3 % față de valoarea calculată)
- Cuplu maxim: **130 Nm**;
- Cuplu de avarie: **299 Nm**;
- Turația nominală: **3.800 rot/min**;
- Raportul de reducere: **50**.

#### Dimensions



Frame Size	A Square Flange		B Bolt Hole		C Bolt Circle		D Pilot Diameter		E Output Shaft Diameter		F Output Shaft Length		G Pilot Thickness		H Flange Thickness		I Housing Diameter		J Housing Recess	
	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)
PS40	42	1.654	3.4	0.134	50	1.969	35	1.378	13	0.512	26	1.024	5.5	0.217	5	0.197	56	2.205	3.5	0.138
PS60	60	2.362	5.5	0.217	70	2.756	50	1.969	16	0.630	37	1.457	8	0.315	8	0.315	80	3.150	5	0.197
PS90	90	3.543	6.5	0.256	100	3.937	80	3.150	22	0.866	48	1.890	11	0.433	10	0.394	116	4.567	6.5	0.256

Frame Size	K1 Recess Length (For Ratio ≤ 10:1)		K2 Recess Length (For Ratio > 10:1)		L1 Length (For Ratio ≤ 10:1)		L2 Length (For Ratio > 10:1)		M Dist. From Shaft End		N Keyway Length		O Key Height		P Keyway Width		Q Shoulder Height		R Shoulder Diameter	
	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)
PS40	32	1.260	53	2.087	30	1.181	50.7	1.996	2	0.079	16	0.630	15	0.591	5	0.197	1	0.039	15	0.591
PS60	37	1.457	67	2.638	36.7	1.445	66.7	2.626	2	0.079	25	0.984	18	0.709	5	0.197	0.5	0.020	22	0.866
PS90	48	1.890	88	3.465	49.5	1.949	89	3.504	3	0.118	32	1.260	24.5	0.965	6	0.236	0.5	0.020	35	1.378

Fig. 32. Datele geometrice de catalog a reductorului PS 90 (Parker – Hannifin)

	Units	Ratio	Frame Size							
			PS40	PS60	PS90	PS115	PS142	PS180	PS220	PS300
Nominal Output Torque, $T_{nom r}$	Nm	3-10	5	25	74	170	294	735	1,413	3,616
	in lb		42	220	650	1,500	2,600	6,500	12,500	32,000
	Nm	15-50	9	34	107	226	396	1,017	1,808	4,520
	in lb		75	300	950	2,000	3,500	9,000	16,000	40,000
	Nm	70-100	8	28	90	203	339	893	1,582	4,181
	in lb		67	250	800	1,800	3,000	7,900	14,000	37,000
Maximum Acceleration Output Torque, $T_{acc r}$	Nm	3-10, 70-100	8	34	105	232	367	972	1,763	4,825
	in lb		74	300	930	2,050	3,250	8,600	15,600	42,700
	Nm	15-50	10	42	130	283	452	1,198	2,011	5,492
	in lb		92	370	1,150	2,500	4,000	10,600	17,800	48,600
Emergency <sup>(1)</sup> Stop Output Torque, $T_{em r}$	Nm	3-10, 70-100	19	78	243	537	853	2,237	4,068	11,119
	in lb		170	690	2,150	4,750	7,550	19,800	36,000	98,400
	Nm	15-50	24	96	299	655	1,040	2,757	4,520	12,656
	in lb		210	850	2,650	5,800	9,200	24,400	40,000	112,000
Nominal Input Speed, $N_{nom r}$	RPM	3-5	3,600	3,200	2,800	2,400	2,000	1,600	1,200	1,000
	RPM	7-10	4,100	3,700	3,300	2,900	2,500	2,000	1,500	1,250
	RPM	15-50	4,600	4,200	3,800	3,400	3,000	2,400	1,800	1,500
	RPM	70-100	5,100	4,700	4,300	3,900	3,500	2,800	2,100	1,750
Max. Input Speed, $N_{max r}$	RPM	3-100	6,000	6,000	5,300	4,500	3,800	3,000	2,300	1,900
Standard Backlash <sup>(2)</sup>	arc min	3-10	10	6	6	4	4	4	4	4
	arc min	15-100	14	8	8	6	6	6	6	6
Low Backlash <sup>(2)</sup>	arc min	3-10	—	4	4	3	3	3	3	3
	arc min	15-100	—	6	6	5	5	5	5	5
Efficiency at Nominal Torque	%	3-10	97	97	97	97	97	97	97	97
	%	15-100	94	94	94	94	94	94	94	94
Noise Level <sup>(3)</sup> at:										
3,000 RPM	dB	3-100	68	68	68	68	70	—	—	—
2,000 RPM	dB	3-100	—	—	—	—	—	70	70	70
Torsional Stiffness	Nm / arc min	3-100	2	3	12	23	44	110	210	360
	in lb / arc min		16	26	106	204	389	973	1,858	3,185
Maximum Weight	kg	3-10	0.4	1.3	3	7	14	26	49	103
	lb		1.0	2.8	7	15	30	57	108	228
	kg	15-100	0.6	1.7	5	10	20	35	71	149
	lb		1.4	3.7	10	22	43	77	157	330
Maximum Allowable Case Temperature	°C	3-100	← 100 → For applications requiring lower case temperature, consult factory							

Fig. 33. Fisa de catalog a reductoarelor de tip PS (Parker – Hannifin)

**Cod achizitie rductor: PS090-050-XXX-LV**

### - Alegerea servomotorului

In alegerea servomotorului se va tine seama de datele reductorului asociat, care conform fişei de catalog prezentată mai sus sunt: Cuplu nominal de regim:  $M_{nred}=107$  Nm, Cuplu maxim de accelerare:  $130$  Nm, Cuplu de vârf:  $299$  Nm, Turaţia nominală:  $3800$  rot/min

In baza raportului propriu a reductorului  $ir=1/50$ , cuplul nominal al servomotorului trebuie sa fie:

$$M_{mn} = M_{nred} * ir = 107/50 = \mathbf{2,14} \text{ Nm}$$

$$\mathbf{M_{mn} = 2,14} \text{ Nm}$$

$$M_{mmax} = M_{redmax} * ir = 130 / 50 = \mathbf{2,6} \text{ Nm}$$

$$\mathbf{M_{mmax} = 2,6} \text{ Nm}$$

Cuplu de vârf:

$$M_{mvf} = M_{redvf} * ir = 299/50 = \mathbf{5,98} \text{ Nm}$$

Din catalogul Parker – Hannifin „Motion Control Products”, (index pg.106), se alege servomotorul cod **SM\_82 33 03**, cu urmatoarele date de catalog:

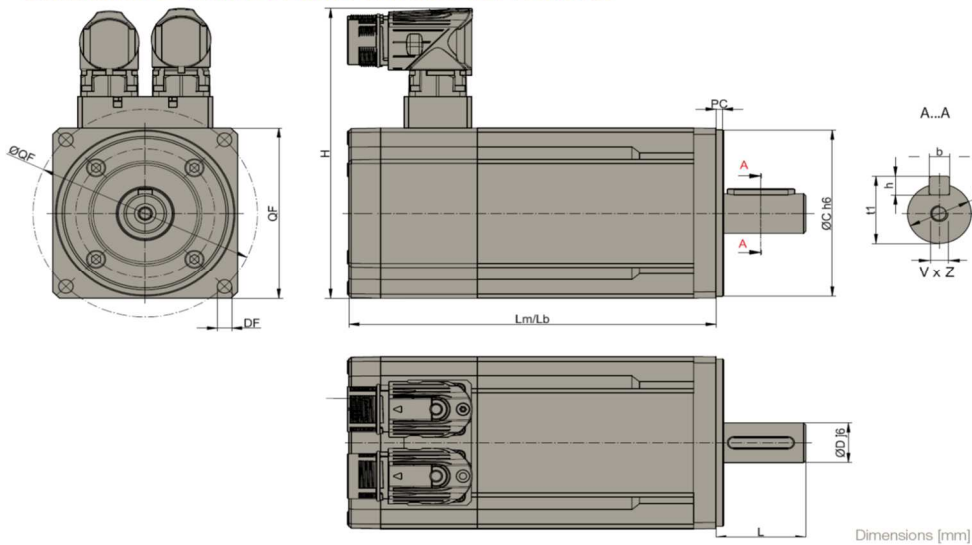
**Cuplul nominal: Mn=2,4 Nm, Cuplul nominal maxim: 3 (3,7) Nm, Cuplu de vârf: 9 Nm, Turația de regim 3.300 Rot/min.**

230 VAC supply voltage

Model <sup>(4)</sup>	Size	Stall <sup>(1)</sup>		Nominal <sup>(1)</sup>			Peak <sup>(1)</sup> Torque T <sub>max</sub> [Nm]	Inertia		Ke <sup>(2)(3)</sup> [Vs]	Kt <sup>(2)(3)</sup> [Nm/A <sub>rms</sub> ]
		Torque T <sub>065</sub> (T <sub>105</sub> ) [Nm]	Current I <sub>065</sub> [A]	Torque T <sub>nom5</sub> [Nm]	Speed n [min <sup>-1</sup> ]	Current I <sub>nom5</sub> [A]		No brake J [kgmm <sup>2</sup> ]	With brake J [kgmm <sup>2</sup> ]		
SM_42 60 0,35	42	0.35 0.45	0.78	0.15	6000	0.38	0.9	13	n.a.	0.29	0.46
SM_60 30 0,55	60	0.55 (0.68)	0.7	0.50	3000	0.66	1.7	18	30.5	0.44	0.76
SM_60 45 0,55			1.0	0.39	4500	0.74				0.30	0.53
SM_60 60 0,55			1.4	0.24	6000	0.60				0.23	0.40
SM_60 16 1,4			0.95	1.35	1600	0.91				0.85	1.48
SM_60 30 1,4		1.4 (1.7)	1.73	1.20	3000	1.50	4.4	30	42.5	0.47	0.81
SM_60 45 1,4			2.37	1.00	4500	1.69				0.34	0.59
SM_60 60 1,4			2.98	0.80	6000	1.70				0.27	0.47
SM_60 75 1,4			3.85	0.15	7500	0.41				0.21	0.36
SM_82 10 03	82	3 (3.7)	1.2	2.9	1000	1.2	9	140	183	1.43	2.48
SM_82 16 03			1.8	2.9	1600	1.7				0.96	1.66
SM_82 30 03			3.1	2.7	3000	2.8				0.55	0.96
SM_82 33 03	82	3 (3.7)	3.5	2.4	3300	2.8	9	140	183	0.49	0.85

Fig. 34. Fișa de catalog a servomotoarelor SM (Parker – Hannifin)

Dimensions of Standard Motors with Resolver Feedback



Motors Size	LM LB	Weight [kg]	DxL	b x h	t1	VxZ	H	C	ØQF	F	DF	PC	QF	Order Code QF		
SMB/H	42	0,35	110	0.85	9x25	-	-	M3x9	66	30	50	3.2	2.5	42	5	
		0,55	88 137	- 1	9x20 11x23	3x3 4x4	10.2 12.5	- M4x10	111.5	40	63	63	5.5	-	60	8
	60	0,55	129.5 161	1.5	9x20 11x23	3x3 4x4	10.2 12.5	M4x10		60	75	75	6	2.5	70	5
		1,4	163.5 206.5	3.6	11x23 <sup>(2)</sup> 14x30	4x4	12.5	M4x12		40	63	63	5.5	2.5	60	8
	82	03	0,55	159 202	3.6	11x23 <sup>(2)</sup> 14x30	4x4	12.5		M4x12	60	75	75	6	3.5	70
			1,4	163.5 206.5	3.6	11x23 <sup>(2)</sup> 14x30 19x40 <sup>(1)</sup>	5x5 6x6	16 21.5	M4x12 M5x12.5 M6x16	80	100	100	6.5	3.5	82	8
		03	0,55	159 202	3.6	11x23 <sup>(2)</sup> 14x30	4x4	12.5	M4x12	60	75	75	6	3.5	70	7
			1,4	163.5 206.5	3.6	11x23 <sup>(2)</sup> 14x30 19x40 <sup>(1)</sup>	5x5 6x6	16 21.5	M4x12 M5x12.5 M6x16	80	100	100	6.5	3.5	82	8
03		0,55	159 202	3.6	11x23 <sup>(2)</sup> 14x30	4x4	12.5	M4x12	95	115	115	9	3.5	100	5	

Fig. 35. Datele geometrice a servomotoarelor SM (Parker – Hannifin)

3000 min<sup>-1</sup> 230 V - 5600 min<sup>-1</sup> 400 V

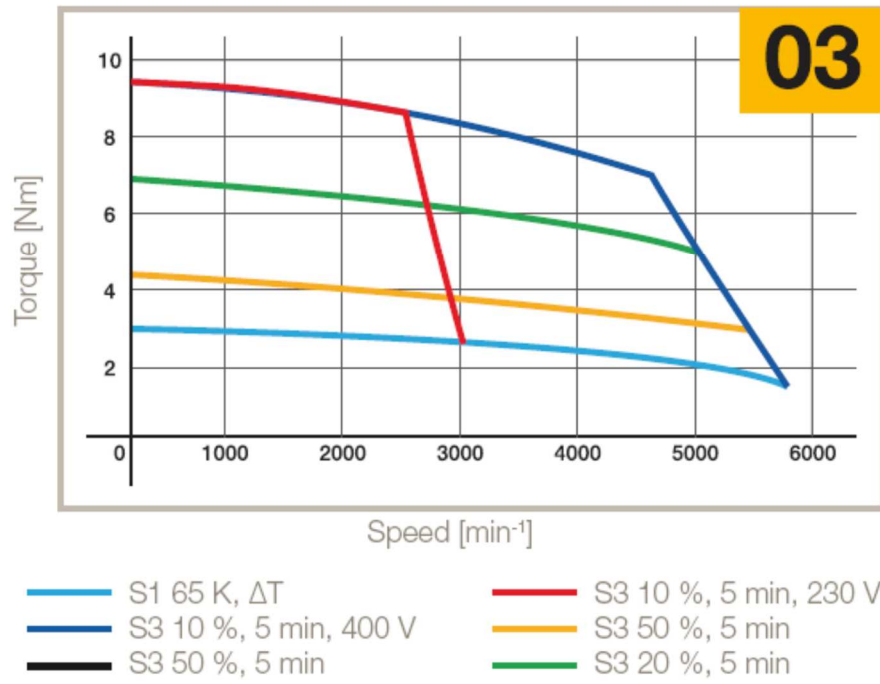


Fig. 36. Performantele dinamice Cuplu – Turatie ale servomotorului **SM\_82 33 03**

## Etapa 8. Alegerea reductorului armonic și a servomotorului asociat pentru articulația umărului robotului

### - Determinarea raportului de transfer și alegerea reductorului armonic.

Pentru alegerea reductorului armonic ce va antrena articulația umărului pentru rotirea brațului robotului în jurul axei OY' se va avea în vedere viteza unghiulară maximă ce trebuie dezvoltată:  $\omega_y = \pi/2$  rad/sec, precum și accelerația unghiulară  $\epsilon_z = 2\pi$  rad/s<sup>2</sup>.

Rezultă ca turația maximă ce trebuie atinsă în mișcarea de rotație a brațului robotului este:

$$n_r = 60 \cdot \omega_y / 2\pi = 60/4 = 15 \text{ rot/min}$$

Pentru turația de regim la axul servomotorului  $n_m = 2500$  rot/min, cu care va fi asociat reductorul, raportul de transfer al reductorului trebuie să fie  $i_r = 1/166$ .

Conform datelor de catalog a reductoarelor de pe piața de profil este normal să se aleagă un reductor cu raportul  $i_r = 1/160$ .

Masa cumulată a brațului rotativ **Meb** este egală cu masa brațului integral  $M_{eb} = 174$  kg din care se scad masele: saniei verticale  $m_7 = 36$  kg, a servomotorului  $m_8 = 18$  kg și a modulului de rotație  $m_9 = 24$  kg. **Rezultă  $M_{eb} = 96$  Kg**

Se recalculează coordonatele centrului masic al brațului, pentru cele două poziții extreme ale antebrățului:

Structura ROBOT	Simbol	Masa cumulată	Yei		$\Sigma m_i \cdot y_{im}$ in	$\Sigma m_i \cdot y_{ima}$ x
Brațul rotativ	Meb	96	YeB	0,284	27,26	27,26
Antebrațul poz. retras	MeA	60	YeAmin	0,520	31,2	-
Antebrațul poz. extins	MeA	60	YeAmax	1,120	-	67,2
				$\Sigma m_i \cdot y_i$	58,5	94,5
	<b>Meb</b>	<b>96</b>		<b>Yebmin</b>	<b>0,61</b>	
				<b>Yebmax</b>		<b>0,98</b>

### Determinarea cuplului maxim, mediu și nominal.

Având în vedere poziția centrului masic al brațului robotului în cele două situații extreme:

$$Y_{b_{\min}} = 0,61 \text{ m}, \quad Y_{b_{\max}} = 0,98 \text{ m}$$

Pentru scenariu de mișcare:

- Deplasare verticală accelerată pe axa OZ,
- Rotație accelerată în jurul articulației umărului (axa OY').

Rezultă inventarul forțelor ce acționează asupra centrului masic al brațului:

		Val minime (N)		Val maxime (N)	
Gb	$M_{eb} \cdot g$	$96 \cdot 10$	960	$96 \cdot 10$	960
Fiz	$M_{eb} \cdot a_z$	$96 \cdot 2,5$	240	$96 \cdot 2,5$	240
Fity	$M_{eb} \cdot \epsilon \cdot Y_{eB}$	$96 \cdot 2\pi \cdot 0,61$	368	$96 \cdot 2\pi \cdot 0,98$	590
Suma forțelor			1568		1790

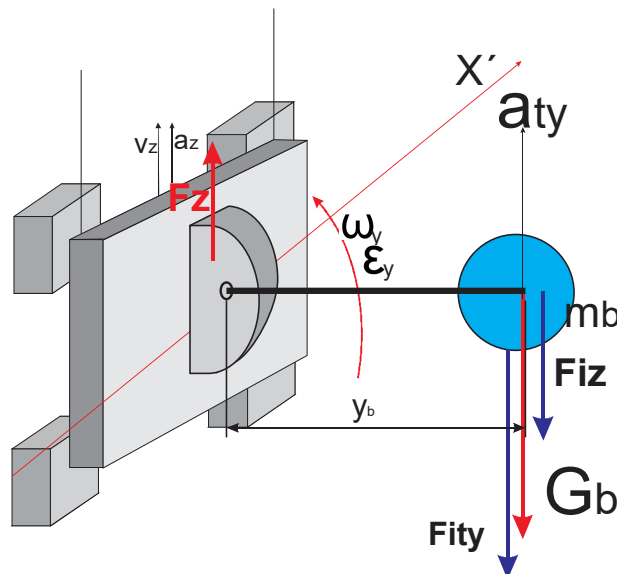


Fig. 37. Studiul forțelor ce Încarcă dinamic reductorul armonic

A.) Considerând brațul robotului în situația de mișcare accelerată pe ambele grade de libertate OZ și OY, toate forțele sunt îndreptate în jos (conform figurii 37)

a) Cuplul necesar la axul de ieșire a reductorului, brațul în poziție retras:

$$M_{r_{\min}} = (F_{ity_{\min}} + G_b + F_{iz}) \cdot Y_{b_{\min}}, \text{ rezulta:}$$

$$M_{r_{\min}} = 1568 \cdot 0,61 = 956 \text{ Nm}$$

$$\mathbf{M_{r_{\min}} = 956 \text{ Nm}}$$

b) Cuplul necesar la axul de ieșire a reductorului, brațul în poziție extins:

$$M_{r_{\max}} = (F_{ity_{\max}} + G_b + F_{iz}) \cdot Y_{b_{\max}}, \text{ rezultă:}$$

$$M_{r_{\max}} = (1790) \cdot 0,98 = 1754 \text{ Nm}$$

$$\mathbf{M_{r_{\max}} = 1754 \text{ Nm}}$$

B.) Considerând brațul robotului în situația mișcărilor uniforme pe ambele axe OY și OZ, rezultă că la calculul momentului necesar reductorului nu participă decât greutatea brațului  $G_b$ .

În acest caz:

c) Cuplul necesar la axul de ieșire a reductorului, brațul în poziție retras:

$$M'_{r_{\min}} = (G_b) \cdot Y_{b_{\min}}, \text{ rezultă:}$$

$$M'_{r_{\min}} = 960 \cdot 0,61 = 586 \text{ Nm}$$

$$\mathbf{M'_{r_{\min}} = 586 \text{ Nm}}$$

d) Cuplul necesar la axul de ieșire a reductorului, brațul în poziție extins:

$$M'_{r_{\max}} = (G_b) \cdot Y_{b_{\max}}, \text{ rezultă:}$$

$$M'_{r_{\max}} = 960 \cdot 0,98 = 941 \text{ Nm}$$

$$\mathbf{M'_{r_{\max}} = 941 \text{ Nm}}$$

Pentru determinarea valorii cuplului mediu necesar reductorului armonic, se aplică următoarele formule de mediere:

$$M_{r_{\text{med}}} = (M_{r_{\min}} + 2 \cdot M_{r_{\max}}) / 3, \text{ pentru situația de mișcare A.}$$

$$M_{r_{\text{med}}} = (956 + 2 \cdot 1754) / 3 = \mathbf{1488 \text{ Nm}}$$

$M'r_{med}=(M'r_{min}+2*M'r_{max})/3$  , pentru situația de mișcare B.

$M'r_{med}=(568+2*941)/3=817$  Nm

Intre cele doua situații de mișcare distincte se aplica formula de mediere:

$Mr=(M_{min}+2*M_{max})/3=(817+2*1488)/3=1264$  Nm

Se va alege reductorul armonic după valoarea medie a cuplului necesar, respectiv:

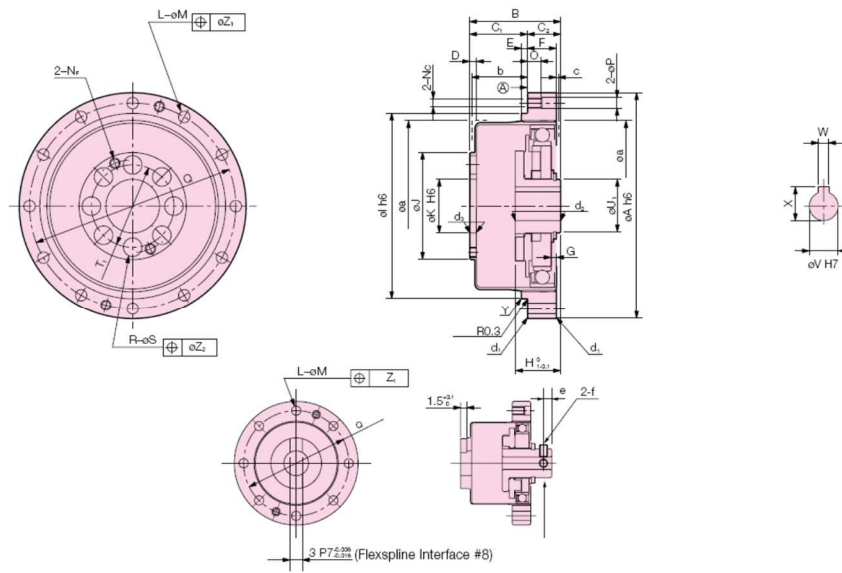
**Mr=1264 Nm**

Din catalogul Harmonic Drive Gear „csf-cgh-catalog” (index pg. 11) se alege reductorul armonic: **CSF 80 cu raportul de reducere 160**, si valorile de cuplu:

**Cuplu nominal: Mnred=1990 Nm**; Limita cuplului repetitiv de varf: **4910 Nm**;  
 Limita cuplului mediu: **3130 Nm**; Limita cuplului momentan de varf: **7910 Nm**;  
 Turatia maxima la intrare: **2900 rot/min**; Limita turatiei medii: **2200 rot/min**.

Size	Ratio	Rated Torque at 2000 rpm		Limit for Repeated Peak Torque		Limit for Average Torque		Limit for Momentary Peak Torque		Maximum Input Speed rpm		Limit for Average Input Speed rpm		Moment of Inertia	
		Nm	in-lb	Nm	in-lb	Nm	in-lb	Nm	in-lb	Oil	Grease	Oil	Grease	x10 <sup>-4</sup> kg·m <sup>2</sup>	x10 <sup>-5</sup> kg·ft <sup>2</sup>
65	50	490	4337	1420	12567	720	6372	2830	25046						
	80	745	6593	2110	187	1040	9204	3720	32922						
	100	951	8416	2300	20355	1520	13452	4750	42038	3500	2800	2400	1900	46.8	47.8
	120	951	8416	2510	22214	1570	13895	4750	42038						
	160	951	8416	2630	23276	1570	13895	4750	42038						
80	50	872	7717	2440	21594	1260	11151	4870	43100						
	80	1320	11682	3430	30356	1830	16196	6590	58322						
	100	1700	15045	4220	37347	2360	20886	7910	70004	2900	2300	2200	1500	122	124
	120	1990	17612	4590	40622	3130	27701	7910	70004						
	160	1990	17612	4910	43454	3130	27701	7910	70004						

Fig. 38. Datele de catalog a reductoarelor CSF -



Detailed drawings are also available.

No key on WG hub for #8, 11, 14, 17.



	45	50	58	65	80	90	100
øA h6	155	170	195	215	265	300	330
B	58.5 <sup>0</sup> <sub>-1.2</sub>	64 <sup>0</sup> <sub>-1.3</sub>	75.5 <sup>0</sup> <sub>-1.3</sub>	83 <sup>0</sup> <sub>-1.3</sub>	101 <sup>0</sup> <sub>-1.3</sub>	112.5 <sup>0</sup> <sub>-1.4</sub>	125 <sup>0</sup> <sub>-1.6</sub>
C <sub>1</sub>	38 <sup>+0.6</sup> <sub>0</sub>	41 <sup>+0.6</sup> <sub>0</sub>	48 <sup>+0.6</sup> <sub>0</sub>	52.5 <sup>+0.6</sup> <sub>0</sub>	64 <sup>+0.6</sup> <sub>0</sub>	71.5 <sup>+0.6</sup> <sub>0</sub>	79 <sup>+1.0</sup> <sub>0</sub>
C <sub>2</sub>	20.5	23	27.5	30.5	37	41	46
D	4.5	5	5.8	6.5	8	9	10
E	4	4	5	5	6	6	6
F	19	22	25	29	36	41	46
CSF	3.7	4.2	4.8	5.8	6.6	7.5	8.3
CSG	6.3	7	8.2	9.5	—	—	—
CSF	27.9	32	34.9	40.9	49.1	48.2	56.7
<sup>0</sup> <sub>-0.1</sub> CSG	30.5	34.8	38.3	44.6	—	—	—
H <sub>2</sub>	—	0.8	—	2.2	3.1	—	4.5
h6 1/30 except	124	135	156	177	218	245	272
1/30	—	—	—	—	—	—	—
øJ	72	80	92.8	104	128	144	160
øK H6	36	40	46	52	65	72	80
CSF	12	12	12	12	16	16	16
CSG	16	16	16	16	—	—	—
øM	9	9	11	11	11	14	14
N <sub>c</sub>	M8	M8	M10	M10	M10	M12	M12
N <sub>f</sub>	M6	M8	M8	M8	M8	M12	M10
O	12	13	15	15	15	18	20
øP	9	9	11	11	11	14	14
Q(PCD)	140	150	175	195	240	270	300
R	8	8	8	8	10	8	12
øS	13.5	15.5	15.5	18	18	22	22
T <sub>1</sub> (PCD)	54	60	70	80	100	110	130
T <sub>2</sub> (PCD)	61	68	79	90	114	120	142
øU <sub>1</sub>	32	32	40	48	55	60	65
øU <sub>2</sub>	—	32	—	48	55	—	65
(H7)Standard	19	19	22	24	28	28	28
Maximum	20	20	25	30	35	37	40
WJs9	6	6	6	8	8	8	8
X	21.8 <sup>+0.1</sup> <sub>0</sub>	21.8 <sup>+0.1</sup> <sub>0</sub>	24.8 <sup>+0.1</sup> <sub>0</sub>	27.3 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	31.3 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	31.3 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	31.3 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>
Y	C0.4	C0.8	C0.8	C0.8	C0.8	C0.8	C0.8
øZ <sub>1</sub>	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0
øZ <sub>2</sub>	0.75	0.75	0.75	1.0	1.0	1.0	1.0
øZ <sub>3</sub>	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Minimum housing clearance	119	133	154	172	212	239	265
øcc H7	36.5	39	46.2	50	61	68.5	76
d <sub>1</sub>	2	2	2.5	2.5	3	3	3
d <sub>2</sub>	6	8	8	8	8	12	10
d <sub>3</sub>	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4
e	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4	C0.4
f	C0.5	C0.5	C0.5	C0.5	C0.5	C0.5	C0.5
weight (kg)	—	—	—	—	—	—	—
	2.3	3.2	4.7	6.7	12.4	17.6	23.5

Fig. 39. Datele geometrice a reductorului armonic CSF 80

- **Alegerea servomotorului asociat reductorului armonic**

Având în vedere datele dinamice de catalog ale reductorului armonic:

**Cuplu nominal: Mnred=1990 Nm**; Limita cuplului repetitiv de vârf: **4910 Nm**; Limita cuplului mediu: **3130 Nm**; și raportul de reducere Ir=160,

Rezulta cuplul nominal necesar al servomotorului:

$$M_{nm} = 1990 / 160 = 12,43 \text{ Nm}$$

$$M_{nm} = 12,5 \text{ Nm}$$

Pentru limita cuplului mediu al reductorului (3130 Nm), valoarea maximă a cuplului motor va fi:

$$M_{max.m} = 3130/160 \text{ Nm} = 19,6 \text{ Nm}$$

$$M_{max.m} = 20 \text{ Nm}$$

Pentru limita cuplului de vârf al reductorului (4910 Nm), cuplul de vârf al motorului va fi:

$$M_{v.m} = 4910/160 = 30,7 \text{ Nm}$$

Din catalogul Parker – Hannifin „Motion Control\_Products” (index pg. 132) se alege servomotorul tip: **MB/MH**, codul: **M\_205 30 15**, cu următoarele date dinamice:

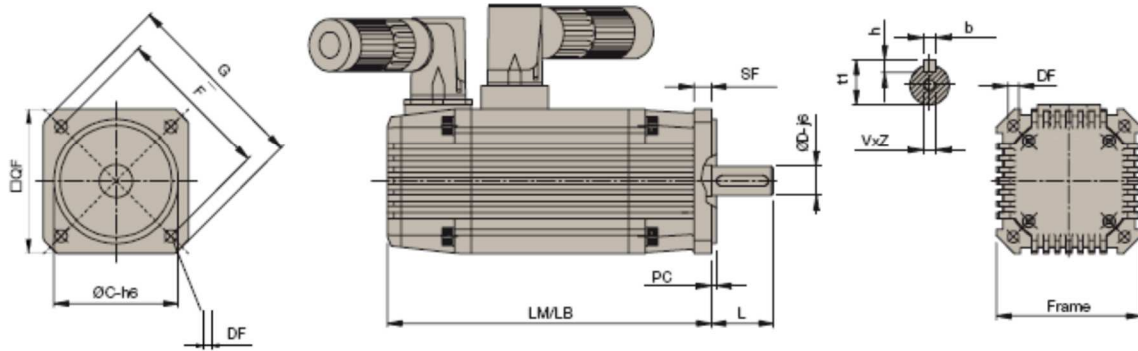
**Cuplu nominal: Mn=13,4 Nm, Cuplu de pornire: 15 (22) Nm, Cuplu de vârf: 69 Nm, Turatia nominală: 3000 rot/min.**

400 VAC

Model	Size	Stall		Nominal			Peak Torque <sup>(1)</sup>	Inertia		Ke <sup>(2)(3)</sup>	Kt <sup>(2)(3)</sup>
		T <sub>005</sub> (T <sub>105</sub> ) [Nm]	I <sub>005</sub> [A]	T <sub>n005</sub> [Nm]	n [min <sup>-1</sup> ]	I <sub>n005</sub> [A]		No brake J [kgmm <sup>2</sup> ]	With brake J [kgmm <sup>2</sup> ]		
M_205 20 15	205	15	6.3	14.1	2000	5.9	69	3500	4035	1.4	2.38
M_205 30 15		(22)	8.6	13.4	3000	7.7				1	1.74
M_205 10 28		28 (39)	6.9	28.2	1000	6.8	123	5000	5535	2.5	4.35
M_205 20 28			13.0	27.3	2000	12.3				1.3	2.31
M_205 30 28			20.1	25.7	3000	18.0				0.9	1.50
M_205 10 50		50 (70)	12.4	50.4	1000	12.1	222	8000	8535	2.5	4.35
M_205 20 50			22.1	47.0	2000	20.1				1.4	2.45
M_205 30 50			33.1	41.7	3000	26.8				0.9	1.63
M_205 10 70		70 (98)	16.8	69.4	1000	16.1	310	11000	11535	2.6	4.49
M_205 20 70			30.7	62.9	2000	26.9				1.4	2.45
M_205 30 70			46.1	52.3	3000	33.7				0.9	1.63
M_205 10 90		90 (126)	22.1	88.2	1000	21.2	398	14000	14535	2.5	4.35
M_205 20 90			44.3	78.3	2000	37.7				1.3	2.18
M_205 30 90			59.0	61.6	3000	39.7				0.9	1.63

Fig. 40. Fisa de catalog a servomotoarelor de tip M 205

## Dimensions

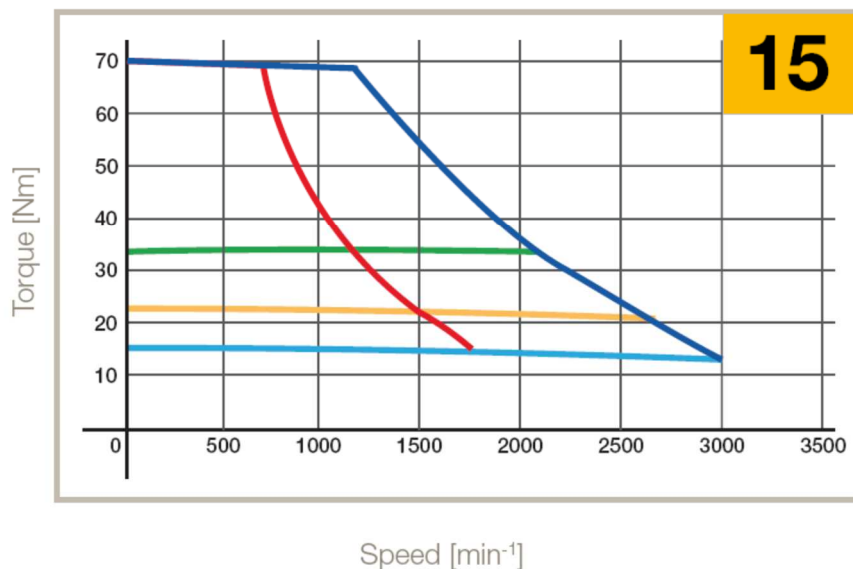


Motor - Size	LM/LB	Weight	DxL	b x h	t1	VxZ	C	F	DF	G	SF	PC	QF	Order code QF	
205	15	239/338	20	38x80 42x110	10x8 12x8	41 45	M12x32 M16x40	180	215	14	250	18	4	205	5
	28	273/372	29												
	50	342/441	44												
	70	411/510	59												
	90	480/579	74												

Fig. 41. Datele geometrice ale servomotorului M\_205 30 15

## MB/MH205

1700 min<sup>-1</sup> 230 V - 3000 min<sup>-1</sup> 400 V



- S1 65 K, ΔT
- S3 10 %, 5 min, 400 V
- S3 10 %, 5 min, 230 V
- S3 50 %, 5 min
- S3 20 %, 5 min

Fig. 42. Caracteristica Cuplu – Turație a servomotorului M\_205 30 15

## Etapa nr. 9 Calculul cuplului necesar și alegerea servomotorului pentru deplasarea longitudinală

- Determinarea cuplului necesar la pinionul mecanismului de translație

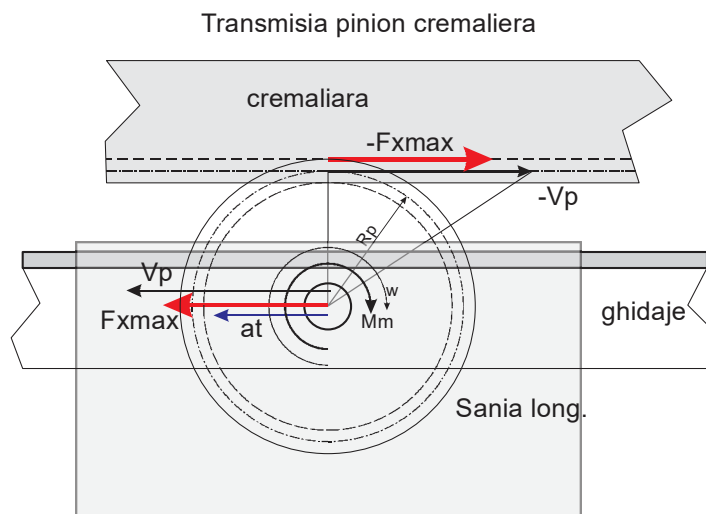


Fig. 43. Schema mecanismului de antrenare a saniei longitudinale

În ideea că forța necesară deplasării accelerate a saniei longitudinale pe ghidajele batiului a fost calculată anterior, pentru transmisia pinion-cremalieră propusă a fi aplicată (Fig. 43), se pot scrie următoarele relații:

$$F_{x_{max}} = M_{eT} \cdot a_x + M_{eT} \cdot g \cdot \mu_o = 504 \cdot 2,5 + 5040 \cdot 0,03 = 1411 \text{ N},$$

$M_{eT} = 504 \text{ kg}$  – masa globală a întregului robot, incluzând și sarcina manipulată,

$a_x = 2,5 \text{ m/s}^2$  – accelerația liniară a saniei, propusă în tema de proiectare.

$\mu_o = 0,03$  – coeficientul de frecare în ghidajele longitudinale

Din datele de catalog a ghidajului longitudinal de tip GSR 25T-R, asociat cu cremaliera, se preiau elementele referitoare la angrenajul pinion-cremalieră, după cum urmează:

modulul danturii  $m = 1,91$ ; pasul danturii,  $p = 6 \text{ mm}$ .

Se alege în prealabil numărul de dinți ai pinionului  $z_p = 24$

Rezultă raza pinionului ce angrenează cu cremaliera aparținând ghidajului intermediar,

$$R_p = (1/2) \cdot m \cdot z_p = 0,5 \cdot 1,91 \cdot 24 = 22,92 \text{ mm} = 0,02292 \text{ m}$$

Pentru viteza de regim a saniei:  $V_x = 0,5 \text{ m/s}$ , rezultă turația necesară a servomotorului de acționare a saniei:

$V_x = 2\pi \cdot (Nm/60) \cdot R_p$ , din care se calculează turația necesară a axului servomotorului:

$$Nm = (V_x \cdot 60) / 2\pi \cdot R_p, \text{ rezultând: } Nm = (60 \cdot 0,5) / 2\pi \cdot 0,02292$$

$$Nm = 208 \text{ rot/min}$$

Puterea necesara servomotorului, pentru a dezvolta acceleratia  $a_x=2,5 \text{ m/s}^2$  este dată de relația:

$$P_{nec} = F_{xmax} \cdot v_x = 1411 \cdot 0,5 = 705 \text{ W (valoare orientativă)}$$

Din relația cunoscută:

$$F \cdot v = \frac{M_m}{r} \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot N_m}{60} \cdot r = \frac{2 \cdot \pi \cdot M_m \cdot N_m}{60}$$

rezultă momentul motor maxim necesar al servomotorului:

$$M_m = \frac{60 \cdot F \cdot v}{2 \cdot \pi \cdot N_m} \cdot r$$

$$M_m = 60 \cdot F_{xmax} \cdot v_x / 2\pi \cdot N_m$$

Dupa introducerea datelor rezultă:

$$M_m = 60 \cdot 1411 \cdot 0,5 / (2\pi \cdot 208) = 32,40 \text{ Nm},$$

Momentul motor dezvoltat de pinion in cazul mișcării accelerate este:

$$M_{max} = 32,40 \text{ Nm}$$

Pentru deplasarea liniară cu viteza constantă a saniei longitudinale, forța periferică in angrenajul pinion – cremalieră se reduce la forța de frecare in ghidaje.

Pentru coeficientul de frecare in ghidajele de rulare, de valoare  $\mu_0=0,03$  si masa globală a robotului (incluzand si sarcina manipulată),  $M_e=504 \text{ kg}$ , forța in angrenaj devine:

$F_{xo} = M_e \cdot g \cdot \mu_0 = 5040 \cdot 0,03 = 151,2 \text{ N}$ , valoare pentru care cuplul minim al motorului, necesar deplasării uniforme este:

$$M_{mo} = 60 \cdot 151,2 \cdot 0,5 / 2\pi \cdot 208 = 3,47 \text{ Nm}$$

$$M_{no} = 3,47 \text{ Nm}$$

In aceste conditii, cuplul nominal al motorului se calculeaza in baza relației de mediere:

$$M_n = 1/3 \cdot (M_{mo} + 2 \cdot M_m) = 1/3 \cdot (3,47 + 2 \cdot 32,40) = 22,75 \text{ Nm}$$

$$M_n = 22,75 \text{ Nm}$$

#### **- Alegerea servomotorului pentru actionarea deplasării longitudinale.**

In consecință se va alege acel servomotor asociat cu reductor care dezvolta: cuplul nominal de 22,75 Nm si cuplul maxim de 32,40 Nm.

Din catalogul Parker-Hannifin “Parker Gearheads Servomotors” (index pg.15)

[http://www.parkermotion.com/literature/precision\\_cd/CD-EM/daedal/cat/english/Gearheads.pdf](http://www.parkermotion.com/literature/precision_cd/CD-EM/daedal/cat/english/Gearheads.pdf)

se alege servomotorul asociat cu reductor planetar: **GM 115–7:1 – Single Stack** cu datele tehnice prezentate in continuare in figurile 43, 44, 45 și 46. Raportul de demultiplificare a reductorului asociat este 7:1



Performance Specifications (six step / trapezoidal commutation)

**Mechanical Specifications**

Frame Size	Stack Length	Weight without Brake		Maximum Radial Load		Torsional Stiffness		Standard Backlash (arc min)	Low Backlash (arc min)
		(kg)	(lb)	(N)	(lb)	(Nm/arc min)	(in lb/arc min)		
GM115	Single	8.4	18.5	3,900	876	20	177	15	10
GM115	Double	10.6	23.4	3,900	876	20	177	15	10

Frame Size	Ratio	Max. Speed <sup>(1)</sup> (RPM)	Cont. Stall Torque <sup>(1)</sup> T <sub>C</sub>		Peak Torque <sup>(1)</sup> T <sub>P</sub>		Winding C:160 Vdc D:300 Vdc	Voltage Constant <sup>(1)(3)</sup> K <sub>EL-L</sub> (V/kRPM)	Torque Constant <sup>(1)(3)</sup> K <sub>TL-L</sub>		Induct L <sub>L-L</sub> (mH)	Cold Resistance R <sub>L-L</sub> (ohms)	Cont. Current I <sub>C</sub> (amps)	Peak Current I <sub>P</sub> (amps)	Inertia <sup>(2)</sup>	
			(Nm)	(in lb)	(Nm)	(in lb)			(Nm/amp)	(in lb/amp)					(gm cm sec <sup>2</sup> )	(lb in sec <sup>2</sup> )
GM115	5:1	700	18.2	162	54.7	486	C	228.0	2.15	19.5	2.9	1.2	8	25	4.33	0.00375
GM115	5:1	680	18.2	162	54.7	486	D	438.0	4.15	37.0	10.7	4.7	4	13	4.33	0.00375
GM115	7:1	500	25.4	227	76.6	681	C	319.2	3.01	27.3	2.9	1.2	8	25	3.54	0.00306

Fig. 44. Datele de catalog a servomotoarelor de tipul GM115 (Parker – Hannifin)

**Datele tehnice ale servomotorului: GM 115–7:1 – Single Stack**

Cuplu motor nominal: **Mnm=25,4 Nm**

Cuplu motor maxim: **76,6 Nm**

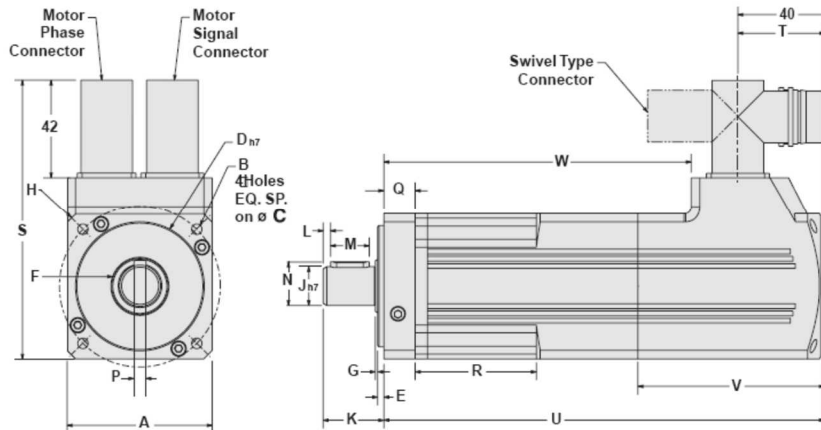
Raport de reducere: **7:1**

Turația de regim: **500 rot/min**

Cuplu de girație propriu: **3,54.10<sup>-5</sup> [kg.m.sec<sup>2</sup>]**

Cu aceste valori care satisfac pe deplin condițiile dinamice de acționare a axei OX, se consideră ca alegerea servomotorului este corectă.

**Dimensions**



**METRIC SIZES**

Frame Size	A Square Flange		B Bolt Hole		C Bolt Circle Diameter		D Pilot Diameter		E Pilot Thick.		F Shoulder Diameter		G Shoulder Height		H Housing Diameter		J Shaft Diameter	
	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)
GM060	60	2.36	5.5	0.22	70	2.756	50	1.969	2.5	0.1	23	0.91	1.0	0.04	80	3.15	16	0.63
GM090	90	3.54	6.5	0.26	100	3.94	80	3.15	3.0	0.12	36	1.42	1.0	0.04	116	4.57	20	0.79
GM115	115	4.53	8.5	0.33	130	5.12	110	4.33	3.5	0.14	36	1.42	1.5	0.6	152	5.95	24	0.94

Frame Size	K Shaft Length		L Dist From Shaft End		M Keyway Length		N Keyway Height		P Keyway Width		Q Flange Thick.		R Recess Length		S Height		T Connector Location	
	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)
GM060	25.0	0.98	3	0.118	16	0.630	18.0	0.709	5	0.20	13	0.51	50.0	1.969	117	4.60	37	1.457
GM090	40.0	1.57	5	0.20	28	1.10	22.5	0.886	6	0.24	17	0.67	54.5	2.15	147	5.79	39	1.535
GM115	50.0	1.97	7	0.28	32	1.26	27.0	1.063	8	0.32	20	0.79	55.5	2.18	175	6.89	46	1.811

Fig. 45. Datele geometice a servomotorului GM 115–7:1 – Single Stack (Parker – Hannifin)

**Single Stack - 160 volt**

**Single Stack - 300 volt**

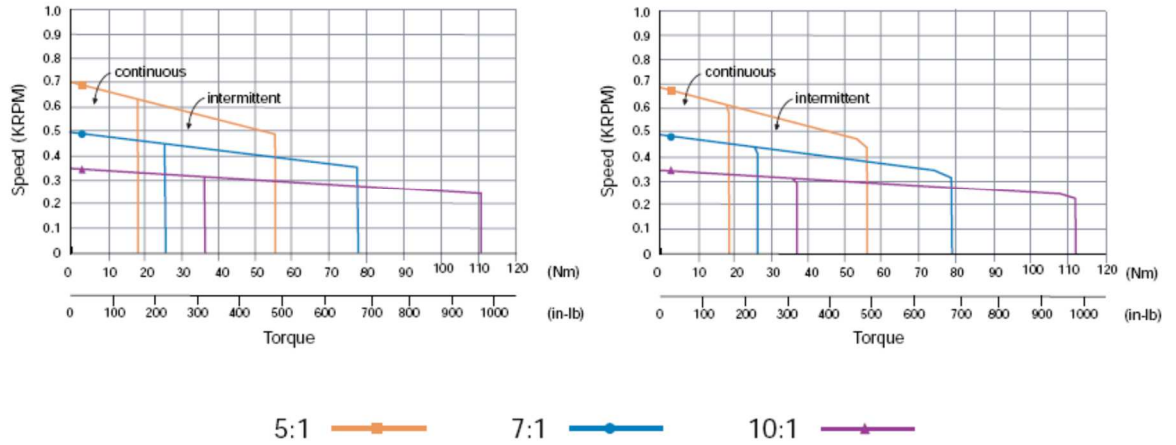


Fig. 46. Caracteristicile cuplu – turatie pentru servomotoarele din familia GM115 (Parker – Hannifin )

## OPIS

### LISTA COMPONENTELOR DE ACHIZITIONAT DE LA FURNIZORI EXTERNI

Denumirea / Codul produsului în proiect	Codul de comandă furnizor	FURNIZOR
Ghidaj liniar cu bile HSR-20 RM,	HSR 20 R 2 QZ DD C0 M +3000L P T M -II	THK Manufacturing of Europe S.A.S. Parc d' Activités la Passerelle, 68190 Ensisheim France Phone:+33-3-8983-4400 / Fax:+33-3-8983-4409
Ghidaj liniar cu bile GSR 25V	GSR 25 V 2 DD +3000L H T K	
Ghidaj liniar cu bile HSR 20AM	HSR20 AM 2 QZ UU C0 M +1480 P T M - II	
Surub cu bile BNFN 3210A-5	BNFN 3210°-5 RR G0 + 1400 L C5 A	
Servomotor M_105 30 06	M_105 30 06	Parker Hannifin Sales CEE s.r.o. sp.z o.o. Oddział w Polsce Równoległa 8 Warszawa Poland 02-235
Arbore telescopic cu bile LBST30	2 LBST30 UU CM + 900L H K	THK Manufacturing of Europe S.A.S. Parc d' Activités la Passerelle, 68190 Ensisheim France, Phone:+33-3-8983-4400
Rulment cu role în cruce RB45025	RE45025 UU CC0 P6	
Reductor PS 90	P S 90 - 0 50 - X X X L D	Parker Hannifin Sales CEE s.r.o. sp.z o.o. Oddział w Polsce, Równoległa 8 Warszawa Poland 02-235
Servomotor SM_82 33 03	SM_82 33 03	Parker Hannifin Sales CEE s.r.o. sp.z o.o. Oddział w Polsce,Równoległa 8 Warszawa,Poland 02-235
Reductor armonic CSF 80-160	CSF 80-160	Servo Drive AG Hoenbergstrasse, 14, D-6555 Limburg/Lahn Germany
Harmonic Drive AG Servomotor M_205 30 15	M_205 30 15	Parker Hannifin Sales CEE s.r.o. sp.z o.o. Oddział w Polsce, Równoległa 8 Warszawa Poland 02-235
Servomotor GM 115-7:1 – Single Stack	GM 115-7:1 – Single Stack	Parker Hannifin Sales CEE s.r.o. sp.z o.o. Oddział w Polsce Równoległa 8 Warszawa, Poland 02-235



## **REFERINȚE BIBLIOGRAFICE**

Blebea, I., Ispas, V. *Calculul și construcția roboților industriali*. Editura DACIA, Cluj-Napoca, 1995, ISBN 973-35-0459-9, 318 pagini.

Blebea, I., Ispas, V., Brad, S. *Proiectarea robotilor industriali*. Atelierul de multiplicare al Univ. Tehnice, Cluj-Napoca, 1997, 242 pagini.

Blebea, I., Blebea, A.V. *Soluții moderne în construcția roboților industriali*. Editura U.T.PRESS, Cluj-Napoca 2011, ISBN 978-973-662-609-8. 228 pagini.

Blebea, I., Ispas, V., Blebea, A.V. *Ingineria robotilor modulari suspendati*. Editura U.T.PRESS, Cluj-Napoca, 2013, ISBN 978-973-662-609-8. 320 pagini.

Ispas, V., *Robotizarea proceselor de producție*, note de curs, 2005.

Ispas, V., *Robotics, Parallel robots, Service robots*, UT PRESS, 2003

Nof, Y., *Handbook of Industrial Robotics*, John Wiley & Sons, 1999.

Radu Mircea Morariu-Gligor, Nicolae Haiduc. *MECANICA - Curs pentru studenți*, U.T. PRESS, CLUJ-NAPOCA, 2017, ISBN 978-606-737-251-9

Ripianu, A., *Mecanică. Cinematică și Dinamică*. Lito IPCN, Cluj-Napoca, 1977.

### **CATALOAGE:**

**Cup Type Component Sets  
& Housed Units.**      [www.HarmonicDrive.net](http://www.HarmonicDrive.net)

**Harmonic Drive Gearing & Motion Control.**      [www.HarmonicDrive.net](http://www.HarmonicDrive.net)

**Precision Gearhead & Gearmotor**  
for the Motion Control Industry.      [www.baysidemotion.com](http://www.baysidemotion.com)

**Motion Control Products**  
Drives, Motors and Controller Products.      [www.parker.com](http://www.parker.com)

**THK - Linear Motion Systems** – General Catalogue.  
<https://www.thk.com/catalog>

# ANEXE

## ANEXE

<b>GHIDAJE LINIARE</b>	Ghid de alegere a preciziei în funcție de aplicația industrială	A-1
	Clasele de rigiditate în funcție de mărimea prestrângerii prealabile	A-2
	Soluții de proiectare a sistemelor de ghidaje	A-3
	Metode de fixare și asigurare a elementelor ghidajelor liniare	A-7
	Lista simbolurilor elementelor componente	A-9
	Exemple fișe de catalog pentru ghidaje liniare, utilizate în proiect	A10
<b>ȘURUBURI CU BILE</b>	Combinățiile standard între diametrele și pasul șuruburilor cu bile	A-16
	Criterii de verificare a șurubului cu bile în funcție de parametri funcționali	A-18
	Selecția tipului piulițelor șuruburilor cu bile	A-22
	Recomandări a clasei de precizie în funcție de aplicație	A-23
	Exemplu fișă de catalog pentru șurubul cu bile utilizat în proiect	A-24
<b>Servomotoare- seriile MB/MH -catalog Parker Motion Control Products</b>		A-26
Fișă de catalog pentru <b>transmisi canelate cu bile</b>		A-33
Fișă de catalog pentru <b>rulmenți cu role în cruce</b>		A-35
<b>Reductoare Stealth PS – catalog Parker Precision Gearhead &amp; Gearmotor</b>		A-37
<b>Servomotoare -seriile SM din catalogul Parker Motion Control Products</b>		A-39
<b>Reductoare armonice - seria CSF ( Harminic Drive LLC)</b>		A45
<b>Servomotoare Stealth – seriile GM - catalog Parker Precision Gearhead &amp; Gearmotor</b>		A-48

# GHIDAJE LINIARE

## Ghid de alegere a preciziei în funcție de aplicația industrială

Table14 Guideline for Accuracy Grades by Machine Type

LM Guide

Type of machine		Accuracy grades						
		Ct7	Ct5	Normal	H	P	SP	UP
Machine tool	Machining center					●	●	
	Lathe					●	●	
	Milling machine					●	●	
	Boring machine					●	●	
	Jig borer						●	●
	Grinding machine						●	●
	Electric discharge machine					●	●	●
	Punching press				●	●		
	Laser beam machine				●	●	●	
	Woodworking machine	●	●	●	●	●		
	NC drilling machine				●	●		
	Tapping center				●	●		
	Palette changer			●				
	ATC	●	●	●				
	Wire cutting machine					●	●	
Dressing machine						●	●	
Industrial robot	Cartesian coordinate			●	●	●		
	Cylindrical coordinate			●	●			
Semiconductor manufacturing equipment	Wire bonding machine					●	●	
	Prober						●	●
	Electronic component inserter				●	●		
	Printed circuit board drilling machine				●	●	●	
Other equipment	Injection molding machine			●	●			
	3D measuring instrument						●	●
	Office equipment	●	●	●	●			
	Conveyance system	●	●	●	●			
	XY table				●	●	●	
	Coating machine	●	●	●	●			
	Welding machine	●	●	●	●			
	Medical equipment			●	●			
	Digitizer				●	●	●	
Inspection equipment					●	●	●	

Ct7 : Grade Ct7

Ct5 : Grade Ct5

- Normal : Normal grade
- H : High accuracy grade
- P : Precision Grade
- SP : Super precision grade
- UP : Ultra precision grade

## Ghid de alegere a preciziei în funcție de aplicația industrială

Since the radial clearance of an LM Guide greatly affects the running accuracy, load carrying capacity and rigidity of the LM Guide, it is important to select an appropriate clearance according to the application. In general, selecting a negative clearance (i.e., a preload\* is applied) while taking into account possible vibrations and impact generated from reciprocating motion favorably affects the service life and the accuracy.

For specific radial clearances, contact THK. We will help you select the optimal clearance according to the conditions.

The clearances of all LM Guide models (except model HR, GSR and GSR-R, which are separate types) are adjusted as specified before shipment, and therefore they do not need further preload adjustment.

Preload is an internal load applied to the rolling elements (balls, rollers, etc.) of an LM block in advance in order to increase its rigidity.

Table13 Types of Radial Clearance

	Normal Clearance	Clearance C1 (Light Preload)	Clearance C0 (Medium Preload)
Condition	<ul style="list-style-type: none"> <li>The loading direction is fixed, impact and vibrations are minimal and 2 rails are installed in parallel.</li> <li>Very high precision is not required, and the sliding resistance must be as low as possible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>An overhang load or moment load is applied.</li> <li>LM Guide is used in a single-rail configuration.</li> <li>Light load and high accuracy are required.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>High rigidity is required and vibrations and impact are applied.</li> <li>Heavy-cutting machine tool</li> </ul>
Examples of applications	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beam-welding machine</li> <li>Book-binding machine</li> <li>Automatic packaging machine</li> <li>XY axes of general industrial machinery</li> <li>Automatic sash-manufacturing machine</li> <li>Welding machine</li> <li>Flame cutting machine</li> <li>Tool changer</li> <li>Various kinds of material feeder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grinding machine table feed axis</li> <li>Automatic coating machine</li> <li>Industrial robot</li> <li>various kinds of material high speed feeder</li> <li>NC drilling machine</li> <li>Vertical axis of general industrial machinery</li> <li>Printed circuit board drilling machine</li> <li>Electric discharge machine</li> <li>Measuring instrument</li> <li>Precision XY table</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Machining center</li> <li>NC lathe</li> <li>Grinding stone feed axis of grinding machine</li> <li>Milling machine</li> <li>Vertical/horizontal boring machine</li> <li>Tool rest guide</li> <li>Vertical axis of machine tool</li> </ul>

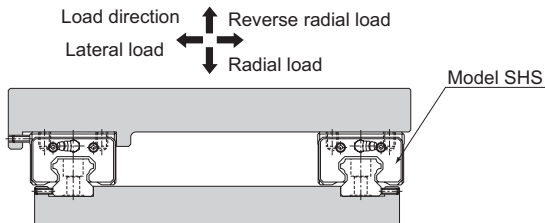
## Soluții de proiectare a sistemelor de ghidaje

THK offers various types of LM Guides in order to meet diversified conditions. Supporting ordinary horizontal mount, vertical mount, inverted mount, slant mount, wall mount and single-axis mount, the wide array of LM Guide types makes it easy to achieve a linear guide system with a long service life and high rigidity while minimizing the required space for installation.

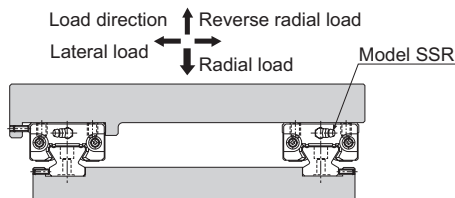
### Examples of Arrangements of the Guide System

The following are representative guide systems and arrangements when installing the LM Guide.  
(For indication of the reference surface, see A-338.)

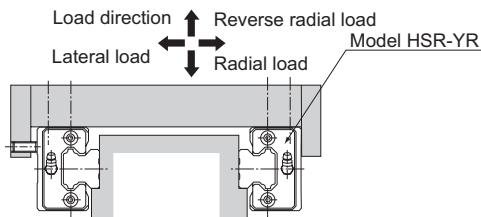
Double-rail configuration when high rigidity is required in all directions



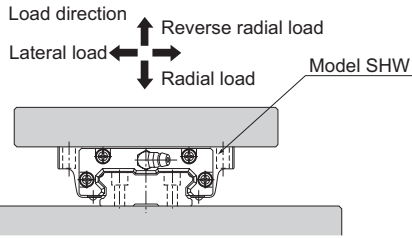
Double-rail configuration when high rigidity is required in the radial direction



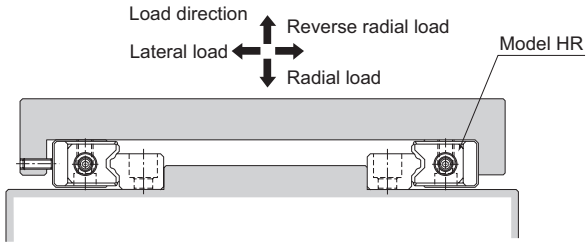
When high rigidity is required in all directions and the installation space is limited in height



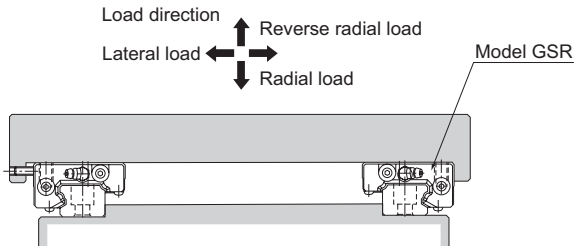
Single-rail configuration



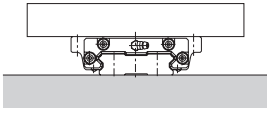
When the minimum possible height of the equipment is allowed (Adjustable preload type)



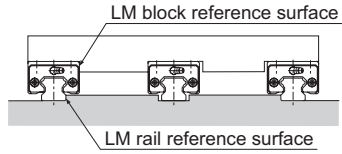
When a medium load is applied and the mounting surface is rough (Preload, self-adjusting type)



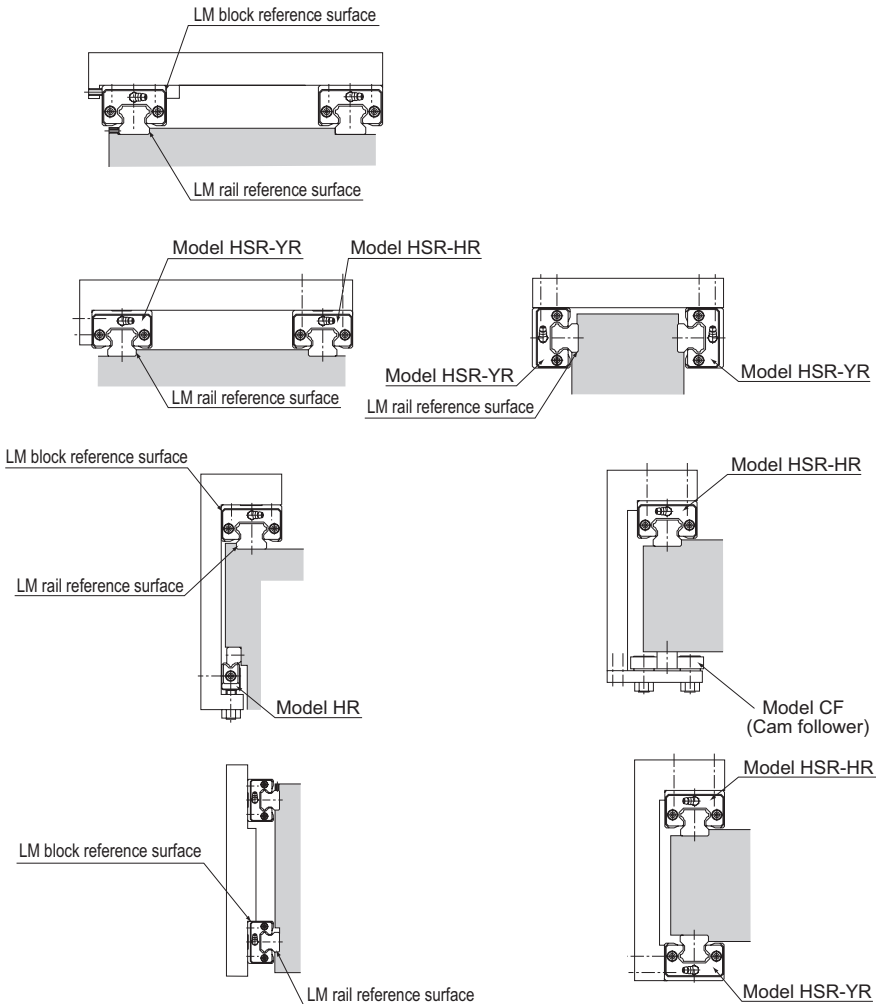
Single-rail configuration



Triple-rail configuration

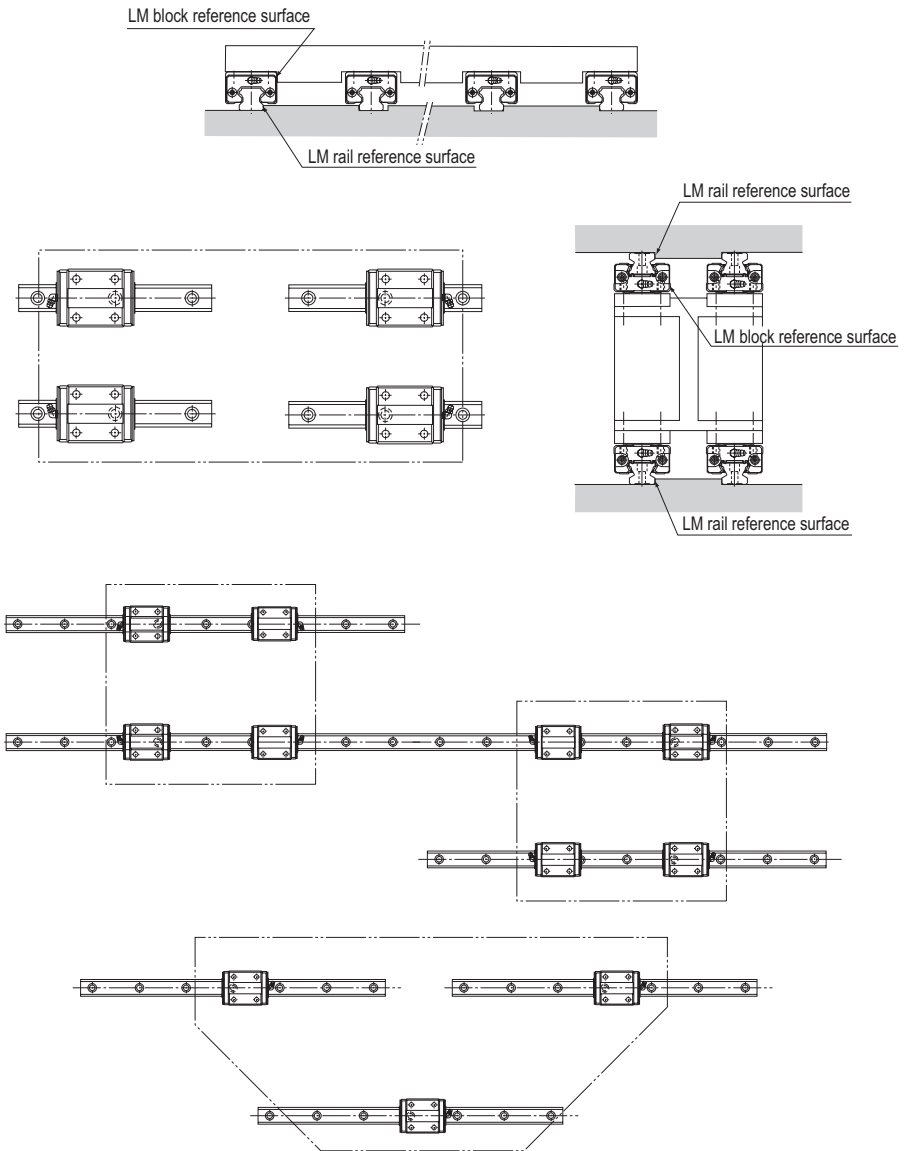


Double-rail configuration





4-rail configuration



## Metode de fixare și asigurare a elementelor ghidajelor liniare

LM Guides are categorized into groups of types by mounting space and structure: a group of types to be mounted with bolts from the top, and another of types to be mounted from the bottom. LM rails are also divided into types secured with bolts and those secured with clamps (model JR). This wide array of types allows you to make a choice according to the application.

There are several ways of mounting the LM Guide as shown in Table1. When the machine is subject to vibrations that may cause the LM rail(s) or LM blocks to loosen, we recommend the securing method indicated by Fig.1 on A-323. (If 2 or more rails are used in parallel, only the LM block on the master rail should be secured in the crosswise direction.) If this method is not applicable for a structural reason, hammer in knock pins to secure the LM block(s) as shown in Table2 on A-323. When using knock pins, machine the top/bottom surfaces of the LM rail by 2 to 3 mm using a carbide end mill before drilling the holes since the surfaces are hardened.

Table1 Major Securing Methods on the Master-rail Side

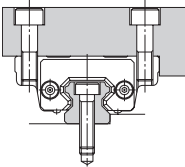
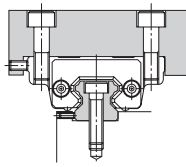
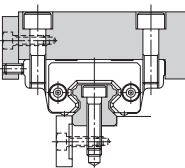
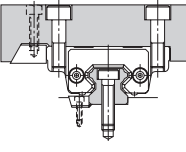
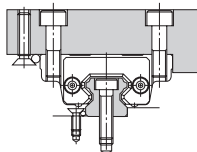
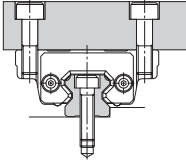
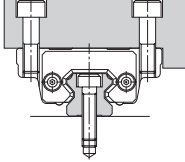
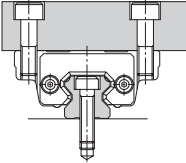
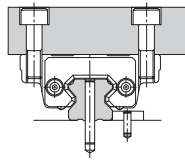
<b>(a) Secured only with side reference surfaces</b>	<b>(b) Secured with set screws</b>
	
<b>(c) Secured with a presser plate</b>	<b>(d) Secured with tapered gibs</b>
	
<b>(e) Secured with pins</b>	
	

Table2 Major Securing Methods on the Subsidiary-rail Side

(a) Secured only with the side reference surface of the rail	(b) Secured only with the side reference surface of the block
	
(c) Secured without a side reference surface	(d) Secured with dowel pins
	

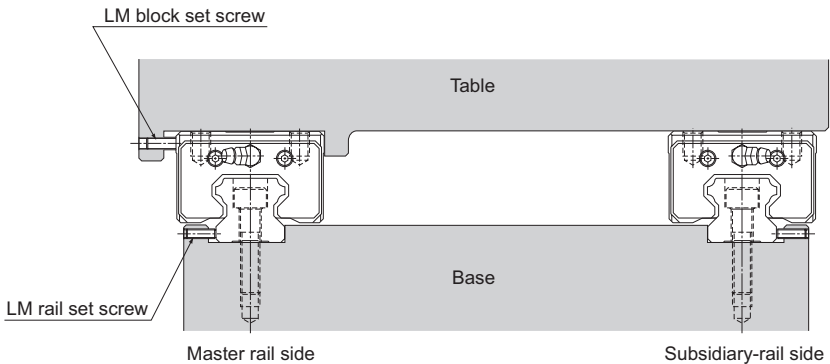
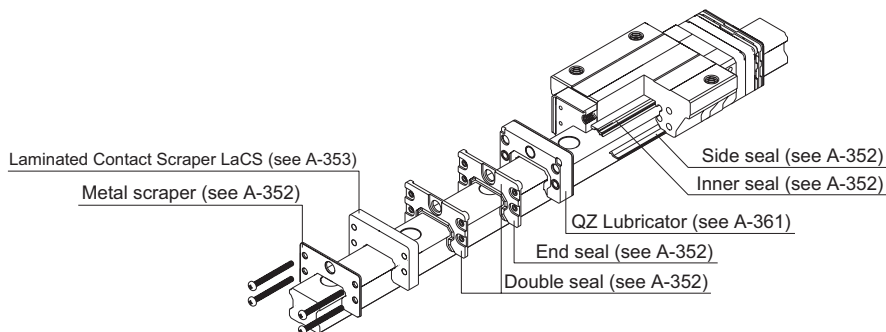


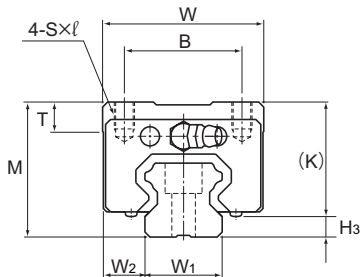
Fig.1 When the Machine Receives Vibrations or Impact

# Lista simbolurilor elementelor componente



Symbol	Lubrication and Dust Prevention Accessories
UU	End seal
SS	With end seal + side seal + inner seal
DD	With double seals + side seal + inner seal
ZZ	With end seal + side seal + inner seal + metal scraper
KK	With double seals + side seal + inner seal + metal scraper
GG	LiCS
PP	With LiCS + side seal + inner seal
SSHH	With end seal + side seal + inner seal + LaCS
DDHH	With double seals + side seal + inner seal + LaCS
ZZHH	With end seal + side seal + inner seal + metal scraper + LaCS
KKHH	With double seals + side seal + inner seal + metal scraper + LaCS
QZUU	With end seal + QZ
QZSS	With end seal + side seal + inner seal + QZ
QZDD	With double seals + side seal + inner seal + QZ
QZZZ	With end seal + side seal + inner seal + metal scraper + QZ
QZKK	With double seals + side seal + inner seal + metal scraper + QZ
QZGG	With LiCS + QZ
QZPP	With LiCS + side seal + inner seal + QZ
QZSSHH	With end seal + side seal + inner seal + LaCS + QZ
QZDDHH	With double seals + side seal + inner seal + LaCS + QZ
QZZZHH	With end seal + side seal + inner seal + metal scraper + LaCS + QZ
QZKKHH	With double seals + side seal + inner seal + metal scraper + LaCS + QZ

# Exemple fișe de catalog pentru ghidaje liniare, utilizate în proiect



Model No.	Outer dimensions			LM block dimensions										Grease nipple	H <sub>3</sub>
	Height	Width	Length	B	C	S×ℓ	L <sub>1</sub>	T	K	N	E				
	M	W	L	B	C	S×ℓ	L <sub>1</sub>	T	K	N	E				
HSR 15R HSR 15RM	28	34	56.6	26	26	M4×5	38.8	6	23.3	8.3	5.5	PB1021B	3.5		
HSR 20R HSR 20RM	30	44	74	32	36	M5×6	50.8	8	26	5	12	B-M6F	4		
HSR 20LR HSR 20LRM	30	44	90	32	50	M5×6	66.8	8	26	5	12	B-M6F	4		
HSR 25R HSR 25RM	40	48	83.1	35	35	M6×8	59.5	9	34.5	10	12	B-M6F	5.5		
HSR 25LR HSR 25LRM	40	48	102.2	35	50	M6×8	78.6	9	34.5	10	12	B-M6F	5.5		
HSR 30R HSR 30RM	45	60	98	40	40	M8×10	70.4	9	38	10	12	B-M6F	7		
HSR 30LR HSR 30LRM	45	60	120.6	40	60	M8×10	93	9	38	10	12	B-M6F	7		
HSR 35R HSR 35RM	55	70	109.4	50	50	M8×12	80.4	11.7	47.5	15	12	B-M6F	7.5		
HSR 35LR HSR 35LRM	55	70	134.8	50	72	M8×12	105.8	11.7	47.5	15	12	B-M6F	7.5		
HSR 45R HSR 45LR	70	86	139 170.8	60	60 80	M10×17	98 129.8	15	60	20	16	B-PT1/8	10		
HSR 55R HSR 55LR	80	100	163 201.1	75	75 95	M12×18	118 156.1	20.5	67	21	16	B-PT1/8	13		
HSR 65R HSR 65LR	90	126	186 245.5	76	70 120	M16×20	147 206.5	23	76	19	16	B-PT1/8	14		
HSR 85R HSR 85LR	110	156	245.6 303	100	80 140	M18×25	178.6 236	29	94	23	16	B-PT1/8	16		

## Model number coding

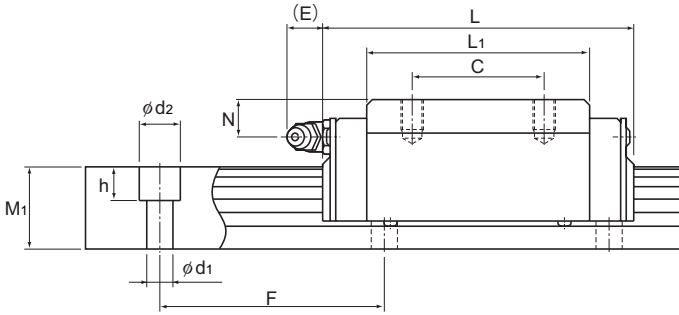
**HSR35 R 2 QZ SS C0 M +1400L P T M - II**

Model number	Type of LM block	With QZ Lubricator	Contamination protection accessory symbol (*1)	Stainless steel LM block	LM rail length (in mm)	Stainless steel LM rail	Symbol for LM rail jointed use	Symbol for No. of rails used on the same plane (*4)
	No. of LM blocks used on the same rail		Radial clearance symbol (*2) Normal (No symbol) Light preload (C1) Medium preload (C0)		Accuracy symbol (*3) Normal grade (No Symbol)/High accuracy grade (H) Precision grade (P)/Super precision grade (SP) Ultra precision grade (UP)			

(\*1) See contamination protection accessory on A-368. (\*2) See A-114. (\*3) See A-119. (\*4) See A-59.

Note) This model number indicates that a single-rail unit constitutes one set. (i.e., required number of sets when 2 rails are used in parallel is 2 at a minimum.)

Those models equipped with QZ Lubricator cannot have a grease nipple.



Unit: mm

	LM rail dimensions						Basic load rating		Static permissible moment kN-m*					Mass	
	Width W <sub>1</sub> ±0.05	W <sub>2</sub>	Height M <sub>1</sub>	Pitch F	d <sub>1</sub> × d <sub>2</sub> × h	Length* Max	C kN	C <sub>0</sub> kN	M <sub>A</sub>		M <sub>B</sub>		M <sub>C</sub>	LM block kg	LM rail kg/m
									1 block	Double blocks	1 block	Double blocks	1 block		
	15	9.5	15	60	4.5 × 7.5 × 5.3	3000 (1240)	8.33	13.5	0.0805	0.457	0.0805	0.457	0.0844	0.18	1.5
	20	12	18	60	6 × 9.5 × 8.5	3000 (1480)	13.8	23.8	0.19	1.04	0.19	1.04	0.201	0.25	2.3
	20	12	18	60	6 × 9.5 × 8.5	3000 (1480)	21.3	31.8	0.323	1.66	0.323	1.66	0.27	0.35	2.3
	23	12.5	22	60	7 × 11 × 9	3000 (2020)	19.9	34.4	0.307	1.71	0.307	1.71	0.344	0.54	3.3
	23	12.5	22	60	7 × 11 × 9	3000 (2020)	27.2	45.9	0.529	2.74	0.529	2.74	0.459	0.67	3.3
	28	16	26	80	9 × 14 × 12	3000 (2520)	28	46.8	0.524	2.7	0.524	2.7	0.562	0.9	4.8
	28	16	26	80	9 × 14 × 12	3000 (2520)	37.3	62.5	0.889	4.37	0.889	4.37	0.751	1.1	4.8
	34	18	29	80	9 × 14 × 12	3000 (2520)	37.3	61.1	0.782	3.93	0.782	3.93	0.905	1.5	6.6
	34	18	29	80	9 × 14 × 12	3000 (2520)	50.2	81.5	1.32	6.35	1.32	6.35	1.2	2	6.6
	45	20.5	38	105	14 × 20 × 17	3090	60 80.4	95.6 127	1.42 2.44	7.92 12.6	1.42 2.44	7.92 12.6	1.83 2.43	2.6 3.1	11
	53	23.5	44	120	16 × 23 × 20	3060	88.5 119	137 183	2.45 4.22	13.2 21.3	2.45 4.22	13.2 21.3	3.2 4.28	4.3 5.4	15.1
	63	31.5	53	150	18 × 26 × 22	3000	141 192	215 286	4.8 8.72	23.5 40.5	4.8 8.72	23.5 40.5	5.82 7.7	7.3 9.3	22.5
	85	35.5	65	180	24 × 35 × 28	3000	210 282	310 412	8.31 14.2	45.6 72.5	8.31 14.2	45.6 72.5	11 14.7	13 16	35.2

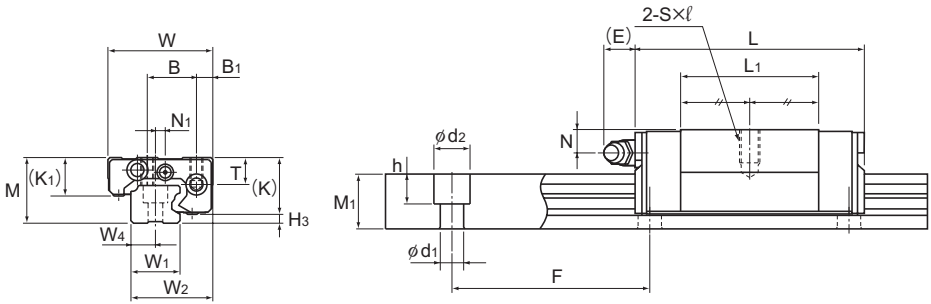
Note) Symbol M indicates that stainless steel is used in the LM block, LM rail and balls. Those models marked with this symbol are therefore highly resistant to corrosion and environment.

The maximum length under "Length\*" indicates the standard maximum length of an LM rail. (See B-82.)

Static permissible moment\*: 1 block: static permissible moment value with 1 LM block

Double blocks: static permissible moment value with 2 blocks closely contacting with each other

# Models GSR-T and GSR-V



Model GSR15T/V

Models GSR15 to 25V

Model No.	Outer dimensions			LM block dimensions													Grease nipple	H <sub>3</sub>
	Height M	Width W	Length L	B <sub>1</sub>	B	C	S×ℓ	L <sub>1</sub>	T	K	K <sub>1</sub>	N	N <sub>1</sub>	E				
GSR 15T GSR 15V	20	32	59.8 47.1	5	15	26 —	M4×7	40.2 27.5	8.25	17.5	12	4.5	3	5.5	PB107	8		
GSR 20T GSR 20V	24	43	74 58.1	7	20	30 —	M5×8	50.2 34.3	9.7	20.6	13.6	5	—	12	B-M6F	10.4		
GSR 25T GSR 25V	30	50	88 69	7	23	40 —	M6×10	60.2 41.2	12.7	25.5	16.8	7	—	12	B-M6F	13.2		
GSR 30T	33	57	103	8	26	45	M8×12	70.3	14.6	28.5	18	7	—	12	B-M6F	15		
GSR 35T	38	68	117	9	32	50	M8×15	80.3	15.6	32.5	20.5	8	—	12	B-M6F	17.5		

## Model number coding

Combination of LM rail and LM block

**GSR25 T 2 UU +1060L H T K**

Model number

Type of LM block

Contamination protection accessory symbol (\*1)

No. of LM blocks

LM rail length (in mm)

Accuracy symbol (\*2)

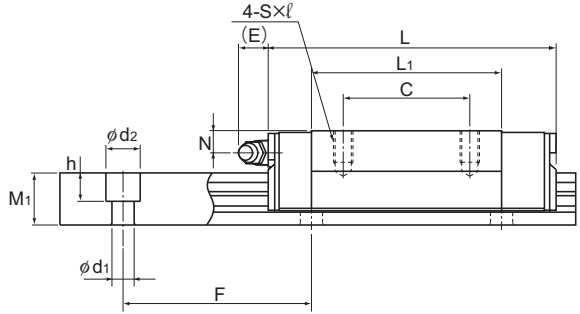
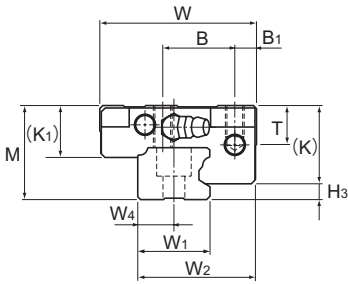
Normal grade (No Symbol)/High accuracy grade (H)  
Precision grade (P)

Symbol for LM rail jointed use

Symbol for tapped-hole LM rail type

(\*1) See contamination protection accessory on A-368. (\*2) See A-124.

Note) One set of model GSR: This model number indicates that a single-rail unit constitutes one set.



Models GSR20 to 35T, Models GSR20V and 25V

Models GSR15 to 35T

Unit: mm

LM rail dimensions							Basic load rating		Static permissible moment kN-m*				Mass	
Width			Height	Pitch		Length*	C	C <sub>0</sub>	M <sub>A</sub>		M <sub>B</sub>		LM block	LM rail
W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>4</sub>	M <sub>1</sub>	F	d <sub>1</sub> × d <sub>2</sub> × h	Max	kN	kN	1 block	Double blocks	1 block	Double blocks	kg	kg/m
15	25	7.5	11.5	60	4.5 × 7.5 × 5.3	2000	5.69 4.31	8.43 5.59	0.0525 0.0252	0.292 0.158	0.0452 0.0218	0.252 0.136	0.13 0.08	1.2
20	33	10	13	60	6 × 9.5 × 8.5	3000	9.22 7.01	13.2 8.82	0.102 0.0498	0.564 0.307	0.0885 0.0431	0.486 0.265	0.25 0.17	1.8
23	38	11.5	16.5	60	7 × 11 × 9	3000	13.5 10.29	19 12.65	0.177 0.0858	0.965 0.522	0.152 0.0742	0.831 0.451	0.5 0.29	2.6
28	44.5	14	19	80	9 × 14 × 12	3000	18.8	25.9	0.282	1.54	0.243	1.32	0.6	3.6
34	54	17	22	80	11 × 17.5 × 14	3000	25.1	33.8	0.421	2.28	0.362	1.96	1	5

Note) A moment in the direction M<sub>c</sub> can be received if two rails are used in parallel. However, since it depends on the distance between the two rails, the moment in the direction M<sub>c</sub> is omitted here.

The maximum length under "Length\*" indicates the standard maximum length of an LM rail. (See B-148.)

Static permissible moment\*: 1 block: static permissible moment value with 1 LM block

Double blocks: static permissible moment value with 2 blocks closely contacting with each other

**Model number coding**

LM block

**GSR25 T UU**

Model number

Contamination protection accessory symbol (\*1)

Type of LM block

LM rail

**GSR25 -1060L H K**

Model number

LM rail length (in mm)

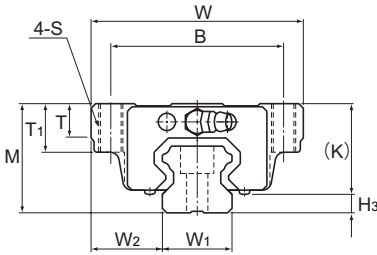
Symbol for tapped-hole LM rail type

Accuracy symbol (\*2)  
Normal grade (No Symbol)  
High accuracy grade (H)  
Precision grade (P)

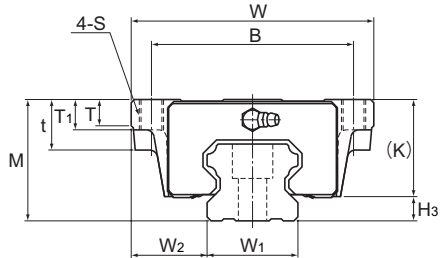
(\*1) See contamination protection accessory on A-368. (\*2) See A-124.



# Models HSR-A and HSR-AM, Models HSR-LA and HSR-LAM



Models HSR15 to 35A/LA/AM/LAM



Models HSR45 to 85A/LA

Model No.	Outer dimensions			LM block dimensions											Grease nipple	H <sub>3</sub>
	Height	Width	Length	B	C	S	L <sub>1</sub>	t	T	T <sub>1</sub>	K	N	E			
	M	W	L	B	C	S	L <sub>1</sub>	t	T	T <sub>1</sub>	K	N	E		H <sub>3</sub>	
HSR 15A HSR 15AM	24	47	56.6	38	30	M5	38.8	—	7	11	19.3	4.3	5.5	PB1021B	3.5	
HSR 20A HSR 20AM	30	63	74	53	40	M6	50.8	—	10	9.5	26	5	12	B-M6F	4	
HSR 20LA HSR 20LAM	30	63	90	53	40	M6	66.8	—	10	9.5	26	5	12	B-M6F	4	
HSR 25A HSR 25AM	36	70	83.1	57	45	M8	59.5	—	11	16	30.5	6	12	B-M6F	5.5	
HSR 25LA HSR 25LAM	36	70	102.2	57	45	M8	78.6	—	11	16	30.5	6	12	B-M6F	5.5	
HSR 30A HSR 30AM	42	90	98	72	52	M10	70.4	—	9	18	35	7	12	B-M6F	7	
HSR 30LA HSR 30LAM	42	90	120.6	72	52	M10	93	—	9	18	35	7	12	B-M6F	7	
HSR 35A HSR 35AM	48	100	109.4	82	62	M10	80.4	—	12	21	40.5	8	12	B-M6F	7.5	
HSR 35LA HSR 35LAM	48	100	134.8	82	62	M10	105.8	—	12	21	40.5	8	12	B-M6F	7.5	
HSR 45A HSR 45LA	60	120	139 170.8	100	80	M12	98 129.8	25	13	15	50	10	16	B-PT1/8	10	
HSR 55A HSR 55LA	70	140	163 201.1	116	95	M14	118 156.1	29	13.5	17	57	11	16	B-PT1/8	13	
HSR 65A HSR 65LA	90	170	186 245.5	142	110	M16	147 206.5	37	21.5	23	76	19	16	B-PT1/8	14	
HSR 85A HSR 85LA	110	215	245.6 303	185	140	M20	178.6 236	55	28	30	94	23	16	B-PT1/8	16	

## Model number coding

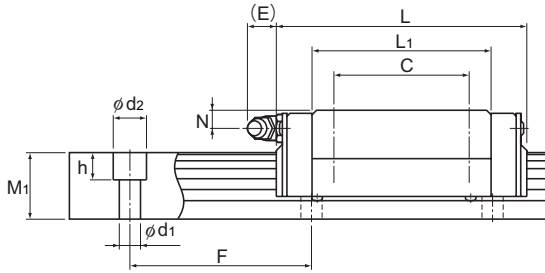
**HSR25 A 2 QZ UU C0 M +1200L P T M - II**

Model number	Type of LM block	With QZ Lubricator	Contamination protection accessory symbol (*1)	Stainless steel LM block	LM rail length (in mm)	Stainless steel LM rail jointed use	Symbol for No. of rails used on the same plane (*4)
	No. of LM blocks used on the same rail		Radial clearance symbol (*2) Normal (No symbol) Light preload (C1) Medium preload (C0)		Accuracy symbol (*3) Normal grade (No Symbol)/High accuracy grade (H) Precision grade (P)/Super precision grade (SP) Ultra precision grade (UP)		

(\*1) See contamination protection accessory on A-368. (\*2) See A-114. (\*3) See A-119. (\*4) See A-59.

Note) This model number indicates that a single-rail unit constitutes one set. (i.e., required number of sets when 2 rails are used in parallel is 2 at a minimum.)

Those models equipped with QZ Lubricator cannot have a grease nipple.



Unit: mm

	LM rail dimensions						Basic load rating		Static permissible moment kN-m*					Mass	
	Width $W_1$ $\pm 0.05$	$W_2$	Height $M_1$	Pitch $F$	$d_1 \times d_2 \times h$	Length* Max	$C$ kN	$C_0$ kN	$M_A$		$M_B$		$M_C$	LM block kg	LM rail kg/m
									1 block	Double blocks	1 block	Double blocks	1 block		
	15	16	15	60	4.5×7.5×5.3	3000 (1240)	8.33	13.5	0.0805	0.457	0.0805	0.457	0.0844	0.2	1.5
	20	21.5	18	60	6×9.5×8.5	3000 (1480)	13.8	23.8	0.19	1.04	0.19	1.04	0.201	0.35	2.3
	20	21.5	18	60	6×9.5×8.5	3000 (1480)	21.3	31.8	0.323	1.66	0.323	1.66	0.27	0.47	2.3
	23	23.5	22	60	7×11×9	3000 (2020)	19.9	34.4	0.307	1.71	0.307	1.71	0.344	0.59	3.3
	23	23.5	22	60	7×11×9	3000 (2020)	27.2	45.9	0.529	2.74	0.529	2.74	0.459	0.75	3.3
	28	31	26	80	9×14×12	3000 (2520)	28	46.8	0.524	2.7	0.524	2.7	0.562	1.1	4.8
	28	31	26	80	9×14×12	3000 (2520)	37.3	62.5	0.889	4.37	0.889	4.37	0.751	1.3	4.8
	34	33	29	80	9×14×12	3000 (2520)	37.3	61.1	0.782	3.93	0.782	3.93	0.905	1.6	6.6
	34	33	29	80	9×14×12	3000 (2520)	50.2	81.5	1.32	6.35	1.32	6.35	1.2	2	6.6
	45	37.5	38	105	14×20×17	3090	60 80.4	95.6 127	1.42 2.44	7.92 12.6	1.42 2.44	7.92 12.6	1.83 2.43	2.8 3.3	11
	53	43.5	44	120	16×23×20	3060	88.5 119	137 183	2.45 4.22	13.2 21.3	2.45 4.22	13.2 21.3	3.2 4.28	4.5 5.7	15.1
	63	53.5	53	150	18×26×22	3000	141 192	215 286	4.8 8.72	23.5 40.5	4.8 8.72	23.5 40.5	5.82 7.7	8.5 10.7	22.5
	85	65	65	180	24×35×28	3000	210 282	310 412	8.31 14.2	45.6 72.5	8.31 14.2	45.6 72.5	11 14.7	17 23	35.2

Note) Symbol M indicates that stainless steel is used in the LM block, LM rail and balls. Those models marked with this symbol are therefore highly resistant to corrosion and environment.

The maximum length under "Length\*" indicates the standard maximum length of an LM rail. (See B-82.)

Static permissible moment\*: 1 block: static permissible moment value with 1 LM block

Double blocks: static permissible moment value with 2 blocks closely contacting with each other

## A-15

# Combi-națiile standard între diametrele și pasul șuruburilor cu bile

Table16 Standard Combinations of Screw Shaft and Lead (Precision Ball Screw)

Unit: mm

Screw shaft outer diameter	Lead																					
	1	2	4	5	6	8	10	12	15	16	20	24	25	30	32	36	40	50	60	80	90	100
4	●																					
5	●																					
6	●																					
8	●	●						●	○													
10		●	●					●	○													
12		●		●			●															
13											○											
14		●	●	●			●															
15								●			●			○			○					
16			○	●	○		○			●												
18								●														
20			○	●	○	○	●	○			●						○		○			
25			○	●	○	○	●	○		○	●		○					○				
28				○	●	○	○															
30																			○		○	
32			○	●	●	○	●	○			○					○						
36					○	○	●	○		○	○	○				○						
40				○	○	○	●	●		○	○			○			○			○		
45					○	○	○	○		○	○											
50				○		○	●	○		○	○			○		○		○				○
55								○	○		○	○		○		○						
63								○	○		○	○										
70								○	○			○										
80								○	○			○										
100												○										

●: off-the-shelf products [standard-stock products equipped with the standardized screw shafts (with unfinished shaft ends/finished shaft ends)]  
○: Semi-standard stock

Table17 shows the standard combinations of shaft diameter and lead for the rolled Ball Screw.

Table17 Standard Combinations of Screw Shaft and Lead (Rolled Ball Screw)

Unit: mm

Screw shaft outer diameter	Lead																			
	1	2	4	5	6	8	10	12	16	20	24	25	30	32	36	40	50	60	80	100
6	●																			
8		●																		
10		●			○															
12		●				○														
14			●	●																
15							●		●			●								
16				●					●											
18						●														
20				●				●		●						●				
25				●				●				●					●			
28					●															
30																		●		
32								●						●						
36								●		●	●				●					
40								●								●			●	
45									●											
50										●							●			●

●: Standard stock  
○: Semi-standard stock

# CRITERII DE VERIFICARE A ȘURUBULUI CU BILE ÎN FUNCȚIE DE PARAMETRI FUNCȚIONALI

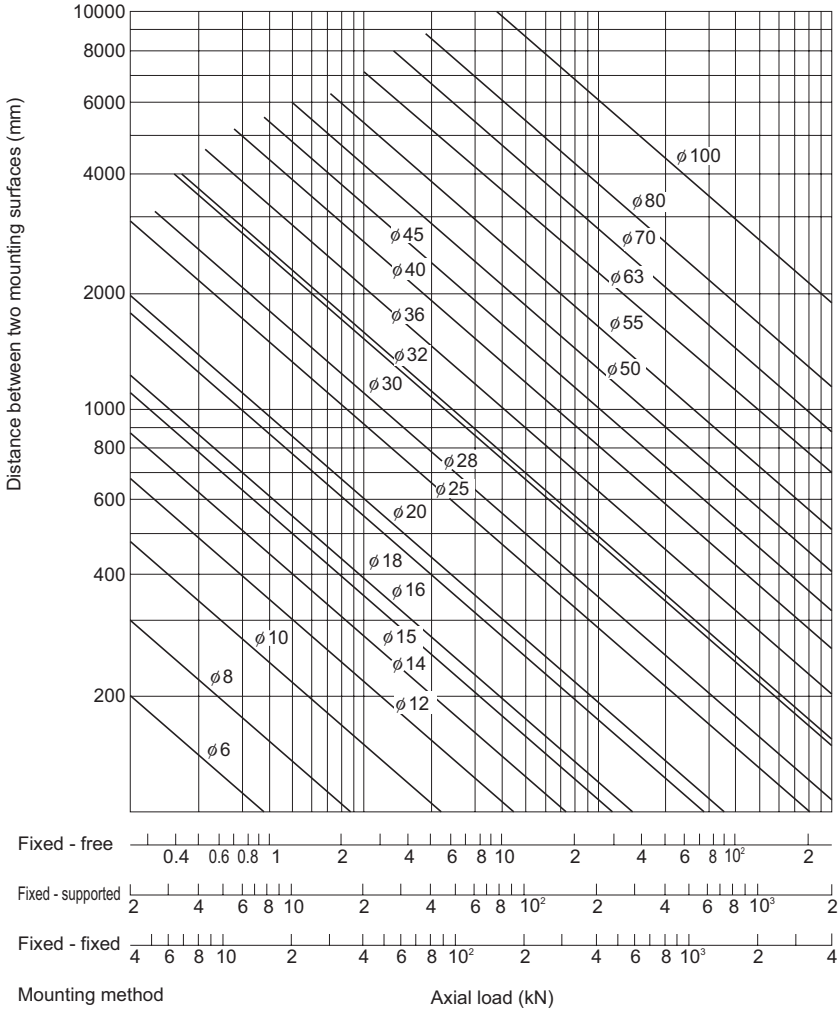


Fig.8 Permissible Tensile Compressive Load Diagram

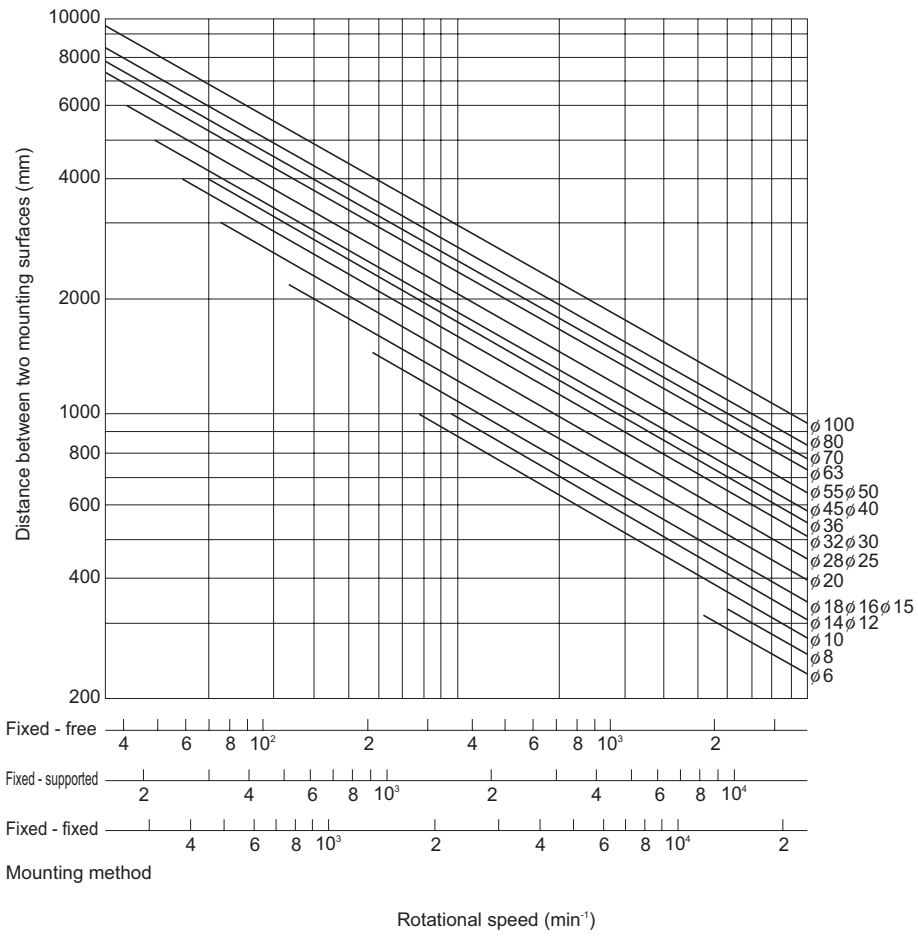


Fig.9 Permissible Rotational Speed Diagram

● For Fixed-Fixed Configuration

$$K_s = \frac{A \cdot E \cdot L}{1000 \cdot a \cdot b} \dots\dots(34)$$

$K_s$  becomes the lowest and the elastic displacement in the axial direction is the greatest at the position of  $a = b = \frac{L}{2}$ .

$$K_s = \frac{4A \cdot E}{1000L}$$

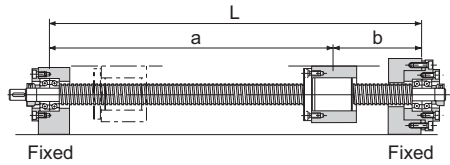


Fig.11 on A-709 shows an axial rigidity diagram of the screw shaft in this configuration.

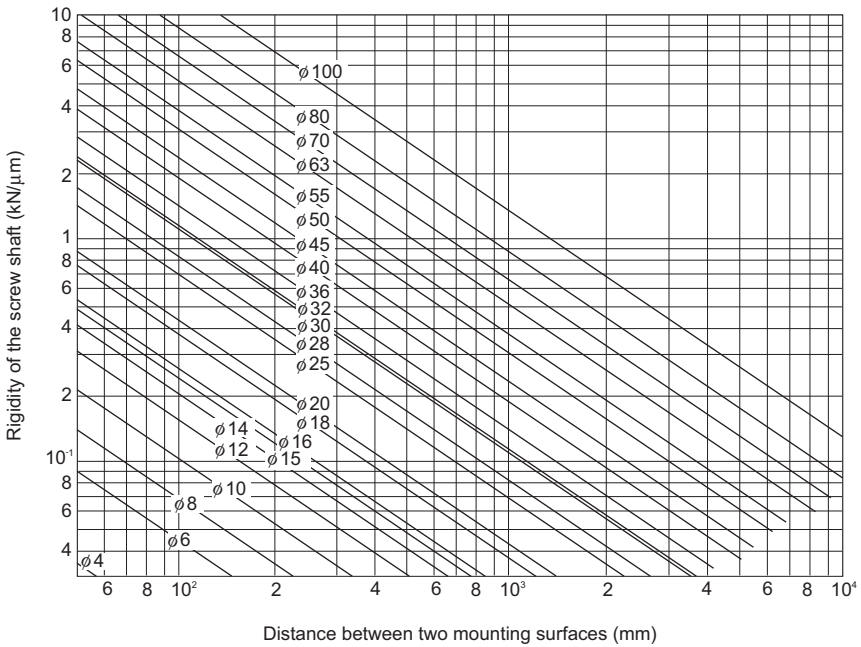


Fig.10 Axial Rigidity of the Screw Shaft (Fixed-Free, Fixed-Supported)

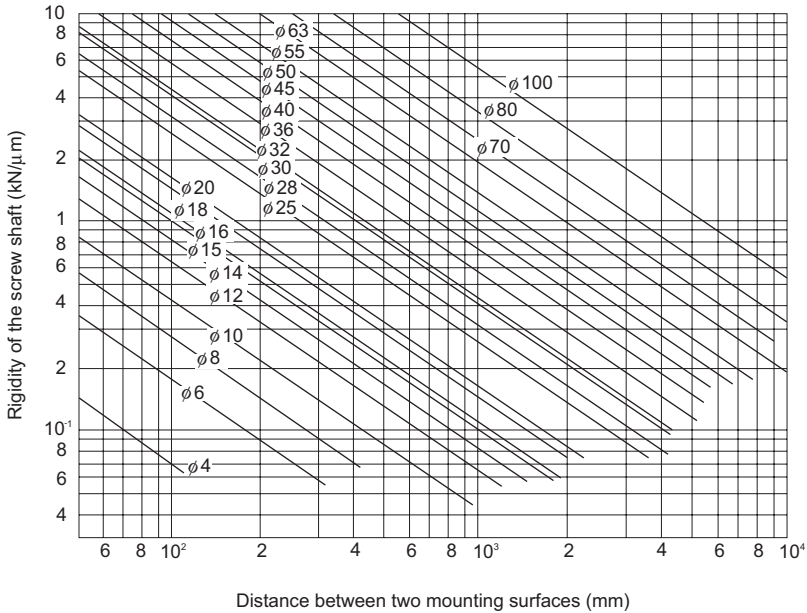


Fig.11 Axial Rigidity of the Screw Shaft (Fixed-Fixed)

**[Axial rigidity of the nut]**

The axial rigidity of the nut varies widely with preloads.

● **No Preload Type**

The logical rigidity in the axial direction when an axial load accounting for 30% of the basic dynamic load rating (Ca) is applied is indicated in the specification tables of the corresponding model number. This value does not include the rigidity of the components related to the nut-mounting bracket. In general, set the rigidity at roughly 80% of the value in the table.

The rigidity when the applied axial load is not 30% of the basic dynamic load rating (Ca) is calculated using the equation (35) below.

$$K_N = K \left( \frac{F_a}{0.3C_a} \right)^{\frac{1}{3}} \times 0.8 \dots\dots(35)$$

- $K_N$  : Axial rigidity of the nut (N/μm)
- $K$  : Rigidity value in the specification tables (N/μm)
- $F_a$  : Applied axial load (N)
- $C_a$  : Basic dynamic load rating (N)



## Selecția tipului piulițelor șuruburilor cu bile

### Types of Nuts

The nuts of the Ball Screws are categorized by the ball circulation method into the return-pipe type, the deflector type and end the cap type. These three nut types are described as follows.

In addition to the circulation methods, the Ball Screws are categorized also by the preloading method.

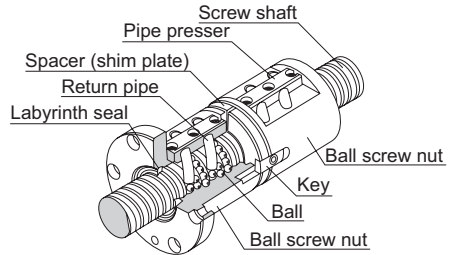
#### [Types by Ball Circulation Method]

##### ● Return-pipe Type

(Models SBN, BNF, BNT, BNFN, BIF and BTK)

##### Return-piece Type (Model HBN)

These are most common types of nuts that use a return pipe for ball circulation. The return pipe allows balls to be picked up, pass through the pipe, and return to their original positions to complete infinite motion.

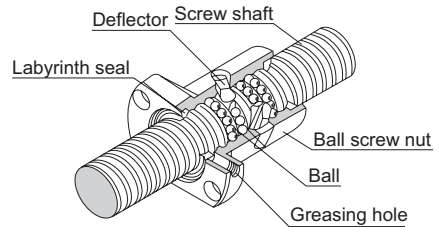


Example of Structure of Return-Pipe Nut

##### ● Deflector Type

(Models DK, DKN, DIK, JPF and DIR)

These are the most compact type of nut. The balls change their traveling direction with a deflector, pass over the circumference of the screw shaft, and return to their original positions to complete an infinite motion.

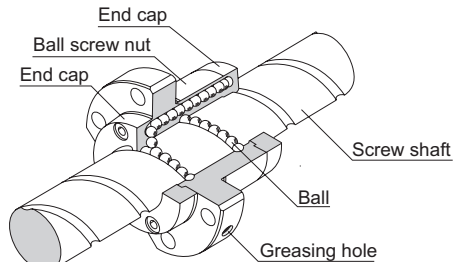


Example of Structure of Simple Nut

##### ● End-cap Type: Large lead Nut

(Models SBK, BLK, WGF, BLW, WTF, CNF and BLR)

These nuts are most suitable for the fast feed. The balls are picked up with an end cap, pass through the through hole of the nut, and return to their original positions to complete an infinite motion.



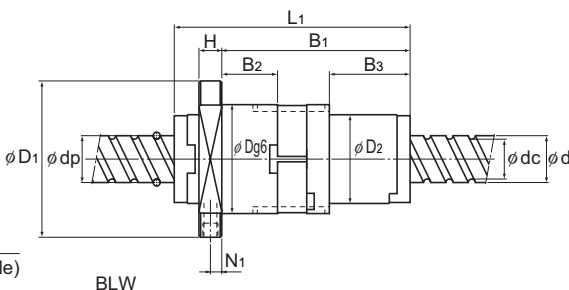
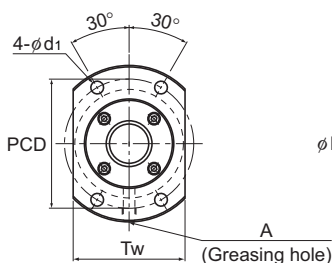
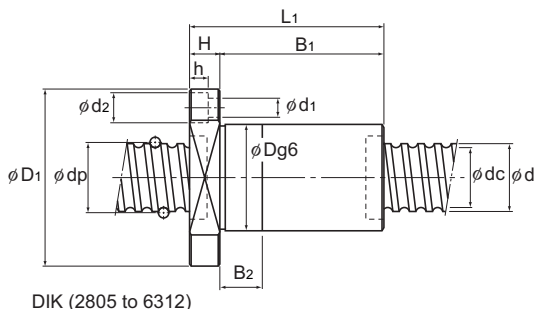
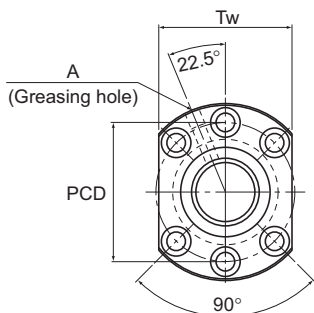
Example of Structure of Large lead Nut

## Recomandări a clasei de precizie a șuruburilor cu bile în funcție de aplicație

Applications		Shaft	Accuracy grades							
			C0	C1	C2	C3	C5	C7	C8	C10
NC machine tools	Lathe	X		●	●	●	●			
		Z				●	●			
	Machining center	XY			●	●	●			
		Z			●	●	●			
	Drilling machine	XY				●	●			
		Z					●	●		
	Jig borer	XY	●	●						
		Z	●	●						
	Surface grinder	X				●	●			
		Y		●	●	●	●			
		Z		●	●	●	●			
	Cylindrical grinder	X	●	●	●					
		Z		●	●	●				
	Electric discharge machine	XY	●	●	●					
		Z		●	●	●	●			
	Electric discharge machine	XY	●	●	●					
Z		●	●	●	●					
Wire cutting machine	UV		●	●	●					
Punching press	XY				●	●	●			
Laser beam machine	X				●	●	●			
	Z				●	●	●			
Woodworking machine						●	●	●	●	
General-purpose machine; dedicated machine					●	●	●	●	●	
Industrial robot	Cartesian coordinate	Assembly				●	●	●	●	
		Other					●	●	●	●
	Vertical articulated type	Assembly					●	●	●	
		Other						●	●	
Cylindrical coordinate					●	●	●			
Semiconductor manufacturing machine	Photolithography machine		●	●						
	Chemical treatment machine				●	●	●	●	●	●
	Wire bonding machine			●	●					
	Prober		●	●	●	●				
	Printed circuit board drilling machine			●	●	●	●	●		
Electronic component inserter				●	●	●	●			
3D measuring instrument			●	●	●					
Image processing machine			●	●	●					
Injection molding machine							●	●	●	
Office equipment							●	●	●	

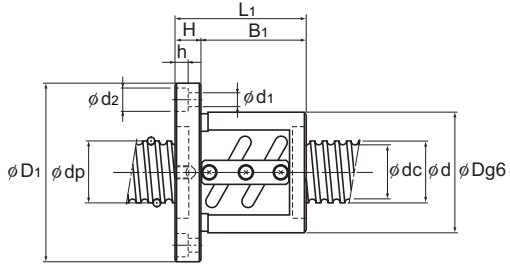
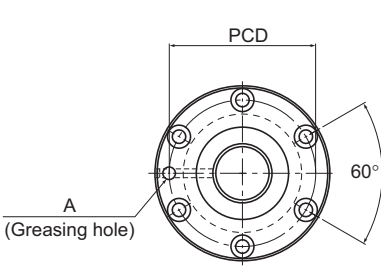
# Exemplu fișă de catalog pentru șurubul cu bile utilizat în proiect

Screw shaft outer diameter	32
Lead	8 to 32

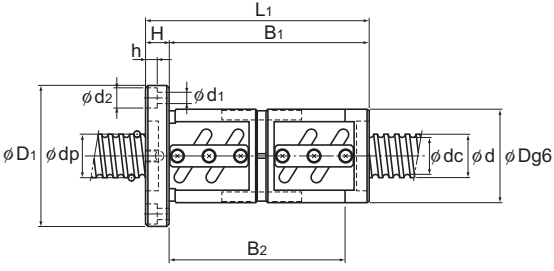
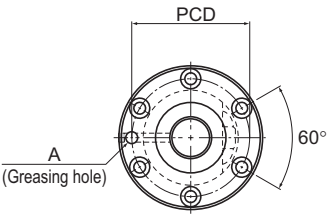


Screw shaft outer diameter d	Lead Ph	Model No.	Ball center- to-center diameter dp	Thread minor diameter dc	No. of loaded circuits Rows x turns	Basic load rating		Rigidity K N/μm	Outer diameter		
						Ca kN	Ca kN		D	Flange diameter D1	D2
32	8	○ BIF 3208A-5	33.25	27.5	1×2.5	17.8	42.2	610	66	100	—
		○ BIF 3208A-7	33.25	27.5	1×3.5	23.8	59.1	840	66	100	—
		○ BNFN 3208A-2.5	33.25	27.5	1×2.5	17.8	42.2	610	66	100	—
		○ BNFN 3208A-3	33.25	27.5	2×1.5	20.9	50.7	730	66	100	—
		○ BNFN 3208A-4.5	33.25	27.5	3×1.5	29.5	76	1070	66	100	—
	○ BNFN 3208A-5	33.25	27.5	2×2.5	32.3	84.4	1180	66	100	—	
	10	DIK 3210-6	33.75	26.4	3×1	25.7	52.2	600	54	87	—
		○ BIF 3210A-5	33.75	26.4	1×2.5	26.1	56.2	640	74	108	—
		○ BNFN 3210A-2.5	33.75	26.4	1×2.5	26.1	56.2	640	74	108	—
		○ BNFN 3210A-3	33.75	26.4	2×1.5	30.5	67.4	750	74	108	—
		○ BNFN 3210A-3.5	33.75	26.4	1×3.5	34.8	78.6	870	74	108	—
		○ BNFN 3210A-5	33.75	26.4	2×2.5	47.2	112.7	1230	74	108	—
		○ BNFN 3212-3.5	34	26.1	1×3.5	40.4	87.5	890	76	121	—
	32	12	BLW 3232-3.6	33.25	28.3	2×1.8	23.7	59.5	880	68	99

Note) The model numbers in dimmed type indicate semi-standard types. If desiring them, contact THK.  
Those models marked with ○ can be attached with QZ Lubricator or the wiper ring.  
For dimensions of the ball screw nut with either accessory being attached, see B-778.  
Model BLW cannot be attached with seal.



BIF



BNFN

Unit: mm

Nut dimensions													Screw shaft inertial moment/mm <sup>3</sup>	Nut mass kg	Shaft mass kg/m
Overall length	H	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	PCD	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	h	Tw	N <sub>i</sub>	Greasing hole A				
82	15	67	—	—	82	9	14	8.5	—	—	M6	8.08 × 10 <sup>-3</sup>	1.93	5.39	
98	15	83	—	—	82	9	14	8.5	—	—	M6	8.08 × 10 <sup>-3</sup>	2.21	5.39	
106	15	91	—	—	82	9	14	8.5	—	—	M6	8.08 × 10 <sup>-3</sup>	2.36	5.39	
135	15	120	—	—	82	9	14	8.5	—	—	M6	8.08 × 10 <sup>-3</sup>	2.88	5.39	
167	15	152	—	—	82	9	14	8.5	—	—	M6	8.08 × 10 <sup>-3</sup>	3.45	5.39	
154	15	139	—	—	82	9	14	8.5	—	—	M6	8.08 × 10 <sup>-3</sup>	3.21	5.39	
110	15	95	25	—	69	9	14	8.5	66	—	M6	8.08 × 10 <sup>-3</sup>	1.57	4.98	
100	15	85	—	—	90	9	14	8.5	—	—	M6	8.08 × 10 <sup>-3</sup>	2.92	4.98	
130	15	115	99	—	90	9	14	8.5	—	—	M6	8.08 × 10 <sup>-3</sup>	3.64	4.98	
167	15	152	136	—	90	9	14	8.5	—	—	M6	8.08 × 10 <sup>-3</sup>	4.53	4.98	
150	15	135	119	—	90	9	14	8.5	—	—	M6	8.08 × 10 <sup>-3</sup>	4.12	4.98	
190	15	175	159	—	90	9	14	8.5	—	—	M6	8.08 × 10 <sup>-3</sup>	5.08	4.98	
98	15	83	25	—	69	9	14	8.5	66	—	M6	8.08 × 10 <sup>-3</sup>	1.43	5.2	
170	18	152	—	—	98	11	17.5	11	—	—	M6	8.08 × 10 <sup>-3</sup>	5.26	4.9	
155	15	127	42.4	55.4	81	9	—	—	70	6	M6	8.08 × 10 <sup>-3</sup>	3.19	5.83	

For model number coding, see B-718.

# A-25

Description of Each Option⇒A-815 Dimensions⇒B-777

# Servomotoare- seriile MB/MH catalog Parker Motion Control Products

## MB / MH Motors, Size 105 - 2.2...8 Nm

Model	Size	Stall		Nominal			Peak Torque <sup>(1)</sup>	Inertia		Ke <sup>(2)(3)</sup>	Kt <sup>(2)(3)</sup>
		Torque <sup>(1)</sup>	Current	Torque <sup>(1)</sup>	Speed	Current		No brake	With brake		
		T <sub>065</sub> (T <sub>105</sub> ) [Nm]	I <sub>065</sub> [A]	T <sub>n065</sub> [Nm]	n [min <sup>-1</sup> ]	I <sub>n065</sub> [A]	T <sub>max</sub> [Nm]	J [kgmm <sup>2</sup> ]	J [kgmm <sup>2</sup> ]	Ke [Vs]	Kt [Nm/A <sub>rms</sub> ]
M_105 16 02	105	2.2 (3.5)	1.5	2.2	1600	1.4	11.0	190	253	0.9	1.63
M_105 25 02			2.1	2.1	2500	2.0				0.6	1.11
M_105 30 02			2.8	2.1	3000	2.6				0.5	0.83
M_105 50 02			4.3	1.8	5000	3.5				0.3	0.55
M_105 16 04		4.0 (6.1)	2.6	4.0	1600	2.5	19.5	340	403	1.0	1.65
M_105 25 04			3.8	3.7	2500	3.5				0.7	1.13
M_105 30 04			5.0	3.6	3000	4.4				0.5	0.85
M_105 50 04			7.4	2.7	5000	5.0				0.3	0.58
M_105 16 06		6.0 (8.3)	3.9	5.9	1600	3.7	26.2	480	543	1.0	1.65
M_105 25 06			5.6	5.5	2500	5.0				0.7	1.15
M_105 30 06			7.4	5.2	3000	6.4				0.5	0.87
M_105 50 06			11.2	3.6	5000	6.7				0.3	0.58
M_105 16 08		8.0 (10.0)	5.2	7.8	1600	5.0	31.7	620	683	1.0	1.65
M_105 25 08			7.5	7.2	2500	6.6				0.7	1.15
M_105 30 08			9.7	6.8	3000	8.2				0.5	0.88
M_105 50 08			14.2	4.4	5000	7.9				0.4	0.61

## 400 VAC

Model	Size	Stall		Nominal			Peak Torque <sup>(1)</sup>	Inertia		Ke <sup>(2)(3)</sup>	Kt <sup>(2)(3)</sup>
		Torque <sup>(1)</sup>	Current	Torque <sup>(1)</sup>	Speed	Current		No brake	With brake		
		T <sub>065</sub> (T <sub>105</sub> ) [Nm]	I <sub>065</sub> [A]	T <sub>n065</sub> [Nm]	n [min <sup>-1</sup> ]	I <sub>n065</sub> [A]	T <sub>max</sub> [Nm]	J [kgmm <sup>2</sup> ]	J [kgmm <sup>2</sup> ]	Ke [Vs]	Kt [Nm/A <sub>rms</sub> ]
M_105 30 02	105	2.2 (3.5)	1.5	2.1	3000	1.4	11.0	190	253	0.9	1.63
M_105 45 02			2.1	1.9	4500	1.8				0.6	1.11
M_105 60 02			2.8	1.7	6000	2.2				0.5	0.83
M_105 30 04			2.6	3.6	3000	2.3				19.5	340
M_105 45 04		3.8	3.0	4500	2.8	0.7	1.13				
M_105 60 04		5.0	2.4	6000	3.0	0.5	0.85				
M_105 30 06		3.9	5.3	3000	3.4	26.2	480	543	1.0		
M_105 45 06		5.6	4.1	4500	3.8				0.7	1.15	
M_105 60 06		7.4	3.0	6000	3.7				0.5	0.87	
M_105 30 08		5.2	6.9	3000	4.4				31.7	620	683
M_105 45 08		7.5	5.2	4500	4.9	0.7	1.15				
M_105 60 08		9.7	3.6	6000	4.4	0.5	0.88				

<sup>(1)</sup> Data referred to motor suspend in horizontal position in free still air, 20 °C ambient temperature

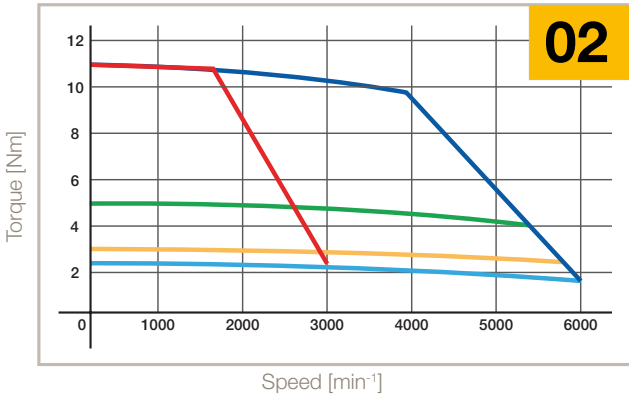
<sup>(2)</sup> Data measured at 20 °C. When "hot" consider 5 % derating

<sup>(3)</sup> Tolerance data ±10 %

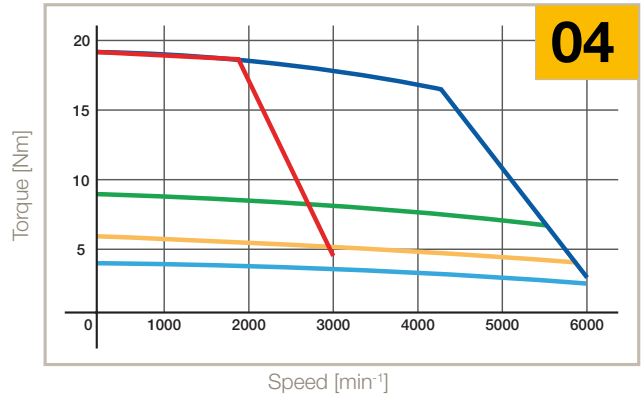
Speed Torque Curves

MB/MH105

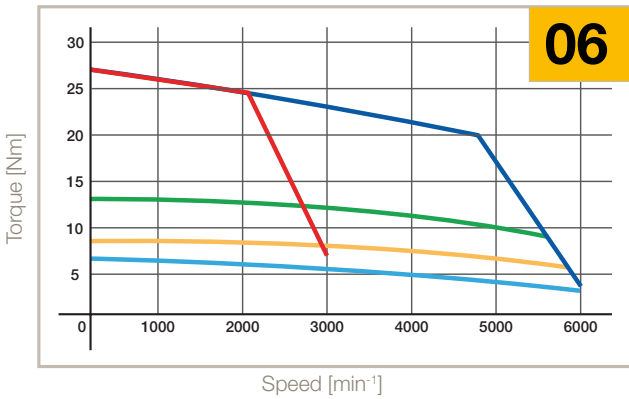
3000 min<sup>-1</sup> 230 V - 6000 min<sup>-1</sup> 400 V



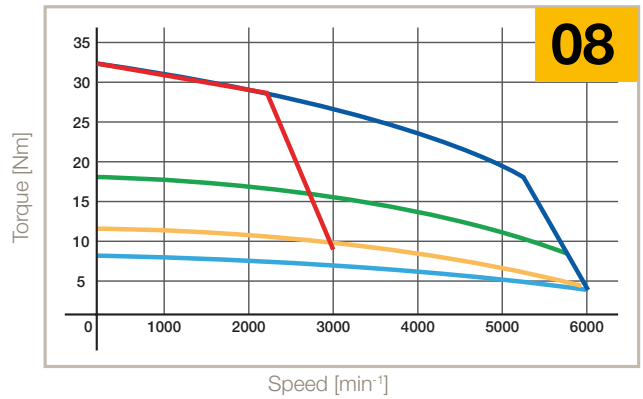
3000 min<sup>-1</sup> 230 V - 6000 min<sup>-1</sup> 400 V



3000 min<sup>-1</sup> 230 V - 6000 min<sup>-1</sup> 400 V



3000 min<sup>-1</sup> 230 V - 6000 min<sup>-1</sup> 400 V



- S1 65 K, ΔT
- S3 10 %, 5 min, 400 V
- S3 10 %, 5 min, 230 V
- S3 50 %, 5 min
- S3 20 %, 5 min

Motors  
MB / MH Series

Fișe de catalog pentru servomotoare  
seriile MB/MH din catalogul Parker  
Motion Control Products

Model	Size	Stall		Nominal			Peak Torque <sup>(1)</sup>	Inertia		Ke <sup>(2)(3)</sup>	Kt <sup>(2)(3)</sup>
		Torque <sup>(1)</sup>	Current	Torque <sup>(1)</sup>	Speed	Current		No brake	With brake		
		T <sub>065</sub> (T <sub>105</sub> ) [Nm]	I <sub>065</sub> [A]	T <sub>n065</sub> [Nm]	n [min <sup>-1</sup> ]	I <sub>n065</sub> [A]	T <sub>max</sub> [Nm]	J [kgmm <sup>2</sup> ]	J [kgmm <sup>2</sup> ]	Ke [Vs]	Kt [Nm/A <sub>rms</sub> ]
M_145 5,5 04	145	4.5 (9)	1.1	4.6	550	1.1	28	780	975	2.1	3.65
M_145 11 04			2.3	4.6	1100	2.4				1.2	2.03
M_145 16 04			3.4	4.5	1600	3.3				0.8	1.42
M_145 25 04			4.7	4.3	2500	4.5				0.6	1.01
M_145 40 04			8.1	4.1	4000	7.2				0.4	0.60
M_145 5,5 08		8.7 (16)	2.0	8.7	550	2.0	49	1050	1245	2.7	4.69
M_145 11 08			3.7	8.7	1100	3.6				1.4	2.49
M_145 16 08			5.4	8.6	1600	5.2				1.0	1.70
M_145 25 08			8.2	8.1	2500	7.4				0.7	1.14
M_145 40 08			12.3	7.0	4000	9.7				0.4	0.76
M_145 5,5 15		15.0 (27)	3.3	15.0	550	3.2	86	1600	1795	2.9	4.94
M_145 11 15			6.2	14.7	1100	5.9				1.5	2.59
M_145 16 15			9.1	14.3	1600	8.5				1.0	1.78
M_145 25 15			14.2	13.6	2500	12.5				0.7	1.14
M_145 40 15			21.3	10.9	4000	15.0				0.4	0.76
M_145 5,5 22		22.0 (37)	4.7	21.9	550	4.6	117	2150	2345	2.9	5.03
M_145 11 22			8.9	21.3	1100	8.4				1.5	2.65
M_145 16 22			13.1	20.8	1600	12.1				1.0	1.80
M_145 25 22			20.8	19.1	2500	17.6				0.7	1.13
M_145 40 22			31.1	13.4	4000	18.6				0.4	0.76
M_145 5,5 28		28.0 (45)	5.9	27.8	550	5.8	143	2700	2895	2.9	5.07
M_145 11 28			11.3	26.9	1100	10.6				1.5	2.65
M_145 16 28			17.0	26.2	1600	15.5				1.0	1.78
M_145 25 28			26.5	23.2	2500	21.4				0.7	1.13
M_145 40 28			39.6	14.1	4000	19.7				0.4	0.76

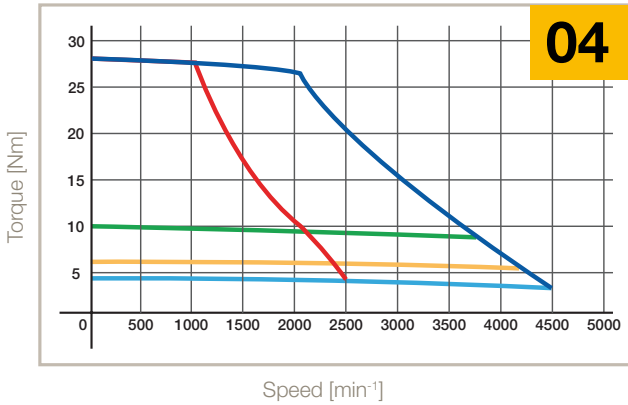
400 VAC

Model	Size	Stall		Nominal			Peak Torque <sup>(1)</sup>	Inertia		Ke <sup>(2)(3)</sup>	Kt <sup>(2)(3)</sup>
		Torque <sup>(1)</sup>	Current	Torque <sup>(1)</sup>	Speed	Current		No brake	With brake		
		T <sub>065</sub> (T <sub>105</sub> ) [Nm]	I <sub>065</sub> [A]	T <sub>n065</sub> [Nm]	n [min <sup>-1</sup> ]	I <sub>n065</sub> [A]	T <sub>max</sub> [Nm]	J [kgmm <sup>2</sup> ]	J [kgmm <sup>2</sup> ]	Ke [Vs]	Kt [Nm/A <sub>rms</sub> ]
M_145 10 04	145	4.5 (9)	1.1	4.5	1000	1.1	28	780	975	2.1	3.65
M_145 20 04			2.3	4.5	2000	2.3				1.2	2.03
M_145 30 04			3.4	4.3	3000	3.2				0.8	1.42
M_145 45 04			4.7	3.9	4500	4.0				0.6	1.01
M_145 10 08			8.7 (16)	2.0	8.7	1000				1.9	49
M_145 20 08		3.7		8.4	2000	3.5	1.4	2.49			
M_145 30 08		5.4		7.9	3000	4.8	1.0	1.70			
M_145 45 08		8.2		7.1	4500	6.6	0.7	1.14			
M_145 10 15		15.0 (27)		3.3	14.8	1000	3.1	86	1600	1795	
M_145 20 15			6.2	13.7	2000	5.5	1.5				2.59
M_145 30 15			9.1	12.7	3000	7.5	1.0				1.78
M_145 45 15			14.2	9.8	4500	9.1	0.7				1.14
M_145 10 22			22.0 (37)	4.7	21.4	1000	4.5				117
M_145 20 22		8.9		19.4	2000	7.6	1.5	2.65			
M_145 30 22		13.1		17.3	3000	10.1	1.0	1.80			
M_145 45 22		20.8		11.6	4500	10.8	0.7	1.13			
M_145 10 28		28.0 (45)		5.9	27.1	1000	5.6	143	2700	2895	
M_145 20 28			11.3	23.9	2000	9.4	1.5				2.65
M_145 30 28			17.0	21.1	3000	12.5	1.0				1.78
M_145 45 28			26.5	10.0	4500	9.4	0.7				1.13

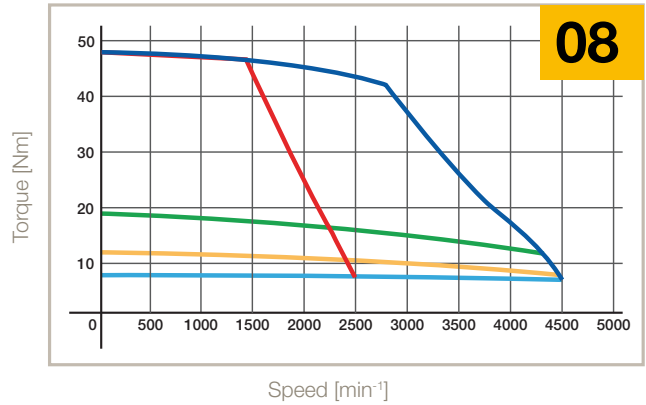
Speed Torque Curves

MB/MH145

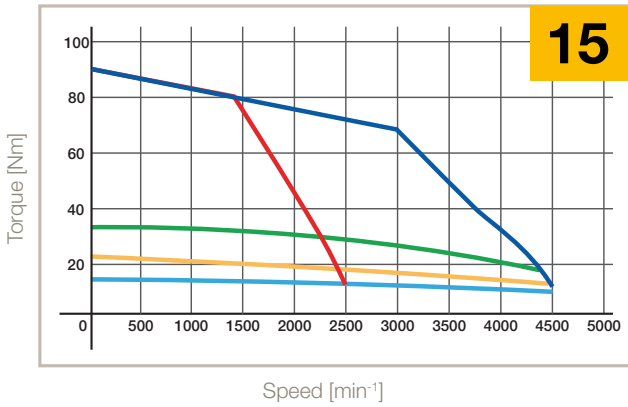
2500 min<sup>-1</sup> 230 V - 4500 min<sup>-1</sup> 400 V



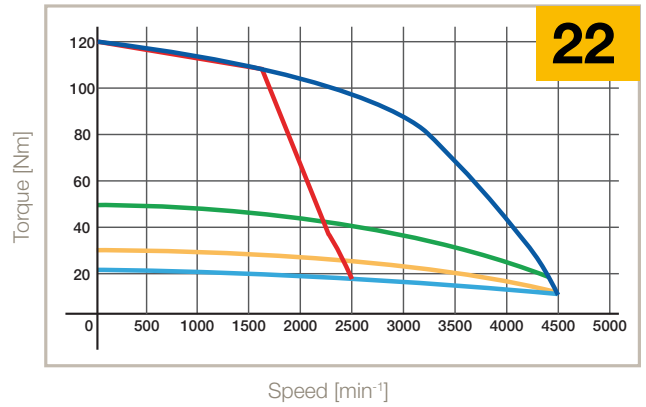
2500 min<sup>-1</sup> 230 V - 4500 min<sup>-1</sup> 400 V



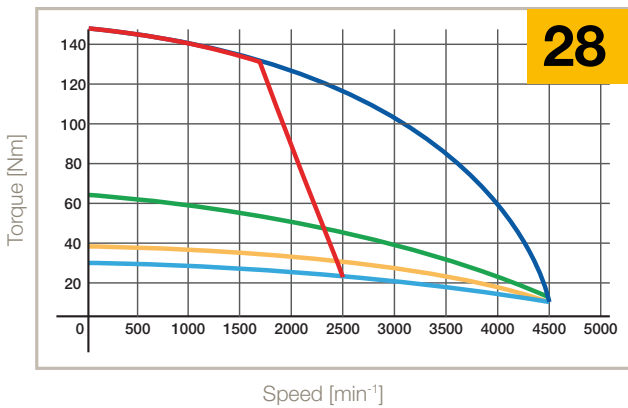
2500 min<sup>-1</sup> 230 V - 4500 min<sup>-1</sup> 400 V



2500 min<sup>-1</sup> 230 V - 4500 min<sup>-1</sup> 400 V



2500 min<sup>-1</sup> 230 V - 4500 min<sup>-1</sup> 400 V



- S1 65 K, ΔT
- S3 10 %, 5 min, 400 V
- S3 10 %, 5 min, 230 V
- S3 50 %, 5 min
- S3 20 %, 5 min

A-29

<sup>(1)</sup> Data referred to motor suspend in horizontal position in free still air, 20 °C ambient temperature  
<sup>(2)</sup> Data measured at 20 °C. When "hot" consider 5 % derating  
<sup>(3)</sup> Tolerance data ±10 %



## Fișe de catalog pentru servomotoare seriile MB/MH din catalogul Parker Motion Control Products

Model	Size	Stall		Nominal			Peak Torque <sup>(1)</sup>	Inertia		Ke <sup>(2)(3)</sup>	Kt <sup>(2)(3)</sup>
			Current	Torque <sup>(1)</sup>	Speed	Current		No brake	With brake		
		T <sub>065</sub> (T <sub>105</sub> ) [Nm]	I <sub>065</sub> [A]	T <sub>n065</sub> [Nm]	n [min <sup>-1</sup> ]	I <sub>n065</sub> [A]	T <sub>max</sub> [Nm]	J [kgmm <sup>2</sup> ]	J [kgmm <sup>2</sup> ]	Ke [Vs]	Kt [Nm/A <sub>rms</sub> ]
M_205 11 15	205	15 (22)	6.3	14.7	1150	6.2	69	3500	4035	1.4	2.38
M_205 17 15			8.6	14.4	1700	8.3				1	1.74
M_205 5,5 28		28 (39)	6.9	28.6	550	6.9	123	5000	5535	2.5	4.35
M_205 11 28			13.0	28.2	1150	12.7				1.3	2.31
M_205 17 28			20.1	27.6	1700	19.3				0.9	1.50
M_205 5,5 50		50 (70)	12.4	51.3	550	12.3	222	8000	8535	2.5	4.35
M_205 11 50			22.1	50.0	1150	21.3				1.4	2.45
M_205 17 50			33.1	48.0	1700	30.8				0.9	1.63
M_205 5,5 70		70 (98)	16.8	71.1	550	16.5	310	11 000	11 535	2.6	4.49
M_205 11 70			30.7	68.6	1150	29.3				1.4	2.45
M_205 17 70			46.1	65.0	1700	41.7				0.9	1.63
M_205 5,5 90		90 (126)	22.1	90.9	550	21.8	398	14 000	14 535	2.5	4.35
M_205 11 90			44.3	87.0	1150	41.8				1.3	2.18
M_205 17 90			59	81.7	1700	52.4				0.9	1.63

### 400 VAC

Model	Size	Stall		Nominal			Peak Torque <sup>(1)</sup>	Inertia		Ke <sup>(2)(3)</sup>	Kt <sup>(2)(3)</sup>
		Torque <sup>(1)</sup>	Current	Torque <sup>(1)</sup>	Speed	Current		No brake	With brake		
		T <sub>065</sub> (T <sub>105</sub> ) [Nm]	I <sub>065</sub> [A]	T <sub>n065</sub> [Nm]	n [min <sup>-1</sup> ]	I <sub>n065</sub> [A]	T <sub>max</sub> [Nm]	J [kgmm <sup>2</sup> ]	J [kgmm <sup>2</sup> ]	Ke [Vs]	Kt [Nm/A <sub>rms</sub> ]
M_205 20 15	205	15 (22)	6.3	14.1	2000	5.9	69	3500	4035	1.4	2.38
M_205 30 15			8.6	13.4	3000	7.7				1	1.74
M_205 10 28		28 (39)	6.9	28.2	1000	6.8	123	5000	5535	2.5	4.35
M_205 20 28			13.0	27.3	2000	12.3				1.3	2.31
M_205 30 28			20.1	25.7	3000	18.0				0.9	1.50
M_205 10 50		50 (70)	12.4	50.4	1000	12.1	222	8000	8535	2.5	4.35
M_205 20 50			22.1	47.0	2000	20.1				1.4	2.45
M_205 30 50			33.1	41.7	3000	26.8				0.9	1.63
M_205 10 70		70 (98)	16.8	69.4	1000	16.1	310	11 000	11 535	2.6	4.49
M_205 20 70			30.7	62.9	2000	26.9				1.4	2.45
M_205 30 70			46.1	52.3	3000	33.7				0.9	1.63
M_205 10 90		90 (126)	22.1	88.2	1000	21.2	398	14 000	14 535	2.5	4.35
M_205 20 90			44.3	78.3	2000	37.7				1.3	2.18
M_205 30 90			59.0	61.6	3000	39.7				0.9	1.63

<sup>(1)</sup> Data referred to motor suspend in horizontal position in free still air, 20 °C ambient temperature

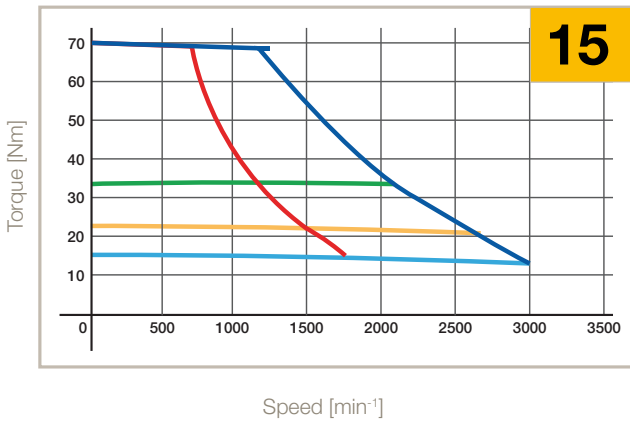
<sup>(2)</sup> Data measured at 20 °C. When "hot" consider 5 % derating

<sup>(3)</sup> Tolerance data ±10 %

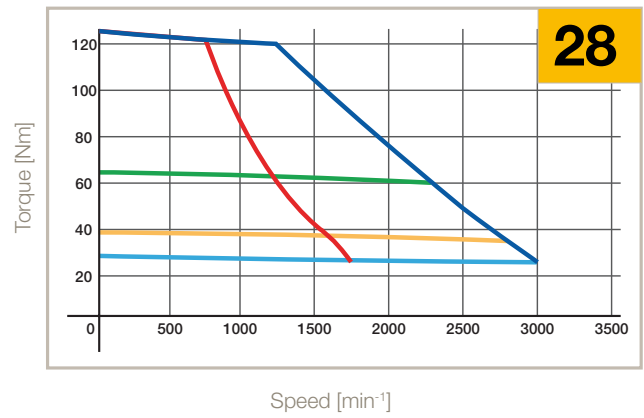
Speed Torque Curves

MB/MH205

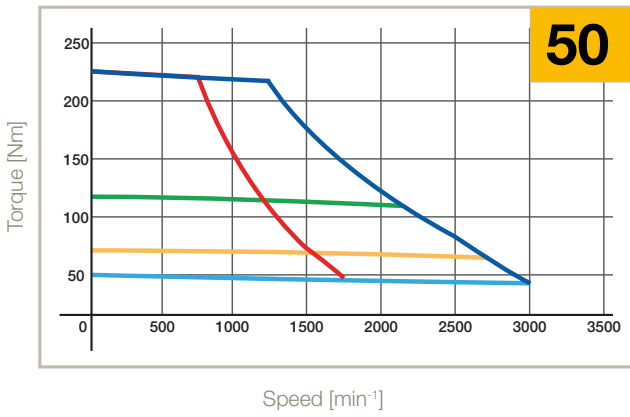
1700 min<sup>-1</sup> 230 V - 3000 min<sup>-1</sup> 400 V



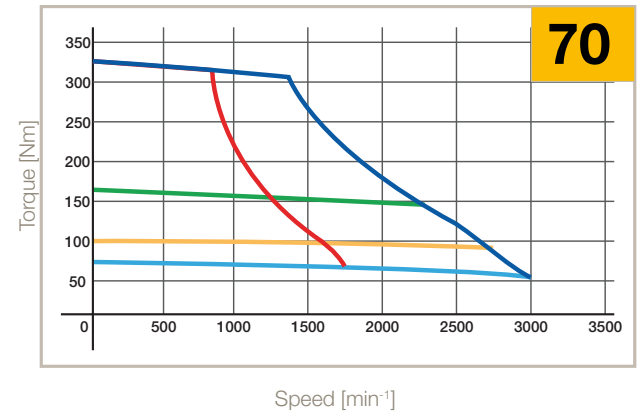
1700 min<sup>-1</sup> 230 V - 3000 min<sup>-1</sup> 400 V



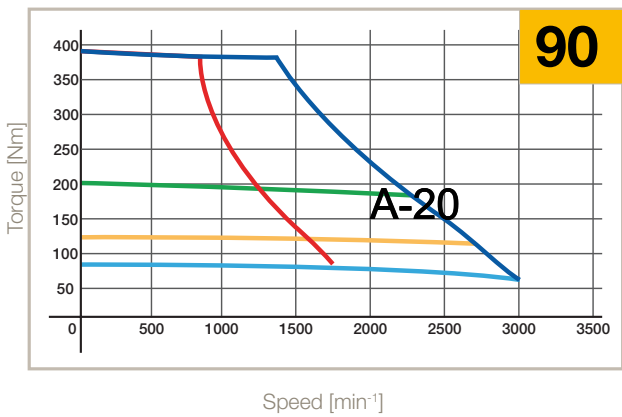
1700 min<sup>-1</sup> 230 V - 3000 min<sup>-1</sup> 400 V



1700 min<sup>-1</sup> 230 V - 3000 min<sup>-1</sup> 400 V



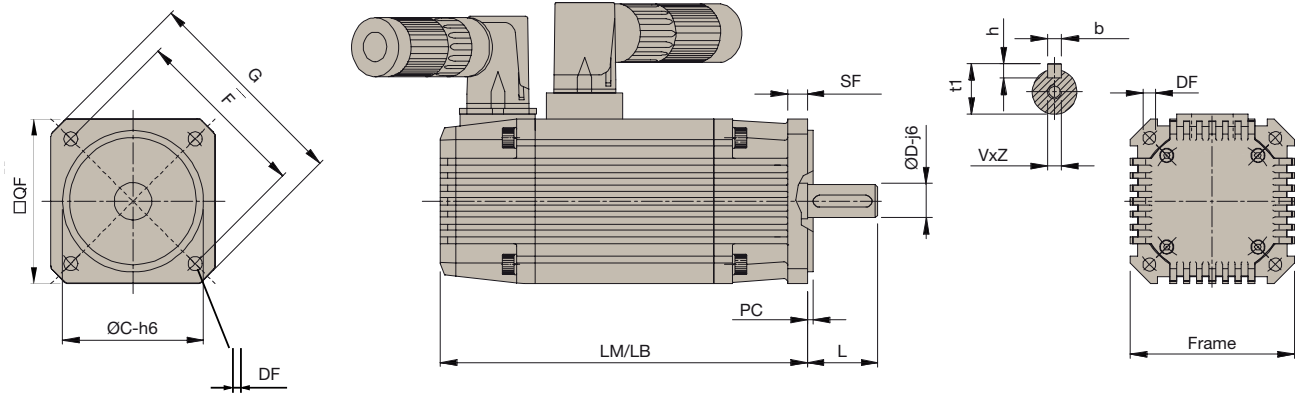
1700 min<sup>-1</sup> 230 V - 3000 min<sup>-1</sup> 400 V



- S1 65 K, ΔT
- S3 10 %, 5 min, 230 V
- S3 50 %, 5 min
- S3 20 %, 5 min

Motors  
MB / MH Series

## Dimensions



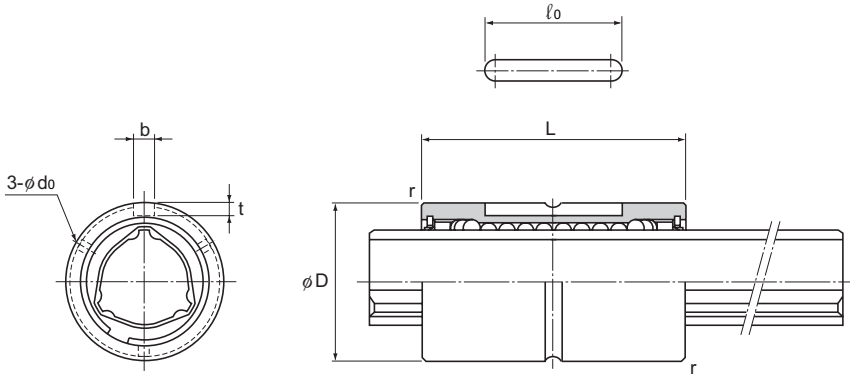
Motor - Size		LM/LB	Weight	DxL	bxh	t1	VxZ	C	F	DF	G	SF	PC	QF	Order code QF	
MB / MH	56	0,2	130.5/181.5	0.7	9x20 11x23	3x3 4x4	10.2 12.5	M4x10	40	63	5.5	74	6.5	2.5	56	5
		0,4	150.5/201.5	1												
		0,6	170.5/221.5	1.3												
	70	0,5	158/214	2	11x23 14x30	4x4 5x5	12.5 16	M4x10 M4x12.5	60	75	6	90	8.5	2.5	70	5
		01	188/244	2.8												
		1,5	218/274	3.5												
		02	248/304	4.3												
	105	02	186/250	5	19x40 24x50	6x6 8x7	21.5 27	M6x16 M8x19	95	115	9.5	140	10	3.5	105	5
		04	229/293	7					95	115	9.5	140	10	3.5	105	4
		06	273/337	9					80	115	9.5	140	10	3.5	105	9
		08	317/381	11					110	115	9.5	140	10	3.5	105	6
	145	04	200/274	8	19x40 24x50 28x60	6x6 8x7	21.5 27 31	M6x16 M8x19 M10x22	130	165	11.5	200	12	3.5	145	5
		08	231/305	12					130	165	11.5	200	12	3.5	145	4
		15	292/366	18					130	165	11.5	200	12	3.5	145	4
		22	354/428	23					130	165	11.5	200	12	3.5	145	4
	205	28	416/490	28	38x80 42x110	10x8 12x8	41 45	M12x32 M16x40	180	215	14	250	18	4	205	5
		15	239/338	20												
		28	273/372	29												
		50	342/441	44												
	265	70	411/510	59	48x110	14x9	51.5	M16x40	250	300	19	342	35	4	264	5
90		480/579	74													
75		340/475	89													
150		447/582	126													
220	554/689	164														
285	661/796	203														

**LM:** Motor length without brake with resolver  
**LB:** Motor length with brake with resolver  
**DxL:** Shaft  
**bxh:** Key  
**t1:** Overall shaft height  
**VxZ:** Shaft hole depth

**C:** Center  
**F:** Distance between center of holes clamp  
**DF:** Fixing holes  
**G:** Dimension in diagonal  
**SF:** Flange thickness  
**PC:** Centering depth  
**QF:** Flange square

mm for dimensions, kg for weight

# Fișă de catalog pentru transmisi canelate cu bile



Model No.	Spline nut dimensions								
	Outer diameter		Length		Keyway dimensions				Greasing hole d <sub>0</sub>
	D	Tolerance	L	Tolerance	b H8	t +0.05 0	ℓ <sub>0</sub>	r	
○● LBST 20	30	0 -0.016	60	0 -0.2	4	2.5	26	0.5	2
○● LBST 25	37		70		5	3	33	0.5	2
○● LBST 30	45	0 -0.019	80	0 -0.3	7	4	41	1	3
○● LBST 40	60		100		10	4.5	55	1	3
○● LBST 50	75	0 -0.022	112	0 -0.4	15	5	60	1.5	4
○ LBST 60	90		127		18	6	68	1.5	4
○● LBST 70	100	0 -0.025	135	0 -0.5	18	6	68	2	4
○● LBST 85	120		155		20	7	80	2.5	5
○● LBST 100	140	0 -0.029	175	0 -0.5	28	9	93	3	5
○ LBST 120	160		200		28	9	123	3.5	6
○ LBST 150	205		250		32	10	157	3.5	6

Note) ○: indicates model numbers for which high temperature types are available (with metal retainer; service temperature: up to 100°C).

(Example) LBST25 A CM+400L H

High temperature symbol

- : indicates model numbers for which felt seal types are available (see A-509).  
A felt seal cannot be attached to Ball Spline models using metal retainer.

## Model number coding

**2 LBST50 UU CM +800L H K**

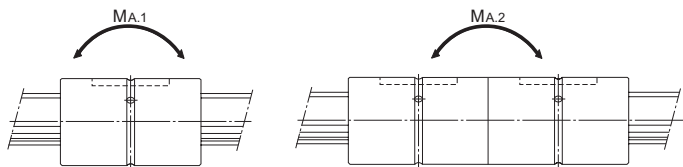
Model No.  
Number of spline nuts on one shaft (no symbol for one nut)

Symbol for clearance in the rotational direction (\*2)  
Contamination protection accessory symbol (\*1)

Accuracy symbol (\*3)  
Overall spline shaft length (in mm)

Symbol for standard hollow spline shaft (\*4)

(\*1) See A-509. (\*2) See A-481. (\*3) See A-482. (\*4) See B-381.



Unit: mm

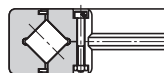
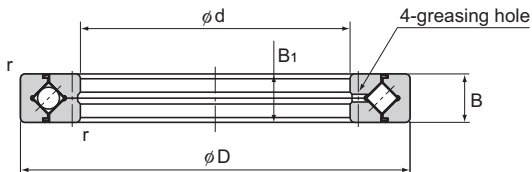
	Basic torque rating		Basic load rating (radial)		Static permissible moment		Mass	
	C <sub>T</sub> N-m	C <sub>0T</sub> N-m	C kN	C <sub>0</sub> kN	M <sub>A1</sub> ** N-m	M <sub>A2</sub> ** N-m	Spline Nut kg	Spline shaft kg/m
	90.2	213	9.4	20.1	103	632	0.17	1.8
	176	381	14.9	28.7	171	1060	0.29	2.7
	312	657	22.5	41.4	295	1740	0.5	3.8
	696	1420	37.1	66.9	586	3540	1.1	6.8
	1290	2500	55.1	94.1	941	5610	1.9	10.6
	1870	3830	66.2	121	1300	8280	3.3	15.6
	3000	6090	90.8	164	2080	11800	3.8	21.3
	4740	9550	119	213	3180	17300	6.1	32
	6460	14400	137	271	4410	25400	10.4	45
	8380	19400	148	306	5490	32400	12.9	69.5
	13900	32200	196	405	8060	55400	28	116.6

Note) \*\*M<sub>A1</sub> indicates the permissible moment value in the axial direction when a single spline nut is used, as shown in the figure above.

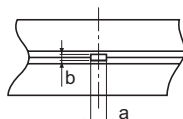
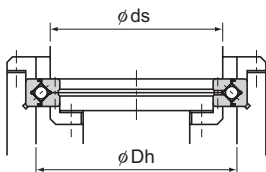
\*\*M<sub>A2</sub> indicates the permissible moment value in the axial direction when two spline nuts in close contact with each other are used, as shown in the figure above.

For details on the maximum lengths of ball spline shafts by accuracy, please see B-410.

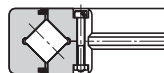
# Fișă de catalog pentru rulmenți cu role în cruce



Model RE



Detail view of the greasing hole



Model RE...UU

Unit: mm

Shaft diameter	Model No.	Main dimensions							Shoulder height		Basic load rating (radial)		Mass
		Inner diameter	Outer diameter	Roller pitch circle diameter	Width	Greasing hole		$r_{min}$	$ds$	$Dh$	C	$C_0$	
						$d$	$D$						
400	RE 40035	400	480	440.3	35	5	3	2.5	422	459	156	370	14.5
	RE 40040		510	453.4	40	6	3.5	2.5	428	479	241	531	23.5
450	RE 45025	450	500	476.6	25	3.5	1.6	1	464	484	61.7	182	6.6
500	RE 50025	500	550	526.6	25	3.5	1.6	1	514	534	65.5	201	7.3
	RE 50040		600	548.8	40	6	3	2.5	526	572	239	607	26
	RE 50050		625	561.6	50	6	3.5	2.5	536	587	267	653	41.7
600	RE 60040	600	700	650	40	6	3	3	627	673	264	721	29

Note) The model number of a type with seals attached is RE...UU.  
If a certain level of accuracy is required, this model is used for outer ring rotation.

## Model number coding

**RE45025 UU CC0 P6**

Model number

Accuracy symbol (\*2)

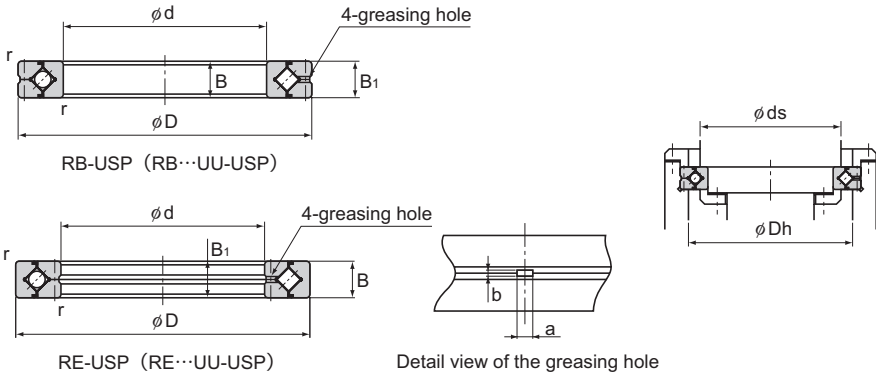
Radial clearance symbol (\*1)

Seal attached on both ends (seal attached on either end: U)

(\*1) See A-870. (\*2) See A-866.

Cross-Roller Ring

# USP-Grade Models RB and RE



Unit: mm

Model No.	Main dimensions								Shoulder height		Basic load rating (radial)		Mass
	Inner diameter d	Outer diameter D	Roller pitch circle diameter dp		Width B B <sub>1</sub>	Greasing hole		r <sub>min</sub>	ds	Dh	C kN	C <sub>0</sub> kN	kg
			RB	RE		a	b						
RB 10020USP RE 10020USP	100	150	123	127	20	3.5	1.6	1	113	133	33.1	50.9	1.45
RB 12025USP RE 12025USP	120	180	148.7	152	25	3.5	2	1.5	133	164	66.9	100	2.62
RB 15025USP RE 15025USP	150	210	178	182	25				164	194	76.8	128	3.16
RB 20030USP RE 20030USP	200	280	240	240	30	4.5	3	2	221	258	114	200	6.7
RB 25030USP RE 25030USP	250	330	287.5	287.5	30				269	306	126	244	8.1
RB 30035USP RE 30035USP	300	395	345	345	35	5	3	2.5	322	368	183	367	13.4
RB 40040USP RE 40040USP	400	510	453.4	453.4	40	6	3.5		428	479	241	531	23.5
RB 50040USP RE 50040USP	500	600	548.8	548.8	40	6	3		526	572	239	607	26
RB 60040USP RE 60040USP	600	700	650	650	40			3	627	673	264	721	29

Note) The model number of a type with seals attached is RB···UU-USP or RE···UU-USP.  
If a certain level of rotational accuracy is required for the inner ring, select model RB; if a certain level of rotational accuracy is required for the outer ring, select model RE.

## Model number coding

**RB50040 UU CC0 USP**

Model number

Accuracy symbol (Ultra precision grade)

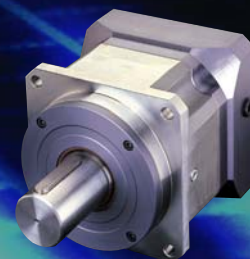
Radial clearance symbol (\*1)

Seal attached on both ends (seal attached on either end: U)

(\*1) See A-870.

# FIȘE DE CATALOG PENTRU REDUCTOARE

## Stealth® PS Advanced Series



### Performance Specifications

	Units	Ratio	Frame Size								
			PS40	PS60	PS90	PS115	PS142	PS180	PS220	PS300	
<b>Nominal Output Torque, T<sub>nom r</sub></b>	Nm	3-10	5	25	74	170	294	735	1,413	3,616	
	in lb		42	220	650	1,500	2,600	6,500	12,500	32,000	
	Nm	15-50	9	34	107	226	396	1,017	1,808	4,520	
	in lb		75	300	950	2,000	3,500	9,000	16,000	40,000	
	Nm	70-100	8	28	90	203	339	893	1,582	4,181	
in lb			67	250	800	1,800	3,000	7,900	14,000	37,000	
<b>Maximum Acceleration Output Torque, T<sub>acc r</sub></b>	Nm	3-10, 70-100	8	34	105	232	367	972	1,763	4,825	
	in lb		74	300	930	2,050	3,250	8,600	15,600	42,700	
	Nm	15-50	10	42	130	283	452	1,198	2,011	5,492	
	in lb		92	370	1,150	2,500	4,000	10,600	17,800	48,600	
<b>Emergency<sup>(1)</sup> Stop Output Torque, T<sub>em r</sub></b>	Nm	3-10, 70-100	19	78	243	537	853	2,237	4,068	11,119	
	in lb		170	690	2,150	4,750	7,550	19,800	36,000	98,400	
	Nm	15-50	24	96	299	655	1,040	2,757	4,520	12,656	
	in lb		210	850	2,650	5,800	9,200	24,400	40,000	112,000	
<b>Nominal Input Speed, N<sub>nom r</sub></b>	RPM	3-5	3,600	3,200	2,800	2,400	2,000	1,600	1,200	1,000	
	RPM	7-10	4,100	3,700	3,300	2,900	2,500	2,000	1,500	1,250	
	RPM	15-50	4,600	4,200	3,800	3,400	3,000	2,400	1,800	1,500	
	RPM	70-100	5,100	4,700	4,300	3,900	3,500	2,800	2,100	1,750	
	RPM	3-100	6,000	6,000	5,300	4,500	3,800	3,000	2,300	1,900	
<b>Standard Backlash<sup>(2)</sup></b>	arc min	3-10	10	6	6	4	4	4	4	4	
	arc min	15-100	14	8	8	6	6	6	6	6	
<b>Low Backlash<sup>(2)</sup></b>	arc min	3-10	—	4	4	3	3	3	3	3	
	arc min	15-100	—	6	6	5	5	5	5	5	
<b>Efficiency at Nominal Torque</b>	%	3-10	97	97	97	97	97	97	97	97	
	%	15-100	94	94	94	94	94	94	94	94	
<b>Noise Level<sup>(3)</sup> at:</b>											
	<b>3,000 RPM</b>	dB	3-100	68	68	68	68	70	—	—	—
	<b>2,000 RPM</b>	dB	3-100	—	—	—	—	—	70	70	70
<b>Torsional Stiffness</b>	Nm / arc min	3-100	2	3	12	23	44	110	210	360	
	in lb / arc min		16	26	106	204	389	973	1,858	3,185	
<b>Maximum Weight</b>	kg	3-10	0.4	1.3	3	7	14	26	49	103	
	lb		1.0	2.8	7	15	30	57	108	228	
	kg	15-100	0.6	1.7	5	10	20	35	71	149	
	lb		1.4	3.7	10	22	43	77	157	330	
<b>Maximum Allowable Case Temperature</b>	°C	3-100	← 100 → For applications requiring lower case temperature, consult factory								

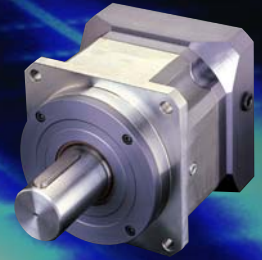
**Gearmotors & Gearheads**

(1) Maximum of 1,000 stops  
 (2) Measured at 2% of rated torque  
 (3) Measured at 1 meter

(4) PS40 is available in Ratios of: 4, 5, 7, 10, 16, 20, 25, 40, 50, 70 & 100:1  
 PS300 is available in Ratios of: 4, 5, 7, 10, 20, 50, 70 & 100:1

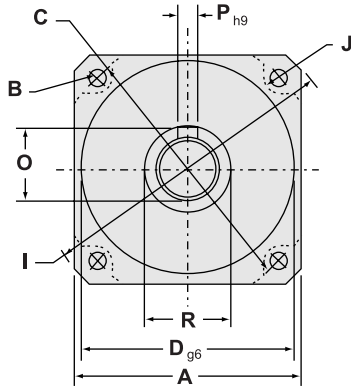


# Stealth® PS Advanced Series

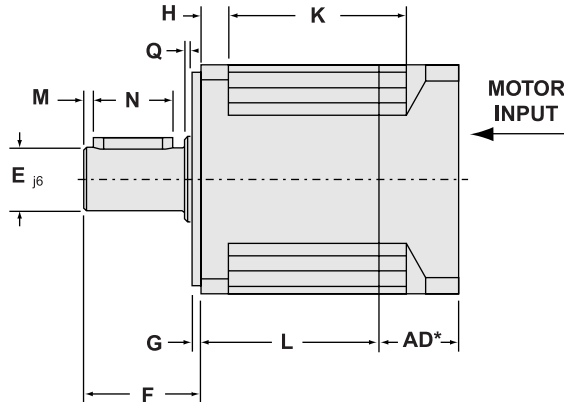


## Dimensions

OUTPUT VIEW



SIDE VIEW



Frame Size	A Square Flange		B Bolt Hole		C Bolt Circle		D Pilot Diameter		E Output Shaft Diameter		F Output Shaft Length		G Pilot Thickness		H Flange Thickness		I Housing Diameter		J Housing Recess	
	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)
PS40	42	1.654	3.4	0.134	50	1.969	35	1.378	13	0.512	26	1.024	5.5	0.217	5	0.197	56	2.205	3.5	0.138
PS60	60	2.362	5.5	0.217	70	2.756	50	1.969	16	0.630	37	1.457	8	0.315	8	0.315	80	3.150	5	0.197
PS90	90	3.543	6.5	0.256	100	3.937	80	3.150	22	0.866	48	1.890	11	0.433	10	0.394	116	4.567	6.5	0.256
PS115	115	4.528	8.5	0.335	130	5.118	110	4.331	32	1.260	65	2.559	13	0.512	14	0.551	152	5.984	7.5	0.295
PS142	142	5.591	11	0.433	165	6.496	130	5.118	40	1.575	97	3.819	15	0.591	15	0.591	185	7.283	10	0.394
PS180	182	7.165	13	0.512	215	8.465	160	6.299	55	2.165	105	4.134	20	0.787	16	0.630	240	9.449	16	0.630
PS220	220	8.661	17	0.669	250	9.843	180	7.087	75	2.953	138	5.433	30	1.181	22	0.866	290	11.417	16	0.630
PS300	305	12.008	21	0.827	350	13.780	250	9.843	100	3.937	190	7.480	35	1.378	26	1.024	400	15.748	18	0.709

Frame Size	K1 Recess Length (For Ratio ≤ 10:1)		K2 Recess Length (For Ratio > 10:1)		L1 Length (For Ratio ≤ 10:1)		L2 Length (For Ratio > 10:1)		M Dist. From Shaft End		N Keyway Length		O Key Height		P Keyway Width		Q Shoulder Height		R Shoulder Diameter	
	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)
PS40	32	1.260	53	2.087	30	1.181	50.7	1.996	2	0.079	16	0.630	15	0.591	5	0.197	1	0.039	15	0.591
PS60	37	1.457	67	2.638	36.7	1.445	66.7	2.626	2	0.079	25	0.984	18	0.709	5	0.197	0.5	0.020	22	0.866
PS90	48	1.890	88	3.465	49.5	1.949	89	3.504	3	0.118	32	1.260	24.5	0.965	6	0.236	0.5	0.020	35	1.378
PS115	62	2.441	110	4.331	61.7	2.429	109.5	4.311	5	0.197	40	1.575	35	1.378	10	0.394	1	0.039	45	1.772
PS142	82	3.228	143	5.630	76.5	3.012	138	5.433	5	0.197	63	2.480	43	1.693	12	0.472	3	0.118	55	2.165
PS180	88	3.465	158	6.220	83.5	3.287	153.5	6.043	6	0.236	70	2.756	59	2.323	16	0.630	3	0.118	70	2.756
PS220	116	4.567	218	8.583	108	4.252	210.5	8.287	6	0.236	90	3.543	79.5	3.130	20	0.787	3	0.118	95	3.740
PS300	160	6.299	332	13.071	158	6.220	292	11.496	7	0.276	140	5.512	106	4.173	28	1.102	3	0.118	140	5.512

\*AD=Adapter Length. Adapter will vary, depending on motor.  
Consult Internet ([www.baysidemotion.com](http://www.baysidemotion.com)) for details or call Bayside.  
Specifications are subject to change without notice.

## How to Order

1. Pick frame size and ratio.
2. Pick backlash and orientation.
3. Specify motor make and model for mounting kit.

PS Gearheads are supported by a worldwide network of offices and local distributors. Call **1-800-305-4555** for application engineering assistance or for the name of your local distributor. Information can also be obtained at [www.baysidemotion.com](http://www.baysidemotion.com).

\*\* PS40 is available in Ratios of : 4, 5, 7, 10, 16, 20, 25, 40, 50, 70 & 100:1\*\*\* PS300 is available in Ratios of: 4, 5, 7, 10, 20, 50, 70 & 100:1



FRAME SIZE	RATIO	SPECIAL	BACKLASH	ORIENTATION
40**	142	003 010 030	(Factory Issued)	L = Low H = Horizontal orientation U = Output shaft pointing up D = Output shaft pointing down
60	180	004 015 040		
90	220	005 020 050		
115	300***	007 025 070		(For other orientations consult the factory)
		100		

**Gearmotors & Gearheads**

Fișe de catalog pentru servomotoare  
**seriile SM** din catalogul Parker Motion  
 Control Products

Technical Data

230 VAC supply voltage

Model <sup>(4)</sup>	Size	Stall <sup>(1)</sup>		Nominal <sup>(1)</sup>			Peak <sup>(1)</sup>	Inertia		Ke <sup>(2) (3)</sup>	Kt <sup>(2) (3)</sup>
		Torque	Current	Torque	Speed	Current	Torque	No brake	With brake		
		T <sub>065</sub> (T <sub>105</sub> ) [Nm]	I <sub>065</sub> [A]	T <sub>n065</sub> [Nm]	n [min <sup>-1</sup> ]	I <sub>n065</sub> [A]	T <sub>max</sub> [Nm]	J [kgmm <sup>2</sup> ]	J [kgmm <sup>2</sup> ]	Ke [Vs]	Kt [Nm/A <sub>rms</sub> ]
SM_42 60 0,35	42	0.35 0.45	0.78	0.15	6000	0.38	0.9	13	n.a.	0.29	0.46
SM_60 30 0,55	60	0.55 (0.68)	0.7	0.50	3000	0.66	1.7	18	30.5	0.44	0.76
SM_60 45 0,55			1.0	0.39	4500	0.74				0.30	0.53
SM_60 60 0,55			1.4	0.24	6000	0.60				0.23	0.40
SM_60 16 1,4		1.4 (1.7)	0.95	1.35	1600	0.91	4.4	30	42.5	0.85	1.48
SM_60 30 1,4			1.73	1.20	3000	1.50				0.47	0.81
SM_60 45 1,4			2.37	1.00	4500	1.69				0.34	0.59
SM_60 60 1,4			2.98	0.80	6000	1.70				0.27	0.47
SM_60 75 1,4			3.85	0.15	7500	0.41				0.21	0.36
SM_82 10 03	82	3 (3.7)	1.2	2.9	1000	1.2	9	140	183	1.43	2.48
SM_82 16 03			1.8	2.9	1600	1.7				0.96	1.66
SM_82 30 03			3.1	2.7	3000	2.8				0.55	0.96
SM_82 33 03	82	3 (3.7)	3.5	2.4	3300	2.8	9	140	183	0.49	0.85
SM_82 45 03	82	3 (3.7)	4.7	2.2	4500	3.4	9	140	183	0.37	0.64
SM_82 60 03			6.1	1.5	6000	3.1				0.28	0.49
SM_82 75 03			7.5	0.6	7500	1.6				0.23	0.40
SM_100 16 06			100	6 (9)	3.7	5.8				1600	3.6
SM_100 30 06	5.9	5.0			3000	4.9	0.59	1.02			
SM_100 45 06	9.4	3.5			4500	5.5	0.37	0.64			
SM_100 55 06	11.8	2.6			5500	5.1	0.29	0.51			
SM_100 75 06	14.7	0.6			7500	1.5	0.24	0.41			
SM_115 16 10	115	10 (12.5)	6.0	9.0	1600	5.4	32	900	1000	0.96	1.66
SM_115 30 10			10.5	8.0	3000	8.4				0.55	0.95
SM_115 40 10			14.7	7.6	4000	11.2				0.39	0.68
SM_115 54 10			18.2	7.1	5400	12.9				0.32	0.55
SM_142 18 15	142	15 (19)	9.7	13.3	1800	8.6	47	1400	1600	0.89	1.54
SM_142 30 15			16.0	12.5	3000	13.4				0.54	0.94

<sup>(1)</sup> Data referred to motor mounted on a steel flange in horizontal position with dim. 200x230x20 mm (for SM\_60,82), dim. 200x270x20 mm (for SM\_100,115,142). Stall torques refer to motor turning at 100 min<sup>-1</sup>

<sup>(2)</sup> Data measured at 20 °C. When "hot" consider -0.09 %/K derating

<sup>(3)</sup> Tolerance data ±10 %

<sup>(4)</sup> SMB: for Drives TPD-M, SLVD-N, Twin-N, SPD-N, Hi-Drive  
 SMH: for Drive Compax3

Motors  
SMB / SMH Series

400 VAC power supply

Model <sup>(4)</sup>	Size	Stall <sup>(1)</sup>		Nominal <sup>(1)</sup>			Peak <sup>(1)</sup>	Inertia		Ke <sup>(2) (3)</sup>	Kt <sup>(2) (3)</sup>
		Torque	Current	Torque	Speed	Current	Torque	No brake	With brake		
		T <sub>065</sub> (T <sub>105</sub> ) [Nm]	I <sub>065</sub> [A]	T <sub>n065</sub> [Nm]	n [min <sup>-1</sup> ]	I <sub>n065</sub> [A]	T <sub>max</sub> [Nm]	J [kgmm <sup>2</sup> ]	J [kgmm <sup>2</sup> ]	Ke [Vs]	Kt [Nm/A <sub>rms</sub> ]
SM_60 30 1,4	60	1.4 (1.7)	0.95	1.2	3000	0.81	4.4	30	42.5	0.81	1.48
SM_60 45 1,4			1.37	1.0	4500	0.98				0.59	1.02
SM_60 60 1,4			1.73	0.8	6000	0.99				0.68	0.81
SM_60 75 1,4			2.15	0.15	7500	0.23				0.38	0.65
SM_82 30 03	82	3 (3.7)	1.8	2.7	3000	1.6	9	140	183	0.96	1.66
SM_82 45 03			2.7	2.2	4500	2.0				0.64	1.11
SM_82 56 03			3.1	1.6	5600	1.7				0.55	0.96
SM_82 60 03			3.5	1.7	6000	2.0				0.49	0.85
SM_82 75 03			4.4	0.6	7500	0.9			0.39	0.68	
SM_100 30 06	100	6 (9)	3.7	5.0	3000	3.1	18	336	440	0.92	1.60
SM_100 45 06			5.6	3.5	4500	3.3				0.62	1.07
SM_100 56 06			5.9	2.5	5600	2.4				0.59	1.02
SM_100 75 06			9.4	0.6	7500	0.9				0.37	0.64
SM_115 20 10	115	10 (12.5)	4.5	9.0	2000	4.06	32	900	1000	1.28	2.22
SM_115 30 10			6.0	8.0	3000	4.82				0.96	1.66
SM_115 40 10			8.0	7.6	4000	6.05				0.73	1.26
SM_115 56 10			10.5	6.0	5600	6.30				0.55	0.95
SM_142 20 15	142	15 (19)	6.4	13.0	2000	5.5	47	1400	1600	1.36	2.35
SM_142 30 15			9.7	12.5	3000	8.1				0.89	1.54
SM_142 45 15			14.4	10.9	4500	10.5				0.60	1.04
SM_142 56 15		16.0	9.2	5600	9.8	0.54	0.94				
SM_142 10 17		17 (21)	3.5	16.4	1000	3.4	54			2.83	4.90
SM_142 30 17			9.6	14.0	3000	8.1				1.02	1.77
SM_142 56 17	15.8		10.6	5600	9.8	0.62		1.08			
SM_170 10 36	170	available on request									
SM_170 27 36											

<sup>(1)</sup> Data referred to motor mounted on a steel flange in horizontal position with dim. 200x230x20 mm (for SM\_60,82), dim. 200x270x20 mm (for SM\_100,115,142). Stall torques refer to motor turning at 100 min<sup>-1</sup>

<sup>(2)</sup> Data measured at 20 °C. When "hot" consider -0.09 %/K derating

<sup>(3)</sup> Tolerance data ±10 %

<sup>(4)</sup> SMB: for Drives TPD-M, SLVD-N, Twin-N, SPD-N, Hi-Drive  
SMH: for Drive Compax3

**STANDARDS**

In compliance with: 2006/95 EC

- EN60034-1
- EN60034-5
- EN60034-5/A1

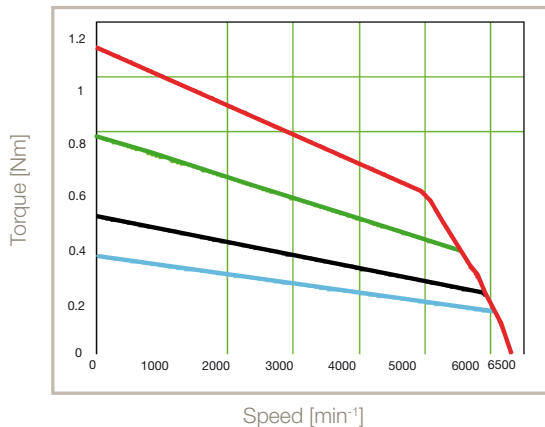
Marked  Marked  (except SM\_42)

Motors  
SMB / SMH Series

## Speed Torque Curves

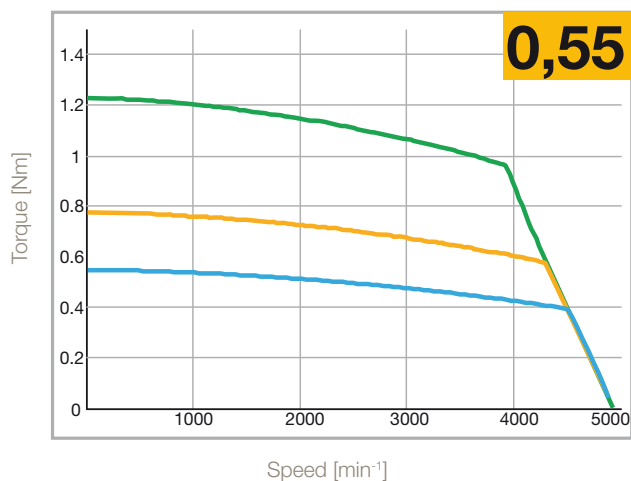
### SMB/H42

6000 min<sup>-1</sup> 230 V

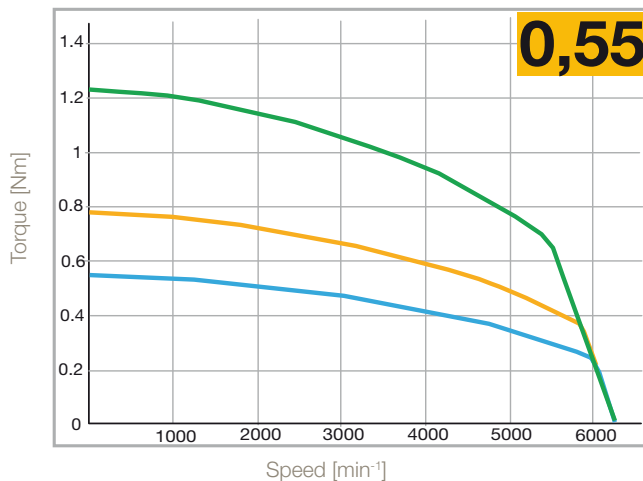


### SMB/H60

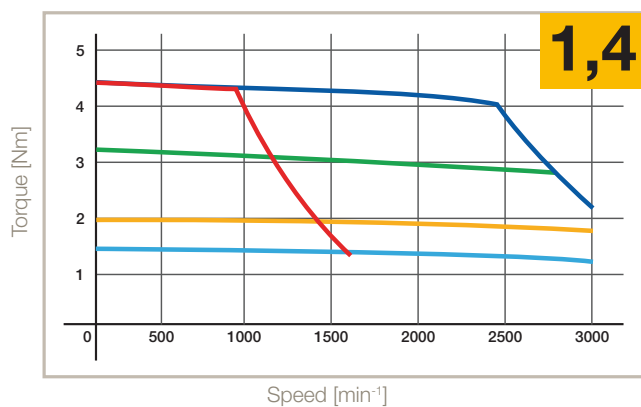
4500 min<sup>-1</sup> 230 V



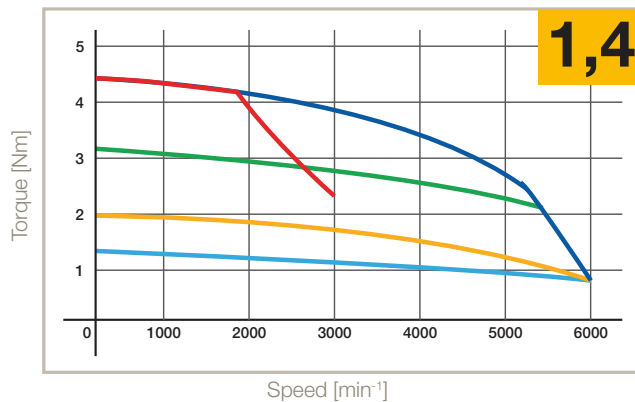
6000 min<sup>-1</sup> 230 V



1600 min<sup>-1</sup> 230 V - 3000 min<sup>-1</sup> 400 V



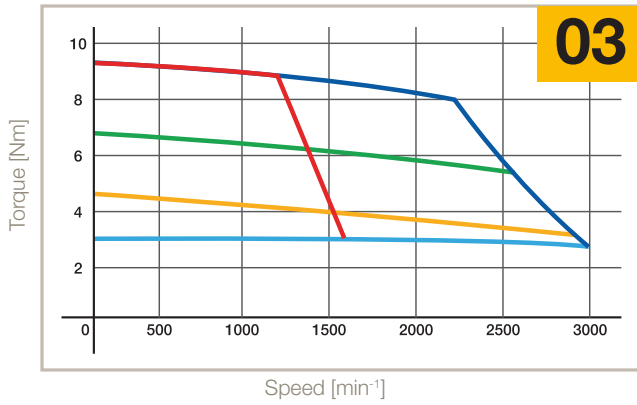
3000 min<sup>-1</sup> 230 V - 6000 min<sup>-1</sup> 400 V



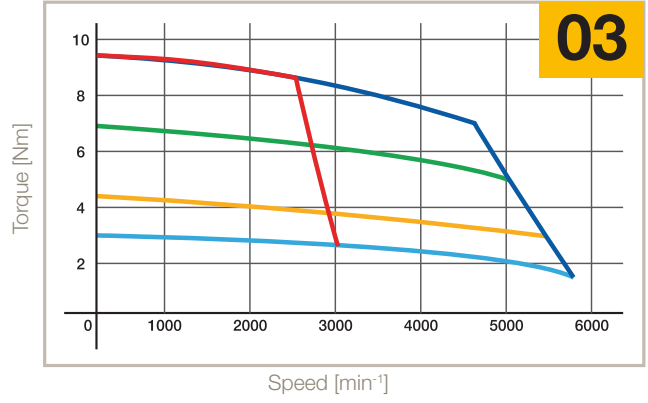
- S1 65 K, ΔT
- S3 10 %, 5 min, 400 V
- S3 50 %, 5 min
- S3 10 %, 5 min, 230 V
- S3 50 %, 5 min
- S3 20 %, 5 min

**SMB/H82**

1600 min<sup>-1</sup> 230 V - 3000 min<sup>-1</sup> 400 V

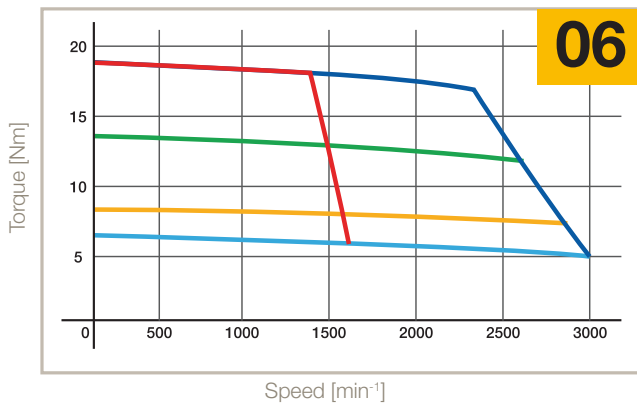


3000 min<sup>-1</sup> 230 V - 5600 min<sup>-1</sup> 400 V

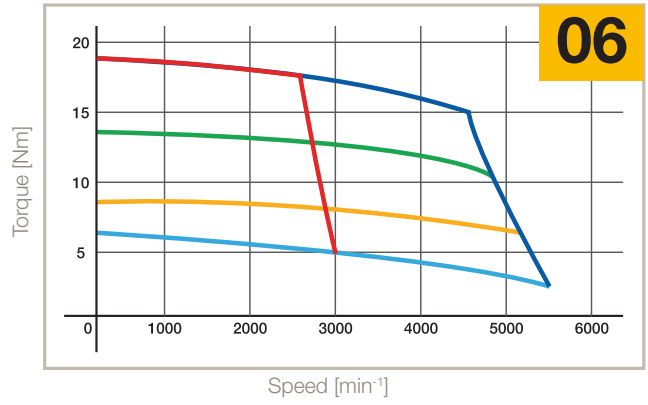


**SMB/H100**

1600 min<sup>-1</sup> 230 V - 3000 min<sup>-1</sup> 400 V

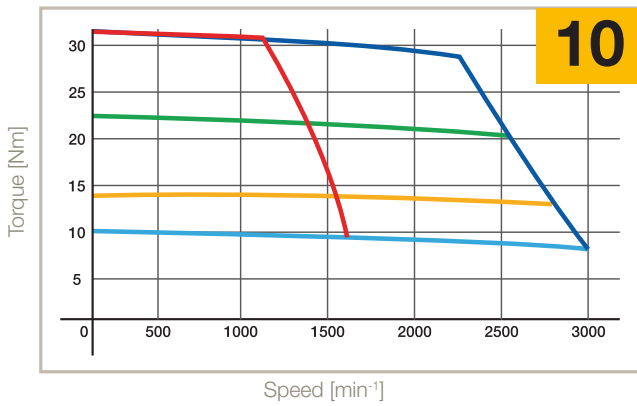


3000 min<sup>-1</sup> 230 V - 5600 min<sup>-1</sup> 400 V

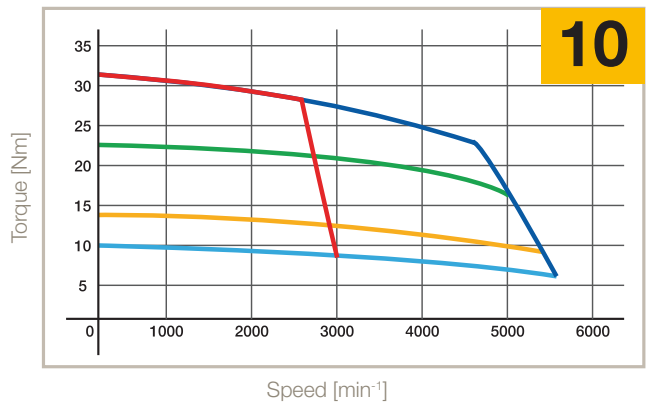


**SMB/H115**

1600 min<sup>-1</sup> 230 V - 3000 min<sup>-1</sup> 400 V



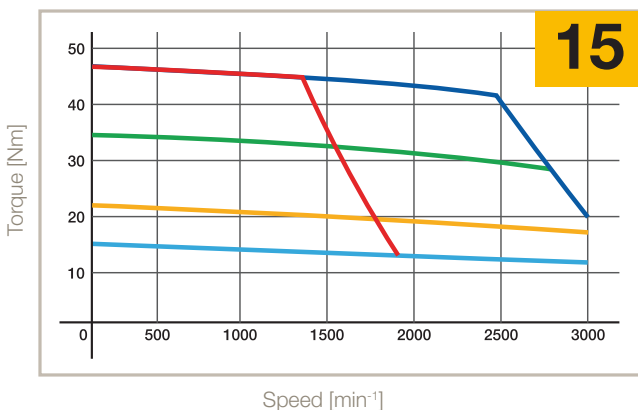
3000 min<sup>-1</sup> 230 V - 5600 min<sup>-1</sup> 400 V



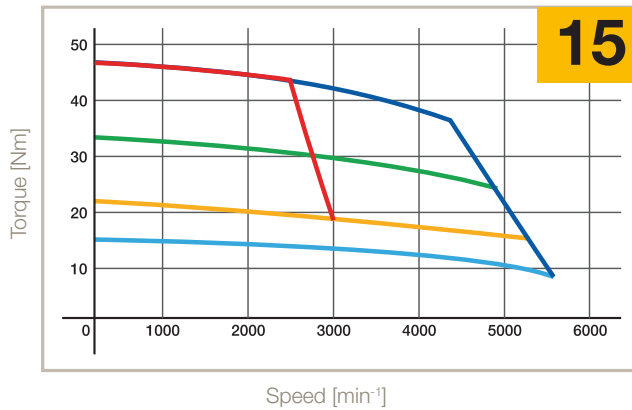
- S1 65 K, ΔT
- S3 10 %, 5 min, 400 V
- S3 10 %, 5 min, 230 V
- S3 50 %, 5 min
- S3 50 %, 5 min
- S3 20 %, 5 min

**SMB/H142**

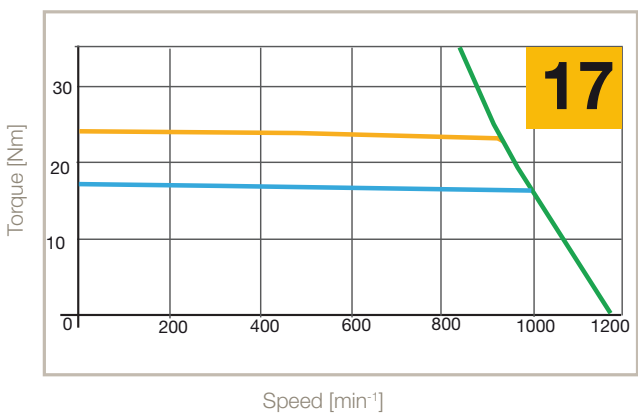
1800 min<sup>-1</sup> 230 V - 3000 min<sup>-1</sup> 400 V



3000 min<sup>-1</sup> 230 V - 5600 min<sup>-1</sup> 400 V



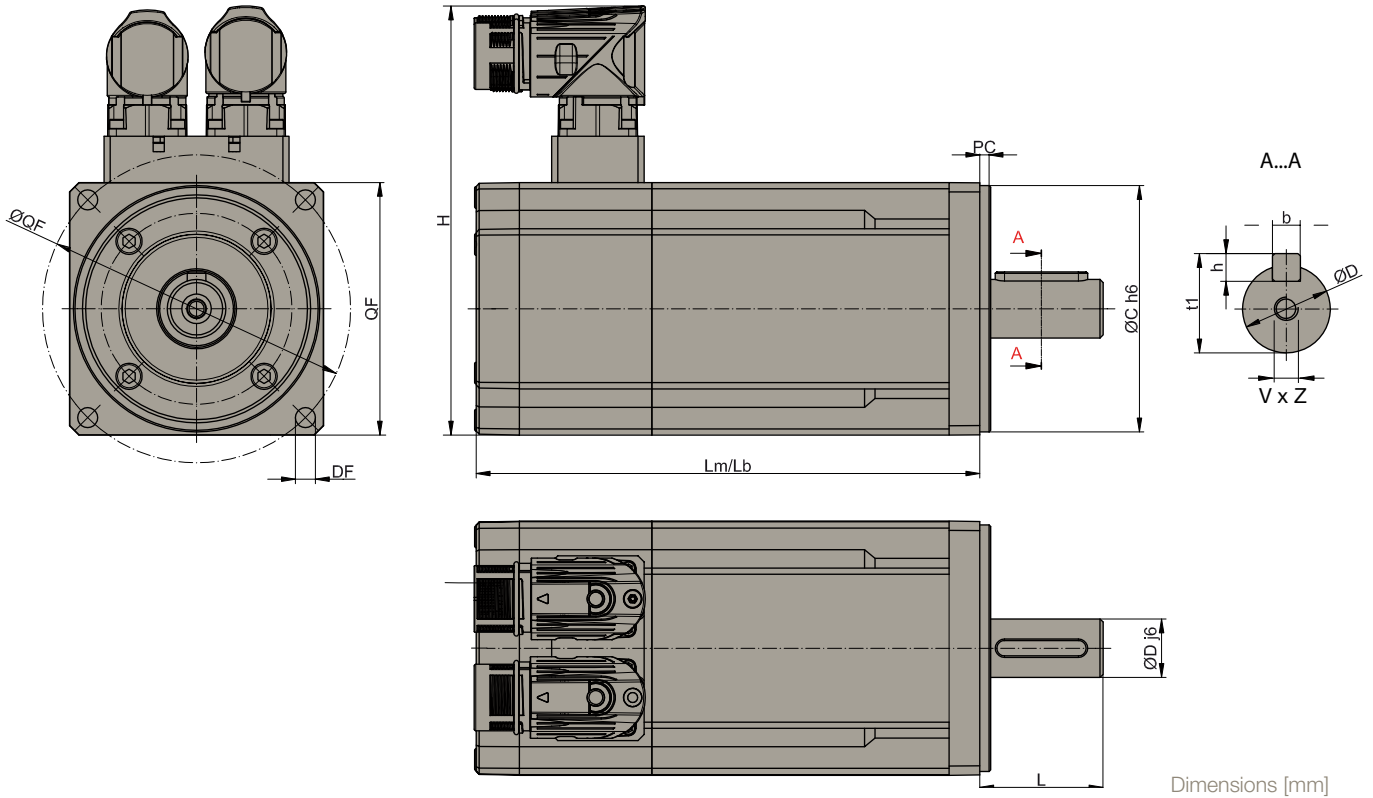
1000 min<sup>-1</sup> 400 V



- S1 65 K, ΔT
- S3 10 %, 5 min, 400 V
- S3 50 %, 5 min
- S3 10 %, 5 min, 230 V
- S3 50 %, 5 min
- S3 20 %, 5 min

Motors  
SMB / SMH Series

Dimensions of Standard Motors with Resolver Feedback



Motors  
SMB / SMH Series

Dimensions [mm]

Motors Size	LM LB	Weight [kg]	DxL	bxh	t1	VxZ	H	C	ØQF	F	DF	PC	QF	Order Code QF		
SMB /H	42	0,35	110	0.85	9x25	-	-	M3x9	66	30	50	3.2	2.5	42	5	
		60	0,55	88	-	9x20	3x3	10.2	-	111.5	40	63	63	5.5	-	60
	1,4		129.5	1.5	11x23	4x4	12.5	M4x10	60		75	75	6	2.5	70	5
	0,55		137	1	11x23	4x4	12.5	M4x10	40		63	63	5.5	2.5	60	8
	1,4		161	1.5	11x23	4x4	12.5	M4x10	60		75	75	6	2.5	70	5
	82	03	159	3.6	11x23 <sup>(2)</sup>	4x4	12.5	M4x12	140	60	75	75	6	3.5	70	7
			202	3.6	14x30	5x5	16	M4x12		80	100	100	6.5	3.5	82	8
		163.5	3.6	14x30	6x6	21.5	M5x12.5	95		115	115	9	3.5	100	5	
	100	06	191.5	4.7	19x40	6x6	21.5	M6x16	157.5	80	100	100	7	3.5	100	8
			238.5	4.7	24x50	8x7	27	M8x19		95	115	115	9	3.5	100	5
	115	10	220	7.7	19x40	6x6	21.5	M6x16	172	95	115	115	9	3.5	115	9
					24x50	8x7	27	M8x19		95	130	130	9	3.5	115	8
					28x60	8x7	31	M10x22		110	130	130	9	3.5	130	7
					28x60	8x7	31	M10x22		130	165	165	11	3.5	145	5
142	15	243	13	19x40	6x6	21.5	M6x16	199	130	165	165	11	3.5	142	5	
				24x50	8x7	27	M8x19									
				28x60	8x7	31	M10x22									

**LM:** Motor's length without brake and with resolver  
**LB:** Motor's length with brake and resolver  
**DxL:** Shaft  
**bxh:** Key  
**T1:** Overall shaft height  
**VxZ:** Shaft hole depth  
**H:** Height

**C:** Center  
**DF:** Fixing holes  
**QF:** Mounting flange  
**F:** Pitch circle diameter  
**PC:** Centre Depth  
<sup>(1)</sup> not available with flange 7  
<sup>(2)</sup> only for torque <2 Nm

# • REDUCTOARE ARMONICE SERIA - CSG (HARMONIC DRIVE LLC)

Table 1

Size	Ratio	Rated Torque at 2000 $T_r$ rpm		Limit for Repeated Peak Torque		Limit for Average Torque		Limit for Momentary Peak Torque		Maximum Input Speed		Limit for Average Input Speed		Moment of Inertia		
		Nm	in-lb	Nm	in-lb	Nm	in-lb	Nm	in-lb	Nm	in-lb	Oil	Grease	Oil	Grease	$\times 10^{-4} \text{kg}\cdot\text{m}^2 \times 10^{-5} \text{kgf}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^2$
		rpm		rpm		rpm		rpm		rpm		rpm		rpm		
8	30	0.9	8	1.8	16	1.4-	12	3.3	29	14000	8500	6500	3500	0.003	0.0031	
	50	1.8	16	3.3	29	2.3-	20	6.6	58							
	100	2.4	18	4.8	42	3.3-	29	9.0	80							
11	30	2.2	19	4.5	40	3.4-	30	8.5	75	14000	8500	6500	3500	0.012	0.012	
	50	3.5	31	8.3	73	5.5-	49	17	150							
	100	5.0	44	11	97	8.9-	79	25	221							
14	30	4.0	35	9.0	80	6.8	60	17	150	14000	8500	6500	3500	0.033	0.034	
	50	5.4	48	18	159	6.9	61	35	310							
	80	7.8	69	23	204	11	97	47	416							
17	100	7.8	69	28	248	11	97	54	478	10000	7300	6500	3500	0.079	0.081	
	30	8.8	78	16	142	12	106	30	266							
	50	16	142	34	301	26	230	70	620							
	80	22	195	43	381	27	239	87	770							
	120	24	212	54	478	39	345	108	956							
20	30	15	133	27	239	20	177	50	443	10000	6500	6500	3500	0.193	0.197	
	50	25	221	56	496	34	301	98	867							
	80	34	301	74	655	47	411	127	1124							
	100	40	354	82	726	49	434	147	1301							
	120	40	354	87	770	49	434	147	1301							
	160	40	354	92	814	49	434	147	1301							
25	30	27	239	50	443	38	336	95	841	7500	5600	5600	3500	0.413	0.421	
	50	39	345	98	868	55	487	186	1646							
	80	63	558	137	1212	87	770	255	2257							
	100	67	593	157	1389	108	956	284	2513							
	120	67	593	167	1478	108	956	304	2690							
	160	67	593	176	1558	108	956	314	2779							
32	30	54	478	100	885	75	664	200	1770	7000	4800	4600	3500	1.69	1.72	
	50	76	673	216	1912	108	956	382	3381							
	80	118	1044	304	2690	167	1478	568	5027							
	100	137	1212	333	2947	216	1912	647	5726							
	120	137	1212	353	3124	216	1912	686	6071							
	160	137	1212	372	3292	216	1912	686	6071							
40	50	137	1212	402	3558	196	1735	686	6071	5600	4000	3600	3000	4.50	4.59	
	80	206	1823	519	4593	284	2513	980	8673							
	100	265	2345	568	5027	372	3292	1080	9558							
	120	294	2602	617	5460	451	3991	1180	10443							
	160	294	2602	647	5726	451	3991	1180	10443							
45	50	176	1558	500	4425	265	2345	950	8408	5000	3800	3300	3000	8.68	8.86	
	80	313	2770	706	6248	390	3452	1270	11240							
	100	353	3124	755	6682	500	4425	1570	13895							
	120	402	3558	823	7284	620	5487	1760	15576							
	160	402	3558	882	7806	630	5576	1910	16904							
50	50	245	2168	715	6328	350	3098	1430	12656	4500	3500	3000	2500	12.5	12.8	
	80	372	3292	941	8328	519	4593	1860	16461							
	100	470	4160	980	8673	666	5894	2060	18231							
	120	529	4682	1080	9558	813	7195	2060	18231							
	160	529	4682	1180	10443	843	7461	2450	21683							
58	50	353	3124	1020	9027	520	4602	1960	17346	4000	3000	2700	2200	27.3	27.9	
	80	549	4859	1480	13098	770	6815	2450	21683							
	100	696	6160	1590	14072	1060	9381	3180	28143							
	120	745	6593	1720	15222	1190	10532	3330	29471							
	160	745	6593	1840	16284	1210	10709	3430	30356							



Table 2

Size	Ratio	Rated Torque at 2000 Tr rpm		Limit for Repeated Peak Torque		Limit for Average Torque		Limit for Momentary Peak Torque		Maximum Input Speed rpm		Limit for Average Input Speed rpm		Moment of Inertia	
		Nm	in-lb	Nm	in-lb	Nm	in-lb	Nm	in-lb	Oil	Grease	Oil	Grease	x10 <sup>-4</sup> kg·m <sup>2</sup>	x10 <sup>-5</sup> kgf·m·s <sup>2</sup>
65	50	490	4337	1420	12567	720	6372	2830	25046	3500	2800	2400	1900	46.8	47.8
	80	745	6593	2110	187	1040	9204	3720	32922						
	100	951	8416	2300	20355	1520	13452	4750	42038						
	120	951	8416	2510	22214	1570	13895	4750	42038						
	160	951	8416	2630	23276	1570	13895	4750	42038						
80	50	872	7717	2440	21594	1260	11151	4870	43100	2900	2300	2200	1500	122	124
	80	1320	11682	3430	30356	1830	16196	6590	58322						
	100	1700	15045	4220	37347	2360	20886	7910	70004						
	120	1990	17612	4590	40622	3130	27701	7910	70004						
	160	1990	17612	4910	43454	3130	27701	7910	70004						
90	50	1180	10443	3530	31241	1720	15222	6660	58941	2700	2000	2100	1300	214	218
	80	1550	13718	3990	35312	2510	22214	7250	64163						
	100	2270	20090	5680	50268	3360	29736	9020	79827						
	120	2570	22745	6160	54516	4300	38055	9800	86730						
	160	2700	23895	6840	60534	4300	38055	11300	100005						
100	50	1580	13983	4450	39383	2280	20178	8900	78765	2500	1800	2000	1200	356	363
	80	2380	21063	6060	53631	3310	29294	11600	102660						
	100	2940	26019	7350	65048	4630	40976	14100	124785						
	120	3180	28143	7960	70446	5720	50622	15300	135405						
	160	3550	31418	9180	81243	5720	50622	15500	137175						

## CSG Rating Table

Table 3

Size	Ratio	Rated Torque at 2000 Tr rpm		Limit for Repeated Peak Torque		Limit for Average Torque		Limit for Momentary Peak Torque		Maximum Input Speed rpm		Limit for Average Input Speed rpm		Moment of Inertia	
		Nm	in-lb	Nm	in-lb	Nm	in-lb	Nm	in-lb	Oil	Grease	Oil	Grease	x10 <sup>-4</sup> kg·m <sup>2</sup>	x10 <sup>-5</sup> kgf·m·s <sup>2</sup>
14	50	7.0	62	23	204	9	80	46	407	14000	8500	6500	3500	0.033	0.0034
	80	10	89	30	266	14	124	61	540						
	100	10	89	36	319	14	124	70	620						
17	50	21	186	44	390	34	301	91	805	10000	7300	6500	3500	0.079	0.081
	80	29	257	56	496	35	310	113	1000						
	100	31	274	70	620	51	451	143	1266						
	120	31	274	70	620	51	451	112	991						
20	50	33	292	73	646	44	389	127	1124	10000	6500	6500	3500	0.193	0.197
	80	44	389	96	850	61	540	165	1460						
	100	52	460	107	947	64	566	191	1690						
	120	52	460	113	1000	64	566	191	1690						
	160	52	460	120	1062	64	566	191	1690						
25	50	51	451	127	1124	72	637	242	2142	7500	5600	5600	3500	0.413	0.421
	80	82	726	178	1575	113	1000	332	2938						
	100	87	770	204	1805	140	1239	369	3266						
	120	87	770	217	1920	140	1239	395	3496						
	160	87	770	229	2027	140	1239	408	3611						
32	50	99	876	281	2487	140	1239	497	4399	7000	4800	4600	3500	1.69	1.72
	80	153	1354	395	3496	217	1920	738	6531						
	100	178	1575	433	3832	281	2487	841	7443						
	120	178	1575	459	4062	281	2487	892	7894						
	160	178	1575	484	4283	281	2487	892	7894						
40	50	178	1575	523	4629	255	2257	892	7894	5600	4000	3600	5000	4.50	4.59
	80	268	2372	675	5974	369	3266	1270	11240						
	100	345	3053	738	6531	484	4283	1400	12390						
	120	382	3381	802	7098	586	5186	1530	13541						
	160	382	3381	841	7443	586	5186	1530	13541						

Table 4

Size	Ratio	Rated Torque at 2000 Tr rpm		Limit for Repeated Peak Torque		Limit for Average Torque		Limit for Momentary Peak Torque		Maximum Input Speed rpm		Limit for Average Input Speed rpm		Moment of Inertia	
		Nm	in-lb	Nm	in-lb	Nm	in-lb	Nm	in-lb	Oil	Grease	Oil	Grease	$\times 10^{-4} \text{kg}\cdot\text{m}^2$	$\times 10^{-5} \text{kgf}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^2$
45	50	229	2,027	650	5,753	345	3,053	1,235	10,930	5,000	3,800	3,300	3,000	8.68	8.86
	80	407	3,602	918	8,124	507	4,487	1,651	14,611						
	100	459	4,062	982	8,691	650	5,753	2,041	18,063						
	120	523	4,629	1,070	9,470	806	7,133	2,288	20,249						
	160	523	4,629	1,147	10,151	819	7,248	2,483	21,975						
50	80	484	4,283	1,223	10,824	675	5,974	2,418	21,399	4,500	3,500	3,000	2,500	12.5	12.8
	100	611	5,407	1,274	11,275	866	7,664	2,678	23,700						
	120	688	6,089	1,404	12,425	1,057	9,354	2,678	23,700						
	160	688	6,089	1,534	13,576	1,096	9,700	3,185	28,187						
58	80	714	6,319	1,924	17,027	1,001	8,859	3,185	28,187	4,000	3,000	2,700	2,200	27.3	27.9
	100	905	8,009	2,067	18,293	1,378	12,195	4,134	36,586						
	120	969	8,576	2,236	19,789	1,547	13,691	4,329	38,312						
	160	969	8,576	2,392	21,169	1,573	13,921	4,459	39,462						
65	80	969	8,576	2,743	24,276	1,352	11,965	4,836	42,799	3,500	2,800	2,400	1,900	46.8	47.8
	100	1,236	10,939	2,990	26,462	1,976	17,488	6,175	54,649						
	120	1,236	10,939	3,263	28,878	2,041	18,063	6,175	54,649						
	160	1,236	10,939	3,419	30,258	2,041	18,063	6,175	54,649						

# SERVOMOTOARE

## Stealth<sup>®</sup> GM Gearmotors Series:



Performance Specifications (six step / trapezoidal commutation)

### Mechanical Specifications

Frame Size	Stack Length	Weight without Brake		Maximum Radial Load		Torsional Stiffness		Standard Backlash (arc min)	Low Backlash (arc min)
		(kg)	(lb)	(N)	(lb)	(Nm/arc min)	(in lb/arc min)		
GM115	Single	8.4	18.5	3,900	876	20	177	15	10
GM115	Double	10.6	23.4	3,900	876	20	177	15	10

\* Measured at 2% of rated torque

### Single Stack Specifications

Frame Size	Ratio	Max. Speed <sup>(1)</sup> (RPM)	Cont. Stall Torque <sup>(1)</sup> T <sub>C</sub>		Peak Torque <sup>(1)</sup> T <sub>P</sub>		Winding C:160 Vdc D:300 Vdc	Voltage Constant <sup>(1)(3)</sup> K <sub>EL-L</sub> (V/kRPM)	Torque Constant <sup>(1)(3)</sup> K <sub>TL-L</sub>		Induct L <sub>L-L</sub> (mH)	Cold Resistance R <sub>L-L</sub> (ohms)	Cont. Current I <sub>C</sub> (amps)	Peak Current I <sub>P</sub> (amps)	Inertia <sup>(2)</sup>	
			(Nm)	(in lb)	(Nm)	(in lb)			(Nm/amp)	(in lb/amp)					(gm cm sec <sup>2</sup> )	(lb in sec <sup>2</sup> )
GM115	5:1	700	18.2	162	54.7	486	C	228.0	2.15	19.5	2.9	1.2	8	25	4.33	0.00375
GM115	5:1	680	18.2	162	54.7	486	D	438.0	4.15	37.0	10.7	4.7	4	13	4.33	0.00375
GM115	7:1	500	25.4	227	76.6	681	C	319.2	3.01	27.3	2.9	1.2	8	25	3.54	0.00306
GM115	7:1	480	25.4	227	76.6	681	D	613.2	5.81	51.8	10.7	4.7	4	13	3.54	0.00306
GM115	10:1	350	36.5	324	109.4	972	C	456.0	4.30	39.0	2.9	1.2	8	25	3.54	0.00306
GM115	10:1	340	36.5	324	109.4	972	D	876.0	8.30	74.0	10.7	4.7	4	13	3.54	0.00306

### Double Stack Specifications

Frame Size	Ratio	Max. Speed <sup>(1)</sup> (RPM)	Cont. Stall Torque <sup>(1)</sup> T <sub>C</sub>		Peak Torque <sup>(1)</sup> T <sub>P</sub>		Winding C:160 Vdc D:300 Vdc	Voltage Constant <sup>(1)(3)</sup> K <sub>EL-L</sub> (V/kRPM)	Torque Constant <sup>(1)(3)</sup> K <sub>TL-L</sub>		Induct L <sub>L-L</sub> (mH)	Cold Resistance R <sub>L-L</sub> (ohms)	Cont. Current I <sub>C</sub> (amps)	Peak Current I <sub>P</sub> (amps)	Inertia <sup>(2)</sup>	
			(Nm)	(in lb)	(Nm)	(in lb)			(Nm/amp)	(in lb/amp)					(gm cm sec <sup>2</sup> )	(lb in sec <sup>2</sup> )
GM115	5:1	570	30.1	267	90.2	801	C	280.5	2.70	23.5	2.2	0.73	11	34	6.28	0.00544
GM115	5:1	650	30.1	267	90.2	801	D	455.5	4.35	38.5	5.8	1.9	7	21	6.28	0.0054
GM115	7:1	400	42.0	373	125.9	1,119	C	392.7	3.78	32.9	2.2	0.73	11	34	5.50	0.00475
GM115	7:1	470	42.0	373	125.9	1,119	D	637.7	6.09	53.9	5.8	1.9	7	21	5.50	0.00475
GM115	10:1	280	60.0	533	179.9	1,599	C	561.0	5.40	47.0	2.2	0.73	11	34	5.50	0.00475
GM115	10:1	320	60.0	533	179.9	1,599	D	911.0	8.70	77.0	5.8	1.9	7	21	5.50	0.00475

Note: Pole Count for GM115 is 12

Thermal Resistance for GM115 is 0.95 °C/W

Stator winding thermal resistance (winding to ambient) is for the unit, mounted to a 254mm x 254mm x 12.7mm (10in x 10in x 0.5in) aluminum plate.

(1) These specifications refer to the output of the GM assembly.

When programming a digital amplifier for use with a GM assembly, these specifications must be adjusted by the ratio to create actual motor performance

(2) Inertia = Motor Rotor + Gear Selection. External Inertia must be divided by the square of the ratio.

(3) Peak of sine wave

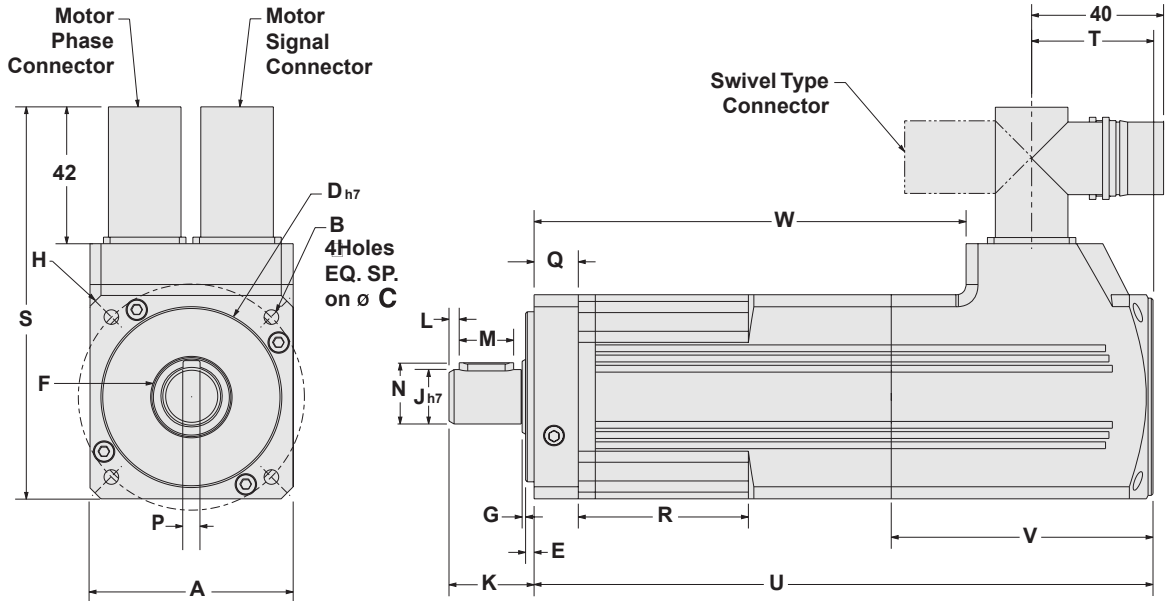
\* For Motor Selection calculations see page 194

Specification are subject to change without notice



# Stealth<sup>®</sup> GM Gearmotors Series

## Dimensions



## METRIC SIZES

Frame Size	A Square Flange		B Bolt Hole		C Bolt Circle Diameter		D Pilot Diameter		E Pilot Thick.		F Shoulder Diameter		G Shoulder Height		H Housing Diameter		J Shaft Diameter	
	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)
GM060	60	2.36	5.5	0.22	70	2.756	50	1.969	2.5	0.1	23	0.91	1.0	0.04	80	3.15	16	0.63
GM090	90	3.54	6.5	0.26	100	3.94	80	3.15	3.0	0.12	36	1.42	1.0	0.04	116	4.57	20	0.79
GM115	115	4.53	8.5	0.33	130	5.12	110	4.33	3.5	0.14	36	1.42	1.5	0.6	152	5.95	24	0.94

Frame Size	K Shaft Length		L Dist From Shaft End		M Keyway Length		N Keyway Height		P Keyway Width		Q Flange Thick.		R Recess Length		S Height		T Connector Location	
	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)
GM060	25.0	0.98	3	0.118	16	0.630	18.0	0.709	5	0.20	13	0.51	50.0	1.969	117	4.60	37	1.457
GM090	40.0	1.57	5	0.20	28	1.10	22.5	0.886	6	0.24	17	0.67	54.5	2.15	147	5.79	39	1.535
GM115	50.0	1.97	7	0.28	32	1.26	27.0	1.063	8	0.32	20	0.79	55.5	2.18	175	6.89	46	1.811

## NEMA SIZES

Frame Size	B Bolt Hole		C Bolt Circle		D Pilot Diameter		J Output Shaft Diameter		K Output Shaft Length		M Keyway Length		N Keyway Height		P Keyway Width	
	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)
GM023	0.195	5.0	2.625	66.7	1.500	38.1	0.375	9.5	1.000	25.4	0.750 flat	19.1 flat	0.015 flat	0.4 flat	—	—
GM034	0.218	5.5	3.875	98.4	2.875	73.0	0.500	12.7	1.250	31.8	1.063	27.0	0.072	1.8	0.125	3.2
GM042	0.281	7.1	4.950	125.7	2.187	55.5	0.625	15.9	1.500	38.1	1.130	28.7	0.108	2.7	0.188	4.8