



UNIVERSITATEA TRANSILVANIA DIN BRAȘOV
Departamentul Autovehicule și Transporturi



PROIECT DE AN LA DISCIPLINA **Proiectarea Roboților**

Autor: Student Alexandru-Emil HERLEA
Programul de studii: Robotică
Grupa 4LF881

Coordonatori: Prof. univ. dr. ing. Gheorghe MOGAN
Cercet. dr. ing. Eugen BUTILA

2020

CUPRINS

Introducere..... 6

A. MEMORIUL TEHNIC (MT)

1. Tematica și schema structural-constructivă

 - 1.1. Tematica și specificații de proiectare
 - 1.2. Schema structural-constructivă

2. Determinarea parametrilor de încărcare a modulului II

 - 2.1. Modelarea în CATIA a sarcinii (model 3D)
 - 2.2. Determinarea parametrilor statici și dinamici ai sarcinii
 - 2.3. Determinarea parametrilor de încărcare a modulului II

3. Calculul și proiectarea modulului II

 - 3.1. Calculul și proiectarea transmisiei mecanice a modulului II
 - 3.2. Calculul și proiectarea lagărului modulului II
 - 3.3. Alegerea servomotorului și traductorului modulului II
 - 3.4. Proiectarea Elementului de legătură
 - 3.5. Modelul 3D în CATIA al modulului II și a EL
 - 3.6. Determinarea parametrilor de încărcare a modulului I
 - 3.7. Calculul asamblării de legătura a modulului I la EL

4. Calculul și proiectarea modulului I

 - 4.1. Calculul și proiectarea transmisiei mecanice a modulului I
 - 4.2. Calculul și proiectarea lagărului modulului I
 - 4.3. Alegerea servomotorului și traductorului modulului I
 - 4.4. Modelul 3D în CATIA al modulului II
 - 4.5. Calculul asamblării de legătura a modulului I la fundație

4. Model 3D în CATIA al produsului
5. Desenul de ansamblu în CATIA al produsului
6. Desen de execuție în CATIA a Elementului de Legătură
8. Desen de execuție în CATIA a carcasei modulului de Rotație

B. ANEXE (aplicații CATIA)

1. Modelul 3D al produsului (în CATIA)
2. Desenul de ansamblu al produsului (în CATIA)
3. Desenul de execuție a Elementului de Legătură
4. Desenul de execuție a carcasei modulului de Rotație

INTRODUCERE

Scopul proiectului de an la disciplina *Proiectarea roboților* este să dezvolte abilitățile practice ale studenților de proiectare și sintetizare a cunoștințelor de mecanică, rezistența materialelor, tehnologia materialelor și reprezentare grafică în decursul anilor I și II, precum și modul în care aceștia pot rezolva în mod independent o lucrare de proiectare, pe baza algoritmilor, metodelor specifice și programelor din domeniu.

Autorul,

MEMORIUL TEHNIC

1. TEMATICA ȘI SCHEMA STRUCTURAL-CONSTRUNTIVĂ

1.1. TEMATICA ȘI SPECIFICĂȚII DE PROIECTARE

Aspecte generale

Să se proiecteze structura constructivă a sistemului mecanic bimobil (cu două module independente) al unui produs mecatronic cu schema bloc prezentă în fig. 1, utilizat în scopul deplasării controlate, cu precizie impusă, a unei sarcini utile, într-un mediu de lucru impus. Deplasarea în spațiul de lucru a sarcinii utile se realizează prin combinarea a două mișcări (de translație și de rotație) realizate de cele două module independente.

Semnificația notațiilor: MI, MII – module independente (de rotație sau de translație); PM1, PM2 – puterile mecanice ale motoarelor de acționare; E – efectoarul final cu sarcina manipulată; PM – puterea mecanică de antrenare; I1, I2 - informații de intrare (de comandă); E1, E2 - informații rezultante (feedback); S(P)R - sistemul (procesul) de lucru (de operare). Produsul de proiectat este specializat pentru a efectua deplasarea controlată precisă a unui efectoar (prehensor, dispozitiv de prindere) împreună cu o sarcină utilă (piesă, sculă, palpator) în scopul realizării de operații de manipulare, tehnologice sau de inspecție.

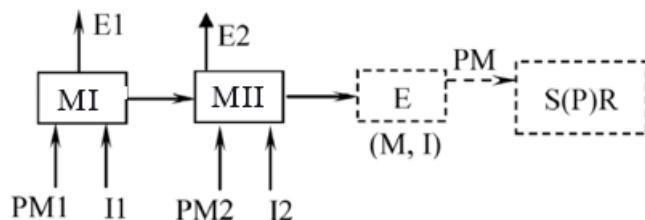


Fig. 1

Date de proiectare

Pentru obținerea unor produse mecatronice modulare care se pot adapta pentru mai multe situații posibile în practică se dau următoarele date:

- A. Primul modul este de translație și al doilea este de rotație
- B. Direcția mișcării pentru primul modul este orizontală și la al doilea este verticală.
- C. Sarcina utilă cu efectoar este un cub cu latura de 190 [mm], dimensiunea de 190[mm] și este realizat din otel.
- D. Direcția axei efectoarului este orizontală și are lungimea de 165[mm].
- E. Performanțe impuse pentru modulul de rotație:

cursa $\varphi=340$ [grade]/viteza maxima $\omega=112.5$ [grade/s]/accelerația maximă $\epsilon=70$ [grade/s²].

F. Performanțe impuse pentru modulul de translație:

cursa $l=0.9$ [m]/viteza maximă $v=5$ [m/s]/accelerația maximă $a=3$ [m/s²].

G. Precizia:

de poziționare $e=0,05$ [mm]/de repetabilitate $r=+/-0,1$ [mm].

H. Durata de funcționare $D = 10000$ [ore]

I. Caracteristici de mediu:

- domeniul temperaturilor de lucru T [°C] = -20 – 45 °,

- altitudinea $h= 600$ [m]

- existența impurităților: praf, nisip, mediu coroziv, umezeală etc.

J. Distanța centrului de masă al sarcinii pînă la axa ultimului modul, $d = 250$ mm.

Specificații suplimentare de proiectare

- se vor alege și monta traductoare pentru generarea semnalului de feedback;
- funcționare cu zgomot scăzut;
- greutate micșorată;
- limitatoare reglabile la final de curse;
- limitare de moment (motor cu limitare de moment);
- motor cu protecție termică;
- fără jocuri axiale la schimbarea sensului; posibilități de fixare la bază (fundație) a primului modul în plan orizontal și vertical;
- costuri scăzute;
- randamente ridicate.

1.2. SCHEMA STRUCTURAL-CONSTRUCTIVĂ

În fig. 2 și 3 se prezintă schemele structurale generale care se pot obține prin inserierea unui modul de rotație R cu un modul de translație T și respectiv modulul de T cu un modul de R.

Semnificațiile notațiilor din fig. 1 și 2:

H – orizontal, V – vertical;

x_I – axa x a modulului I, y_I – axa y a modulului I, x_{II} – axa x a modulului II, y_{II} – axa y a modulului II,

l , v , a - cursa, viteza, accelerația modulului de Translație; φ , ω , ϵ - unghiul, viteza unghiulară, accelerația unghiulară a modulului de Rotație;

F_{Ix} , F_{Iy} - forțele după axe x_I respectiv y_I care încarcă modulul I; M_{Ix} , M_{Iy} , M_{Iz} - momentele după axe x_I, y_I respectiv z_I (perpendiculară pe planul sceen-ului) care încarcă modulul I;

F_{Ex} F_{Ey} - forțele după axe x_{II} respectiv y_{II} care încarcă modulul II; M_{Ex} M_{Ey} M_{Ez} - momentele după axe x_{II}, y_{II} respectiv z_{II} (perpendiculară pe planul sceen-ului) care încarcă modulul II;

α_I , α_{II} , α_E – unghiurile raportate la axa verticală (V) ale modulului I, modulului II, respectiv, Efectorului;

M_I M_{II} - motorul modulului I, respectiv II;

$d, d/2$ - distanțe

S – centrul de greutate al sarcinii;

E - extremitatea efectoarei în zona modulului II;

LT - lagăr de Translație, LR – Lagăr de Rotație;

C_I, C_{II} - centrele de greutate ale modulului I, respectiv, II;

TM_I, TM_{II} - Transmise Mecanică a modulului I, respectiv, II;

R, T – modul de Rotație, respectiv, Translație;

G_S, G_{II} - greutatea sarcinii, respectiv, modulului II;

F_{iS}, F_{iII} – forțele de inerție ale sarcinii, respectiv, modulului II;

$M_{iS} M_{iII}$ – momentele de inerție ale sarcinii, respectiv, modulului II;

EL - Element de Legătură

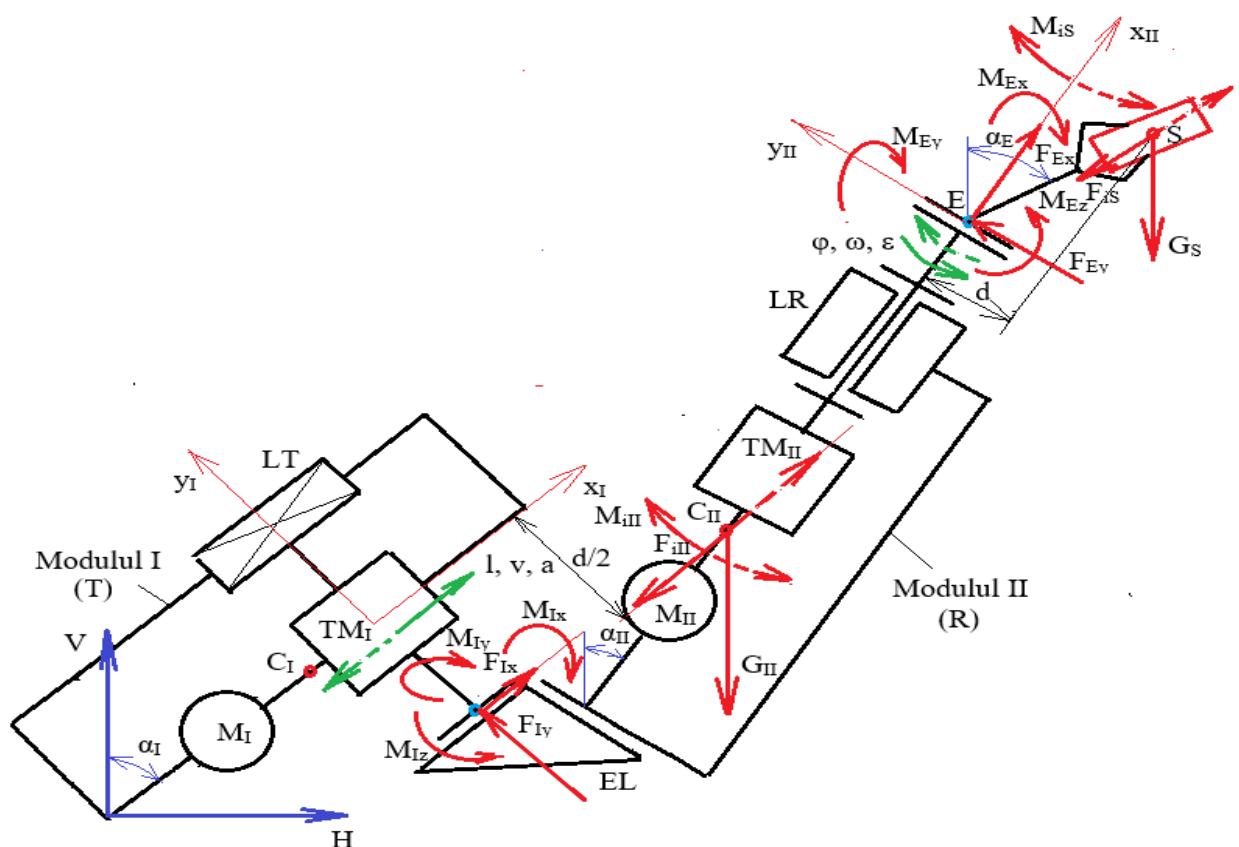


Fig. 2

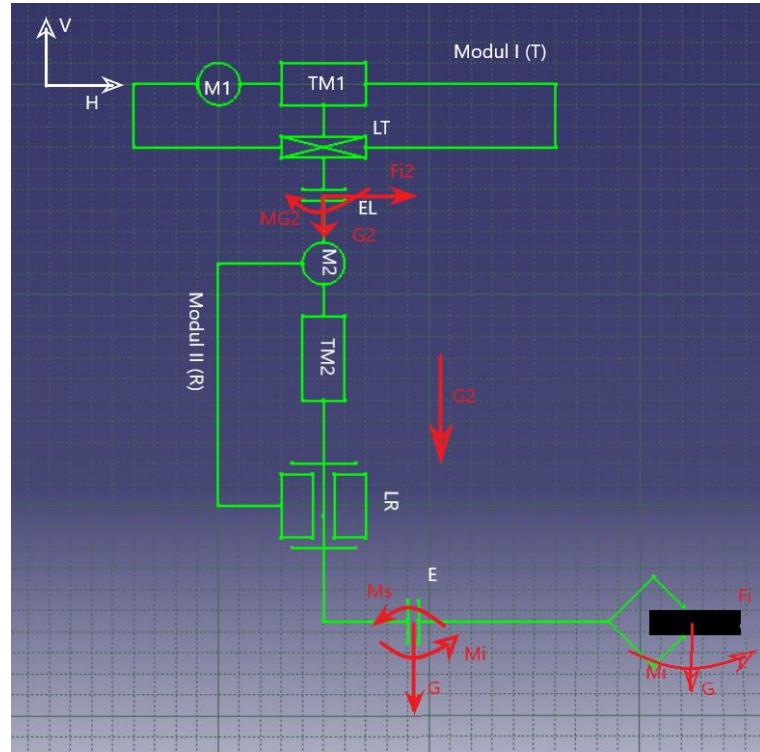


Fig. 3 - Schema structural-constructivă

Ținând cont de valorile parametrilor de poziționare (tab. 1.1) din cadrul temei de



Fig. 4 - Spațiul de lucru

proiect schema din fig. ... va avea configurația din fig. 4.

Tab. 1.1

Unghiul	α_I [0°, 45°, 90°]	α_{II} [0°, 45°, 90°]	α_E [0°, 45°, 90°]
Valoarea	0°	90°	0°

2. DETERMINAREA PARAMETRILOR DE ÎNCĂRCARE A MODULULUI II

2.1. MODELAREA ÎN CATIA A EFECTORULUI CU SARCINA (MODEL 3D)

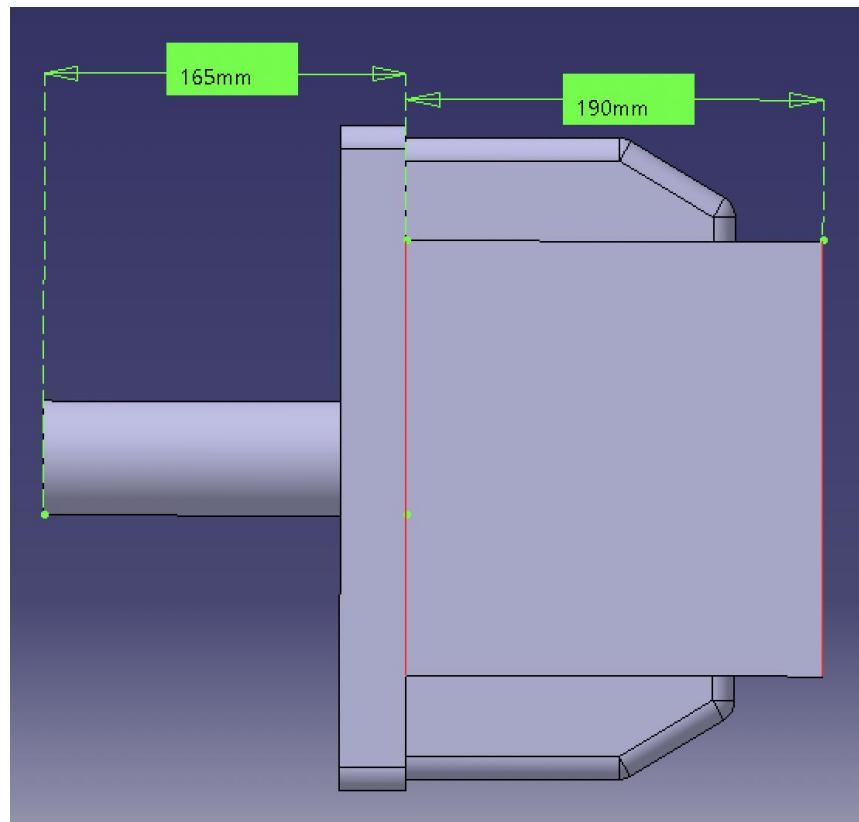


Fig. 5 – Efector cu sarcină

2.2. DETERMINAREA PARAMETRILOR STATICI ȘI DINAMICI AI SARCINII

Tab. 1.2

Forma sarcinii	Paralelipiped, L	Cilindru, L, R=L/2
Valoarea	190 mm	-

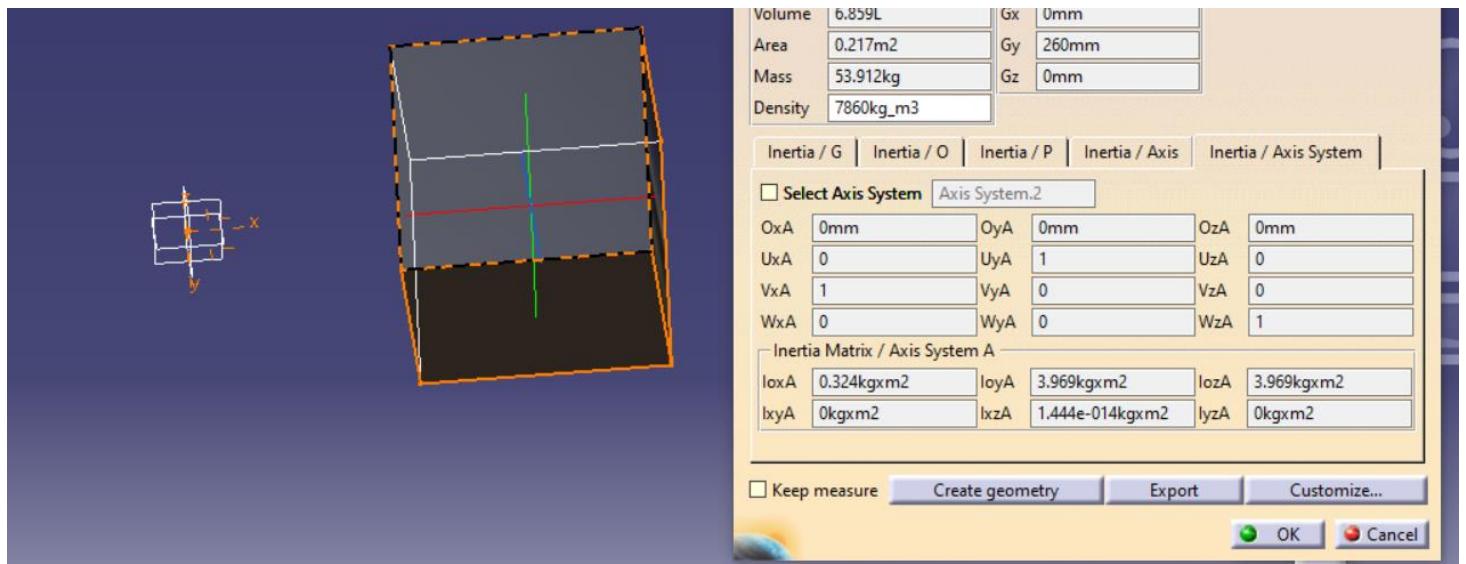


Fig. 6 – Inerția sarcinii

Greutatea sarcinii:

$$G_s = M_s * g - \text{greutatea sarcinii}$$

$$M_s = 53.912 \text{ Kg} - \text{masa sarcinii}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2 - \text{accelerația gravitațională}$$

$$G_s = 528.877 \text{ N}$$

Momentul de inerție al sarcinii:

$$M_{is} = J_s * \epsilon - \text{momentul de inerție al sarcinii}$$

$$J_s = 3.969 \text{ Kg} * \text{m}^2 - \text{moment de inerție}$$

$$\epsilon = 70 \text{ grad/s}^2 - \text{accelerația unghiulară}$$

$$M_{is} = 7.7931 \text{ Nm}$$

$$M_x^E = M_{iS} - \text{momentul sarcinii pe axa X}$$

$$M_x^E = 7.7931 \text{ Nm}$$

$$M_z^E = G_s * (L/2 + 70) - \text{momentul sarcinii pe axa Z}$$

$$M_z^E = 87.265 \text{ Nm}$$

Forță axială:

$$F_x^E = G_s - \text{forța axială la extremitatea efectuatorului în zona modulului II}$$

$$F_x^E = 528.877 \text{ N}$$

Tab. 1.3

Forțe	$F_x[\text{N}]$	$F_y[\text{N}]$	$F_z[\text{N}]$	$M_x[\text{Nm}]$	$M_y[\text{Nm}]$	$M_z[\text{Nm}]$
Valori	528.87672	0	0	7.7931	0	87.2646588

Alegerea reductorului armonic în funcție de raportul de transmisie. Raportul de transmisie este egal cu raportul între turăția motorului și cea a efectuatorului.

n_m - turăția motorului

I_r - raportul de transmisie

$$\omega = 2 * \pi * n/60 - \text{viteza unghiulară}$$

$$n = \omega * 30/\pi - \text{turăția efectuatorului}$$

$$n = 18.75 \text{ rot/min}$$

$$n_m = 3000 \text{ rot/min}$$

$$I_r = n_m/n = 160$$

Raportul rezultat fiind $I_r = 160$, am ales din catalog un reductor armonic cu raportul de 160 a cărui geometrie și valori sunt exemplificate în figura 7, tabelul 1.4 și 1.5.

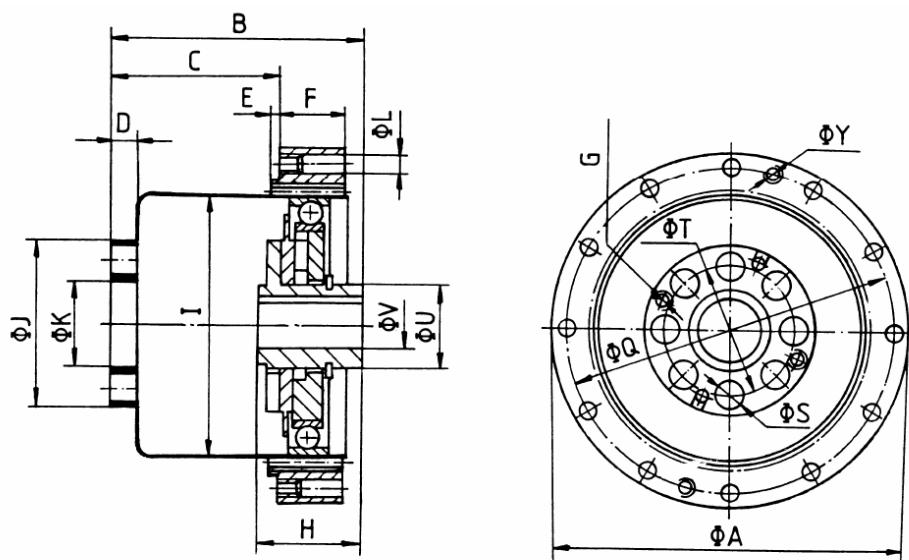


Fig. 7 – Reductor armonic

Tab 1.4

HDUC	A	B	C	D	E	F	G	H	I(h6)	J	K(H6)	L	Q	S	T	U	V(H7)	Y
	70	52	31	5,4	3	14	M3	27	54	31,6	16	12	60	5,5	24	21	9	M3

Tab 1.5

Cod/a[kg]/iner.m^2	Rap. Transm. I	Turatia nom. n _m [rpm]	Mom. nom. M _n [Nm]	Mom.max[Nm]	Turația max.**n _{max} [rpm]	Turația medie** n _{med} [rpm]
HDUC20/0.4/5.10-4	160	2000	40	49/92/147	1000/4000	6500/3500

Pentru alegerea motorului avem nevoie de un motor de 1000 rot/min. Pentru aflarea momentului și a puterii, folosim următoarele formule:

P_e - puterea la ieșire

P_i - puterea la intrare

M_m - momentul motorului

$$P_e = M * \omega$$

$$P_e = M_x * \omega = 15.301 \text{ W}$$

$$P_i = P_e / \eta$$

$$\eta = 0.95 - \text{randament}$$

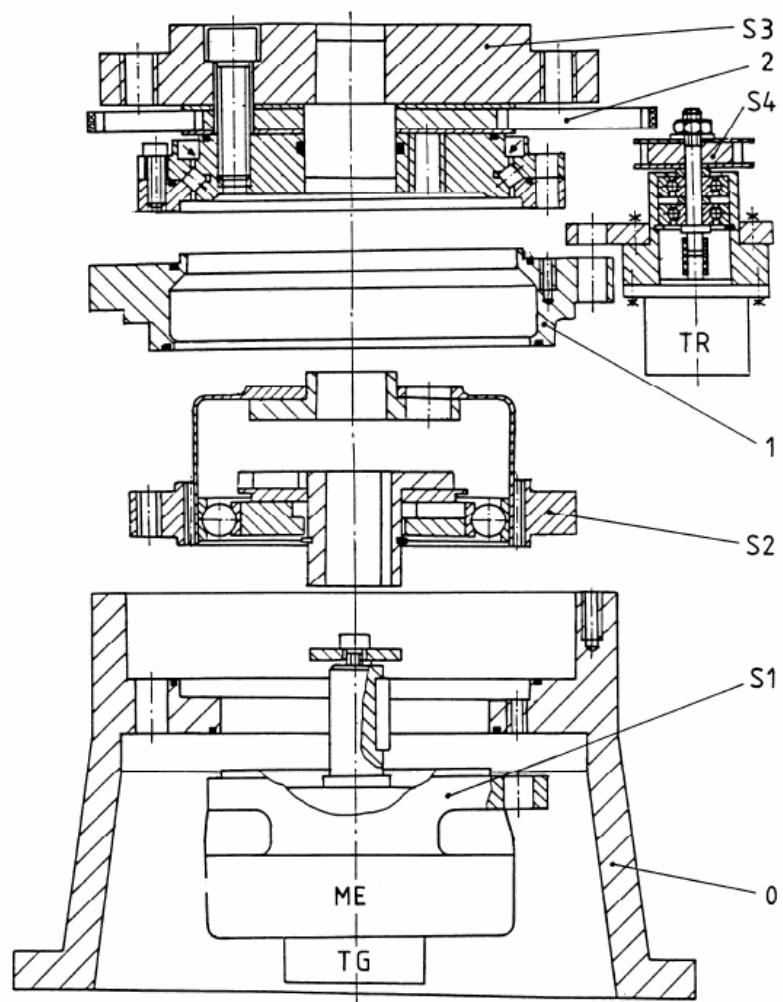
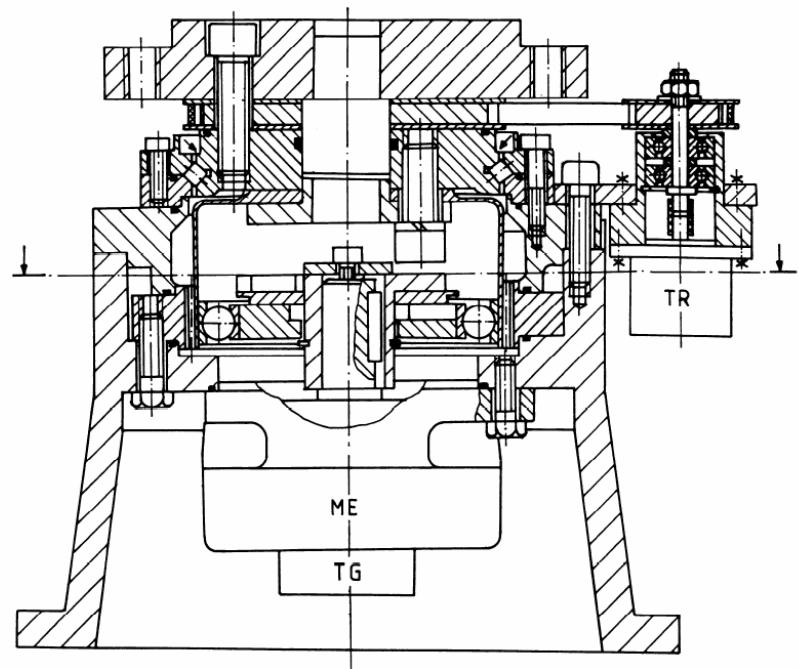
$$P_i = 16.107 \text{ W}$$

$$M_m = 30/\pi * P_i / n_m$$

$$M_m = 0.033 \text{ Nm}$$

Tab 1.6

Caracteristici	Puterea motorului[W]	Momentul motorului[Nm]	Turatia motorului[rpm]
Valori	16.107	0.0512	3000



Nr.crt.	COD	Denumire	Pagina
1	S1	Motor electric	19
2	S2	Reducer armonic	14
3	S3	Lagăr principal	15
4	S4	Traductor	20
5	0	Corp de bază	18
6	1	Corp intermediar	18
7	2	Curea de transmisie	25

2.3 MODELAREA ÎN CATIA A REDUCTORULUI ARMONIC (MODEL 3D)

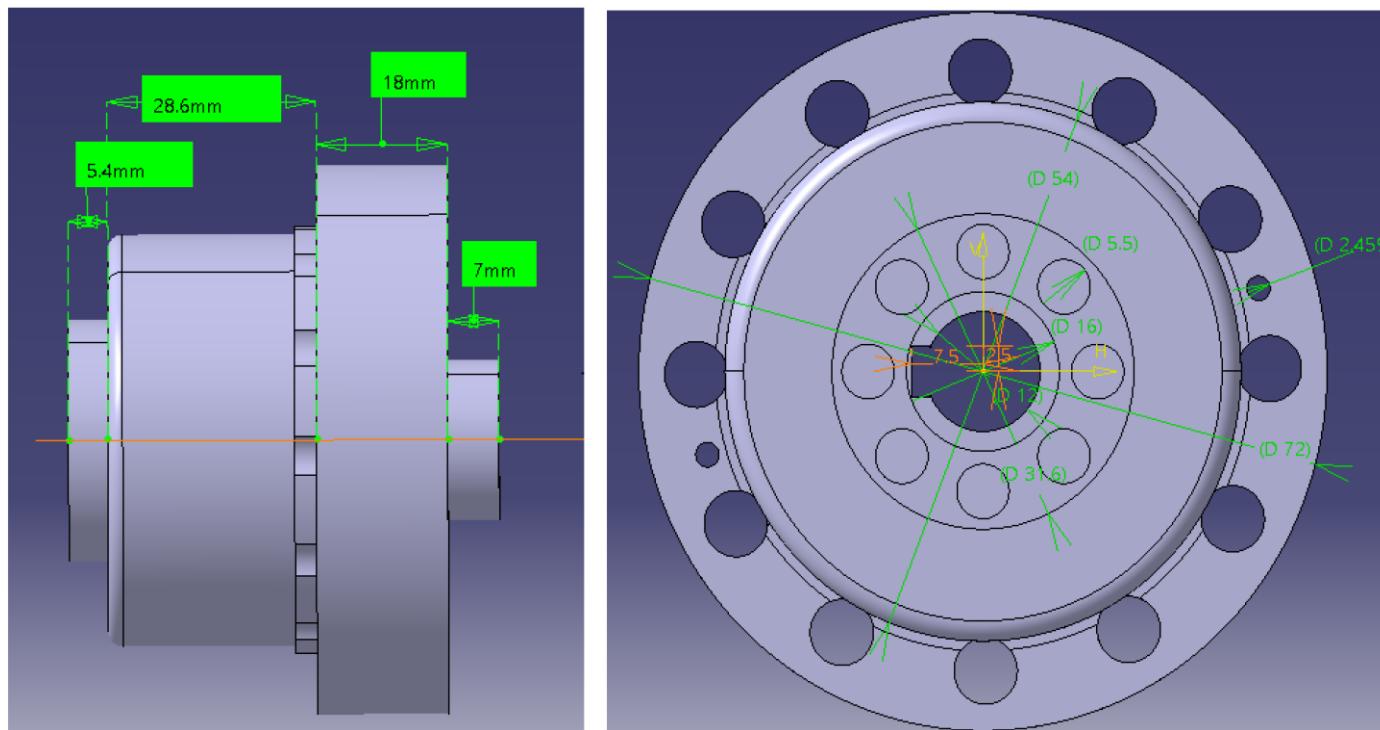


Fig. 7 – Reductor armonic

2.4 MODELAREA ÎN CATIA A RULMENTULUI CU CONTACT IN PATRU PUNCTE (MODEL 3D)

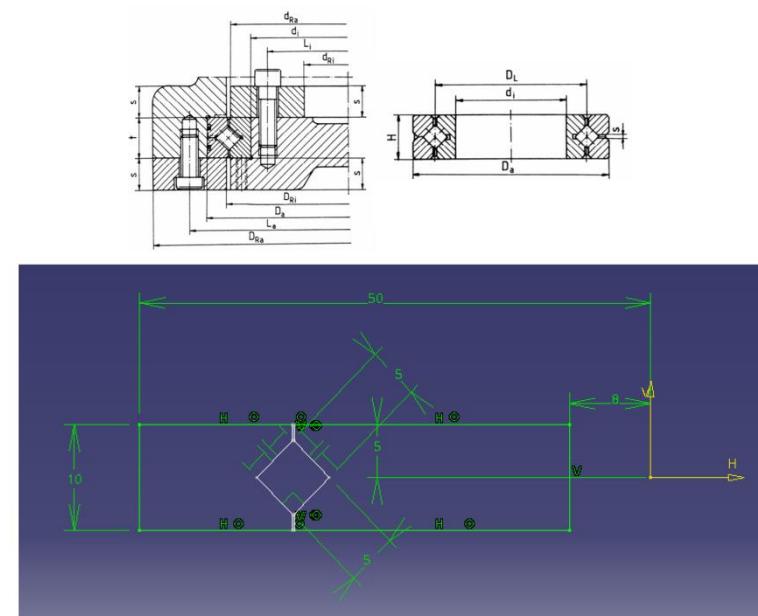


Fig. 8 – Rulment cu contact în patru puncte

Tab 1.7

Marimea	DL	Da	H	di	S		M[kg]	Axial		Radial		
					C[kN]	C0[kN]		C[kN]	C0[kN]	C[kN]	C0[kN]	
SX01 1814			80	90	10	70	1,2	0,3	18	60	12	30

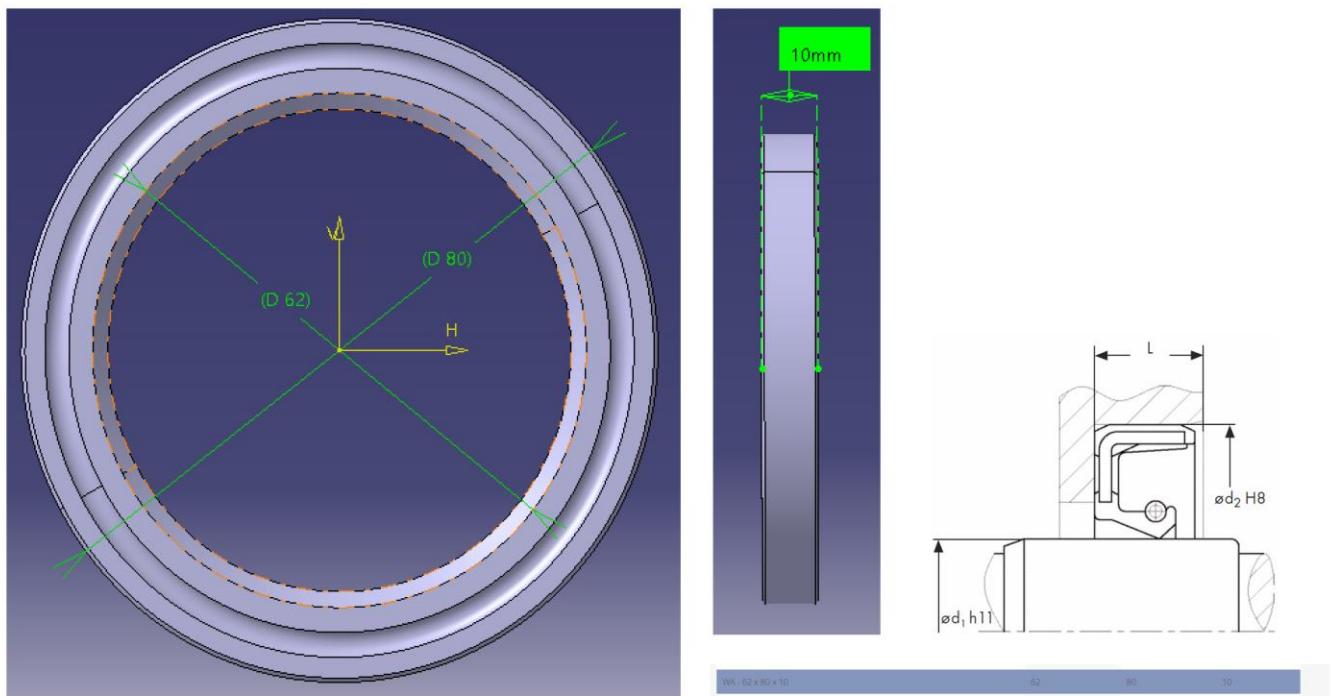
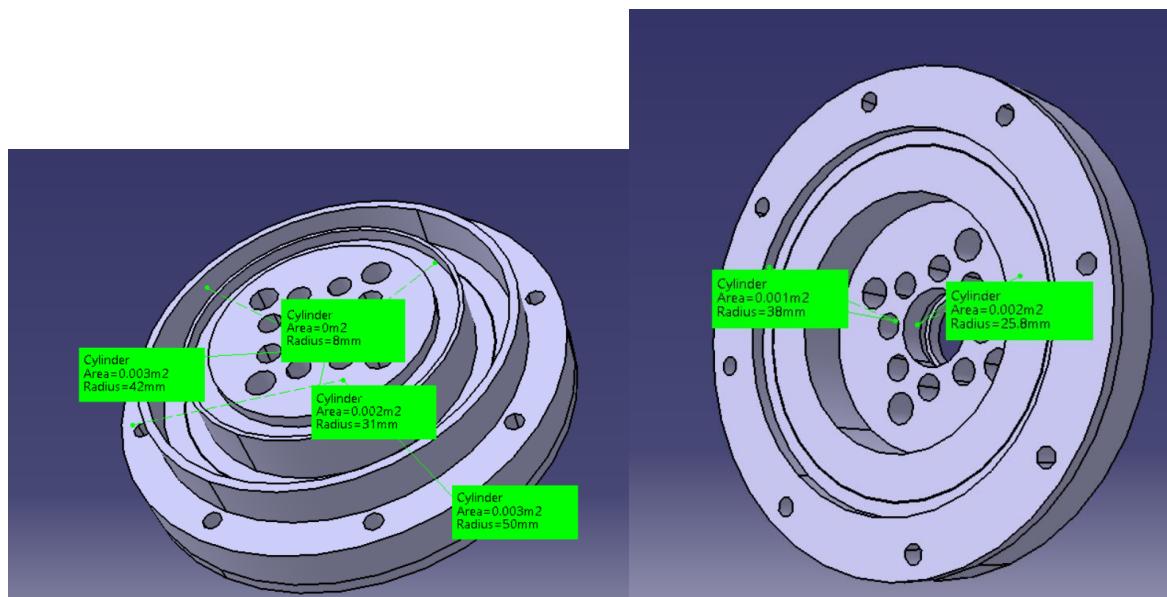


Fig. 9 – Manșetă de rotație



POLY-V PJ 8

Cod. Interno Internal Code Code interne Codigo interno	Descrição Description Description Descripción	Gole Grooves Gorges Canales	P	Type Type Type Type	Foro d / Bussola Bush d / Bore Alesage d / Bore Añadido d / Casquillo	Ø MAX Ø±0.1	F	J	K	L	M	N	R	Peso Weight Gewicht Peso	Kg	
																Kg
JM0408	40 PJ 8	8	40	1	12	23,0	3,31	-	-	32	-	-	-	-	0,24	
JM0458	45 PJ 8	8	45	1	12	23,0	3,31	-	-	32	-	-	-	-	0,32	
JT0568	56 PJ 8	8	56	2	1108	28	23,0	3,31	-	-	23	-	-	-	0,39	
JT0638	63 PJ 8	8	63	2	1108	28	23,0	3,31	-	-	23	-	-	-	0,50	
JT0718	71 PJ 8	8	71	2	1108	28	23,0	3,31	-	-	23	-	-	-	0,64	
JT0738	75 PJ 8	8	75	2	1108	28	23,0	3,31	-	-	23	-	-	-	0,72	

Tipo / Type / Typ
Type / Tipo:
2

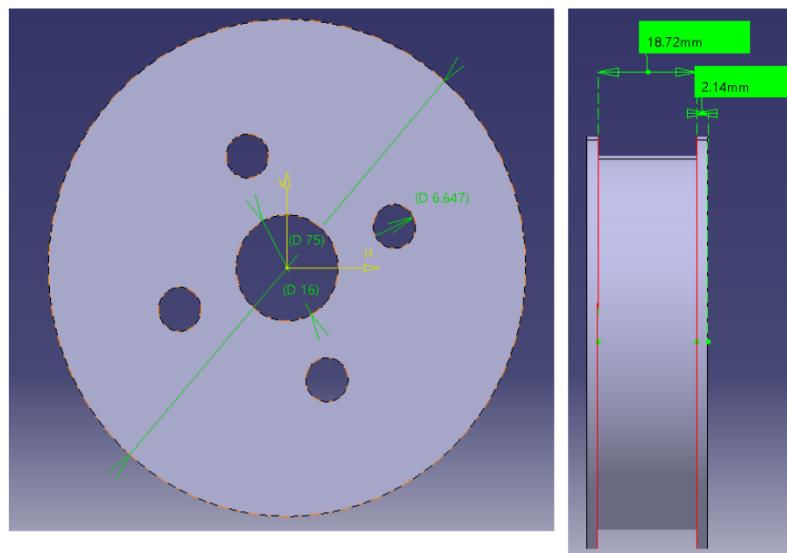
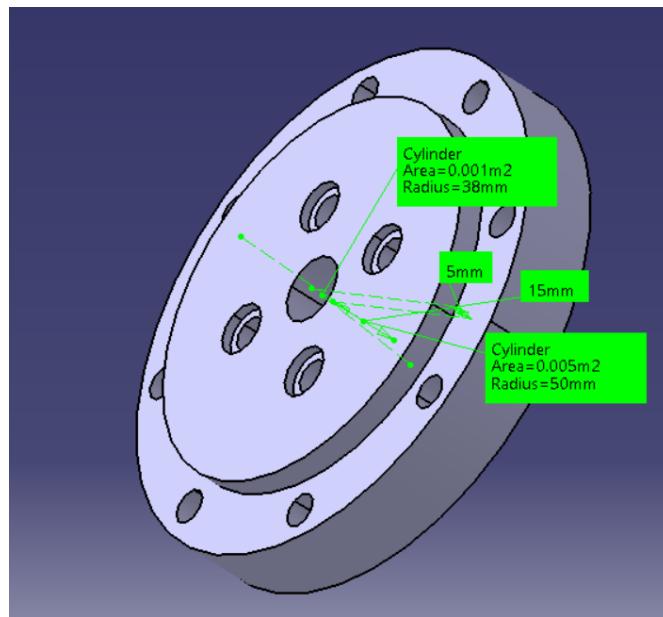
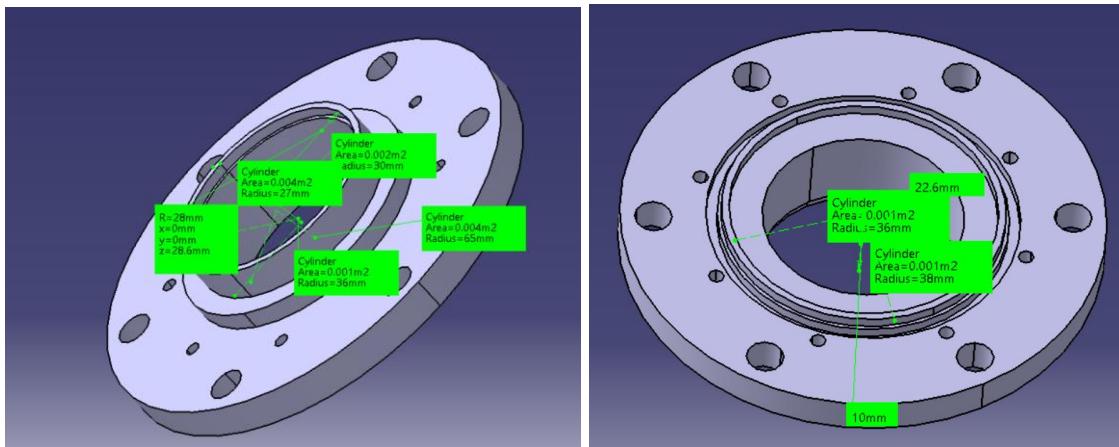


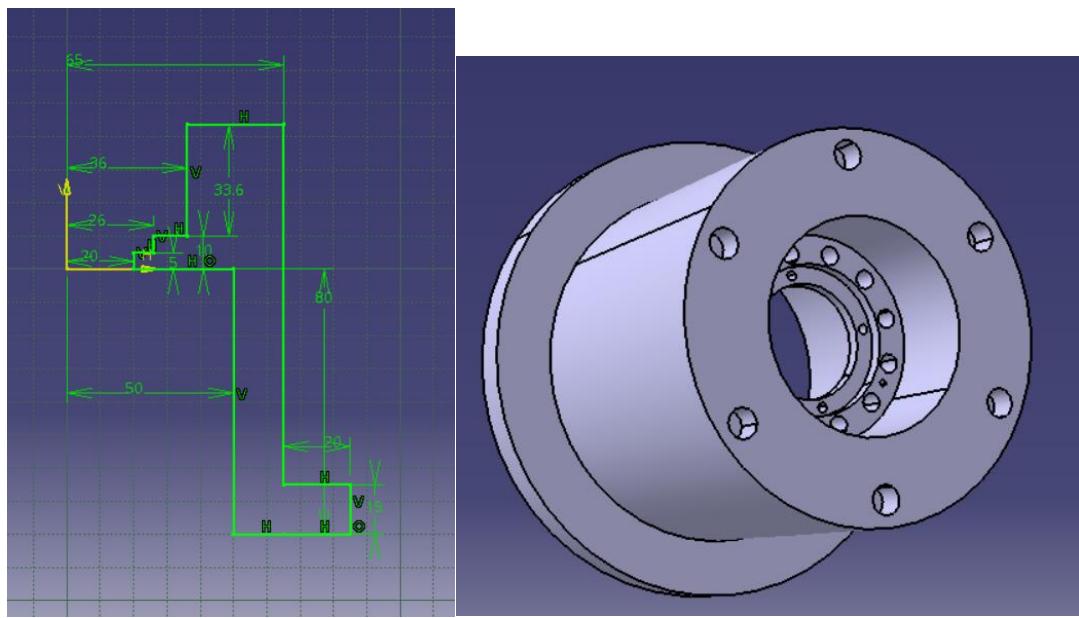
Fig. 11 – Roată reductor armonic



2.5 MODELAREA ÎN CATIA A CORPULUI INTERMEDIAR (MODEL 3D)



2.6 MODELAREA ÎN CATIA A CORPULUI DE BAZA (MODEL 3D)

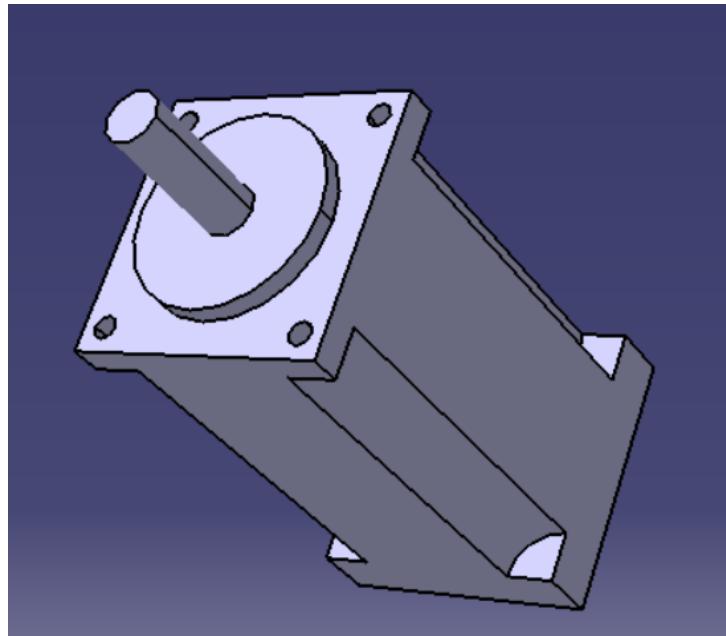


2.7 MODELAREA ÎN CATIA A MOTORULUI ELECTRIC(MODEL 3D)

DIMENSION: UNIT=mm

SPECIFICATIONS

Motor Model	ATO40ST-M0013048	ATO40ST-M00130220	ATO40ST-M0033048	ATO40ST-M00330220
Rated Power (W)	50	50	100	100
Rated Voltage (V)	48	220	48	220
Rated Current (A)	1.1	0.4	2.5	0.6
Rated Speed (RPM)	3000	3000	3000	3000
Rated Torque (N.m)	0.16	0.16	0.32	0.32
Peak Torque (N.m)	0.48	0.32	0.95	0.64
Voltage Constant (V/1000r/min)	9.2	36.8	8.2	32.8
Torque Coefficient (N.m/A)	0.145	0.4	0.128	0.53
Torque Inertia (Kg.M ²)	0.025x10 ⁻⁴	0.025x10 ⁻⁴	0.051x10 ⁻⁴	0.051x10 ⁻⁴
Line-Line Resistance (Ω)	6.75	108	2.2	34
Line-Line Inductance (mH)	7.5	108	3	40
Electrical Time-Constant (ms)	1.11	1	1.36	1.18
Weight (Kg)	0.32	0.32	0.47	0.47
Encode Line Number (PPR)	2500			
Insulation Class		Class B		
Safety Class		IP65		
Temperature		-20 °C ~ +40 °C		
Humidity		<90%RH, (no dewing)		
Motor Length Without Brake (L)	75		90	
Motor Length With Permanent Magnet Brake (L)	109		124	



2.8 MODELAREA ÎN CATIA A TRADUCTORULUI(MODEL 3D)

Series MIB36 / Incremental Hall Effect Encoder

- up to 256 pulses/360° + index
- housing diameter 36 mm
- operating voltage 5V, 24V (3.3V optional)
- interfaces: Open Collector, TTL
- alternative mounting by threaded hole at front or servo flange
- protection class IP65

Flexible mounting on a robust housing with precision ball bearings qualifies the MIB36 for modern tool building and plant engineering.



Drawing

Series MIB36 / Incremental Hall Effect Encoder

Electrical Data

Pulses	256 ppr (other on request)
Channels	A, B, Z
Limit Frequency	500 kHz
Supply Voltage	4.5V < VB < 5.5V / 8V < VB < 30V
Supply Current (no load)	< 20 mA

Mechanical Data

Maximum Speed	6000 rpm
---------------	----------

Other Data

Protection Class Shaft and Housing	IP65
Operating Temperature	-40° ... +85° C
Storage Temperature	-40° ... +85° C
Bearing	2 precision ball bearings
Housing Material	chromed aluminum
Shaft Material	stainless steel
Weight	approx. 90 g

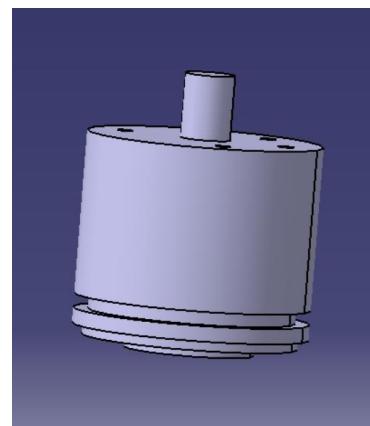


FIG. Traductorul

Cod. interno internal code Interner Code Code interne Codigo interno	Descrizione Description Beschreibung Description Descripción	Gole Grooves Rillen Gorges Cañales	P	Tipo Type Typ Tipo	Foro d / Bussola Bush d / Bore Bohrung d / Achse Arlage d / Moyeu Agujero d / Casquillo	\varnothing MAX	F	f	J	K	L	M	N	R	Peso Weight Gewicht Poids Peso
JM0408	40 PJ 8	8	40	1	12	± 0.1	-	23.0	3.31	-	-	32	-	-	0.24

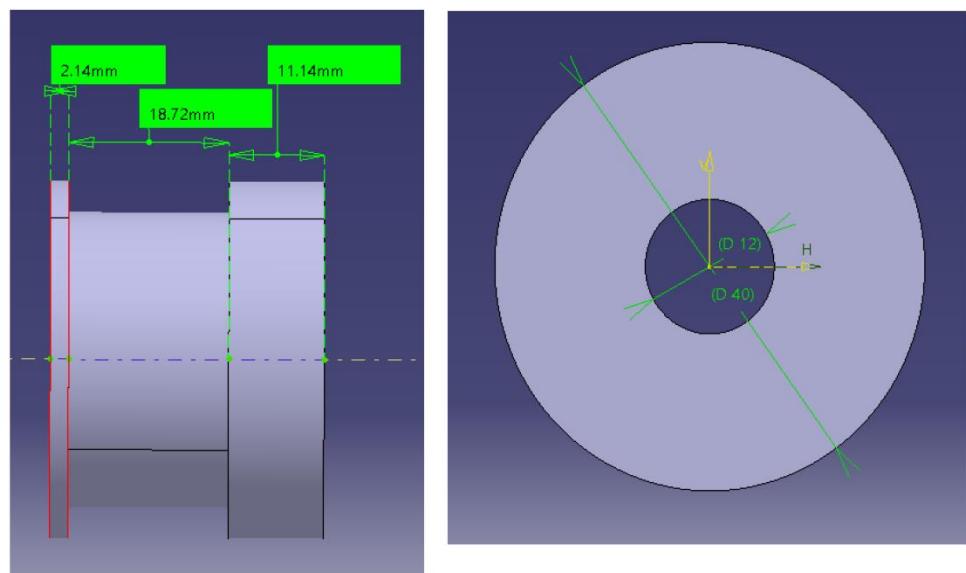


FIG. Roata de transmisie la traductor

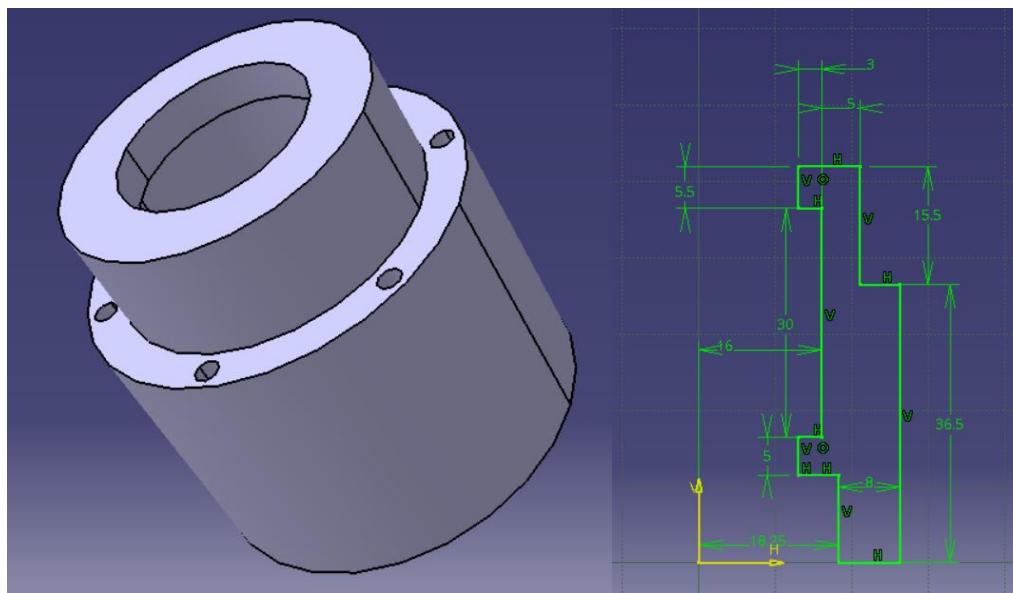


FIG. Carcasa Traductor

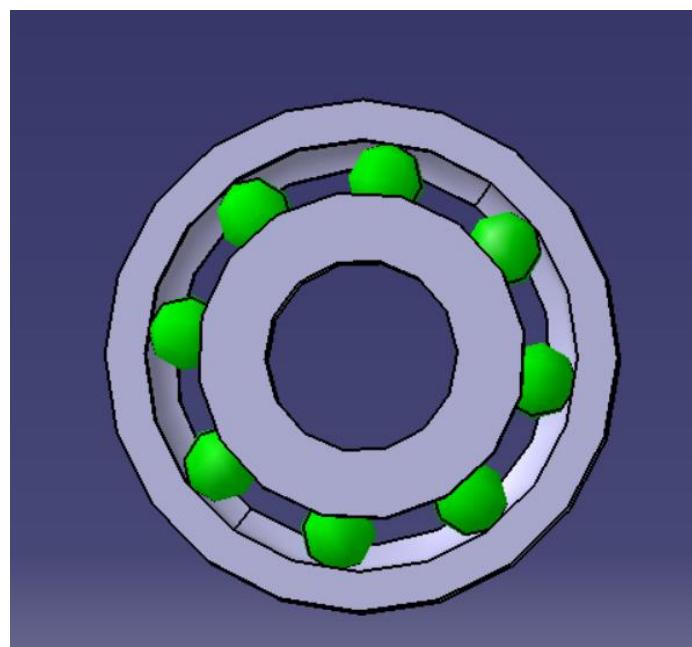


FIG. Rulment Radial-Axial

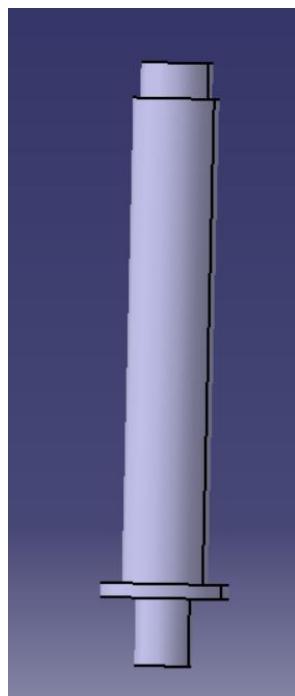


FIG. Ax traductor

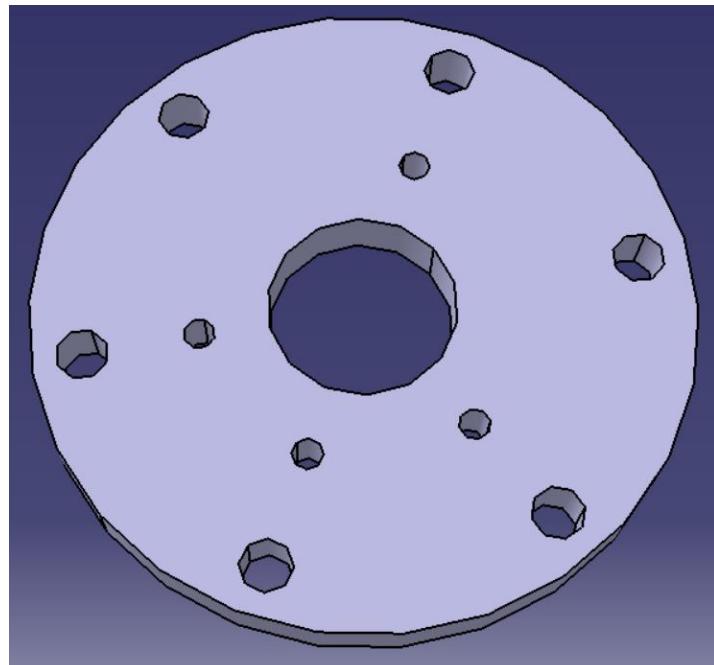


FIG. Prindere Traductor Carcasa

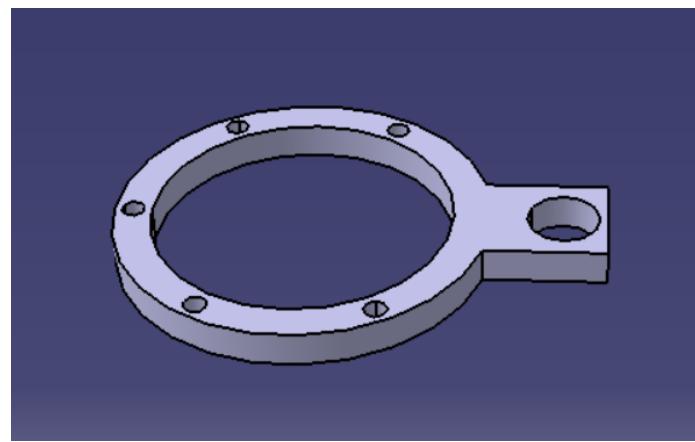


FIG.Prindere traductor corp de baza

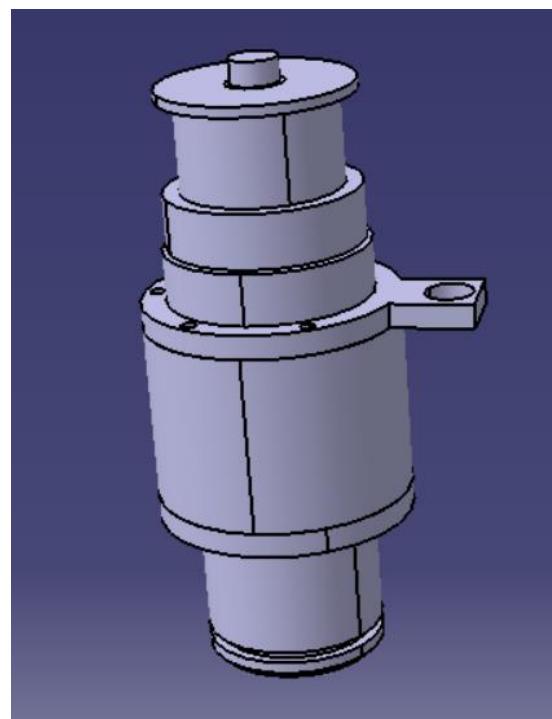
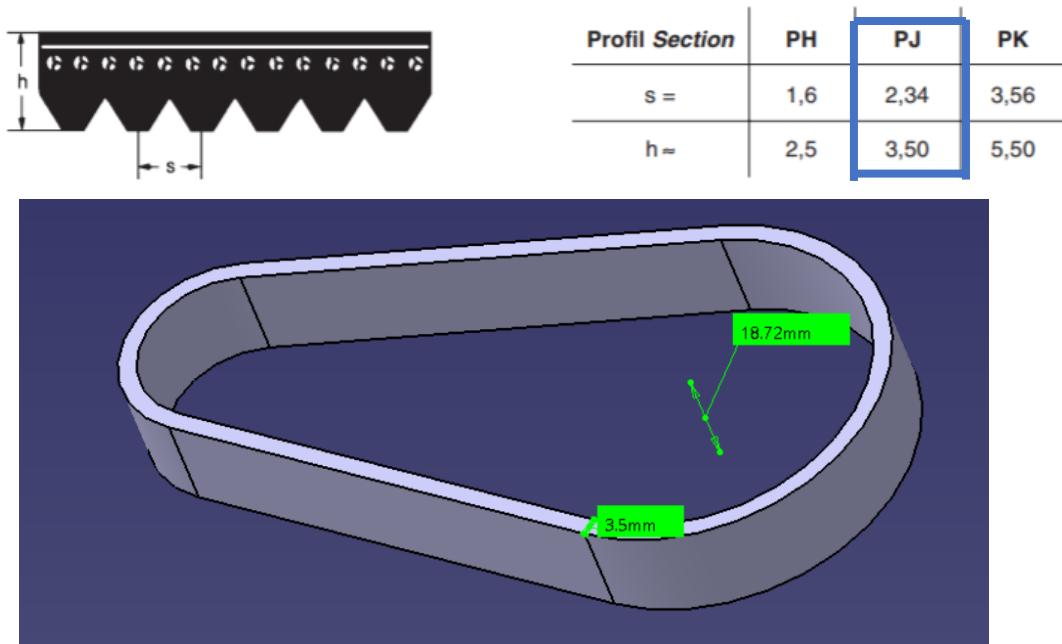
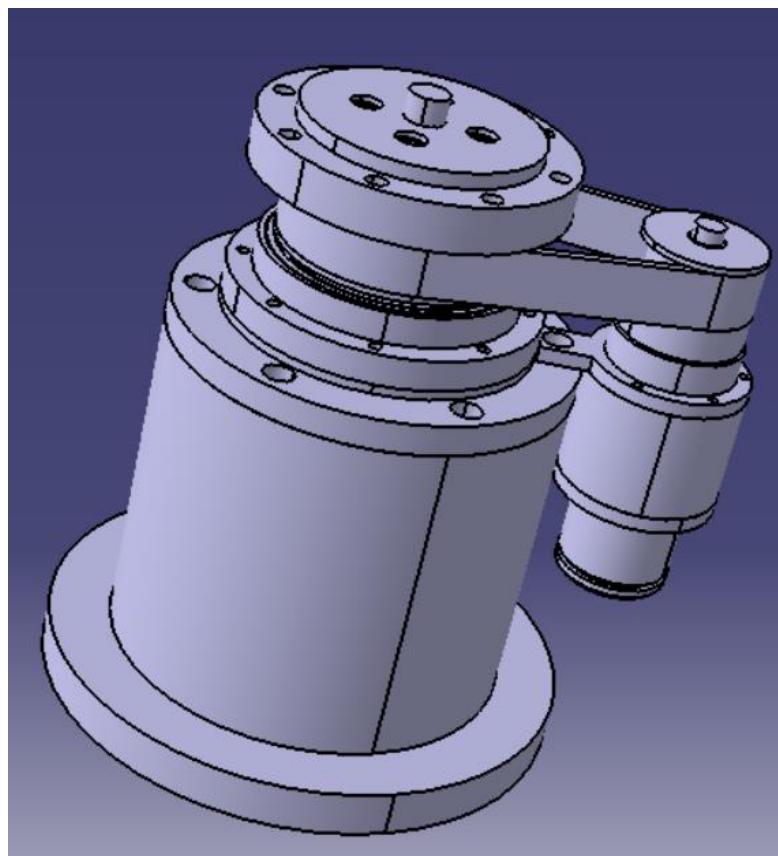


FIG. Subansamblu Traductor

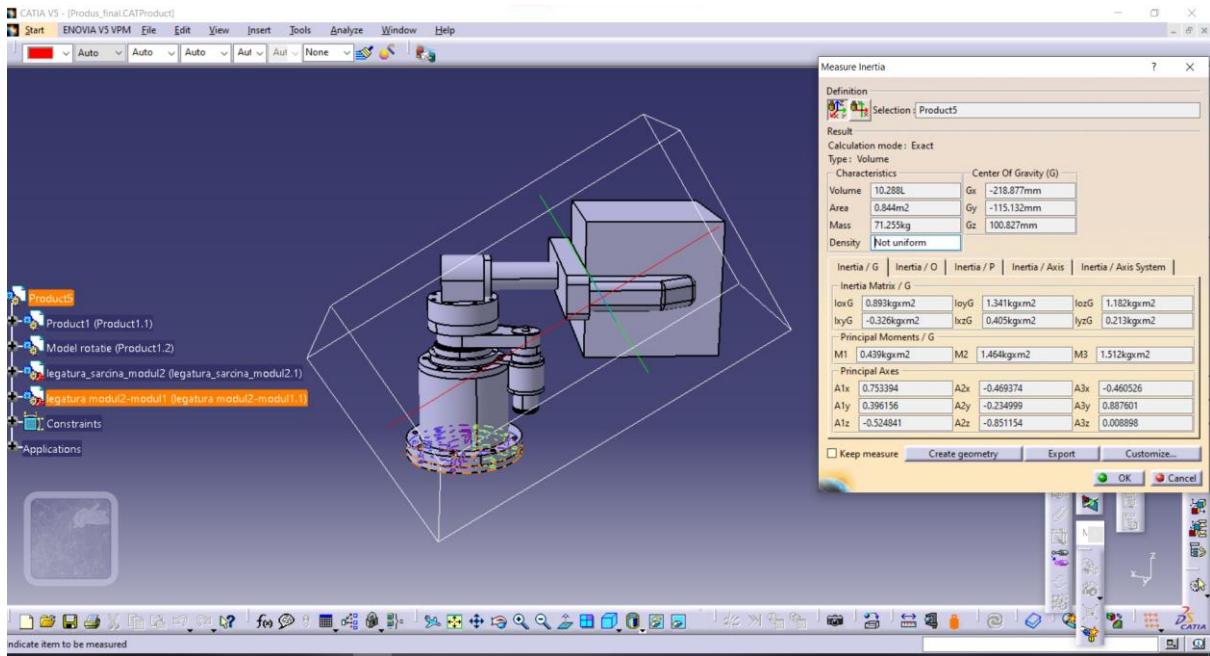
2.9 MODELAREA ÎN CATIA A CURELEI DE TRANSMISIE(MODEL 3D)



2.10 MODEL 3D A SUBANSAMBLULUI A MODULULUI 2 DE ROTATIE



3. DETERMINAREA PARAMETRILOR DE ÎNCĂRCARE A MODULULUI I



Greutatea sarcinii si a modul II:

$$G_{SMII} = M_{SMII} * g - \text{greutatea sarcinii}$$

$M_{SMII} = 71.255 \text{ Kg}$ – masa sarcinii si modul 2

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$ – acceleratia gravitațională

$$G_{SMII} = 699.01155 \text{ N}$$

Forța axială:

$$F_y^E = G_{SMII} - \text{forța axială la extremitatea efectorului în zona modulului II}$$

$$F_y^E = 699.01155 \text{ N}$$

$$F_x^E = a * M_{SMII} - \text{forța axială la extremitatea efectorului în zona modulului II}$$

$$F_x^E = 213.765 \text{ N}$$

$$M_z^E = G_s * C_g - \text{momentul sarcinii pe axa Z}$$

$$M_z^E = 146.792 \text{ Nm}$$

Forte	$F_x[\text{N}]$	$F_y[\text{N}]$	$F_z[\text{N}]$	$M_x[\text{Nm}]$	$M_y[\text{Nm}]$	$M_z[\text{Nm}]$
Valori	213.765	699.01155	0	0	0	146.792

Alegem surubul cu bile folosind urmatoarea relatie

$$C_{nec} = Q \sqrt[3]{\frac{L_h * 60 * n_e}{10^6}}$$

$Q = F_x^E = 213.765 \text{ N}$ - Forta care actioneaza pe surub

$P=3$

$L_h = 10000 \text{ h}$ – Durata de viata

$n_e = n_m = 3000 \text{ rot/min}$ – Viteza motorului

$C_{nec} = 2600.32381$

Tabelul 7.21

Cod	d	p	d_p	w	B	L	A	H	F	M	N	C [N]	C_0 [N]
BNT1404C	14	4	2,778	14,4	34	26	35	22	M4	13	17	5100	11760
BNT1405A	14	5	3,175	14,5	34	26	35	22	M4	13	18	5800	9700
BNT2005A	20	5	3,175	20,5	48	35	35	22	M6	17	22	5780	13920
BNT2505A	25	5	3,175	25,5	60	40	35	22	M8	20	25	6370	17350
BNT2806B	28	6	3,175	28,5	60	40	67	40	M8	22	28	1098	38910
BNT3610B	36	10	6,350	37,0	86	60	96	60	M10	29	38	3170	99960
BNT4512B	45	12	7,144	46,5	100	75	115	75	M12	36	44	40280	140140

Pentru alegerea motorului avem nevoie de un motor de 1000 rot/min. Pentru aflarea momentului și a puterii, folosim următoarele formule:

P_e - puterea la ieșire

P_i - puterea la intrare

M_m - momentul motorului

$$F_m = (s * 2\pi) / p = 0.5652 \text{ rad}$$

$$W_m = (v * 2\pi) / p = 3.14 \text{ rad/s}$$

$$E_m = (a * 2\pi) / p = 1.884 \text{ rad/s}^2$$

$$n_m = 60 * v / p = 30000 \text{ rot/min}$$

Reducem viteza al 0.5 m/s

$$n_m = 3000 \text{ rot/min}$$

$$W_m = (v * 2\pi) / p = 0.314 \text{ rad/s}$$

$$Niu = 0.93$$

$$P_e = F_x^e * V = 106.8825 \text{ W}$$

$$P_i = P_e / niu = 114.9274 \text{ W}$$

$$M_m = 30 / pi * P_i / n_m = 0.3658 \text{ Nms}$$

Caracteristici	Puterea motorului[W]	Momentul motorului[Nm]	Turatia motorului[rpm]
Valori	114.9274	0.3658	3000

Power Rating	Flange Size	Rated Speed	Rated Torque/Peak Torque	Price	Model
50W	40mm	3000 rpm	0.16/0.32 Nm	\$304.15	ATO40ST-M00130220
100W	40mm	3000 rpm	0.32/0.64 Nm	\$329.54	ATO40ST-M00330220
200W	60mm	3000 rpm	0.64/1.91 Nm	\$345.56	ATO60SY-M00630S

Rulment 52 25 15 15.6 10 0.43 17000 17000 0.14 1 Desen Adauga tehnica in lista
SKF 7205 BECBM

Fig I

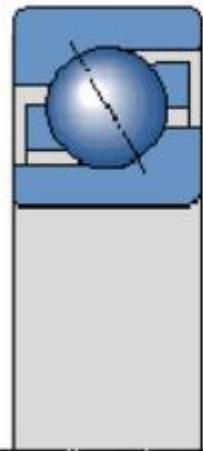
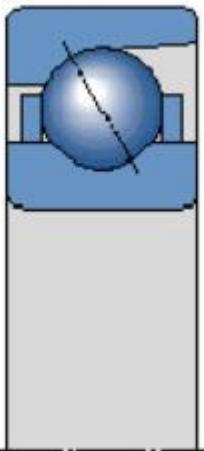


Fig II



Life expectancy calculation

Nominal service life

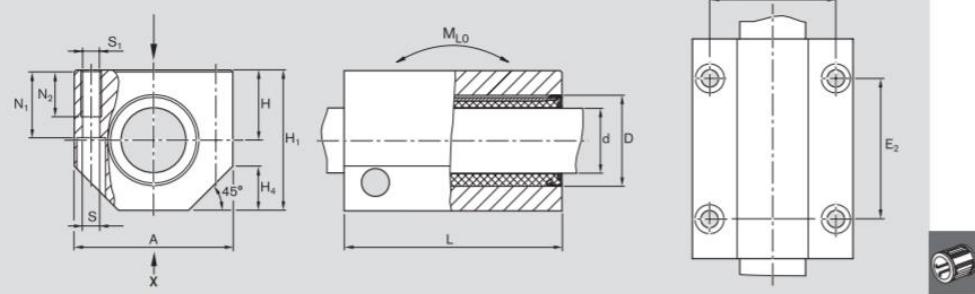
$$L = \left(\frac{C}{F_m} \times f_H \times f_t \times f_s \right)^3 \cdot 10^5$$

$$L_{hrs} = \frac{L}{2 \cdot s \times n_s \times 60}$$

L	= Nominal service life	(m)
L_{hrs}	= Nominal service life	(hrs)
C	= Dynamic load rating	(N)
F_m	= Equivalent dynamic load	(N)
f_H	= Shaft hardness factor	-
f_t	= Temperature factor	-
f_s	= Short stroke factor (for segmental, compact, eLINE and super linear bushings only)	-
s	= Stroke length	(m)
n_s	= Stroke repetition rate (double stroke) (rpm)	

Dimensions

Main load direction



Dimensions (mm)

$\varnothing d$	D	H	H ₁	A	L	E ₁ ± 0.15	E ₂ ± 0.15	S ¹⁾	S ₁	N ₁	N ₂	H ₄
12	19	17	33	40	60	29	35	4.3	M5	16	11	11
16	24	19	38	45	65	34	40	4.3	M5	18	11	13
20	28	23	45	53	65	40	45	5.3	M6	22	13	15
25	35	27	54	62	85	48	55	6.6	M8	26	18	17
30	40	30	60	67	105	53	70	6.6	M8	29	18	19
40	52	39	76	87	125	69	85	8.4	M10	38	22	24
50	62	47	92	103	145	82	100	10.5	M12	46	26	30

$\varnothing d$	Radial clearance (μm)		Tolerance for H ²⁾	Load ratings ³⁾ (N)		Linear torque (Nm) stat.		
	Shaft R1029 eLINE	Shaft R1029 Compact		Normal	Stainless			
12	+8 -24	+32 0	+24 0	1,310	980	920	780	13
16	+8 -24	+32 0	+24 0	1,700	1,140	1,180	920	18
20	+9 -25	+33 -1	+25 0	2,290	1,800	1,610	1,440	21
25	+12 -24	+36 0	+25 0	4,760	3,900	3,330	3,120	59

1) ISO 4762-8.8 fastening bolts.

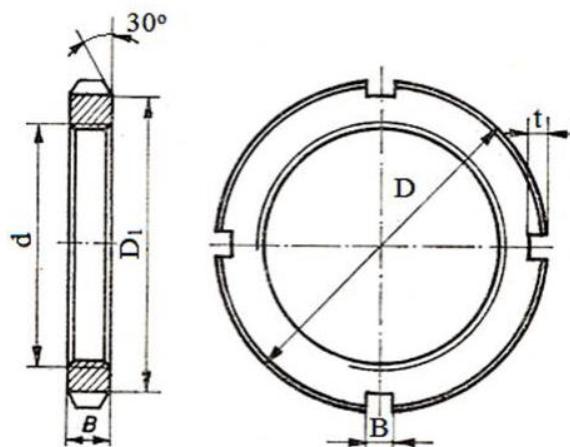
2) In relation to $\varnothing d$.

3) The load ratings apply for the main load direction. If the load direction is not the main load direction, the load ratings must be multiplied by the following factors.

$\varnothing d$ 12 and 16: $f = 0.90, f_0 = 0.86$

$\varnothing d$ 20 to 50: $f = 0.79, f_0 = 0.68$

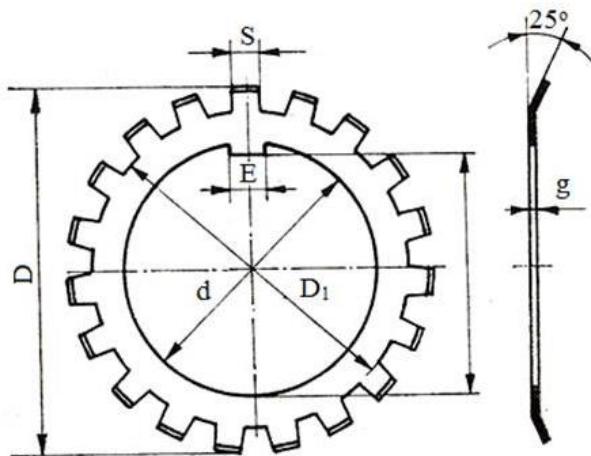
Formă și dimensiuni



Valori dimensiuni

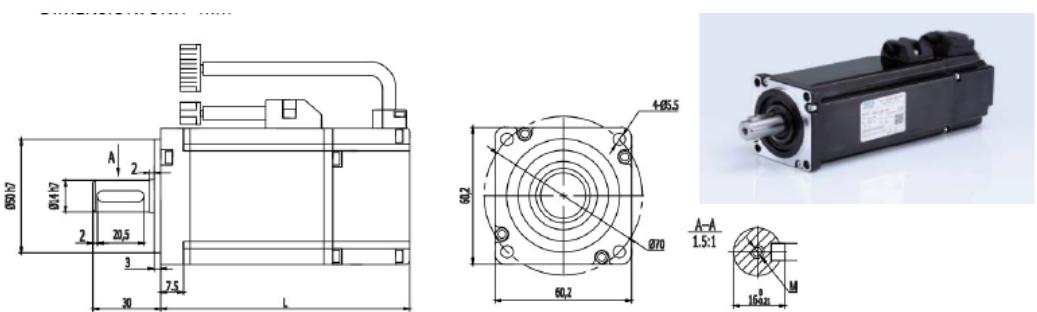
Simbol	Filet d	D		D ₁		B		S		t		Saiba de siguranță STAS 5815-77
		nominal	abateri/ limite h 12	nominal	abateri/ limite h 14	nominal	abateri/ limite h 14	nominal	abateri/ limite h 14	nominal	abateri/ limite h 15	
KM 3	M17x1	28	0	24	0	5	0	4	0	2	0	MB 3
KM 4	M20x1	32	-0,21	26	-0,52	6	-0,30	4	0	2	0	MB 4
KM 5	M25x1,5	38	0	32	7	5	0	5	0	2	0	MB 5
KM 6	M30x1,5	45	-0,25	38	0	7	0	5	+0,30	2	0	MB 6
KM 7	M35x1,5	52	44	-0,62	8	5	0	5	0	2,5	0	MB 7
KM 8	M40x1,5	58	50	9	-0,36	6	0	6	0	2,5	0	MB 8
KM 9	M45x1,5	65	56	10	6	6	0	6	0	2,5	0	MB 9
KM 10	M50x1,5	70	-0,30	61	0	11	0	6	0	2,5	0	MB 10
KM 11	M55x2	75	67	-0,74	11	7	0	7	0	3	0	MB 11

Formă și dimensiuni



Valori dimensiuni

Simbol	d		$\approx D$	D_f		h	E		S	g	Numărul de chinti exter- ori, min	Pielitură STAS 5816-77
	nominal	abateri/ limită C_{II}		nominal	abateri/ limită H_{I4}		nominal	abateri/ limită C_{II}				
MB 3	17	+0,205 +0,005	32	24	+0,52	15,5	+0,205 +0,095	4	4	1	11	KM3
MB 4	20	+0,240	36	26	0	18,5	+0,240	4	4	1	11	KM4
MB 5	25	+0,120	42	32	+0,62	23	+0,240 +0,110	5	5	1,25	13	KM 5
MB 6	30	+0,120	49	38	0	27,5	+0,280	5	5	1,25	13	KM 6
MB 7	35	+0,280	57	44	-	32,5	+0,280	6	5	1,25	13	KM 7
MB 8	40	+0,130	62	50	-	37,5	+0,120	6	6	1,25	13	KM 8
MB 9	45	+0,290	69	56	-	42,5	+0,290	6	6	1,25	13	KM 9



SPECIFICATIONS

Motor Model	ATO60CST-M00630	ATO60CST-M01330	ATO60CST-M01930
Rated Power (W)	200	400	600
Rated Voltage (V)	220	220	220
Rated Current (A)	1.2	2.8	3.5
Rated Speed (RPM)	3000	3000	3000
Rated Torque (N.m)	0.637	1.27	1.91
Peak Torque (N.m)	1.91	3.9	5.73
Voltage Constant (V/1000r/min)	30.9	29.6	34
Torque Coefficient (N.m/A)	0.53	0.45	0.55
Torque Inertia (Kg.M ²)	0.175×10^{-4}	0.29×10^{-4}	0.39×10^{-4}
Line-Line Resistance (Ω)	6.18	2.35	1.93
Line-Line Inductance (mH)	29.3	14.5	10.7
Electrical Time-Constant (ms)	4.74	6.17	5.5
Weight (Kg)	1.16	1.6	2.07
Encode Line Number (PPR)	2500		
Insulation Class		Class F	
Safety Class		IP65	
Temperature		-20°C ~ +40°C	
Humidity		<90%RH, (no dewing)	
Motor Length Without Brake (L)	116	141	169
Motor Length With Permanent Magnet Brake (L)	164	189	217

