



UNIVERSITATEA TRANSILVANIA DIN BRAȘOV

Departamentul Autovehicule și Transporturi



PROIECT DE AN LA DISCIPLINA

Proiectarea Roboților

Autor: Student Pavel Bularca
Programul de studii: Robotică
Grupa: 4LF881

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

2021

UNIVERSITATEA TRANSILVANIA DIN BRAȘOV

FACULTATEA DE INGINERIE MECANICĂ

PROIECT DE AN LA DISCIPLINA
Proiectarea Roboților

Autor: Student Pavel Bularca
Grupa: 4LF881

Coordonatori științifici: Prof. univ. dr. ing. Gheorghe MOGAN
Dr. ing. Eugen BUTILA

2021

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.

..... se vor prezenta (pe această pagină) aspecte generale legate de construcția și proiectarea dispozitivelor de remorcare auto

Autorul,

MEMORIUL TEHNIC

1. TEMATICA ȘI SCHEMA STRUCTURAL-CONSTRUCTIVĂ

1.1 TEMATICA ȘI SPECIFICAȚII DE PROIECTARE

Aspecte generale

Să se proiecteze structura constructivă a sistemului mecanic bimobil (cu două module independente) al unui produs mecatronic cu schema bloc prezentată 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.

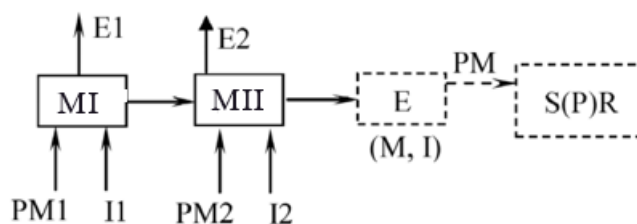


Fig. 1

Semnificația notațiilor: MI, MII - module independente (de rotație sau de translație); PM1, PM2- puterile mecanice ale motoarelor de acționare; E - efectorul final cu sarcina manipulată; PM - puterea mecanică de antrenare; I1, I2-informații de intrare (de comandă); E1, E2- informații rezultate (feedback); S(P)R - sistemul (procesul) de lucru (de operare).

Produsul de proiectat este specializat pentru a efectua deplasarea controlată precisă a unui efector (prehensor, dispozitiv de prindere) împreună cu o sarcină utilă (piesa, sculă, palpator) în scopul realizării de operații de manipulare, tehnologice sau de inspecție.

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. Tipurile și succesiunea modulelor:

- Rotație (T),
- Translație (R).

B. Direcțiile mișcărilor modulelor

- orizontală,
- verticală,
- înclinată, la 45° față de direcția verticală.

C. Sarcina utilă cu efector:

- cub cu latura L+ dimensiune L [mm]/material,
- cilindru cu înălțimea L și raza $R = L/2$ + dimensiune L [mm]/material.

D. Direcția axei efectorului (care include prehensorul)

- orizontală,
- verticală.

E. Performanțe impuse pentru modulul de rotație:

cursa ϕ [grade]/viteza maximă ω [grade/s]/acelerația maximă ϵ [grade/s²].

F. Performanțe impuse pentru modulul de translație:

cursa l [m]/viteza maximă v [m/s]/acelerația maximă a [m/s²].

G. Precizia:

de poziționare e [mm]/de repetabilitate r [mm].

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

I. Caracteristici de mediu:

- domeniul temperaturilor de lucru T [°C],
- altitudinea h [m],
- existența impurităților: praf, nisip, mediu coroziv, umezeală etc.

J. Distanța centrului de masă al sarcinii până 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 (fundatie) 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 înserierea unui modul de R cu un modul de T și respectiv modul 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; $\varphi, \omega, \varepsilon$ – unghiul, viteza unghiulară, accelerația unghiulară a modulului de Rotație;

F_{Ix}, F_{Iy} – forțele după axele x_I respectiv y_I care încarcă modulul I; M_{Ix}, M_{Iy}, M_{Iz} – momentele după axele x_I, y_I respectiv z_I (perpendiculară pe planul scenei) care încarcă modulul I;

F_{Ex}, F_{Ey} – forțele după axele x_{II} respectiv y_{II} care încarcă modulul II; M_{Ex}, M_{Ey}, M_{Ez} – momentele după axele x_{II}, y_{II} respectiv z_{II} (perpendiculară pe planul scenei) care încarcă modulul II;

$\alpha_I, \alpha_{II}, \alpha_E$ – unghiurile raportate la axa verticală (V) ale modulului I, modulului II, respectiv, Efecteurului;

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

$d, d/2$ – distanțe

S – centrul de greutate al sarcinii;

E – extremitatea efecteurului 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_{IIS} – forțele de inerție ale sarcinii, respectiv, modulului II;

M_{IS}, M_{IIS} – momentele de inerție ale sarcinii, respectiv, modulului II;

EL – Element de Legătură

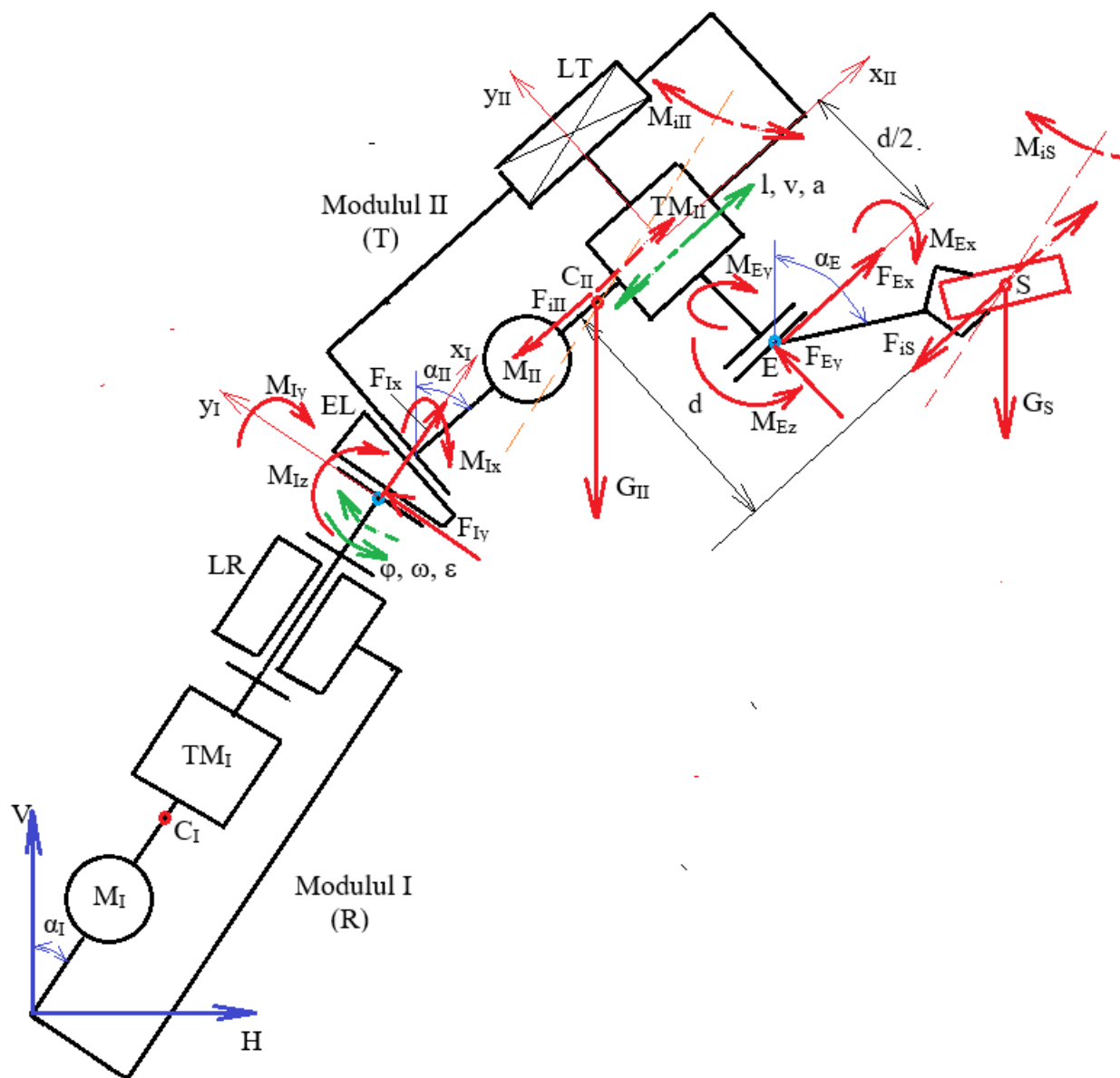


Fig. 2

Ținând cont de valorile parametrilor de poziționare (tab. 1.1) din cadrul temei de proiect schema din fig.2. 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	90°	90°	90°

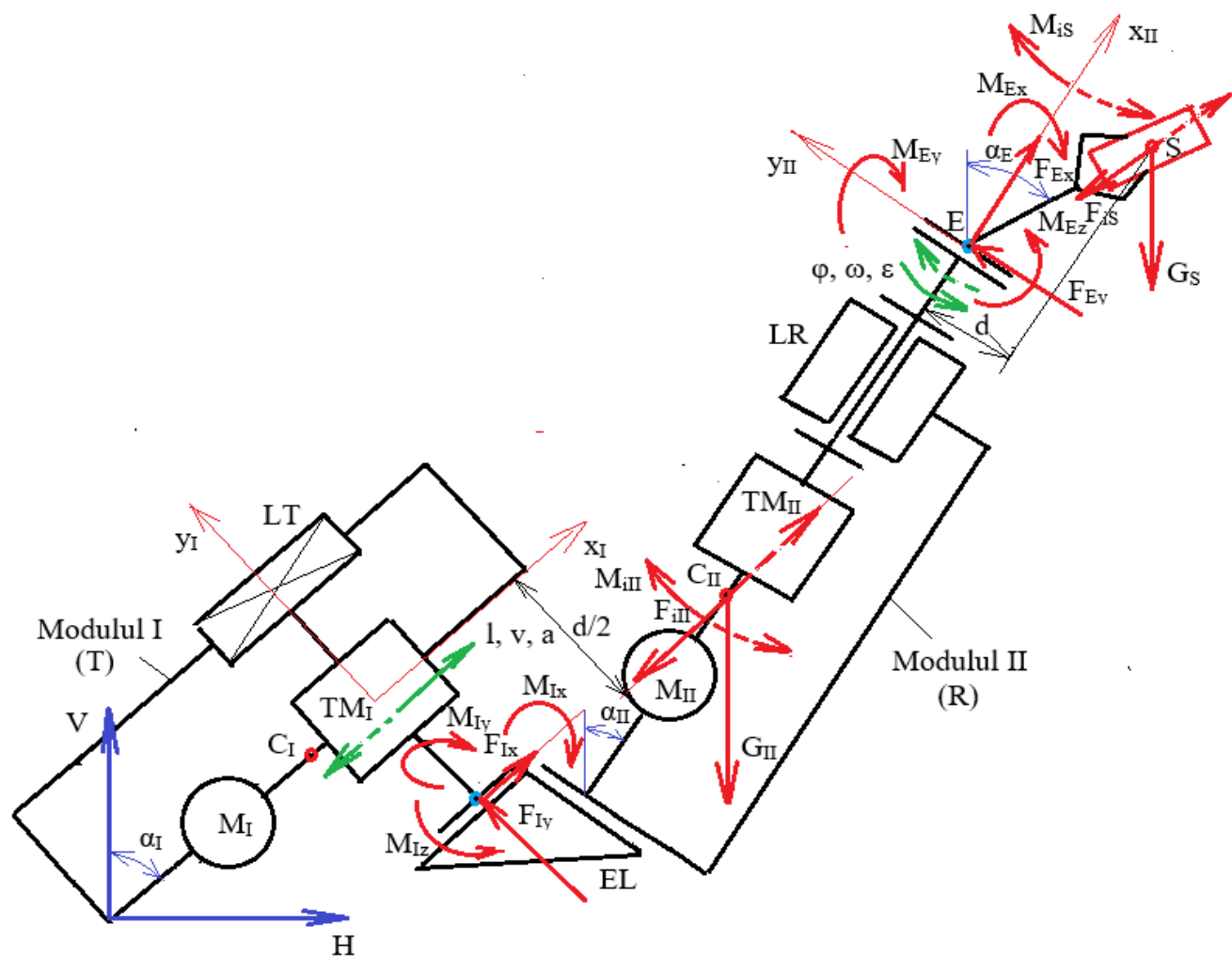


Fig. 3

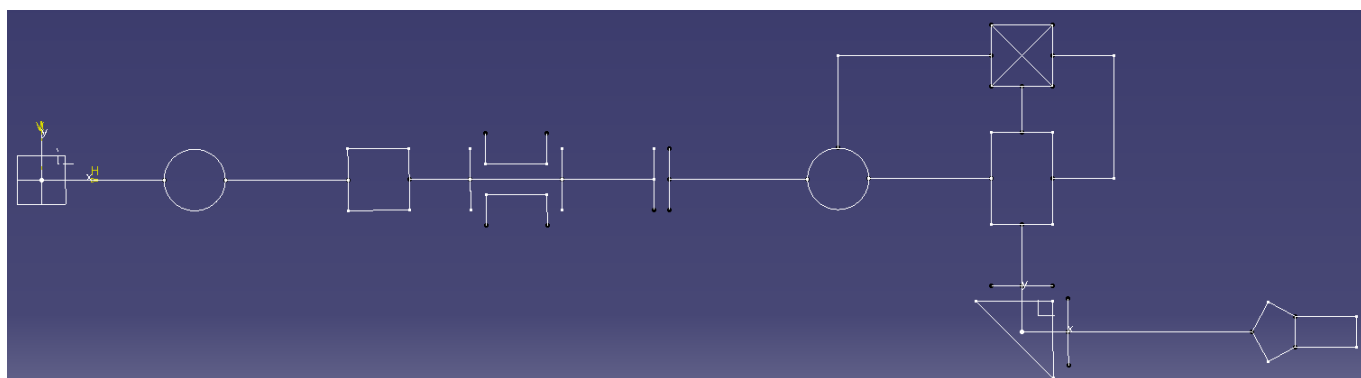
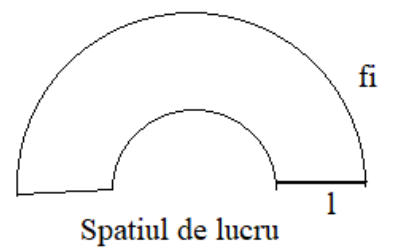
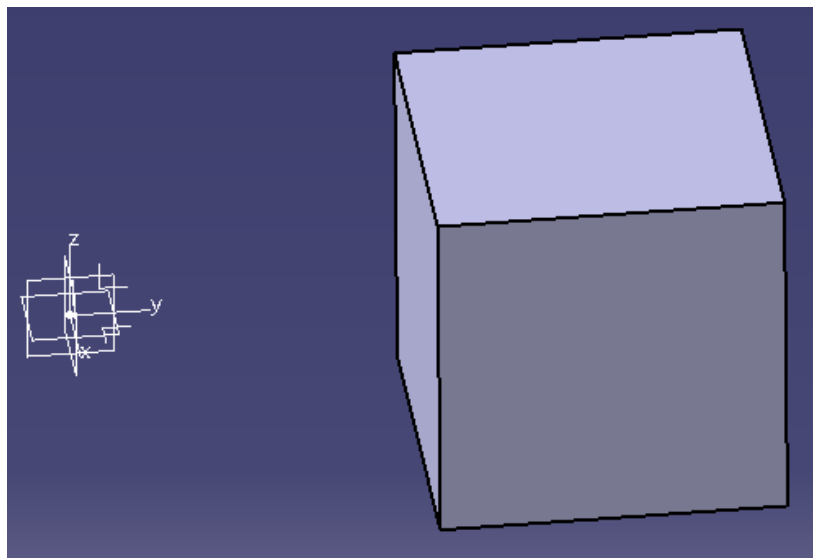


Fig. 4



2. DETERMINAREA PARAMETRILOR DE ÎNCĂRCARE A MODULULUI II

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



2.2 DETERMINAREA PARAMETRILOR STATICI ȘI DINAMICI AI SARCINII

G_s - greutatea sarcinii - se determină din modelul CATIA (la ora de aplicatii)

F_{is} , forța de inerție ale sarcinii, $F_{is} = M_s a$.

M_{is} momerntul de inerție ale sarcinii, $M_{is} = J_s \varepsilon$

unde, M_s și J_s , se determină din modelul CATIA (la ora de aplicatii)

Performantele impuse modulului de translatie:

Lungimea cursei – 0.5m

Viteza maxima – 3 m/s

Acceleratia maxima – 2 m/s²

Tab. 1.2

Forma sarcinii	Paralelipiped, L	Material
Valoarea	130	otel

$F_{is}, G_s, M_{is} = ?$

$F_{is} = M_s * a = 17.268\text{kg} * 2\text{m/s}^2 = 34.536\text{N}$

$G_s = M_s * g = 17.268\text{kg} * 9.80665\text{m/s}^2 = 169.3996\text{N}$

Forta axiala $F_y = F_{is} + G_s = 203.935\text{N}$

Distanța de la modulul 2 până la centrul de greutate al sarcinii este de 70 mm + l/2; d = 135 mm.

$M_{is} = G_s * d$; $M_{is} = 22.868865 \text{ N} \cdot \text{m}$

Turatia motorului $n = 60 \cdot v/p$, unde v este viteza maxima de deplasare, iar p este pasul surubului cu bile. Dupa alegerea pasului maxim, 16mm, atingerea vitezei dorite ar necesita o turatie a motorului de 2880 rot/min ne existand motoare cu aceasta turatie, motiv pentru care viteza a fost crescuta de la 3 m/s la 3.125 m/s, rezultand in turatia motorului de 3000 rot/min.

Calculul capacitatii dinamice se face dupa formula

$$C_{nec} = Q^p \sqrt{\frac{L_h 60 n}{10^6}}$$

Unde Q reprezinta forta axiala, p exponentul de durabilitate, L_h durata de functionare in ore, iar n turatia in rotatii pe minut.

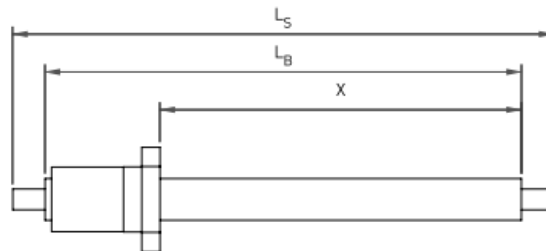
Fora a fost calculata $F = 203.935N$.

Exponentul de durabilitate este 3.33.

Durata de functionare ceruta este de 10000 ore.

Astfel, capacitatea dinamica este egala cu 1936.648334 N.

Cunoscute fiind capacitatea dinamica necesara si forta axiala a putut fi ales surubul cu bile:

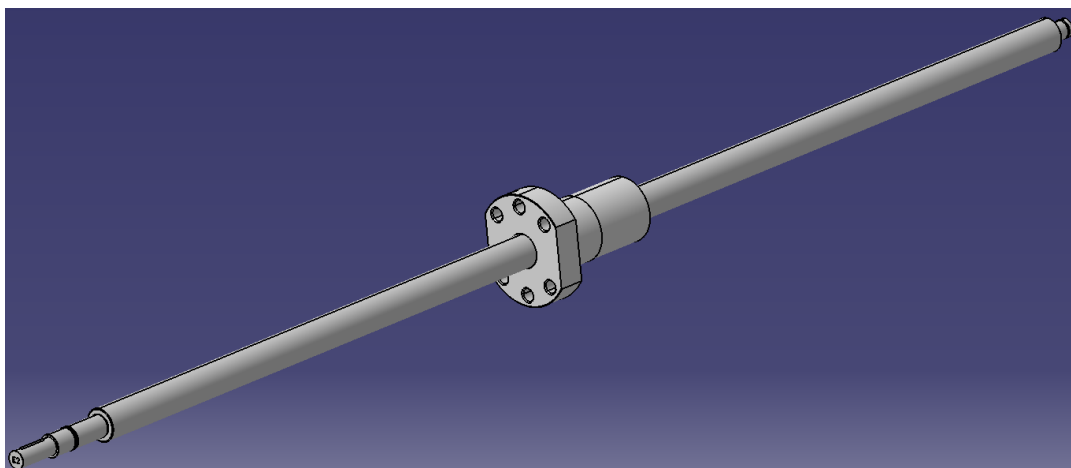


Nut type	Single nut	
Spindle length L_S	0.6	m
Free length L_B	0.55	m
Max. stroke X	0.5	m
Max. moved mass m	18	kg
Angle A	0	°
Bearing	Fixed - fixed	

Puterea necesara $P_e = F_y \cdot v$; $P_e = 637.296875W$, unde v este viteza ceruta in m/s. Puterea la motor

$P_m = P_e/\eta$; $P_m = 592.686093 W$, unde randamentul $\eta = 0.93$.

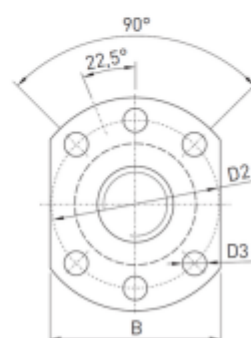
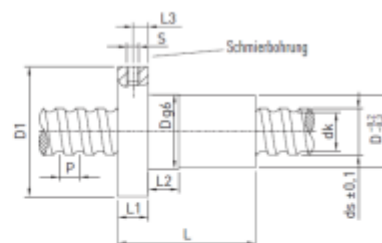
Momentul $M_m = 30/\pi \cdot P_m/n_m$; $M_m = 1.886578 N \cdot m$, unde n_m este turatia motorului, adica 3000 rot/min.



type of spindle		rolled
nominal diameter in mm		16
lead		16
path deviation in μm		52 μm / 300 mm
mounting direction		flange 2
Nut assembly		With axial play 0,04 mm assembled

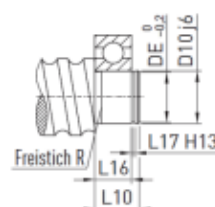
Nut designation R16-16K3-FSCDIN / Spindle designation R16-16N-565-625-0,052

Spindle diameter	d_s	15	mm
lead	P	16	mm
Nut diameter	D_{g6}	28	mm
External flange diameter	$D1$	48	mm
Centring diameter	$D2$	38	mm
Hole diameter	$D3$	5,5	mm
Hole pattern		1	
Nut length	L	61	mm
Flange width	$L1$	12	mm
Fit length	$L2$	20	mm
Lubrication hole distance	$L3$	6	mm
Lubrication hole	S	M6	mm
Flange width	B	40	mm
Core diameter	dk	13	mm
Dynamic load rating	C_{dyn}	7.900	N
Static load rating	C_0	17.000	N
Axial play		0,04	mm
Mass		0,26	kg/St.



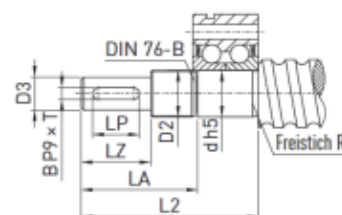
end machining E1: E10-10

Nominal BSD diameter		15	mm
Bearing seat diameter	$D10$	8	mm
	DE	7,7	mm
Recess width	$L17$	0,9	mm
Width of bearing seat	$L16$	7	mm
Spindle processing length	$L10$	10	mm
Relief groove R		10002475	
Matching bearing type		EF10 / FF10	

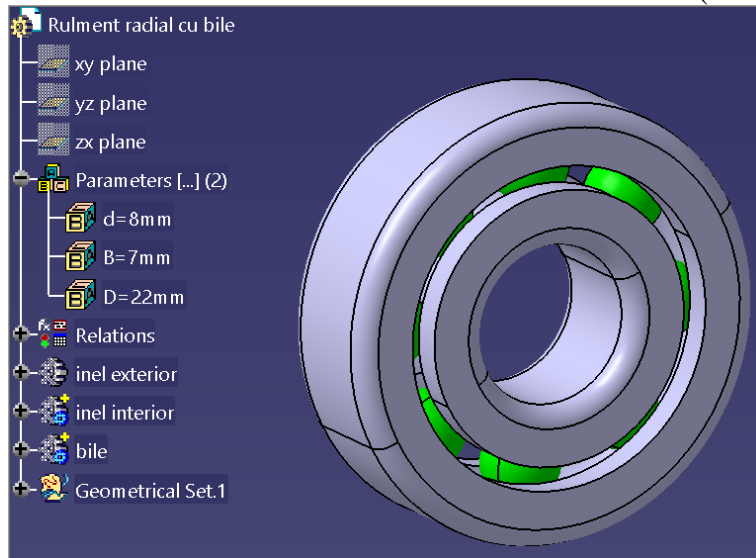


end machining E2: S2-10

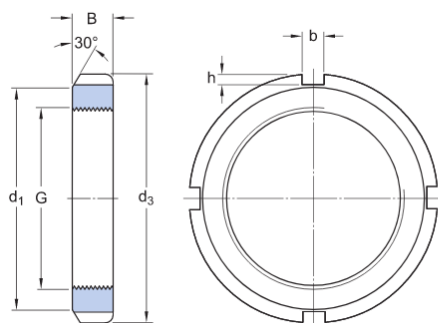
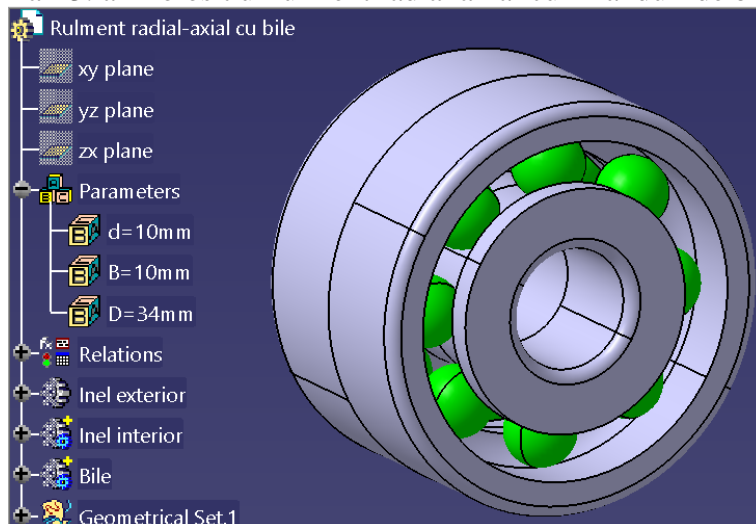
Nominal BSD diameter		15	mm
Bearing seat diameter	$dh5$	10	mm
Fastening thread	$D2$	M10×0,75	mm
Drive journal Ø	$D3_{j6}$	8	mm
Keyway length	LP	14	mm
Drive journal length	LZ	20	mm
	LA	32	mm
Spindle processing length	$L2$	50	mm
Width × depth (keyway)	$B^{p9} \times T$	2×1,2	mm
Relief groove R		10002475	
Matching bearing type		SFA10	



La E1: am folosit un rulment radial cu bile 608-2RSR ($d=8$; $B=7$; $D=22$;)



La E3: am folosit un rulment radial axial cu 2 Randuri de bile ZKN1034-2RS ($d=10$; $B=10*2$; $D=34$;)



DIMENSIUNI

G	M 10x0.75	Filet
d_3	18 mm	Diametru exterior
B	4 mm	Lățime
d_1	13.5 mm	Diametru față laterală pentru localizare
b	3 mm	Lățime frezare pentru localizare
h	2 mm	Adâncime frezare pentru localizare

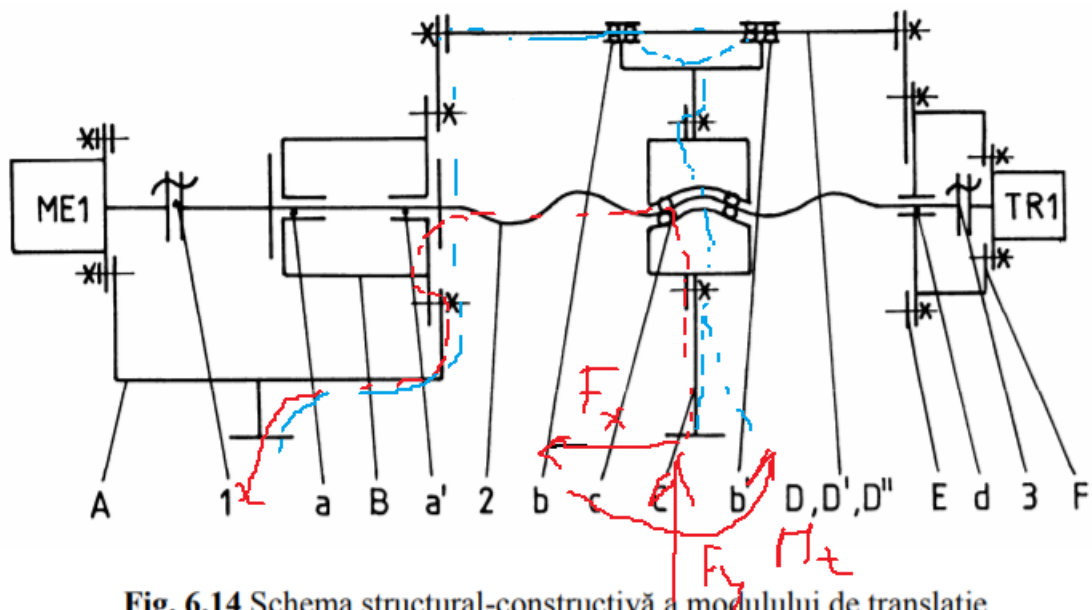
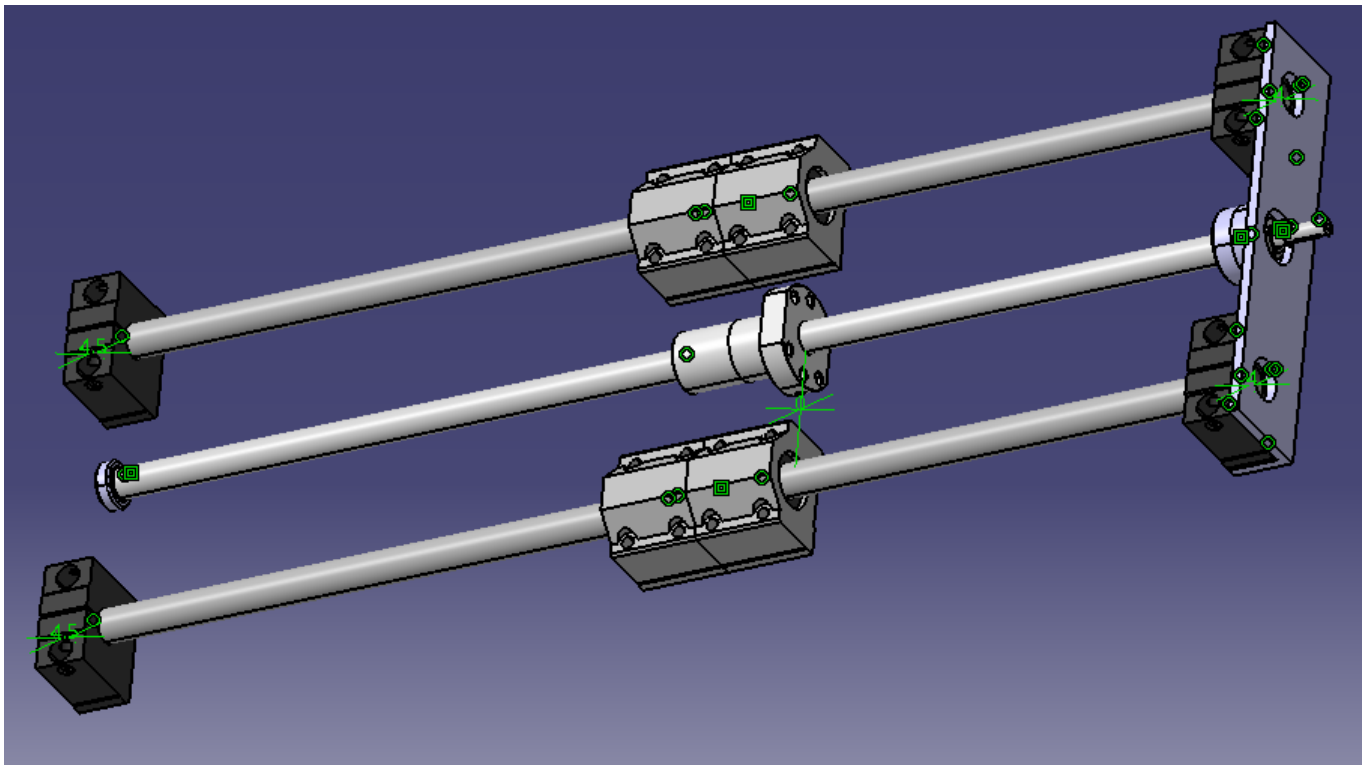


Fig. 6.14 Schema structural-constructivă a modului de translație

Alegerea și verificarea surubului cu bile (cuplei elicoidale) în funcție de F_x

