

Proiect

Elemente de inginerie mecanică

Student

Băra Bogdan Alin

Anul 2

Grupa 30121

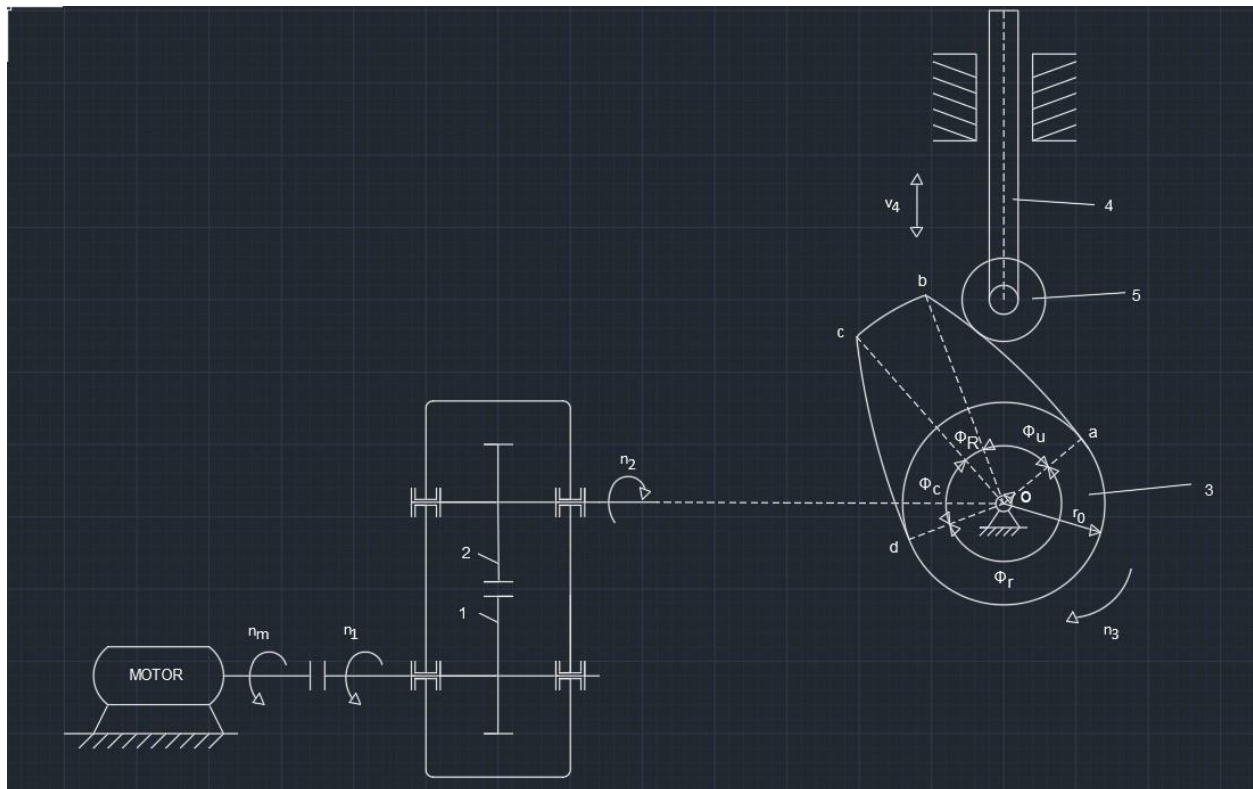
Profesor îndrumător

Prof. Dr. Ing. Mihai Olimpiu Tătar

Data Mai 2021

Tema proiectului:

Proiectarea unui sistem mecanic ce are în componență un reductor și un mecanism cu camă și tchet de translație.



Cuprins:

1. Reductor
 Calculul elementelor geometrice ale angrenajului cilindric
2. Desen
 Mecanismul cu camă și tachet de translație
3. Mecanismul cu camă și tachet de translație
 Analiza cinematică a mecanismului
4. Bibliografie

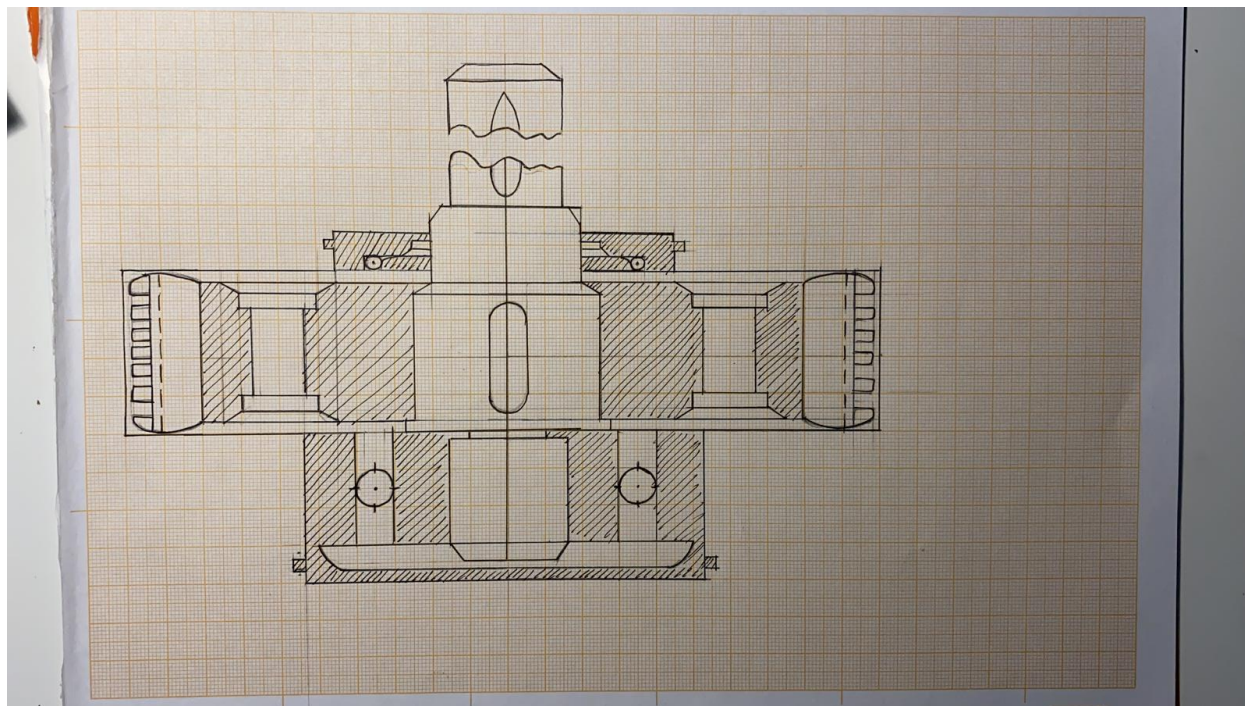
1. Reductorul

Calculul elementelor geometrice ale angrenajului cilindric cu dinți drepți cunoscându-se:

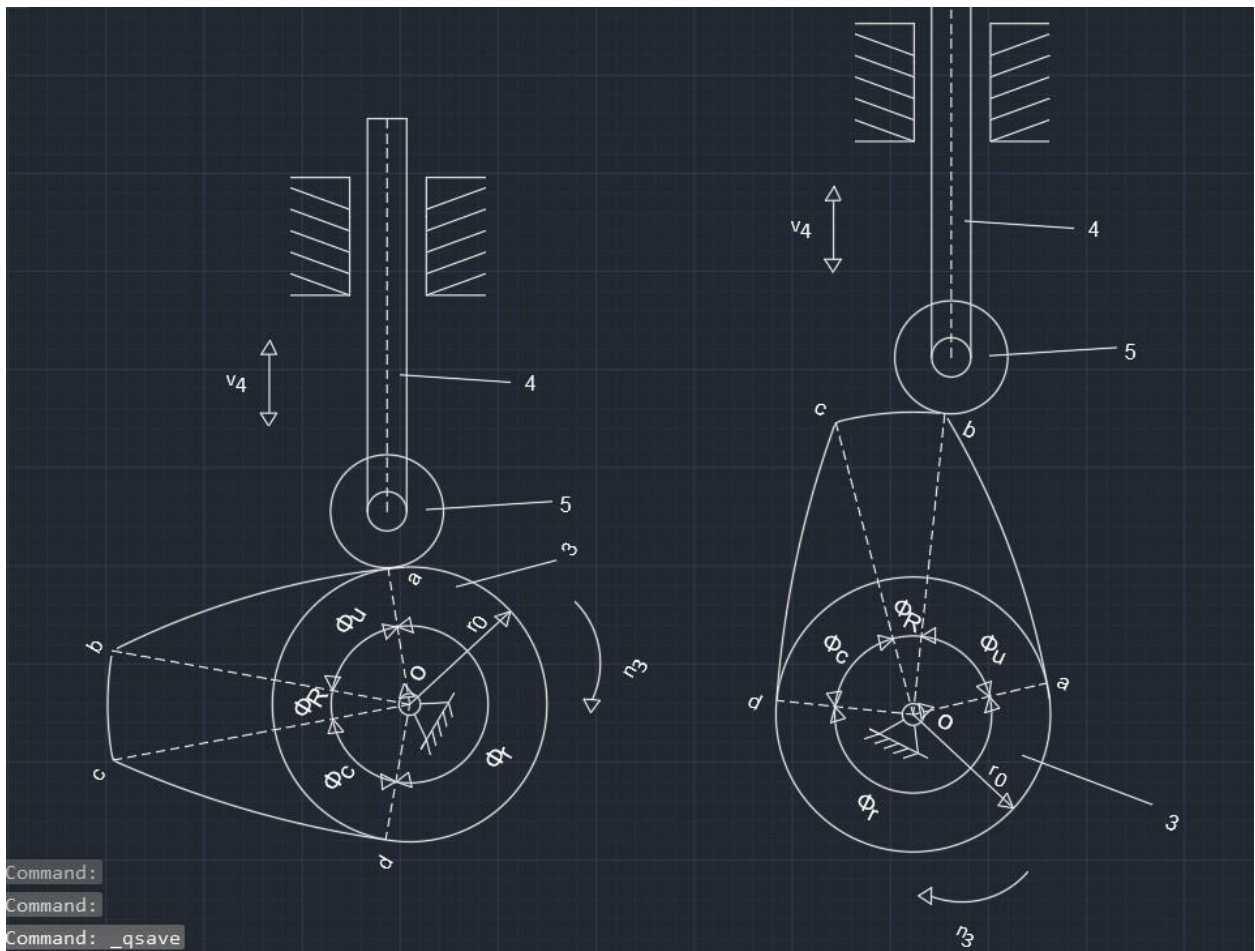
- numarul de ordine al studentului din catalog $i=3$;
- turația motorului de antrenare: $n_m=n_1=940$ [rot/min];
- modulul $m=1$ [mm];
- numerele de dinți ale roților dințate:
 - $z_1= 22$;
 - $z_2= 42$;

Nr. Crt.	Denumirea mărimii	Simbol	Relația de calcul	Valoare	Dimensiune
1	Numărul de dinți	Z_1	-	22	-
		Z_2	-	42	-
2	Coeficienți de deplasare a profilurilor	X_1	Se alege din tabelul 9,2 sau din conturile de blocare în funcție de ce se urmărește a fi îmbunătățit la angrenaj. În cazul nostru alegem i	0,76	-
		X_2		1,03	-
3	Modulul	m	Se rotunjește conform STAS 822-61	1	mm
4	Unghiul de angrenare	α	$inv\alpha = inv\alpha_0 + 2 \cdot \frac{x_1 + x_2}{z_1 + z_2} \operatorname{tg}\alpha_0$ <p>unde $\alpha_0 = 20^\circ$</p>	$26^\circ 19'$	grade
5	Coeficientul de modificare a distanței dintre axe	y	$y = \frac{z_1 + z_2}{2} \left(\frac{\cos\alpha_0}{\cos\alpha} - 1 \right)$	1,5569	-
6	Distanța axiala	a	$a = m \cdot \frac{z_1 + z_2}{2} \frac{\cos\alpha_0}{\cos\alpha}$	33,556969	mm
7	Coeficientul de scurtare a înălțimii dinților	Ψ	$\Psi = x_1 + x_2 - y$	0,2331	-
8	Înălțimea dinților	h	$h = m(2,25 - \Psi)$	2,0169	mm
9	Diametrul cercurilor de divizare	d_1	$d_1 = 2r_1 = m \cdot z_1$	22	mm
		d_2	$d_2 = 2r_2 = m \cdot z_2$	42	mm
10	Diametrul cercurilor de bază	d_{b1}	$d_{b1} = 2r_{b1} = m \cdot z_1 \cdot \cos\alpha_0$	20,6734	mm
		d_{b2}	$d_{b2} = 2r_{b2} = m \cdot z_2 \cdot \cos\alpha_0$	39,4674	mm
11	Diametrul cercurilor de rostogolire	d_{w1}	$d_{w1} = 2r_{w1} = m \cdot z_1 \cdot (\cos\alpha_0 / \cos\alpha)$	23,07041	mm
		d_{w2}	$d_{w2} = 2r_{w2} = m \cdot z_2 \cdot (\cos\alpha_0 / \cos\alpha)$	44,04351	mm

12	Diametrul cercurilor de cap	d_{a1}	$d_{a1} = 2 \cdot r_{a1} = m \cdot (z_1 + 2 + 2 \cdot x_1 - 2 \cdot \Psi)$	25,0538	mm
		d_{a2}	$d_{a2} = 2 \cdot r_{a2} = m \cdot (z_2 + 2 + 2 \cdot x_2 - 2 \cdot \Psi)$	45,5938	mm
13	Diametrul cercurilor de picioare	d_{f1}	$d_{f1} = 2 \cdot r_{f1} = m \cdot (z_1 - 2 + 2 \cdot x_1 - 0,5)$	21,02	mm
		d_{f2}	$d_{f2} = 2 \cdot r_{f2} = m \cdot (z_2 - 2 + 2 \cdot x_2 - 0,5)$	41,56	mm
14	Arcele dinților pe cercurile de divizare	S_1	$S_1 = \frac{\pi \cdot m}{2} + 2 \cdot m \cdot x_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_0$	2,123234	mm
		S_2	$S_2 = \frac{\pi \cdot m}{2} + 2 \cdot m \cdot x_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_0$	2,319778	mm
15	Gradul de acoperire	ϵ	$\epsilon = \frac{\sqrt{r_{a2}^2 - r_{b2}^2} + \sqrt{r_{a1}^2 - r_{b1}^2} - a \sin \alpha}{\pi \cdot m \cos \alpha_0}$	1,2472 $\epsilon > 1$	-
16	Corzile constante	$\overline{s_{c1}}$	$\overline{s_{c1}} = m \left(\frac{\pi}{2} \cdot \cos^2 \alpha_0 + x_1 \sin 2\alpha_0 \right)$	1,8748	mm
		$\overline{s_{c2}}$	$\overline{s_{c2}} = m \left(\frac{\pi}{2} \cdot \cos^2 \alpha_0 + x_2 \sin 2\alpha_0 \right)$	2,0484	mm
17	Înălțimea la coarda constantă	$\overline{h_{c1}}$	$\overline{h_{c1}} = m \left(x_1 \cos^2 \alpha_0 + 1 - \psi - \frac{\pi}{8} \sin 2\alpha \right)$	1,1269	mm
		$\overline{h_{c2}}$	$\overline{h_{c2}} = m \left(x_2 \cos^2 \alpha_0 + 1 - \psi - \frac{\pi}{8} \sin 2\alpha \right)$	1,3653	mm
18	Lungimile peste dinți	W_{N1}	$W_{N1} = m[(N_1 - 0,5)\pi + 2x_1 \operatorname{tg} \alpha_0 + z_1 \operatorname{inv} \alpha_0] \cos \alpha_0$ N1=3 conform tabelului 9.3	8,2045	mm
		W_{N2}	$W_{N2} = m[(N_2 - 0,5)\pi + 2x_2 \operatorname{tg} \alpha_0 + z_2 \operatorname{inv} \alpha_0] \cos \alpha_0$ N2=5 conform tabelului 9.3	14,570	mm



2. Desen



3. Mecanismul cu camă și tachet de translație

Analiza cinematica a mecanismului cu camă și tachet de translație (diagramele de variație ale spațiului $s(\varphi)$, vitezei reduse $\frac{v}{\omega}(\varphi)$ și accelerației reduse de $\frac{a}{\omega^2}(\varphi)$) și profilul camei, cunoscându-se:

- Cursa maximă a tachetului $h=10,6$ [mm]
- Unghiurile de rotație aferente fazelor de funcționare:
 - $\varphi_u = 78$
 - $\varphi_R = 85$
 - $\varphi_r = 80$
 - $\varphi_c = 117$
- Legile de mișcare
 - La urcare: cosinusoidală
 - La coborâre: sinusoidală
- Unghiul de presiune
 - $\alpha := 45^\circ$

➤ Pentru intervalul de urcare:

Spațiul: $S = C_1 \cos(k \cdot \varphi) + C_2 \varphi + C_3$

Viteza redusă: $\frac{v}{\omega} = -kC_1 \sin(k \cdot \varphi) + C_2$

Accelerația redusă: $\frac{a}{\omega^2} = -k^2 C_1 \cos(k \cdot \varphi)$

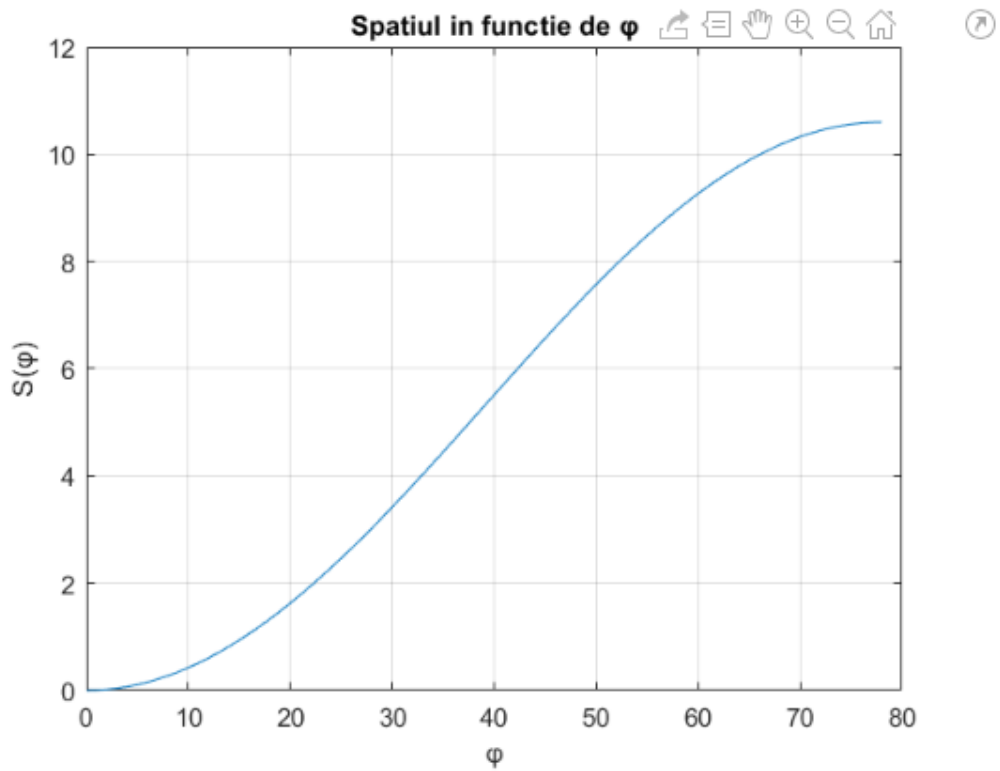
Condițiile de limită inițială: $\varphi = 0, S = 0, v = 0$

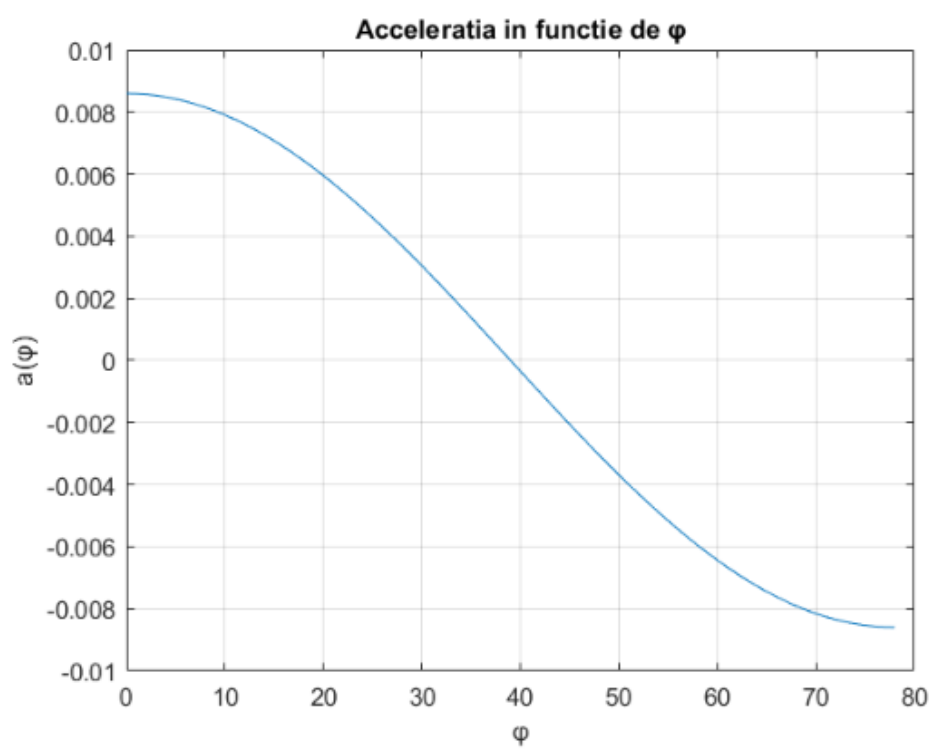
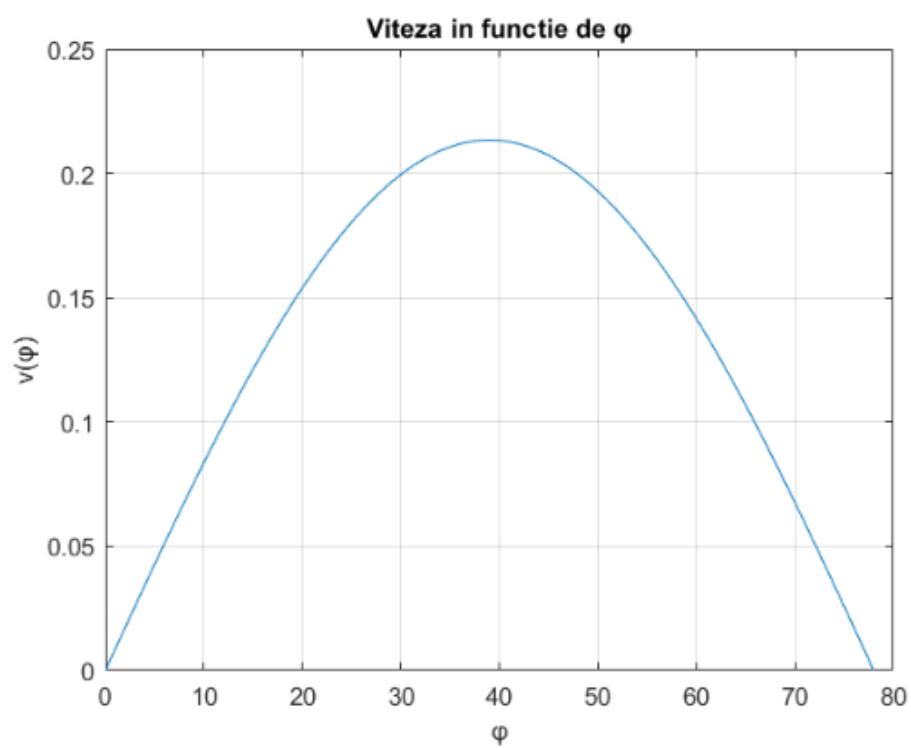
Condițiile de limită finală: $\varphi = \varphi_u, S = h, v = 0$

Constantele:

- $C_1 = \frac{-h}{2} \Rightarrow C_1 = -5,3$
- $C_2 = 0 \Rightarrow C_2 = 0$
- $C_3 = \frac{h}{2} \Rightarrow C_3 = 5,3$
- $k = \frac{\pi}{\varphi_u} \Rightarrow k = 0,04$

φ	$S_u(\varphi)$	$v_u(\varphi)$	$a_u(\varphi)$
0	0	0	0.0085
5	0.0907	0.0426	0.0084
10	0.4241	0.0836	0.0079
15	0.9381	0.1212	0.0071
20	1.6285	0.1539	0.0059
25	2.4673	0.1804	0.0045
30	3.4205	0.1995	0.0030
35	4.4498	0.2107	0.0013
40	5.5134	0.2132	-0.0003
45	6.5683	0.2072	-0.0020
50	7.5720	0.1928	-0.0036
55	8.4839	0.1706	-0.0051
60	9.2671	0.1415	-0.0064
65	9.8899	0.1067	-0.0074
70	10.3272	0.0675	-0.0081
75	10.5613	0.0257	-0.0085
78	10.6000	0	-0.0085





➤ Pentru intervalul de coborâre:

Condițiile de limită inițială: $\varphi = 0, S = h, v = 0$

Condițiile de limită finală: $\varphi = \varphi_c, S = 0, v = 0$

Constantele:

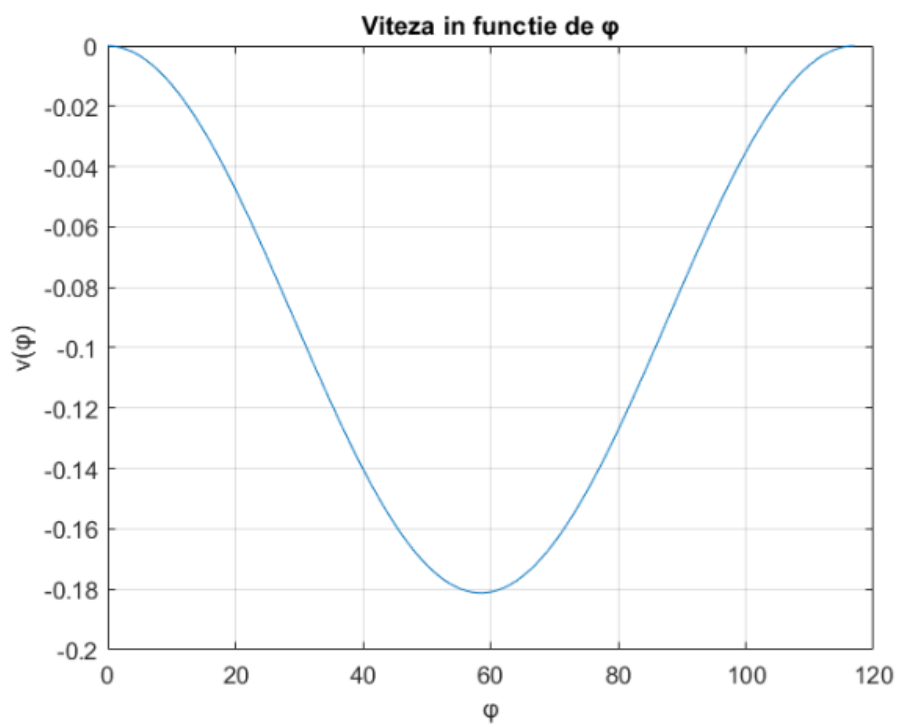
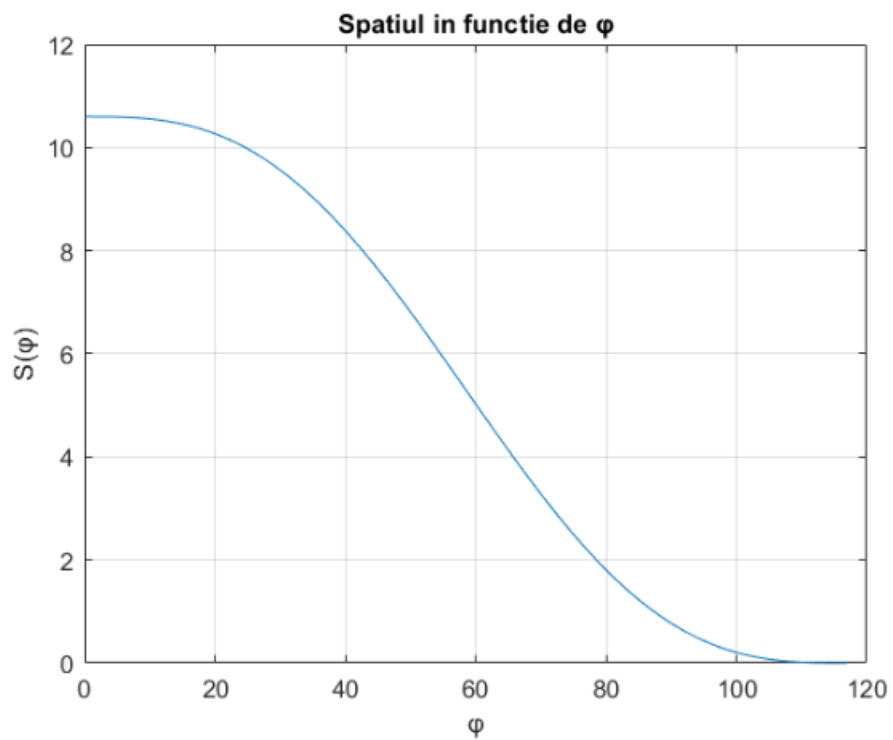
- $C_1 = \frac{h}{2*\pi} \Rightarrow C_1 = 1.6870$
- $C_2 = \frac{-h}{\varphi_c} \Rightarrow C_2 = 0.09$
- $C_3 = h \Rightarrow C_3 = 10.6$
- $k = \frac{2*\pi}{\varphi_c} \Rightarrow k = 0.053$

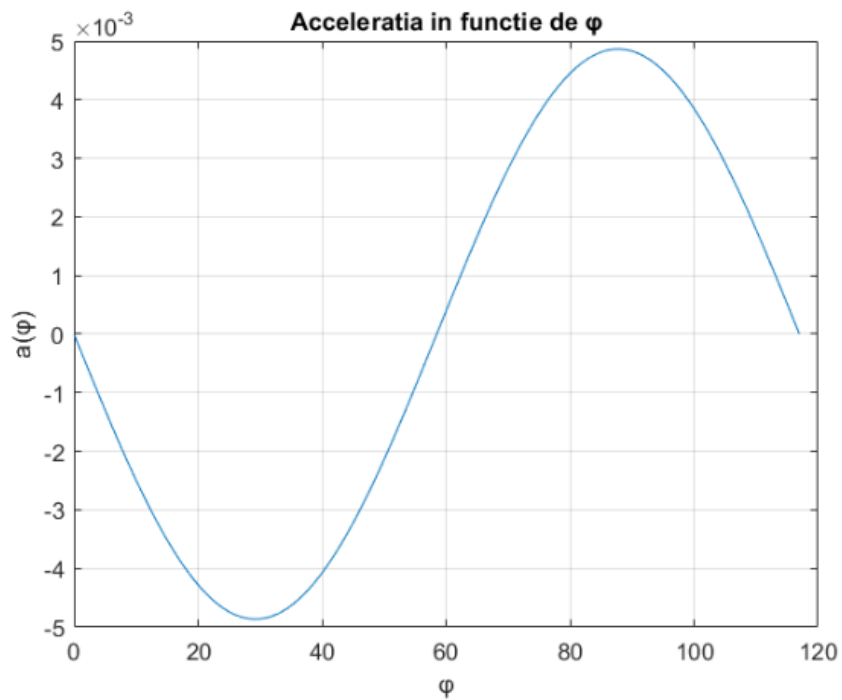
Spațiul: $S = C_1 \sin k\varphi + C_2\varphi + C_3$

Viteza redusă: $\frac{v}{\omega} = kC_1 \cos k\varphi + C_2$

Accelerația redusă: $\frac{a}{\omega^2} = -k^2 C_1 \sin k\varphi$

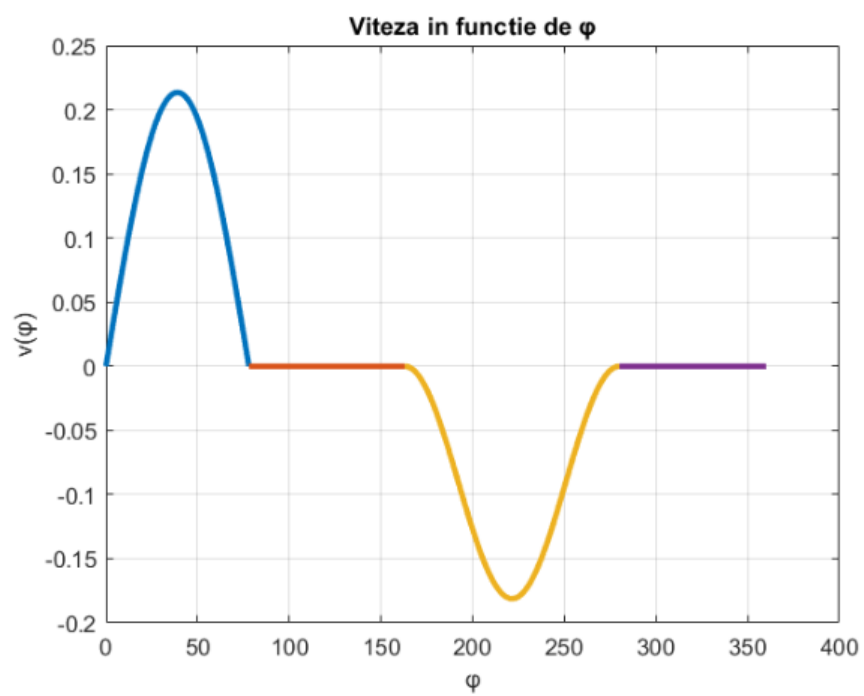
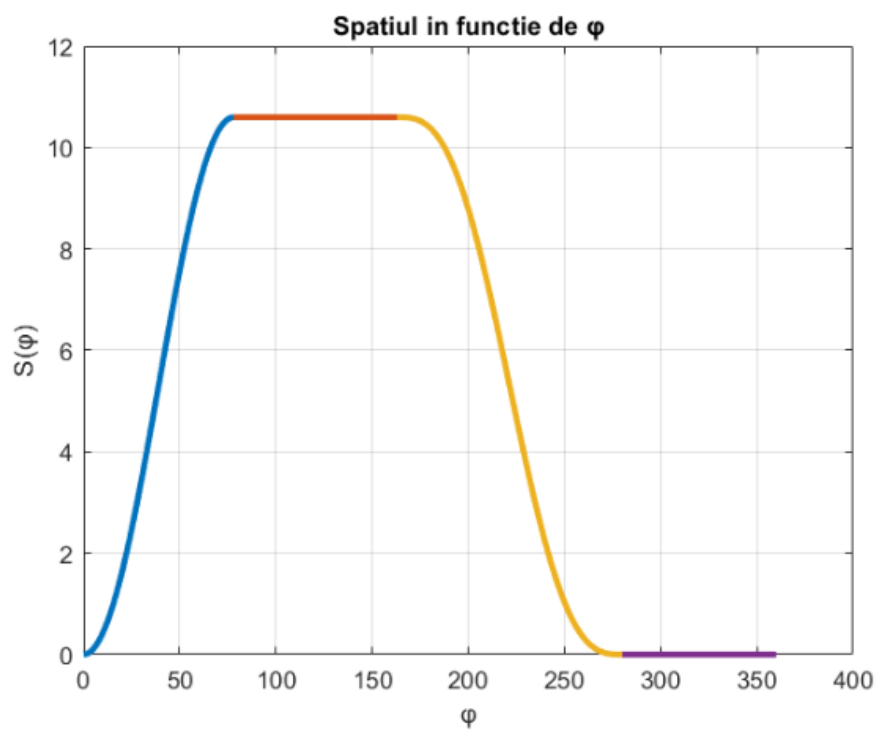
φ	$S_c(\varphi)$	$v_c(\varphi)$	$a_c(\varphi)$
0	10.6	0	0
5	10.5945	-0.0032	-0.0012
10	10.5570	-0.0127	-0.0024
15	10.4577	-0.0278	-0.0035
20	10.2711	-0.0474	-0.0042
25	9.9783	-0.0700	-0.0047
30	9.5677	-0.0942	-0.0048
35	9.0363	-0.1181	-0.0046
40	8.3897	-0.1400	-0.0040
45	7.6417	-0.1584	-0.0032
50	6.9137	-0.1719	-0.0021
55	5.9323	-0.1796	-0.0009
60	5.0283	-0.1809	0.0003
65	4.1341	-0.1757	0.0016
70	3.2812	-0.1644	0.0028
75	2.4983	-0.1478	0.0037
80	1.8091	-0.1272	0.0044
85	1.2304	-0.1039	0.0048
90	0.7714	-0.0796	0.0048
95	0.4323	-0.0562	0.0045
100	0.2052	-0.0352	0.0038
105	0.0737	-0.0181	0.0029
110	0.0148	-0.0063	0.0017
115	0.0003	-0.0005	0.0005
117	0	0	0

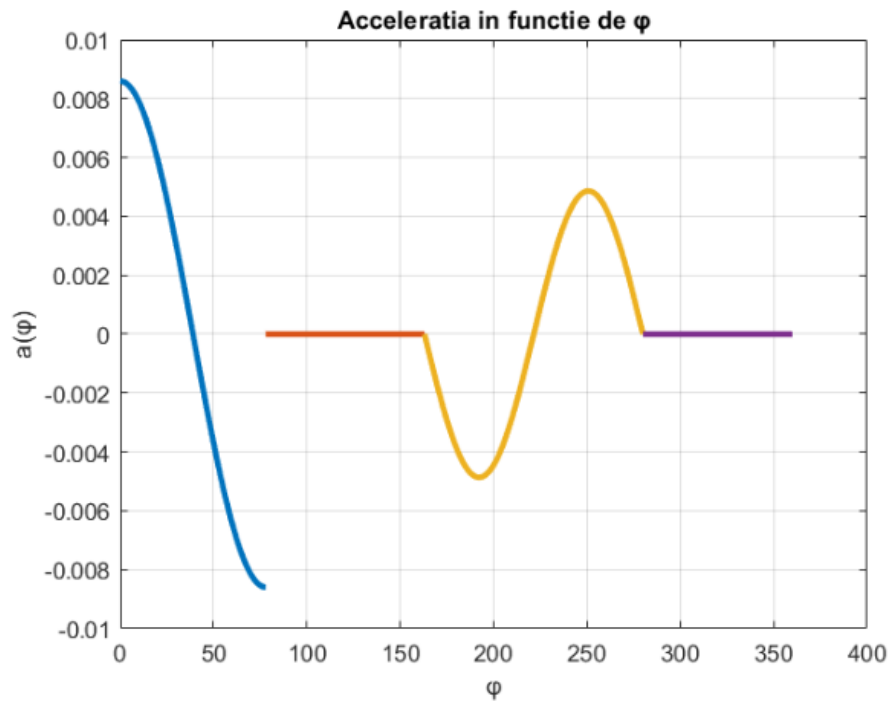




➤ Pentru tot intervalul 0-360 avem urmatoarele funcții:

- $S(\varphi)$: - dacă $(\varphi < \varphi_u) \Rightarrow S(\varphi) = S_u(\varphi)$
 - dacă $(\varphi \geq \varphi_u \ \&\& \ \varphi \leq (\varphi_u + \varphi_R)) \Rightarrow S(\varphi) = h$
 - dacă $(\varphi > (\varphi_u + \varphi_R) \ \&\& \ \varphi < (\varphi_u + \varphi_R + \varphi_c)) \Rightarrow S(\varphi) = S_c(\varphi) + h$
- $v(\varphi)$: - dacă $(\varphi < \varphi_u) \Rightarrow v(\varphi) = v_u(\varphi)$
 - dacă $(\varphi \geq \varphi_u \ \&\& \ \varphi \leq (\varphi_u + \varphi_R)) \Rightarrow v(\varphi) = h$
 - dacă $(\varphi > (\varphi_u + \varphi_R) \ \&\& \ \varphi < (\varphi_u + \varphi_R + \varphi_c)) \Rightarrow v(\varphi) = v_c(\varphi) + h$
- $a(\varphi)$: - dacă $(\varphi < \varphi_u) \Rightarrow a(\varphi) = a_u(\varphi)$
 - dacă $(\varphi \geq \varphi_u \ \&\& \ \varphi \leq (\varphi_u + \varphi_R)) \Rightarrow a(\varphi) = h$
 - dacă $(\varphi > (\varphi_u + \varphi_R) \ \&\& \ \varphi < (\varphi_u + \varphi_R + \varphi_c)) \Rightarrow a(\varphi) = a_c(\varphi) + h$





Coduri Matlab:

Urcare:

```
i=3;
h=10.6;

unghi_urcare=78;
unghi_repaus_superior=85;
unghi_repaus_inferior=80;
unghi_coborare=117;
alfa=45;
v=0;
faza1=unghi_urcare;
```

%constantele

```
C1=(-h)/2;
C2=0;
C3=h/2;
```

```

k=pi/unghi_urcare;
faza=0: 1: unghi_urcare;

%spatiul:

s=C1*cos(k*faza)+ C2*faza+C3;
figure
plot(faza,s)
title('Spatiul in functie de  $\phi$ ');
xlabel(' $\phi$ ');
ylabel('S( $\phi$ )');
grid

%viteza redusa

vit_redusa=(-k)*C1*sin(k*faza)+C2;
figure
plot(faza,vit_redusa)
title('Viteza in functie de  $\phi$ ');
xlabel(' $\phi$ ');
ylabel('v( $\phi$ )');
grid

%accleratia redusa

acceleratia_redusa=-(k^2)*C1*cos(k*faza);
figure
plot(faza,acceleratia_redusa)
title('Acceleratia in functie de  $\phi$ ');
xlabel(' $\phi$ ');
ylabel('a( $\phi$ )');
grid

```

Coborare:

```

%pentru coborare
i=3;
h=10.6;
unghi_urcare=78;
unghi_repaus_superior=85;
unghi_repaus_inferior=80;
unghi_coborare=117;
alfa=45;
v=0;
faza1=unghi_coborare;

```

```
%constantele
```

```
C1=(h)/(2*pi);  
C2=(-h)/unghi_coborare;  
C3=h;  
k=(2*pi)/(unghi_coborare);  
faza=0: 1: unghi_coborare;
```

```
%spatiul:
```

```
s=C1*sin(k*faza)+ C2*faza+C3;  
figure  
plot(faza,s)  
title('Spatiul in functie de  $\phi$ ');  
xlabel(' $\phi$ ');  
ylabel('S( $\phi$ )');  
grid
```

```
%viteza redusa
```

```
vit_redusa=(k)*C1*cos(k*faza)+C2;  
figure  
plot(faza,vit_redusa)  
title('Viteza in functie de  $\phi$ ');  
xlabel(' $\phi$ ');  
ylabel('v( $\phi$ )');  
grid
```

```
%accleratia redusa
```

```
acceleratia_redusa=-(k^2)*C1*sin(k*faza);  
figure  
plot(faza,acceleratia_redusa)  
title('Acceleratia in functie de  $\phi$ ');  
xlabel(' $\phi$ ');  
ylabel('a( $\phi$ )');  
grid
```


Tot sistemul:

```
%360
i=3;
h=10.6;

%spatiu

C1u=(-h)/2;
C2u=0;
C3u=h/2;
ku=pi/78;
u=0:78;
s=(C1u)*cos(ku*u)+ (C2u)*u+(C3u);
figure
plot(u,s,'LineWidth',2.5);
hold on
u=78:163;s=ones(size(u))*h;
plot(u,s,'LineWidth',2.5);
hold on
C1c=(h)/(2*pi);
C2c=(-h)/117;
C3c=h;
kc=(2*pi)/117;
u=0:117;
s=(C1c)*sin(kc*u)+ C2c*u+(C3c);
plot(u+163,s,'LineWidth',2.5);
u=280:360;
hold on
s=0*ones(size(u));
plot(u,s,'LineWidth',2.5);
title("Spatiul in functie de  $\phi$ ");grid;
xlabel(" $\phi$ ");
ylabel("S( $\phi$ )");

% viteza

C1u=(-h)/2;
C2u=0;
C3u=h/2;
ku=pi/78;
C1c=(h)/(2*pi);
C2c=(-h)/117;
C3c=h;
kc=(2*pi)/117;
u=0:78;
```

```

v=(-ku)*C1u*sin(ku*u)+C2u;
figure;
plot(u,v,'LineWidth',2.5);
hold on
u=78:163;
v=ones(size(u))*0;
plot(u,v,'LineWidth',2.5);
hold on
u=0:117;
v=(kc)*C1c*cos(kc*u)+C2c;
plot(u+163,v,'LineWidth',2.5);
u=280:360;
hold on
v=0*ones(size(u));
plot(u,v,'LineWidth',2.5);
title("Viteza in functie de  $\phi$ "); grid;
xlabel(" $\phi$ ");
ylabel("v( $\phi$ )");

% acceleratia

C1u=(-h)/2;
C2u=0;
C3u=h/2;
ku=pi/78;
C1c=(h)/(2*pi);
C2c=(-h)/117;
C3c=h;
kc=(2*pi)/117;
u=0:78;
a=(-((ku)^2))*C1u*cos(ku*u);
figure;
plot(u,a,'LineWidth',2.5);
hold on
u=78:163;
a=ones(size(u))*0;
plot(u,a,'LineWidth',2.5);hold on
u=0:117;
a=(-((kc)^2))*C1c*sin((kc)*u);
plot(u+163,a,'LineWidth',2.5);
u=280:360;
hold on
a=0*ones(size(u));
plot(u,a,'LineWidth',2.5);
title("Acceleratia in functie de  $\phi$ ");grid;
xlabel(" $\phi$ ");
ylabel("a( $\phi$ )")

```

4. Bibliografie

- Documentație Proiect EIM -part 1
- Cursul 6 EIM: “Mecanisme cu came” - Prof. Dr. Ing. Mihai Olimpiu Tătar
- Seminarul 5 EIM - Prof. Dr. Ing. Mihai Olimpiu Tătar