-Universitatea Tehnică “Gh. Asachi” din Iaşi

Facultatea de CONSTRUCŢII DE MAŞINI ŞI MANAGEMENT INDUSTRIAL

Departamentul de MAŞINI-UNELTE ŞI SCULE

CERC ŞTIINŢIFIC STUDENŢESC

ASPECTE ALE SIMULĂRII ASISTATE DE CALCULATOR A GENERĂRII PRIN RULARE A ROŢILOR DINŢATE CILINDRICE CU DANTURĂ DREAPTĂ

Studenţi:

Dumitru NIRONCA Grupa 4402

Emanuel PETROAIA Grupa 4402

Coordonator:

Prof. univ. dr. ing. **Mihăiţă HORODINCĂ**

1. Introducere

Fabricaţia roţilor dinţate (cu dantură dreaptă) este în general un proces dificil. Ea presupune utilizarea unor scule şi a unor maşini complicate. Fabricaţia devine şi mai complexă în situaţii des întâlnite în practică, cum ar fi:

- necesitatea utilizării unor module nestandardizate;
- necesitatea utilizării unor profile neevolventice pentru flancurile dinţilor.

Scopul acestui cerc ştiinţific este acela de a demonstra faptul că se poate diminua semnificativ efortul de fabricaţie. Avantajele utilizării calculatorului pot fi enumerate succint după cum urmează:

- procesul de generare prin rulare poate fi mai uşor înţeles prin simulare;
- pot fi evitate şi corectate neajunsuri ale procesului de rulare;
- pot fi determinate precis descrierile profilelor tăişurilor de sculă necesare pentru prelucrarea roţilor dinţate nespecifice;
- pot fi determinate cu precizie rezonabilă descrierile geometrice punct cu punct ale profilelor transversale ale roţilor dinţate cu orice profil, în vederea fabricaţiei prin metode noi, nespecifice (frezare de conturare 2D, debitare cu jet de apă sau fascicol laser, imprimare 3D, etc).

Evident, toate consideraţiile de mai sus sunt valabile pentru generarea prin rulare a oricărui organ de maşină comparabil, cu profil regulat în secţiune transversală (arbore canelat, alezaj canelat, roti de clichet, roţi de curea dinţată).

2. Consideraţii teoretice

Cea mai des întâlnită situaţie practică la generarea prin rulare este rularea dreaptă pe cerc în generarea danturii cu profil evolventic. În figura 1 se prezintă o serie de consideraţii teoretice legate de acest tip de rulare, conform cu [1]. Conform figurii 1. a, cercul este fix şi se identifică cu baza. Dreapta este mobilă şi se identifică cu rulanta. Solidar cu dreapta se plasează cremaliera generatoare (din care pe figura 1.a s-a

reprezentat formal un dinte). Această dreaptă este totodată şi abscisa sistemului x0y, caracterizarea geometrică a punctelor esenţiale ale unui dinte al cremalierei făcându-se faţă de acest sistem, conform figurii 1.b şi datelor din tabelui 1.c.

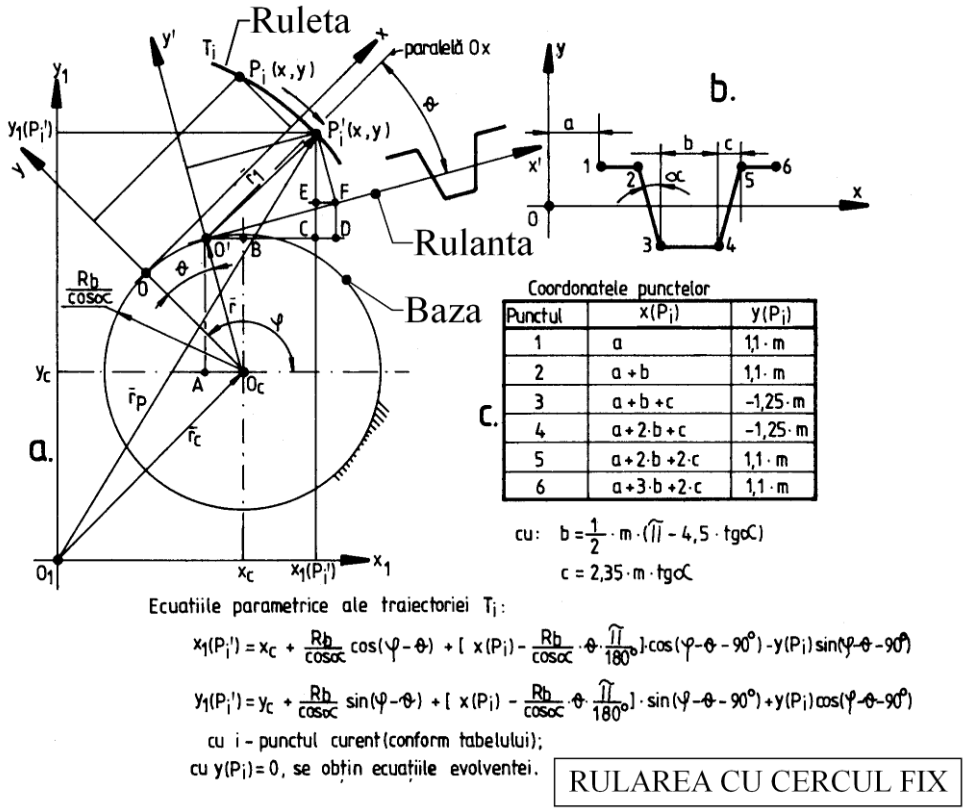

Figura 1. *Consideraţii geometrice la rularea dreaptă pe cerc [1].*

Un punct $\mathbf{P_i}$ al cremalierei generatoare descrie o curbă plană $\mathbf{T_i}$**,** numită ruletă, atunci când abscisa sistemului se rostogoleşte peste cercul de bază, în condiţiile în care originea acestui sistem se mută permanent în centrul instantaneu de rotaţie. Practic, prin rostogolirea abscisei în sens orar a abscisei sistemului cu unghiul θ (pe figura 1.a) acesta se mută din poziţia **x0y** în poziţia **x'0'y'**, punctul generic $\mathbf{P_i}$ trece în poziţia $\mathbf{P_i'}$, toate punctele cremalierei păstrându-şi ordonatele faţă de sistemul propriu, modificânduşi numai abscisele (care scad cu lungimea arcului de cerc 00').

În spaţiul figurii 1 sunt scrise ecuaţiile parametrice ale traiectoriei $\mathbf{T_i}$, ce descriu aici de fapt poziţia punctului $\mathbf{P_i}$ faţă de sistemul fix $\mathbf{x_1 0_1 y_1}$, ca proiecţii ale ecuaţiei vectoriale pe abscisă şi pe ordonată:

(1) $$\overline{r_p} = \overline{r_c} + \overline{r} + \overline{r_1}$$

În ecuaţiile parametrice α este unghiul de angrenare (20^0), $R_b / cos(\alpha)$ este raza de cercului de divizare (aceeaşi cu a bazei). Valoare unghiului φ fiind aleasă arbitrar.

3. Aspecte ale generării danturii cu profil evolventic

Fie o cremalieră suficient de lungă (cu suficient de mulţi dinţi) în reperul propriu **x0y.** Aceasta se obţine replicând dintele din figura 1.b. Dacă se ignoră datele din linia 6 a tabelului din figura 1.c. atunci abscisele următoarelor cinci puncte ce descriu un următor dinte se obţin prin adunarea pasului danturii (π·m) la abscisele punctelor ce descriu primul dinte. Ordonatele se repetă (1 cu 6, 2 cu 7, 3 cu 8 ş.a.m.d.). O poziţie a cremalierei generatoare în figura 1.a se poate obţine dacă se calculează coordonatele tuturor punctelor acesteia în reperul $\mathbf{x_1 0_1 y_1}$ folosind ecuaţiile din spaţiul figurii 1 (pentru o valoare oarecare a unghiului θ). Aceste puncte se unesc apoi prin segmente de dreaptă. Pentru o următoare poziţie a cremalierei se repetă aceleaşi operaţiuni, dar cu o nouă valoare a unghiului θ.

Pentru un domeniu de variaţie egal cu $2 \cdot \pi$ al acestui unghi şi pentru un increment de variaţie suficient de mic, se pot obţine suficient de multe poziţii ale cremalierei astfel încât înfăşurătoarea –la interior- a acestor poziţii ale cremalierei să definească chiar profilul roţii dinţate.

În figura 2 a se prezintă o imagine grafică generată în Matlab [2] pentru generarea unei roţi cu 21 de dinţi şi modulul 0,5 mm. În figura 2 b se prezintă un detaliu grafic la figura 2 a, în zona unui dinte al roţii dinţate.

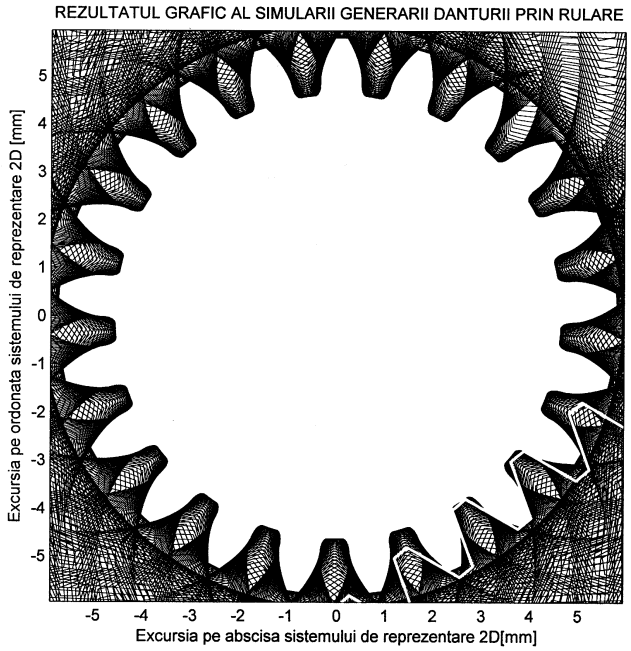

Figura 2 a. *Rezultat grafic al rulării dreaptă pe cerc pentru generarea unui profil de roată dinţată (evolventică) cu 21 de dinţi (cu* $\left|\overline{r_C}\right| = 0$*).*

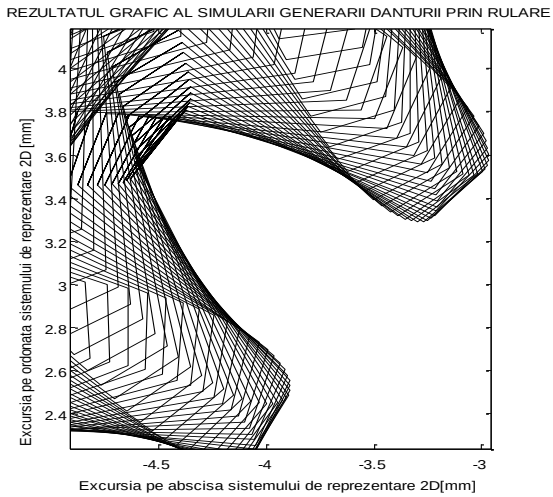

Figura 2 b. *Detaliu grafic la figura 2.*

S-a utilizat programul Matlab PROFIL, cu listing-ul reprodus în Anexa 1.

Se observă cu claritate faptul că profilul de roată rezultă practic ca înfăşurătoare a poziţiilor succesive ale cremalierei generatoare.

Pentru determinarea efectivă a coordonatelor punctelor de pe profilul roţii dinţate se utilizează un program Matlab (DETPROF, cu listing-ul prezentat în Anexa 2), care lucrează în maniera următoare: se calculează coordonatele punctelor de intersecţie ale tuturor segmentelor cremalierei cu o semidreaptă de

tăietură nulă de poziţie fixă. Punctul cel mai apropiat de origine aparţine profilului roţii dinţate. Coordonatele următorului punct de pe profil rezultă în manieră identică după înclinarea dreptei (variaţia pantei acesteia) cu un increment unghiular suficient de mic. Dacă poziţiile dreptei evoluează într-un spaţiu unghiular egal cu 2·π

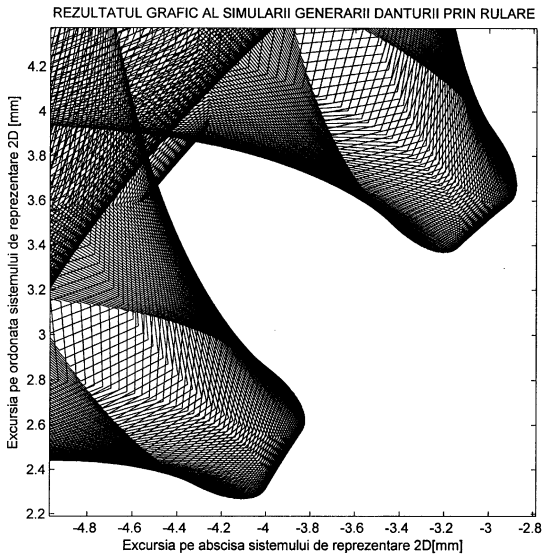

Figura 3. *Redare parţială a profilului de roată şi a poziţiilor cremalierei.*

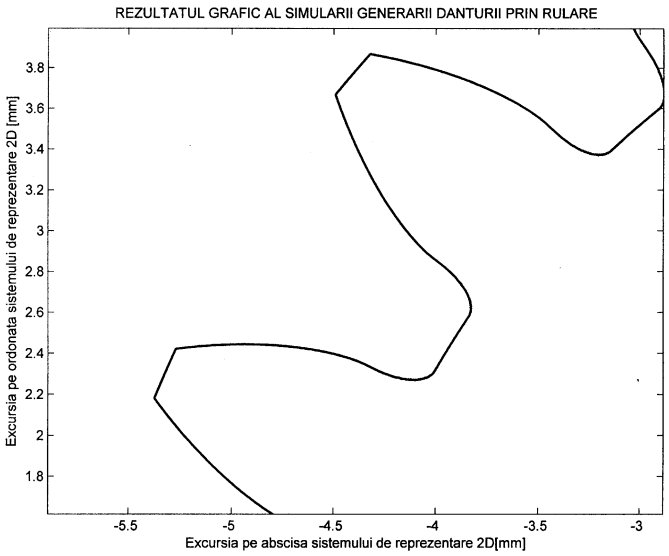

Figura 4. *Redare parţială numai a profilului de roată.*

atunci rezultă coordonatele tuturor punctelor de pe profil, cu o descriere cu atât mai exactă cu cât:

-incrementul unghiular de variaţie a pantei dreptei este mai mic;

-incrementul unghiular de variaţie a unghiului θ (care a condus la reprezentarea din figura 2 a) este mai mic.

Rularea programului DETPROF conduce la reprezentarea poziţiilor succesive ale cremalierei din fig.3 (500, faţă de numai 200 în figurile 2) şi ale profilului roţii (cu 10.000 de puncte) în figura 4.

Acest profil descris sintetic poate fi utilizat mai departe pentru fabricarea roţii dinţate prin unul dintre procedeele enumerate mai sus.

4. Aspecte ale fabricaţiei roţilor dinţate cu profil evolventic prin imprimare 3D

Pentru acest cerc ştiinţific s-a optat pentru fabricaţia prin imprimare 3D. S-au explorat posibilităţile de generare a unei roţi dinţate şi de exportare în format de imprimare.

Pentru aceasta:

- se salvează coordonatele profilului în format .txt cu abscisele pe o coloană, ordonatele pe a doua coloană, cu virgulă între ele;

- se înscrie pe prima linie a fişierului instrucţiunea SPLINE şi se salvează cu extensia .scr;

- se deschide programul Autocad şi se setează opţiunea SW Isometric View (vedere izometrică cu planul x0y activ);

- se înscrie în fereastra de comandă instrucţiunea script;

- în fereastra de încărcare se selectează numele fisierului .scr salvat anterior;

- după încărcarea profilului se tastează tasta ENTER până ce se anulează orice altă opţiune de desenare şi se acţionează din nou butonul SW Isometric View.

- se lansează comanda EXTRUDE;

- se setează înălţimea de extrudare (3 mm) şi unghiul de extrudare (0 grade);

- se obţine imaginea 3D a roţii dinţate generate;

- se realizează o gaură centrală cu diamentrul de 3 mm;

- se salvează rezultatul.

În figura 5 a se prezintă o vedere asupra roţii dinţate generate în programul Autocad. Se observă că profulul roţii este reprodus cu suficientă acurateţe.

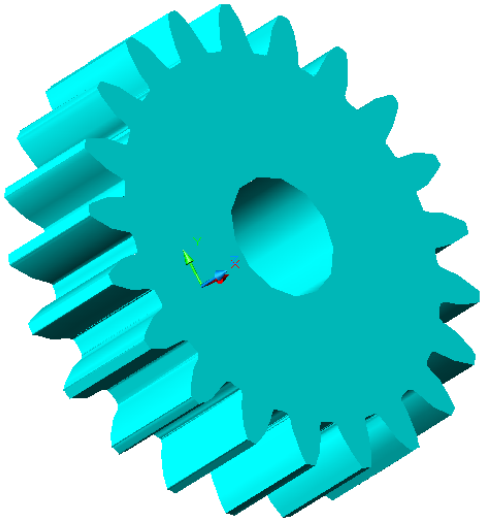

Figura 5 a. *Vedere izometrică asupra roţii dinţate (modul 0,5 mm, Z=21).*

Figura 5 b. *Detaliu cu vedere izometrică asupra unei roţi dinţate (modul 0,5 mm, Z=101).*

În figura 5. b se prezintă un detaliu cu vedere izometrică asupra unei roţi dinţate cu 101 dinţi, conjugată celei din figura 5. a (cele două roţi dinţate fac parte din acelaşi angrenaj).

Pentru generarea formatului de imprimare 3D pentru fiecare roată se realizează următoarele operaţii:

- În mediul Autocad se plasează roata în primul octant;
- Se înscrie în fereastra de comandă comanda FACETRES şi se selectează opţiunea 10. Prin aceasta se asigură o rafinare maximă a profilului, altfel acesta rezultă poligonal, profilul roţii fiind aproximat cu un poligon.
- Se înscrie în fereastra de comandă instrucţiunea STLOUT şi se aleg opţiunile de salvare a roţii dinţate (nume fişier şi locaţia) în formatul de printare 3D (fişier cu extensia .stl).

Acest fişier se utilizează direct în operaţiunile de imprimare.

Toate aceste proceduri au fost deja validate, pe baza acestora s-au realizat cele două roţi cu profil în arc de cerc prezentate în § 6.

În viitorul imediat se intenţionează şi realizarea roţilor din figurile 5. a şi 5. b, cu condiţia identificării unui procesator care să asigure cu suficientă acureteţe imprimarea.

5. Aspecte ale generării danturii cu profil în arc de cerc prin rulare dreaptă pe cerc

Necesitatea utilizării acestui tip de dantură a apărut în practică în următoarea situaţie. S-a pus problema studierii tipului de dantură utilizat în realizarea unui angrenaj interior cu roţi dinţate cu numere mici de dinţi şi diferenţă unu a numerelor de dinţi. În urma simulării s-a ajuns la concluzia oportunităţii utilizării acestui tip de dantură.

Practic, toate elementele teoretice discutate anterior la § 2 rămân valabile, excepţie făcând cremaliera generatoare. Fiecare dinte al cremalierei este realizat (corespunzător unui modul m = 10 mm) din două arce de cerc identice, cu raza de 8,66850275 mm, cu unghi la centru de 129,92655°, dispuse simetric, cu distanţa dintre centre $\pi \cdot m/2$ mm pe orizontală şi 7,3370055 mm măsurată pe verticală.

Cu ajutorul programului DETPROF1 (cu listing-ul prezentat în ANEXA 3) se realizează simularea rulării unei roţi cu şase dinţi şi determinarea descrierii sintetice (punct cu punct) a profilului de roată astfel generat.

În figura 6 se prezintă rezultatul grafic al rulării programului, cu reprezentarea unei poziţii singulare a cremalierei generatoare (cu culoare albă).

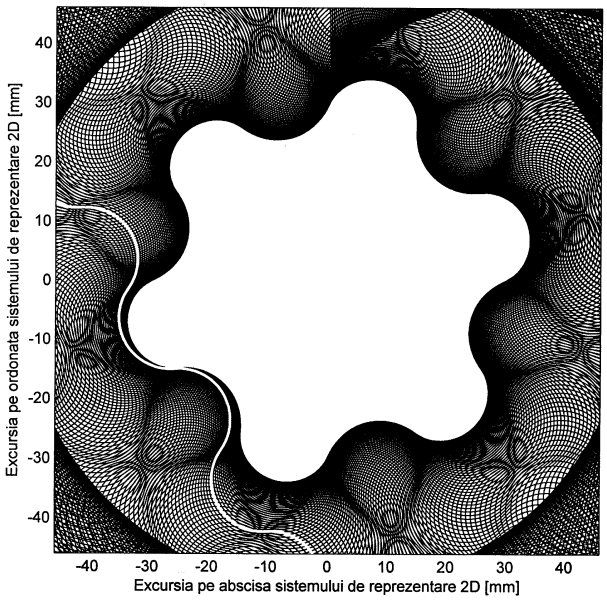

Figura 6. *Rezultat grafic în generarea unei roţi dinţate cu şase dinţi şi dantură în arc de cerc.*

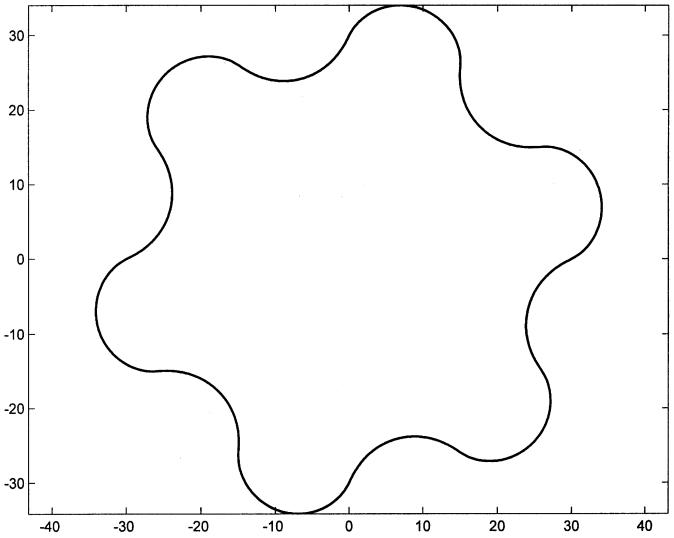

Figura 7. *Descriere grafică a profilului de roată dinţată cu dantură în arc de cerc generat în figura 6.*

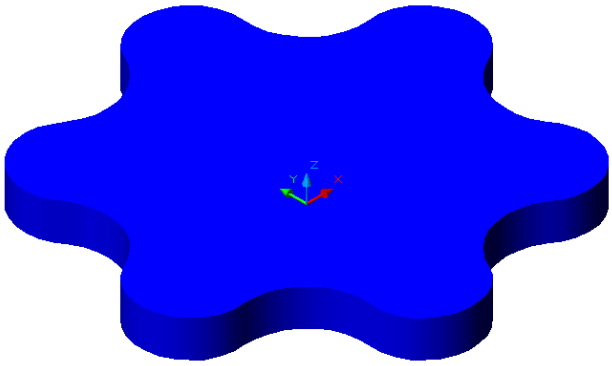

Figura 8. *Imagine 3D în Autocad a roţii dinţate.*

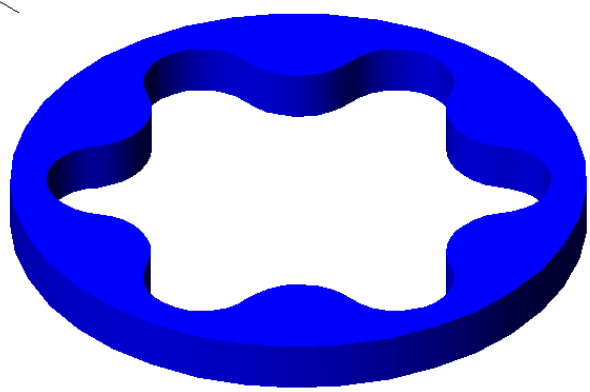

Figura 9. *Asocierea profilului din figura 6 unei roţi dinţate danturate interior*

Figura 10. *Vedere asupra roţii din figura 9, realizată prin imprimare 3D*

În figura 7 se prezintă doar profilul roţii obţinute, ca înfăşurătoare –dinspre interior- a poziţiilor succesive ale cremalierei generatoare.

Acest profil se obţine dacă în fereastra de comandă Matlab se introduce (după execuţia programului DETPROF1) a setului de instrucţiuni:

```
close all;
plot(absc,ord,'k','LineWidth',1.5);
axis equal
```

S-au parcurs toate etapele deja reliefate anterior la § 4 în vederea realizării roţii în Autocad, obţinându-se imaginea grafică conform figurii 8 (vedere izometrică). S-a transformat această roată în roată danturată interior

conform figurii 9 (dintr-un cilindru s-a extras roata din figura 8).
S-a convertit fisierul de descriere a roţii din figura 9 în format de imprimare 3D şi s-a transferat acest fişier către reprezentanţa din România a unei firme specializate (Voxeljet [3]).

Figura 10 prezintă o vedere asupra realizării fizice a roţii dinţate descrise în figura 9.

6. Aspecte ale generării danturii cu profil în arc de cerc prin rulare cerc în cerc

Se pune acum problema realizării unei roţi dinţate conjugate celei din figura 9 (10), cu cinci dinţi, danturată exterior, care să formeze un angrenaj cu aceasta. Se pot evident parcurge aceleaşi etape, până la realizarea roţii 8 după care să se realizeze imprimarea 3D. Pentru aceasta, în programul DETPROF1 se înscrie în prima linie instrucţiunea z=5; Există însă şi pericolul ce cele două roţi să nu intre în angrenare (prin realizarea interferenţei între dinţi în zona diametral opusă polului angrenării).

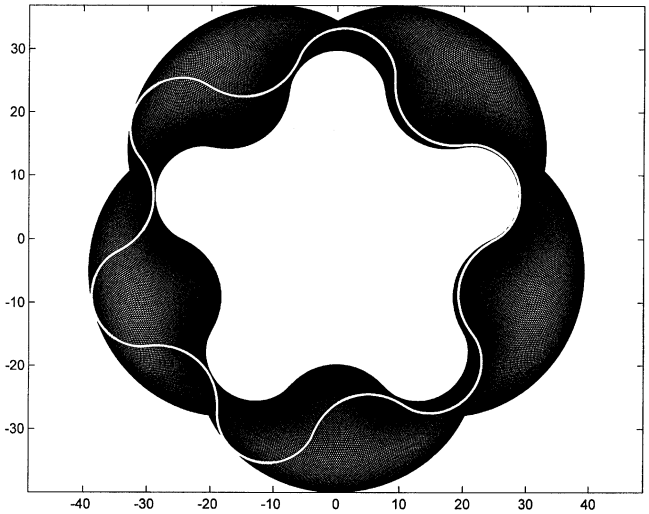

Figura 11. *Rezultatul grafic al rulării programului DETPROF 2.*

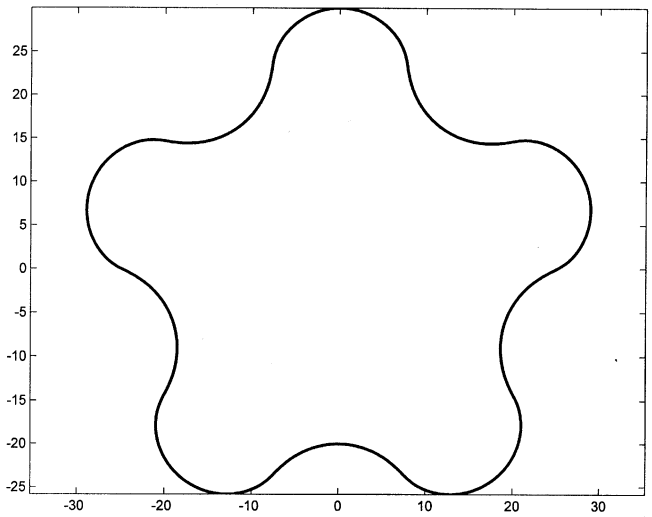

Figura 12. *Descriere grafică a profilului generat.*

Din acest motiv vom expune aici o manieră diferită de abordare, prin rularea cerc în cerc. Să considerăm că angrenajul în discuţie există teoretic. Cele două cercuri de divizare sunt în tangenţă. Profilul roţii danturate interior (reprezentat în figura 7) este cunoscut (se va numi în continuare profil generator). Considerăm că cercul de divizare al roţii cu cinci dinţi (cu dantură exterioară, numit în continuare profil de generat) este fix (bază), iar cercul de divizare al roţii generatoare se rostogoleşte (ca rulantă) peste cercul de bază.

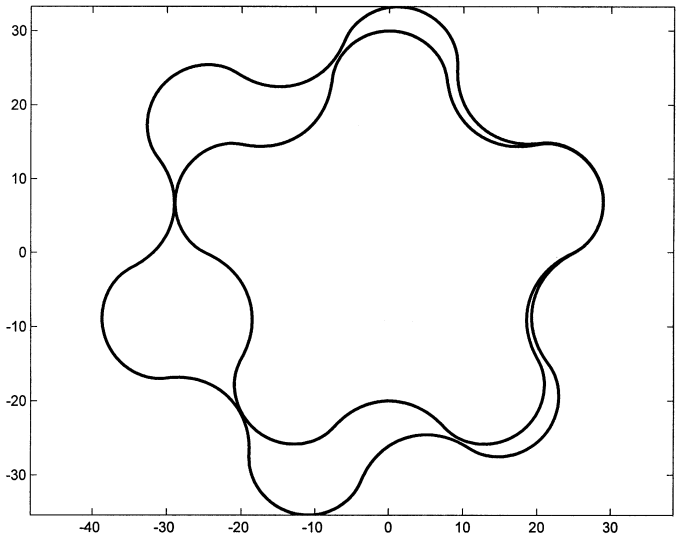

Figura 13. *Reprezentare a ambelor profile în angrenare.*

Infăşurătoarea la interior a poziţiilor succesive ale roţii generatoare defineşte roata de generat. Programul Matlab DETPROF2 (Anexa 4) asigură simularea acestor poziţii, şi determinarea profilului de roată generat pe considerente deja prezentate anterior (şi utilizate în programele DETPROF şi DETPROF1). Rezultatul grafic al rulării acestui program se prezintă în figura 11. Pe figura 11 este marcată cu alb o poziţie a roţii generatoare.

Pentru obţinerea profilului generat se execută setul de instrucţiuni:

close all

plot(absc,ord,'k','LineWidth',2);

axis equal;

Având ca efect rezultatul grafic din figura 12.

Dacă acum se execută setul de instrucţiuni Matlab:

close all

plot(absc,ord,'k','LineWidth',2);hold on

plot(xer,yer,'k','LineWidth',2);axis equal;

Se obţine reprezentarea celor două profile (generator şi generat, în angrenare) conform figurii 13. Din maniera de generare, cele două profile sigur nu realizează interferenţă a vârfurilor dinţilor.

Profilul generat poate fi utilizat pentru imprimare 3D. În figura 14 se prezintă o vedere izometrică Autocad a roţii generate. În figura 15 se prezintă o vedere a roţii generate realizate fizic prin imprimare 3D.

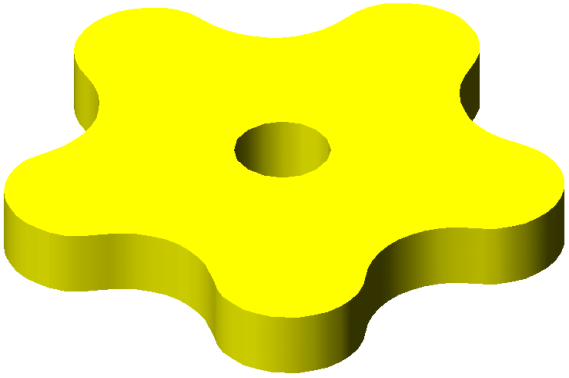

Figura 14. *Imagine 3D în Autocad a roţii generate (cu profilul transversal din figura 12.*

Figura 15. *Vedere a roţii generate fabricate prin imprimare 3D.*

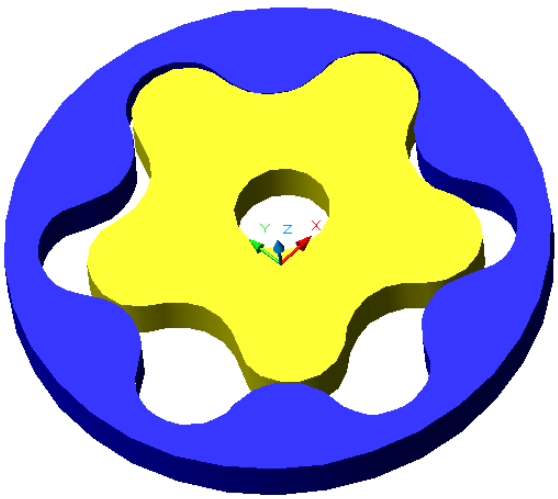

Figura 16. *Vedere izometrică Autocad asupra roţilor plasate în angrenare.*

Figura 17. *Vedere asupra roţilor realizate fizic prin imprimare 3D, plasate în angrenare.*

În figura 16 se prezintă o vedere izometrică în Autocad asupra angrenajului dintre cele două roţi.

În figura 17 se prezintâ o vedere a roţilor dinţate realizate fizic, plasate în angrenare.

Experimentele de angrenare efectuate demonstrează că generarea profilelor celor două roţi a fost corectă.

Pe acest angrenaj s-a experimentat funcţionarea unui nou tip de reductor-inversor [4], cu mişcare de intrare (translaţie plan paralelă) la nivelul roţii danturate interior şi mişcare de ieşire (rotaţie în jurul propriei axe) la nivelul roţii danturate exterior (cu raportul de transmitere transfer -1/6). Urmează să se experimenteze şi funcţionarea ca reductor neinversor: cu mişcare de intrare (translaţie plan paralelă) la nivelul roţii danturate exterior şi mişcare de ieşire (rotaţie în jurul propriei axe) la nivelul roţii danturate interior (cu raportul de transmitere 1/5).

7. Concluzii, activităţi viitoare

Cercul ştiinţific a demonstrat valabilitatea unor noi consideraţii teoretice şi practice de generare a roţilor dinţate prin rulare venind în întâmpinarea noilor tehnologii de fabricaţie sau chiar propunând noi maniere tehnologice de producţie. Prin această activitate studenţii participanţi la cerc au prezentat o parte a rezolvărilor unor probleme specifice legate de temele lucrărilor de diplomă.

În viitor se intenţionează sistematizarea operaţiunilor de generare a profilelor şi a roţilor dinţate, astfel încât să se oferteze un produs software dedicat fabricaţiei roţilor dinţate.

Pe viitor se intenţionează de asemeni abordarea generării roţilor dinţate cilindrice cu dantură înclinată şi a celor conice cu dantură în arc de cerc. Probabil o parte a acestui demers va fi concretizat în tezele de disertaţie ale studenţilor participanţi.

8. Bibliografie

1. Mihăiţă Horodincă, *Simularea generării curbelor plane prin rulare*. Aplicaţii. Editura Performantica, Iaşi, 2014.
2. ***http://www.mathworks.com/support/learn-with-matlab-tutorials.html
3. *** http://www.servicii3d.ro/servicii-printare-3D
4. Mihăiţă Horodincă, Neculai-Eugen Seghedin, *Reductor cu roţi dinţate cilindrice şi mecanism patrulater*. Brevet RO 111610 B1.

ANEXA 1

Programul PROFIL

```
clear all;close all;tic
m=0.5;z=21;a=0;fi=40*pi/180;m1=m;
alfa=20*pi/180;c=2.35*m*tan(alfa);
b=0.5*m*(pi-4.7*tan(alfa));dep=0*m;
rr=0.5*m*(z);
x(1)=a;x(2)=a+b;x(3)=a+b+c;x(4)=x(3)+b;
x(5)=x(4)+c;x(6)=x(5)+b;
y(1)=1.1*m+dep;y(2)=1.1*m+dep;
y(3)=-1.25*m+dep;y(4)=-1.25*m+dep;
y(5)=1.1*m+dep;y(6)=1.1*m+dep;ndinti=z+5;
for j=1:ndinti;
   for i=1:6;x(j*6+i)=x(i)+j*m*pi;
y(j*6+i)=y(i);
end;end
xc=0;yc=0;
 l=1;
liminfteta=0;limsupteta=2.1*pi;
inc=2*pi/200;
for teta=liminfteta:inc:limsupteta;
for i=1:6*(ndinti)
x1(l)=xc+rr*cos(fi-teta)+(x(i)-rr*teta)*cos(fi-teta-pi/2)-y(i)*sin(fi-teta-pi/2);
y1(l)=yc+rr*sin(fi-teta)+(x(i)-rr*teta)*sin(fi-teta-pi/2)+y(i)*cos(fi-teta-pi/2);l=l+1;
end
end;l=l-1;
plot(x1,y1,'k','Linewidth',0.25);hold on;

%desenarea unei cremaliere

liminfteta=pi/2;inc=2*pi/300;limsupteta=liminfteta+inc;
clear x1;clear y1; l=1;
for teta=liminfteta:inc:liminfteta
for i=1:6*(ndinti)
x1(l)=xc+rr*cos(fi-teta)+(x(i)-rr*teta)*cos(fi-teta-pi/2)-y(i)*sin(fi-teta-pi/2);
y1(l)=yc+rr*sin(fi-teta)+(x(i)-rr*teta)*sin(fi-teta-pi/2)+y(i)*cos(fi-teta-pi/2);l=l+1;
end
end;l=l-1;
plot(x1,y1,'w','Linewidth',2);hold on;

title('REZULTATUL GRAFIC AL SIMULARII GENERARII DANTURII PRIN RULARE')
xlabel('Excursia pe abscisa sistemului de reprezentare 2D[mm]')
ylabel('Excursia pe ordonata sistemului de reprezentare 2D [mm]')
axis equal
axis([-(rr+1.4*m1),(rr+1.4*m1),-(rr+1.4*m1),(rr+1.4*m1)])
toc
```

ANEXA 2

Programul DETPROF

```
clear all;close all;tic
m=0.5;z=21;a=0;fi=90*pi/180;m1=m;
alfa=20*pi/180;c=2.35*m*tan(alfa);
b=0.5*m*(pi-4.7*tan(alfa));dep=0*m;
rr=0.5*m*(z);
x(1)=a;x(2)=a+b;x(3)=a+b+c;x(4)=x(3)+b;
x(5)=x(4)+c;x(6)=x(5)+b;
y(1)=1.1*m+dep;y(2)=1.1*m+dep;
y(3)=-1.25*m+dep;y(4)=-1.25*m+dep;
y(5)=1.1*m+dep;y(6)=1.1*m+dep;ndinti=z+5;
for j=1:ndinti;
   for i=1:6;x(j*6+i)=x(i)+j*m*pi;
y(j*6+i)=y(i);
end;end
xc=0;yc=0;
 l=1;
liminfteta=0;limsupteta=2.1*pi;
inc=2*pi/500;
for teta=liminfteta:inc:limsupteta;
for i=1:6*(ndinti)
x1(l)=xc+rr*cos(fi-teta)+(x(i)-rr*teta)*cos(fi-teta-pi/2)-y(i)*sin(fi-teta-pi/2);
y1(l)=yc+rr*sin(fi-teta)+(x(i)-rr*teta)*sin(fi-teta-pi/2)+y(i)*cos(fi-teta-pi/2);l=l+1;
end
end;l=l-1;
plot(x1,y1,'k');hold on;
title('REZULTATUL GRAFIC AL SIMULARII GENERARII DANTURII PRIN RULARE')
xlabel('Excursia pe abscisa sistemului de reprezentare 2D[mm]')
ylabel('Excursia pe ordonata sistemului de reprezentare 2D [mm]')
%rutina de determinare a profilului
k=1;
for i=1:l-1;
dif=(x1(i+1)-x1(i));if dif==0;dif=0.000000000000000001;else end
m(k)=(y1(i+1)-y1(i))/dif;
n(k)=y1(i)-m(k)*x1(i);k=k+1;
end; k=k-1;
inc=2*pi/10000;l=1;
for i=0:inc:2*pi;mindist=1000;
%for i=0*0.5*pi:inc:1*0.5*pi;mindist=1000;
xa=xc;ya=yc;xb=xa+5*cos(i);yb=ya+5*sin(i);
dif=xb-xa;
if dif==0;dif=0.0000000000000000001;else end;
mi=(yb-ya)/dif;ni=ya-xa*mi;
for j=1:k-1;dif1=mi-m(j);
   if dif1==0;dif1=0.0000000000000000001;else end;
intx=(n(j)-ni)/dif1;inty=intx*m(j)+n(j);
dist=(abs(intx-xa)^2+abs(inty-ya)^2)^0.5;
dist1=(abs(intx-xb)^2+abs(inty-yb)^2)^0.5;
if dist1<dist;
if intx==x1(j+1);if inty==y1(j+1);
 if dist<mindist;absc(l)=intx;ord(l)=inty;
```

```
mindist=dist;else
end;else end;else end;
if intx==x1(j);if inty==y1(j);
if dist<mindist;absc(l)=intx;ord(l)=inty;
mindist=dist;else
end;else
end;else end;
if intx<x1(j+1);if intx>x1(j);if dist<mindist;absc(l)=intx;ord(l)=inty;
mindist=dist;else
end;else end;else end;
if intx>x1(j+1);if intx<x1(j);
if dist<mindist;absc(l)=intx;ord(l)=inty;
mindist=dist;else end;else end;else end;
if inty<y1(j+1);if inty>y1(j);
if dist<mindist;absc(l)=intx;ord(l)=inty;
mindist=dist;else end;else end;else end;
if inty>y1(j+1);if inty<y1(j);
if dist<mindist;absc(l)=intx;ord(l)=inty;
mindist=dist;else end;else end;else end;
else end
end;
l=l+1;
end
plot(absc,ord,'k','LineWidth',1.5);
axis equal
axis([-(rr+1.4*m1),(rr+1.4*m1),-(rr+1.4*m1),(rr+1.4*m1)])
save absc;save ord
toc
```

ANEXA 3

Programul DETPROF1

```
clear all;close all;m=10;z=6;%a=110;
fi=90*pi/180;m1=m;tic
rr=0.5*m*(z);k=1;inc=pi/40;cons=1;tri=8.66850275;
liminf=25.036725/180*pi;limsup=(180-25.036725)/180*pi;
for i=limsup:-inc:liminf;
x(k)=tri*cos(i*cons)-7.85398163+15.70796327;
y(k)=tri*sin(i*cons)-3.66850275;k=k+1;end;k=k-1;%plot(x,y);axis equal

for i=limsup:-inc:liminf;

x(k)=2*15.70796327+tri*cos(i*cons)-7.85398163;
y(k)=-tri*sin(i*cons)+3.66850275;k=k+1;end;
ndinti=z+5;k=k-1;
for j=1:ndinti;for i=1:k;
     x(j*k+i)=x(i)+j*m*pi;y(j*k+i)=y(i);
   end
end
%se genereaza un profil din arce de cerc egale
y(1)=20.7264;y(j*k+i)=20.7264;
plot(x,y);axis equal;
xc=0;yc=0;
l=1;
liminfteta=0;limsupteta=2.3*pi;inc=2*pi/300+0.00001;t=1;
for teta=liminfteta:inc:limsupteta;
   for i=1:k*(ndinti+1)
     x1(l)=xc+rr*cos(fi-teta)+(x(i)-rr*teta)*cos(fi-teta-pi/2)-y(i)*sin(fi-teta-pi/2);
     y1(l)=yc+rr*sin(fi-teta)+(x(i)-rr*teta)*sin(fi-teta-pi/2)+y(i)*cos(fi-teta-pi/2);
     if teta==liminfteta+200*inc; xcut(t)=x1(l);ycut(t)=y1(l);t=t+1;else end
     l=l+1;
   end
   end;l=l-1;
plot(x1,y1,'k');hold on;axis equal
axis([-(rr+1.6*m1),(rr+1.6*m1),-(rr+1.6*m1),(rr+1.6*m1)])
xlabel('Excursia pe abscisa sistemului de reprezentare 2D [mm]')
ylabel('Excursia pe ordonata sistemului de reprezentare 2D [mm]')
%rutina de determinare a profilului
k=1;
for i=1:l-1;
    dif=(x1(i+1)-x1(i));
    if dif==0;dif=0.00000000001;else end
    m(k)=(y1(i+1)-y1(i))/dif;
    n(k)=y1(i)-m(k)*x1(i);
    k=k+1;
end; k=k-1;k
inc=2*pi/1000;l=1;
for i=0:inc:2*pi;mindist=1000;
   xa=xc;ya=yc;xb=xa+5*cos(i);
   yb=ya+5*sin(i);dif=xb-xa;if dif==0;dif=0.00000000001;else end;
   mi=(yb-ya)/dif;ni=ya-xa*mi;
   for j=1:k-1; dif1=mi-m(j);
```

```
if dif1==0;dif1=0.00000000001;else end;
     intx=(n(j)-ni)/dif1;
inty=intx*m(j)+n(j);
dist=(abs(intx-xa)^2+abs(inty-ya)^2)^0.5;
     dist1=(abs(intx-xb)^2+abs(inty-yb)^2)^0.5;
     if dist1<dist;
       if intx==x1(j+1);if inty==y1(j+1);
if dist<mindist;absc(l)=intx;
ord(l)=inty;mindist=dist;else end;else end;else end;
       if intx==x1(j);if inty==y1(j);
if dist<mindist;
absc(l)=intx;ord(l)=inty;mindist=dist;
else end;else end;else end;
     if intx<x1(j+1);if intx>x1(j);
if dist<mindist;absc(l)=intx;ord(l)=inty;
mindist=dist;else end;else end;else end;
     if intx>x1(j+1);if intx<x1(j);
if dist<mindist;absc(l)=intx;ord(l)=inty;
mindist=dist;else end;else end;else end;
     if inty<y1(j+1);if inty>y1(j);
if dist<mindist;absc(l)=intx;ord(l)=inty;
mindist=dist;else end;else end;else end;
     if inty>y1(j+1);if inty<y1(j);
if dist<mindist;absc(l)=intx;ord(l)=inty;
mindist=dist;else end;else end;else end;
  else end
end;
l=l+1;
end
plot(absc,ord,'k','LineWidth',1.5);
plot(xcut,ycut,'w','LineWidth',2);

save absc;save ord;
toc
```

ANEXA 4

Programul DETPROF2

```
clear all;close all;tic
nlob=5;%nlob este numarul de dinti ai rotii de generat;
rrul=30;rbaz=rrul*nlob/6;xc=0;yc=0;
load absc;load ord;clear x1;clear y1
x=absc;y=ord;xroata=x;yroata=y;
dim1=size(y);dim=dim1(2);%x(dim+1)=0;y(dim+1)=1000;dim=dim+1;
clear absc;clear ord;
k=dim;
incr=2*pi/(200);
alfa=pi;beta=0;
l=0;
for i=0.21:incr:2.21*pi;
   for j=1:k;
      alfa1=alfa+i;beta1=beta+(rrul-rbaz)/rrul*i;
      x1(j)=(rrul-rbaz)*cos(alfa1)+x(j)*cos(beta1)-y(j)*sin(beta1);
      y1(j)=(rrul-rbaz)*sin(alfa1)+y(j)*cos(beta1)+x(j)*sin(beta1);
      if i==0.21;xer(j)=x1(j);yer(j)=y1(j);else end
   end
    l=l+1;
xa1(:,l)=x1;ya1(:,l)=y1;
end
plot(xa1,ya1,'k','LineWidth',.25);hold on;axis equal
toc

clear x1;clear y1;
for i=1:l
xb1((i-1)*k+1:i*k)=xa1(:,i);
yb1((i-1)*k+1:i*k)=ya1(:,i);
end
x1=xb1;y1=yb1;clear xb1; clear yb1; clear xa1; clear ya1;

 %aici
%plot(x1,y1,'k','LineWidth',1);hold on
axis equal
dim1=size(x1);l=dim1(2);
%RUTINA DE DETERMINARE A PROFILULUI ROTII DE GENERAT
k=1;
for i=1:l-1;
   dif=(x1(i+1)-x1(i));
   if dif==0;dif=0.00000000001;else end
   m(k)=(y1(i+1)-y1(i))/dif;
   n(k)=y1(i)-m(k)*x1(i);
   k=k+1;
end; k=k-1;k;
%DE SCAZUT ACEST INCREMENT /10000
inc=2*pi/1000;l=1;

for i=0:inc:2*pi;mindist=1000;
  xa=xc;ya=xc;xb=xa+5*cos(i);
```

```
  yb=ya+5*sin(i);dif=xb-xa;if dif==0;dif=0.00000000001;else end;
  mi=(yb-ya)/dif;ni=ya-xa*mi;
  for j=1:k-1; dif1=mi-m(j);
if dif1==0;dif1=0.00000000001;else end;
     intx=(n(j)-ni)/dif1;
inty=intx*m(j)+n(j);
dist=(abs(intx-xa)^2+abs(inty-ya)^2)^0.5;
     dist1=(abs(intx-xb)^2+abs(inty-yb)^2)^0.5;
     if dist1<dist;
       if intx==x1(j+1);if inty==y1(j+1);
if dist<mindist;absc(l)=intx;
ord(l)=inty;mindist=dist;else end;else end;else end;
       if intx==x1(j);if inty==y1(j);
if dist<mindist;
absc(l)=intx;ord(l)=inty;mindist=dist;
else end;else end;else end;
     if intx<x1(j+1);if intx>x1(j);
if dist<mindist;absc(l)=intx;ord(l)=inty;
mindist=dist;else end;else end;else end;
     if intx>x1(j+1);if intx<x1(j);
if dist<mindist;absc(l)=intx;ord(l)=inty;
mindist=dist;else end;else end;else end;
     if inty<y1(j+1);if inty>y1(j);
if dist<mindist;absc(l)=intx;ord(l)=inty;
mindist=dist;else end;else end;else end;
     if inty>y1(j+1);if inty<y1(j);
if dist<mindist;absc(l)=intx;ord(l)=inty;
mindist=dist;else end;else end;else end;
  else end
end;
l=l+1;
end
plot(absc,ord,'k','LineWidth',2);axis equal;
plot(xer,yer,'w','LineWidth',2);axis equal;
%IN ABSC SI ORD SUNT COORDONATELE PUNCTELOR DE PE PROFILUL ROTII DE GENERAT
```