PREDGOVOR

Solid Cam je osnovao 1984. godine dr. Emil Somekh.

SolidCAM je program unutar Solid Worksa koji se koristi za programiranje CNC mašina za mašinsku obradu metala a direktno je integrisan u Solid Works CAD sistem. To je softver sa prilagoĐenim postprocesorima, koji generišu gotov kod za CNC mašinu a omogućava programiranje CNC strugova, glodalica i CNC obradnih centara i sa njim je moguće programiranje svih vrsta obrade, od troosnog glodanja do simultanog petoosnog glodanja.

Snažna CAM funkcionalnost, prilagoĐeni postprocesori koji generišu gotov G kod za CNC mašinu i njihovo lako korišćenje, glavno je obeležje softvera SolidCAM, koji je sertifikovani dodatak za program SolidWorks, koji omogućuje potpunu integraciju u istom prozoru i potpunu asocijativnost sa modelima uključujući delove, sklopove i konfiguracije. Korišćenje integrisanih CAD - CAM sistema, rezultuje brţim razvojem proizvoda uz smanjenje troškova a otkad je implementiran u SolidWorks raste ogromnom brzinom, pošto je prepoznat od strane CIMdata kao konstantni lider na trţištu u primeni CAM programa širom sveta.

Glavni cilj Solid Cam - a je usmeren na integraciju u vodeće 3D Cad sisteme, Solid Works, Autodesk Inventor, Solid Edge, Creo Parametric, Auto Cad, Unigraphics NX, Master Cam, Mechanical Desktop, Catia, Ideas, Esprit, Power Mill.

Solid Cam proizvodni moduli su: Solid Cam 2.5D glodanje, Solid Cam HSM - Visokobrzinsko 3D glodanje, Solid Cam HSS - Visokobrzinska obrada lokalnih površina, Solid Cam - indeksirano 4/5 osno glodanje, Solid Cam - simultano 5 - osno glodanje, Solid Cam - struganje i glodanje - struganje, Merenje i kontrolisanje pozicije.

Priručnik je nastao kao teţnja autora da napiše priručnik, koja će pomoći prvenstveno učenicima i studentima da savladaju nastavni plan i program iz automatskog programiranja mašinama - strugovima i kombinovanim strugovima - glodalicama uz pomoć Solid Cam - a a da i drugim korisnicima - inţenjerima i operaterima na CNC mašinama bude od velike pomoći pri upotrebi CNC strugova i glodalica u proizvodnji, koji koriste jedan od najpopularnijih softvera u Srbiji, na Balkanu, Evropi i svetu.

Za pisanje je korišćena stručna, savremena i egzaktna literatura koja je u priruĉniku i sistematski navedena!

“Da bi ovaj priručnik ugledao svetlost dana, izkazujem posebnu zahvalnost Emilu Somekiju, generalnom direktoru Solid Cam - a iz SAD, kao i neizmernoj ljubaznosti Danijela Đurice, međunarodnog menadţera podrške, koji upravlja timom za podršku Solid Cam - a u Srbiji, koji mi je omogućio sve tutorijele Solid Cam - a 2021 i ponudio bezpoštedno svu neophodnu pomoć za savladavanje softvera i koji su mi odobrili pisanje i izdavanje prirurčnika bez pogovora i uslovljavanja “.

Napisani priručnik ne bi našao put do čitalaca i korisnika u proizvidnji, bez izvršene rezenzenzije prof. dr. Zorana Milojevića, koji je moj najbolji učitelj iz oblasti programiranja CNC mašina, pa mu se ovim putem iskreno i srdačno zahvaljujem.

Arandjelovac, jun 2022. Prof. Slaviša Ivanović, dipl. ing. maš.

SADRŽAJ

UVOD / 14
I. VRSTE PROGRAMIRANJA CNC ALATNIH MAŠINA /15
1. Programiranje CNC Alatnih Mašina /15
2. Ručno Programiranje /15
3. Nedostaci Ručnog Programiranja /15
4. Programiranje Pomoću Računara /15
5. Prednosti Programiranja Pomoću Računara U Odnosu Na Ručno Programiranje /15
II . CAD - CAM SISTEMI /15
1. CAD - CAM Tehnologija /15
2. CAD Sistemi - Computer Aided Design - Dizajn Potpomognut Kompjuterom - CAD /16
3. CAM Sistemi - Computer Aided Manufacturing - Proizvodnja Podrţana Kompjuterom:/16
4. Prednosti I Mogućnosti Korišćenja CAD - CAM - a /18
5. Algoritam CAD - CAM Programiranja /19
6. CAD - CAM Sistemi /19
7. Prednosti CAD - CAM Sistema /19
III. STRUGANJE - TURNING /19
1. Kretanja Pri Obradi Struganjem/20
2. Principi Rezanja /20
3. Mehanizam Nastanka Strugotine /19
A. Oblici Odvojene Čestice Metala - Strugotine /23
B. Vrste i Oblici Strugotine /23
C. Faktor Sabijanja Strugotine /25
D. Debljina Strugotine /26
E. Faktor Sabijanja Strugotine /26
F. Formiranje Strugotine /27
G. Parametri Koji Utiču Na Nastanak Strugotine /28
H. Naslaga - Nalepak /29
H.1. Faze Nastajanja Naslaga Na Nožu /29
I. Sile Rezanja - Otpori Rezanja Pri Ortogonalnom Rezanju/29
4. Proizvodne Operacije U Obradi Struganjem I Podela Postupaka Struganja /42
A. Uzduţno Struganje /43
B. Poprečno Plansko Struganje /43
C. Konusno Struganje /44
D. Struganje Spoljašnjih I Unutrašnjih Navoja /44
D1. Načini Ulaza Alata U Materijal Obratka Kod Struganja Navoja /45
D2. Zauzimanje Dubine Rezanja Navoja /46
D.3. Rezne Pločice Za Izradu Navoja /47
D.4. Pojava Vibracija Prilikom Izrade Navoja /48
D.5. Greške Kod Struganja Navoja /49
D.6. Greške Kod Izrade Navoja Ureznicama /50
E. Profilno Struganje /51
F. Kopirno Struganje /52
G. Neokruglo Struganje /52
5. Alati Za Obradu Struganjem /53
A. Strugarski Nož Izrađen Iz Jednog Komada /53
B. Strugarski Nož Izrađen Iz Dva Ili Više Delova /53
C. Geometrija Alata Kod Struganja - Strugarskog Noža /59
D. Izbor Alata /63

D.1. Pozitivno I Negativno Dejstvo Pločice Na Proces Rezanja /63
D.2. Negativna U Odnosu Na Pozitivnu Geometriju sa $\lambda < 0$ /63
D.3. Pozitivna U Odnosu Na Negativnu Geometriju sa $\lambda = 0$ /63
D.4. Izbor Poluprečnika Vrha Pločice r /64
E. Uticaj Parametara Režima Obrade Na Postojanost Alata /64
E.1. Efekat Na Vek Alata /65
E.2. Optimizacija Procesa Struganja /65
F. Toplotne Pojave Kod Obrade Odvajanjem Čestica /65
F.1.Temperatura Rezanja /66
G.Trošenje Alata /67
G.1. Karakteristični Parametri Trošenja Alata /67
6. Režimi Obrade U Obradi Struganjem /70
A. Parametri Obrade /72
B. Korak - Pomak - Posmak U Obradi Struganjem (S,f_n,f) /75
C. Dubina Obrade (a_p,a) /77
7. Kinematika I Dinamika Rezanja Kod Struganja /77
A. Uticajni Faktori Na Sile Rezanja /79
8. Sredstva Za Hlađenje I Podmazivanje /79
8.1. Obrada Bez Hlađenja /80
9. Potpomognuti Hibridni Procesi (Assisted Hybrid Processes) => Obrada Potpomognuta Vibracijom /81
9.1. Konvencionalni Postupci => Struganje Potpomognuto Vibracijom (Vibration Assisted Turning) /81
10. Proračun Glavne Snage Rezanja /82
A. Glavna Snaga Rezanja /82
B. Sila Rezanja /82
C. Širina Odvojene Čestice /82
D. Debljina Odvojene Čestice /82
E. Brzina Rezanja /82
11. Izrada Obradaka Povišene Tvrdoće - Hard Machining /82
A. Parametri Obrade Kod Tvrdog Struganja /83
B. Sile Rezanja Kod Tvrdog Struganja /84
C. Uticaj Brzine Rezanja I Posmaka Na Sile Rezanja /84
D. Uticaj Reznog Alata Na Sile Rezanja /85
E. Uticaj Posmaka I Dubine Rezanja Na Sile Rezanja /85
F. Kvalitet Obrađene Površine /86
F.1. Uticaj Geometrije Reznog Alata Na Površinsku Hrapavost /86
F.2. Uticaj Parametara Obrade Na Površinsku Hrapavost /86
G. Uticaj Temperature Rezanja /87
H. Trošenje Reznog Alata /88
I. Alati Kod Tvrde Obrade /89
J. Uticajni Faktori Na Stabilnost Procesa Tvrdog Struganja /89
J.1. Geometrija I Materijal Reznog Alata /89
J.2. Tvrdoća Obratka /91
J.3. Tačnost I Krutost Alatne Mašine /91
J.4. Brzina Rezanja, Posmak I Dubina Rezanja /91
J.5. Uticaj Suvog Rezanja /91
12. Visokobrzinska Obrada Struganjem - High Speed Machining /92
A. Razlika Visokobrzinske I Konvencijalne Obrade /93
B. Osnovne Karakteristike I Kriterijumi Visokobrzinske Obrade /94

13. Strugovi Za Masovnu Proizvodnju /96
14. Automatizovano Manipulisanje Predmetom Obrade /97
15. CNC Strug Sa Automatskim Dodavanjem Materijala /97
16. Obradni Centar Za Struganje /97
IV. MODUL STRUGANJA U SOLID CEM - U - TURNING MODULE SOLID CEM /98
1. Struganje Čeone Površine Obratka - Lica - Face Turning /98
2. Uzdužno Spoljašnje I Unutrašnje Struganje - Turning /98
3. Bušenje - Drilling /98
4. Izrada Navoja - Threading /99
5. Izrada Žlebova i Ukopa – Grooving /99
6. Ugaono Žljebljenje - Angled Grooving /99
7. Odsecanje - CutOff /100
8. Trohoidno Struganje - Trochoidal Turning /100
9. Uravnoteženo Grubo Struganje - Balanced Rough /100
10. Ručno Struganje - Manual Turning /101
11. Simetrično Nagnuto Struganje - Simetrical Tilted Turning /101
A. CAM - Definisanje Dela - CAM - Part Definition /102
A1. Faze Procesa Definisanja CAM - Dela /102
V. ZADATAK 1.
V / *1. Vežba 1:* Definisanje CEM - Dela Pri Struganju /103
1. Modeliranje I Učitavanje Solid Works Modela /104
2. Pokretanje SolidCAM - a /104
2.1. Struktura CEM - Dela /105
2.2. Dve Komponente U Sklopu /105
3. Izbor CNC - Mašine - Choose CNC - Machine /106
4. Definisanje Koordinatnog Sistema - Define The Coordinate System /107
4.1. Opcije SolidCAM - a Za Definisanje Koordinatnog sistema - CoordSys - a /108
5. Definisanje Pripremka - Stock Modela - Define The Stock Model /111
5.1. Metode Definisanja Pripremka /112
6. Definisanje Modela Target - a - Define The Target Model /115
7. Čuvanje Podataka O CEM - Delu - Save Data CAM - Part /118
7.1. Stablo - Drvo SolidCEM Menadžera /118
8. Zatvaranje CEM - Dela - Close CAM – Part /119
V / 2. Vežba 2: Operacija Struganja Na CNC Mašini Za Struganje - Turning Operations On Turning CNC – Machine /120
1. Umetanje CAM - Dela - Load The CAM - Part /120
2. Definisanje Podešavanja Mašine - Define The Machine Setup /121
2.1. Metoda Stezanja - Clamping Method /123
3. Dodavanje Operacija Struganja - Add A Turning Operation /128
4. Definisanje Geometrije Za Operaciju Struganja - Define The Geometry For Turning Operation /129
4.1. Opcije Za Definisanje Geometrije /129
5. Definisanje Alata Za Operaciju Struganja - Define The Tool For Turning Operation /135
6. Definisanje Tehnoloških Parametara Za Operaciju Struganja - Define The Technological Parameters For Turning Operation /139
7. Izračunavanje Putanje Alata Za Operaciju Struganja - Calculate The Tool Path For Turning Operation /141
8. Simuliranje Putanje Alata Za Operaciju Struganja - Simulate The Tool Path For Turning Operation /141
8'. Režim Simulacije SolidVerify - SolidVerify Simulation Mode /142

9. Dodavanje Operacija Struganja Lica - Add A Face Turning Operation /143
10. Definisanje Geometrije Za Operaciju Struganja Lica - Define The Geometry For Face Turning Operation /143
11. Definisanje Alata Za Operaciju Struganja Lica - Define The Geometry For Face Turning Operation /145
12. Definisanje Tehnoloških Parametara Za Operaciju Struganja Lica - Define The Technological Parameters For Face Turning Operation /146
13. Čuvanje I Izračunavanje Za Operaciju Struganja Lica - Save And Calculate Face Turning Operation /147
14. Simulacija Operacije Struganja Lica - Simulate Face Turning Operation /148
15. Dodavanje Operacije Bušenja - Add A Drilling Operation /148
16. Definisanje Alata Za Operaciju Bušenja - Define The Tool Drilling Operation /149
17. Definisanje Početne Pozicije Burgije - Define The Drill Start Position /149
18. Definisanje Krajnje Pozicije Bušenja - Define The Drill End Position /150
19. Čuvanje I Izračunavanje Operacije Bušenja - Save And Calculate Drilling Operation /151
20. Simulacija Operacije Bušenja - Simulate Drilling Operation /151
21. Dodavanje Operacije Spoljašnje Završne Obrade Struganjem - Add An External Finishing Turning Operation /152
22. Kopiranje Podatataka Iz Postojeće Operacije - Copy Data From The Existing Operation /152
23. Definisanje Alata Za Operaciju Spoljašnje Završne Obrade Struganjem - Define The Tool For External Finishing Turning Operation /152
24. Definisanje Tehnoloških Parametera Za Operaciju Spoljašnje Završne Obrade Struganjem - Define The Technological Parameters For External Finishing Turning Operation /155
25. Čuvanje I Izračunavanje Operacije Spoljašnje Završne Obrade Struganjem - Save And Calculate For External Finishing Turning Operation /155
26. Simuliranje Operacije Spoljašnje Završne Obrade Struganjem - Simulate External Finishing Turning Operation /155
27. Dodavanje Operacije Unutrašnjeg Struganja - Add An Internal Turning Operation /156
28. Definisanje Geometrije Za Operacije Unutrašnjeg Struganja - Define The Geometry For Internal Turning Operation /156
29. Definisanje Alata Za Operacije Unutrašnjeg Struganja - Define The Tool For Internal Turning Operation /157
30. Definisanje Tehnoloških Parameter Za Operacije Unutrašnjeg Struganja - Define The Technological Parameters For Internal Turning Operation /159
31. Čuvanje I Izračunavanje Operacije Unutrašnjeg Struganja - Save And Calculate For Internal Turning Operation /160
32. Simulacija Operacije Unutrašnjeg Struganja - Simulate Internal Turning Operation /160
33. Dodavanje Operacije Eksternog Urezivanja Žleba - Add An External Grooving Operation /161
34. Definisanje Geometrije Eksternog Urezivanja Žleba - Define The Geometry External Grooving Operation /161
35. Definisanje Alata Za Eksterno Urezivanje Žleba - Define The Tool External Grooving Operation /162
36. Definisanje Tehnoloških Parametara Za Eksterno Urezivanje Žleba - Define The Technological Parameters For External Grooving Operation /164
37. Čuvanje I Izračunavanje Eksternog Urezivanja Žleba - Save And Calculate External Grooving Operation /165
38. Simulacija Eksternog Urezivanja Žleba - Simulate External Grooving Operation /166
39. Dodavanje Operacije Unutrašnjeg Žleba - Add An Internal Grooving Operation /166
40. Definisanje Geometrije Operacije Unutrašnjeg Žleba - Define The Geometry Internal Grooving Operation /166

41. Definisanje Alata Za Izradu Unutrašnjeg Žleba - Define The Tool Internal Grooving Operation /166
42. Definisanje Tehnoloških Parametara Za Izradu Unutrašnjeg Žleba - Define The Technological Parameters For Internal Grooving Operation /168
43. Čuvanje I Izračunanje Parametara Za Izradu Unutrašnjeg Žleba - Save And Calculate Parameters For Internal Grooving Operation /169
44. Simuliranje Izrade Unutrašnjeg Žleba - Simulate Internal Grooving Operation /169
45. Dodavanje Operacije Žljebljenja Pod Uglom - Add An Angled Grooving Operation /169
46. Definisanje Geometrije Operacije Žljebljenja Pod Uglom - Define The Geometry Angled Grooving Operation /169
47. Definisanje Alata Za Operaciju Žljebljenja Pod Uglom - Define The Tool Angled Grooving Operation /170
48. Definisanje Tehnoloških Parametara Za Operacije Žljebljenja Pod Uglom - Define The Technological Parameters Angled Grooving Operation /172
49. Čuvanje I Izračunavanje Operacije Žljebljenja Pod Uglom - Save And Calculate Geometry Angled Grooving Operation /172
50. Simuliranje Operacije Žljebljenja Pod Uglom - Simulate Angled Grooving Operation /173
51. Dodavanje Operacije Izrade Navoja - Add A Threading Operation /173
52. Definisanje Geometrije Operacije Izrade Navoja - Define The Geometry Threading Operation /173
53. Definisanje Alata Za Operaciju Izrade Navoja - Define The Tool Threading Operation /174
54. Definisanje Tehnoloških Parametara Za Operaciju Izrade Navoja - Define The Technological Parameters For Threading Operation /176
55. Čuvanje I Izračunavanje Operacije Izrade Navoja - Save And Calculate Parameters For Threading Operation /177
56. Simuliranje Operacije Izrade Navoja - Simulate Threading Operation /177
57. Dodavanje Operacije Urezivanja Navoja - Add A Threading Operation /177
58. Definisanje Geometrije Za Operaciju Urezivanja Navoja - Define The Geometry Threading Operation /178
59. Definisanje Alata Za Operaciju Urezivanja Navoja - Define The Tool Threading Operation /178
60. Definisanje Tehnoloških Parametara Za Operaciju Urezivanja Navoja - Define The Technological Parameters Threading Operation /180
61. Čuvanje I Izračunavanje Operacije Urezivanja Navoja - Save And Calculate Threading Operation /181
62. Simulacija Operacije Urezivanja Navoja - Simulate Threading Operation /181
63. Dodavanje Operacije Odsecanja - Add A Cutoff Operation /181
64. Definisanje Geometrije Operacije Odsecanja - Define The Geometry CutOff Operation /181
65. Definisanje Alata Za Operaciju Odsecanja - Define The Tool CutOff Operation /182
66. Definisanje Tehnoloških Parametara Za Operaciju Odsecanja - Define The Technological Parameters CutOff Operation /184
67. Čuvanje I Izračunavanje Operacije Odsecanja - Define The Geometry CutOff Operation /185
68. Simulacija Operacije Odsecanja - Simulate CutOff Operation /185
VI. ZADATAK 2.
1. Vežba #2 - Exercise #2 - Mašinska Obrada Točka - Wheel Machining /185
2. Učitavanje Modela - Load The Model /185
3. Definisanje CEM - Dela - Define The CAM - Part /186
4. Izvršavanje Spoljašnje Grube Obrade - Perform The External Roughing /187
4.0. Napredno Struganje: Ostatak Materijala - Advanced Turning: Rest Material /191
4.1. Izvršavanje Grube Obrade Ostalog - Neobarađenog Materijala - Perform The Rest Material Roughing /192

5. Izvršavanje Spoljašnje Završne Obrade - Perform The External Finishing /195
6. Izvršavanje Grube Obrade Lica - Perform The Facial Roughing /198
7. Izvršavanje Mašinske Obrade Materijala Za Ostatak Površine Lica - Perform The Facial Rest Material Machining /201
8. Obrada Rupa - Hole Machining /204
VII. ZADATAK 3.
1. Napredno Struganje: Delimična Obrada - Advanced Turning: Partial Machining /205
2. Vežba #3: Struganje Dugačkog Vratila (Osovine) - Exercise #3: Long Shaft Machining /206
3. Učitavanjte Datoteke Dela - Load The Part File /206
4. Obrada Prvog Segmenta Geometrije - Machine The First Segment Of The Geometry /206
4.1. Prva Tačka / Druga Tačka - First Point / Second Point /208
4.2. Parametri Pristupa / Povlačenja - Approach / Retreat Parameters /210
4.3. Izmena Tačke Da Bi Se Izbegla Kolizija - Modify Point To Avoid Collision /212
4.4. Izmena Konture Da Bi Se Izbegla Kolizija - Modify Contour To Avoid Collision /214
5. Obrada Drugog Segmenta Geometrije - Machine The Second Segment Of The Geometry /215
6. Obrada Trećeg Segmenta Geometrije - Machine The Third Segment Of The Geometry /217
7. Obrada Ostatka Geometrije - Machine The Rest Of The Geometry /217
VIII. KOMBINOVANO GLODANJE - STRUGANJE - MILL - TURN /218
VIII. ZADATAK 4.
1. Vežba Broj 4: Operacija Struganja Na CNC Mašini Za Kombinovano Glodanje - Struganje - Exercise #4: Turning Operation On Mill - Turn CNC - Machine /218
2. Učitavanje CAM - Dela - Load The CAM - Part /218
3. Definisanje Podešavanja Mašine - Define The Machine Setup /219
4. Dodavanje Operacije Struganja Površine - Lica - Add A Face Turning Operation /221
5. Definisanje Geometrije Za Operaciju Struganja Površine - Lica - Define The Geometry Face Turning Operation /221
6. Definisanje Alata Za Operaciju Struganja Površine - Lica - Define The Face Turning Operation /224
6.1. Kompozitni Alat - Composite Tool /226
7. Definisanje Nivoa Obrade Za Operaciju Struganja Površine - Lica - Define The Machining Levels The Face Turning Operation /227
7.1. Sigurnosna Udaljenost - Safety Distance /227
8. Definisanje Tehnoloških Parametara Za Operaciju Struganja Površine - Lica - Define The Technological Parameters The Face Turning Operation /228
9. Izračunavanje Operacije Za Operaciju Struganja Površine - Lica - Calculate The Operation Face Turning Operation /228
10. Simuliranje Rada U Host CAD Reţimu Za Operaciju Struganja Površine - Lica - Simulate The Operation In The Host CAD Mode The Face Turning Operation /229
10.1. Domaći CED Režim Simulacije - Host CAD Simulation Mode /229
11. Simuliranje Rada U Režimu Struganja - Simulate The Operation In The Turning mode /229
11.1. Strugarski Režim Simulacije - Turning Simulation Mode /229
12. Simuliranje Operacije U Reţimu Solid - Provera - Verifikacija - Simulate The Operation In The SolidVerify Mode /230
13. Zatvaranje Simulacije - Close The Simulation /231
14. Zatvaranje Dijaloga Operacija Struganja Lica - Close The Face Turning Operation Dialog Box /231
15. Dodavanje Operacije Spoljašnjeg Uzduţnog Struganja - Adding External Longitudinal Scraping Operation /231
16. Definisanje Geometrije Za Operaciju Spoljašnjeg Uzduţnog Struganja - Define The Geometry External Longitudinal Scraping Operation /231

17. Definisanje Alata Za Operaciju Spoljašnjeg Uzdužnog Struganja - Define The Tool External Longitudinal Scraping Operation /234
18. Definisanje Tehnoloških Parametara Za Operaciju Spoljašnjeg Uzduž nog Struganja - Define The Technological Parameters External Longitudinal Scraping Operation /234
19. Izračunavanje Operacije Za Operaciju Spoljašnjeg Uzduž nog Struganja - Calculate The Operation External Longitudinal Scraping Operation /236
20. Simuliranje Rada U Domaćem CED Reţimu Za Operaciju Spoljašnjeg Uzdužnnog Struganja - Simulate The Operation In The Host CAD Mode External Longitudinal Scraping Operation /236
21. Simuliranje Rada U Režimu Struganja Za Operaciju Spoljašnjeg Uzduž nog Struganja - Simulate The Operation In The Turning External Longitudinal Scraping Operation Mode /236
21.1. Simuliranje Operacije U Režimu Solid Verifikacija - Potvrđivanje - Simulate The Operation In The SolidVerify Mode /236
22. Zatvaranje Simulacije Za Operaciju Spoljašnjeg Uzduž nog Struganja - Close The Simulation Turning External Longitudinal Scraping Operation Mode /237
23. Zatvaranje Dijalog Boksa Za Operaciju Spoljašnjeg Uzduž nog Struganja - Close The /237 Turning Operation Dialog Box Turning External Longitudinal Scraping Operation Mode /237
24. Dodavanje Operacije Spoljašnjeg Žleba - Add An External Grooving Operation /237
25. Definisanje Geometrije Operacije Spoljašnjeg Žleba - Define The Geometry External Grooving Operation /237
26. Definisanje Alata Operacije Spoljašnjeg Žljebljenja - Define The Tool Operation External Grooving /238
27. Definisanje Tehnoloških Parametara Operacije Spoljašnjeg Žjebljenja - Define The Technological Parameters Operation External Grooving /238
28. Izračunavanje Operacije Spoljašnjeg Žljebljenja - Calculate The Operation External Grooving /239
29. Simulacija Operacije Spoljašnjeg Žljebljenja - Simulate External Grooving Operation /239
IX. GLODANJE NA MILL - TURN CNC - MAŠINAMA /239
IX. ZADATAK 5.
1.Vežba #5: Glodanje Lica - Exercise #1: Facial Milling/239
2. Učitavanje CEM - Dela - Load The CAM - Part /239
3. Dodavanje MCO - Add An MCO /240
4. Dodavanje Operacije - Add An Operation /240
5. Definisanje Geometrije - Define The Geometry /240
6. Definisanje Alata - Define the Tool /243
7. UreĎivanje Parametara Alata - Edit The Tool Parameters /243
8. Definisanje Dubine Obrade - Define The Machining Depth /243
9. Definisanje Tehnoloških Parametara - Define The Technological Parameters /245
9.1. Offsets - Pomak - Ofset /245
10. Definisanje Dovođenja I Izvođenja - Definisanje Ulazka I Izlazka - Define The Lead In And The Lead Out /245
11. Definisanje Tehnoloških Parametara Čeonog Glodanja - Define The Technological Parameters Of Facial Milling /248
11.1. 4th Tip Osa - 4th Axis Type /248
11.2. Koordinantni Tip - Coordinate Type /249
11.3. Plane - Ravan /249
11.4. Tolerancija - Tolerance /249
12. Izračunavanje Putanje Alata - Calculate The Tool Path /249
13. Simuliranje Operacije - Simulate The Operation /250
14. Zatvaranje Prozora Za Dijalog - Close The Operation Dialog Box /251
15. Dodavanje Operaciju Profila - Add A Profile Operation /251
16. Definisanje Geometrije - Define The Geometry /251

17. Definisanje Alata - Define The Tool /251
18. Definisanje Dubine Obrade - Define The Machining Depth /252
19. Definisanje Tehnoloških Parametara - Define The Technological Parameters /252
19.1. Strana Alata - Tool side /253
20. Definisanje Vodjenje Unutra I Vodjenje Van - Define The Lead In And The Lead Out/254
21. Izračunavanje Putanje Alata - Calculate The Tool Path /255
22. Simuliranje Operacije - Simulate The Operation /255
X. KORIŠĆENJE MCO NA KOMBINOVANIM GLODALICAMA - STRUGOVIMA CNC MAŠINAMA - USING MCO ON MILL - TURN CNC - MACHINES /255
X. ZADATAK 6.
1. Sekvenca operacije #1 - Operation Sequence #1 /255
1'. SolidCEM Operacije Sa Glavnim Vretenom - SolidCAM Operations With Main Spindle /255
1''. SolidCEM Operacije Sa Zadnjim Vretenom - SolidCAM Operations With Back Spindle /256
2. Sekvenca operacija #2 - Operation sequence #2 /256
3. Vežba #6 - Obrada Zadnjim Vretenom - Exercise #6: Machining With Back Spindle/257
3.1. Učitavanje CEM - Dela - Load The CAM - Part /257
3.2. Dodavanje Operacije Upravljanja Mašinom (MCO) - Add A Machine Control Operation (MCO) /257
3.3. Dodavanje Operacije Upravljanja Mašinom (MCO) - Add A Machine Control Operation (MCO) /258
3.4. Izvršavanje Struganja Lica Sa Zadnjim Vretenom - Perform Face Turning With The Back Spindle /261
3.5. Izvršavanje Uzdužnog Struganja Zadnjim Vretenom - Perform Longitudinal Turning With The Back Spindle /263
3.6. Izvođenje Struganja Zadnjim Vretenom - Perform Turning With The Back Spindle/264
3.7. Izvođenje Žlebova Sa Zadnjim Vretenom - Perform Grooving With The Back Spindle /264
3.8. Izvođenje Završnog Struganja Sa Zadnjim Vretenom - Perform Finish Turning With The Back Spindle /265
3.9. Izvršavanje Mašinske Obrade Džepova Sa Zadnjim Vretenom - Perform Pocket Machining With The Back Spindle /266
3.10. Izvođenje Mašinske Obrade Zakošenja Sa Zadnjim Vretenom - Perform Chamfer Machining With The Back Spindle /267
3.11. Zatvaranje CEM - Dela - Close The CAM - Part /267
XI. MILL - TURN U SOLID CAM - U: KOMBINOVANI GLODAČKO - STRUGARSKI CENTRI /268
XI. ZADATAK 7.
1.Vežba #7: Definisanje CEM Dela Kod Struganja /269
2. Učitavanje Solid Works modela /271
3. Pokretanje projekta Mill -Turn /272
4. Definisanje Parametara CEM Modela /273
5. Definisanje Postprocesora /275
6. Definisanje Koordinatnog Sistema /275
7. Izbor Površine - Lica Modela - Select The Model Face/277
8. Definisanje KoordSis Podataka - Define The CoordSys Data /279
8'. Definisanje Koordinantnog Sistema Za Dati Primer - Vežbu /282
9. Definisanje Pripremka - Stock modela /283
9'. Definisanje Ulaznog Materijala - Pripremka Za Dati Primer - Vežbu /285
10. Definisanje Ciljnog Modela - Define The Target Model /286
10'. Definisanje Izradka - Ciljnog - Krajnjeg - Završnog Modela - Target - a Za Dati Primer - Vežbu /286

11. Definisanje Podešavanja Mašine I Pomoćnog Pribora - Define The Machine Setup And Fixture /287
11'. Definisanje Steznog Pribora - Uređaja Za Dati Primer - Vež bu /289
11". Podešavanje Mašine - Machine Setup Za Dati Primer - Vež bu /290
12. Čuvanje CEM - Dela /292
13. Zatvaranje CEM - Dela /292
14. Proces Obrade /292
15. Operacija 10 - Obrada Čela Pripremka - Face Turning Operations /292
16. Definisanje Geometrije Za Obradu Struganjem Čela Pripremka /292
17. Definisanje Alata Za Obradu Struganjem Čela Pripremka /295
18. Definisanje Nivoa Obrade - Levels Za Obradu Struganjem Čela Pripremka /300
19. Definisanje Tehnoloških Parametara - Technology Za Obradu Struganjem Čela Pripremka /301
20. Link Za Obradu Struganjem Čela Pripremka /302
21. Izračunavanje Operacije I Simulacija Obrade Za Obradu Struganjem Čela Pripremka /303
22. Operacija 20 - Uzduž no Struganje /304
23. Definisanje Geometrije Obrade Za Uzduž no Struganje /304
24. Definisanje Alata Za Operaciju Uzdužnog Struganja /307
25. Definisanje Nivoa Obrade - Levels Za Operaciju Uzduž nog Struganja /311
26. Definisanje Tehnoloških Parametara - Technology Za Operaciju Uzduž nog Struganja /312
27. Preračunavanje Operacije I Simulacija Za Operaciju Uzduž nog Struganja /316
28. Operacija 30 - Glodanje Džepa /317
29. Definisanje Geometrije Obrade Džepa /317
30. Definisanje Alata Za Glodanje Džepa /320
31. Definisanje Nivoa Obrade - Levels Za Glodanje Džepa /322
32. Definisanje Tehnoloških Parametara - Technology Za Glodanje Džepa /324
33. Definisanje Link Parametara Za Glodanje Džepa /325
34. Definisanje Opcije Motion Control /327
35. Snimanje, Kalkulisanje I Simulacija Operacije Za Glodanje Džepa /327
36. Operacija 40 - Bušenje Rupe ϕ3 mm /328
37. Definisanje Geometrije Za Operaciju Bušenja Rupe ϕ3 mm /328
38. Definisanje Alata Za Operaciju Bušenja Rupe ϕ3 mm /330
39. Definisanje Nivoa Obrade Za Bušenje Rupe ϕ3 mm - Levels /333
40. Definisanje Tehnoloških Parametara Za Bušenje Rupe ϕ3 mm /335
41. Snimanje, Izračunavanje Putanje Operacije I Simulacija /337
42. Definisanje Alata Za Obradu Struganjem Čela Pripremka /339
43. Operacija 50 - Čeona - Bočna Obrada Struganjem /343
44. Definisanje Geometrije Za Čeonu Obradu Struganjem /343
45. Definisanje Alata Za Obradu Čela Struganjem /347
46. Definisanje Nivoa Obrade - Levels Za Obradu Struganjem Čela Pripremka /349
47. Definisanje Tehnoloških Parametara Za Čeonu Obradu Struganjem - Technology /350
48. Link Za Obradu Struganjem Čela Pripremka /352
49. Čuvanje, Izračunavanje Operacije I Simulacija Čeonog Struganja /353
50. Operacija 60 - Uzduž no Struganje /354
51. Definisanje Geometrije Obrade Za Uzduž no Struganje /354
52. Definisanje Nivoa Obrade - Levels Za Operaciju Uzduž nog Struganja /357
53. Definisanje Tehnoloških Parametara - Technology Za Operaciju Uzduž nog Struganja/358
54. Preračunavanje Operacije I Simulacija Za Operaciju Grubog Uzduž nog Struganja /362
55. Operacija 60 - Uzduž no Fino Struganje /362
56. Čuvanje, Izračunavanje Operacije I Simulacija Uzduž nog Finog Struganja /365
57. Operacija 70 - Bušenje Rupe Ø10 /366

58. Definisanje Geometrije Bušenje Rupe Ø10 /366
59. Definisanje Alata Za Bušenje Rupe Ø10 /367
60. Definisanje Nivoa Obrade Za Bušenje Rupe Ø10 - Levels /370
61. Definisanje Tehnoloških Parametara Za Bušenje Rupe Ø10 /371
62. Čuvanje, Izračunavanje Operacije I Simulacija Bušenja Rupe Ø10 /372
63. Operacija 80 - Bušenje Cirkularnog Niza Rupa Ø5 /373
64. Definisanje Geometrije Za Bušenje Rupa Ø5 /373
65. Definisanje Alata Za Bušenje Rupa Ø5 /375
66. Definisanje Nivoa Obrade Za Bušenje Rupa Ø5 - Levels /377
67. Definisanje Tehnoloških Parametara Za Bušenje Rupe Ø5 /379
68. Čuvanje, Izračunavanje Operacije I Simulacija Bušenja Rupa Ø5/382
69. Zatvaranje CEM Obratka /382
XII. ZADATAK 8.
A.Tehnički Crteţ I 3D Model Za Kombinovanu Obradu Struganjem I Glodanjem /382
B. Izrada Programa U SolidCAM - u /383
C. Definisanje Alata /391
C.1. / 1. Prvo Stezanje /391
C.2. / 2. Drugo Stezanje /397
1. Operacija: Poprečno Struganje /397
2. Operacija: Uzduž no Struganje 398
D. Simulacija Obrade /399
E. Postprocesiranje /400
F. G - Kod /401
G. M - Kod /402
XIII. LITERATURA /403