Ionuţ Gabriel GHIONEA
CATIA V5. Aplicaţii în inginerie mecanică
Editura BREN, Bucureşti, martie 2009
ISBN 978-973-648-843-6
- versiune demonstrativă –

Acest fişier conţine două dintre aplicaţiile prezentate în carte. Distribuirea fişierului este permisă doar în măsura în care nu i se aduc modificări de nici un fel. De asemenea, conţinutul său va fi folosit numai pentru evaluarea cărţii. Reproducerea integrală sau parţială a textului sau a figurilor din acest fişier este posibilă cu acordul prealabil scris al autorului.

Cartea poate fi comandată online accesând site-ul: **Google Play**

Capitolul 1. Introducere
1.1. Proiectarea asistata în conceptia si dezvoltarea produselor mecanice
1.2. Aspecte generale privind utilizarea modulelor programului CATIA

Capitolul 2. Mediul de lucru CATIA v5
2.1. Introducere
2.2. Bara de meniuri
2.3. Arborele de specificatii
2.4. Compasul
2.5. Barele de instrumente

Capitolul 3. Aplicatii de proiectare si simulare
3.1. Introducere
3.2. Modelarea solida a pieselor
3.2.1. Modelarea unei piese de tip suport
3.2.2. Modelarea unei piese de tip roata
3.2.3. Modelarea unei piese de tip piulita
3.2.4. Modelarea unei piese de tip carcasa
3.2.5. Modelarea unei piese de tip arbore
3.2.6. Modelarea unei piese de tip corp tronconic
3.2.7. Modelarea unei piese de tip furca
3.2.8. Modelarea unei piese de tip inel-suport
3.2.9. Modelarea unei piese de tip capac
3.3. Obtinerea desenului de executie pentru o piesa
3.4. Asamblarea unui dispozitiv de prindere
3.5. Analiza ansamblului, obtinerea listei de componente si a desenului
3.6. Modelarea parametrizata a familiilor de piese si a ansamblurilor
3.6.1. Utilizarea formulelor si a regulilor pentru parametrizare
3.6.2. Utilizarea tabelelor de parametrizare
3.6.3. Parametrizarea ansamblurilor
3.7. Simularea cinematicii unui mecanism biela-manivela
3.8. Modelarea pe baza de suprafete a pieselor
3.8.1. Modelarea unei piese de tip rotor cu palete
3.8.2. Modelarea unei piese ornament
3.9. Analiza cu elemente finite a pieselor si ansamblurilor
3.9.1. Analiza FEM a unei piese
3.9.2. Analiza FEM a unui ansamblu
3.10. Simularea prelucrarii pieselor pe masini-unelte cu comanda numerica
3.10.1. Aspecte generale
3.10.2. Prezentarea unor aplicatii de simulare CAM
3.10.2.1. Simularea prelucrarii prin frezare plana a unei suprafete
3.10.2.2. Simularea prelucrarii prin centruire
3.10.2.3. Simularea prelucrarii prin gaurire
3.10.2.4. Simularea prelucrarii prin frezare circulara
3.10.2.5. Simularea prelucrarii prin frezare pe contur exterior
3.10.2.6. Simularea prelucrarii prin frezare pe contur interior
3.11. Teste grila de evaluare a cunostintelor

Capitolul 4. Aplicatii propuse
4.1. Piesa, rol functional si forma
4.2. Necesitatea parcurgerii aplicatiilor propuse
4.3. Desene de executie ale unor piese propuse pentru modelare 3D
4.4. Desene de ansambluri pentru modelare 3D

Bibliografie

3.2.9. Modelarea unei piese de tip capac

În aplicaţie se prezintă etapele modelării tridimensionale ale unei piese din tablă, obţinută printr-un procedeu de deformare plastică, având desenul de execuţie în figura 3.145. Se observă că sunt oferite patru proiecţii: o vedere ortogonală, o secţiune, o vedere desfăşurată şi o proiecţie izometrică. În această aplicaţie se va utiliza modulul *CATIA Generative Sheetmetal Design*.

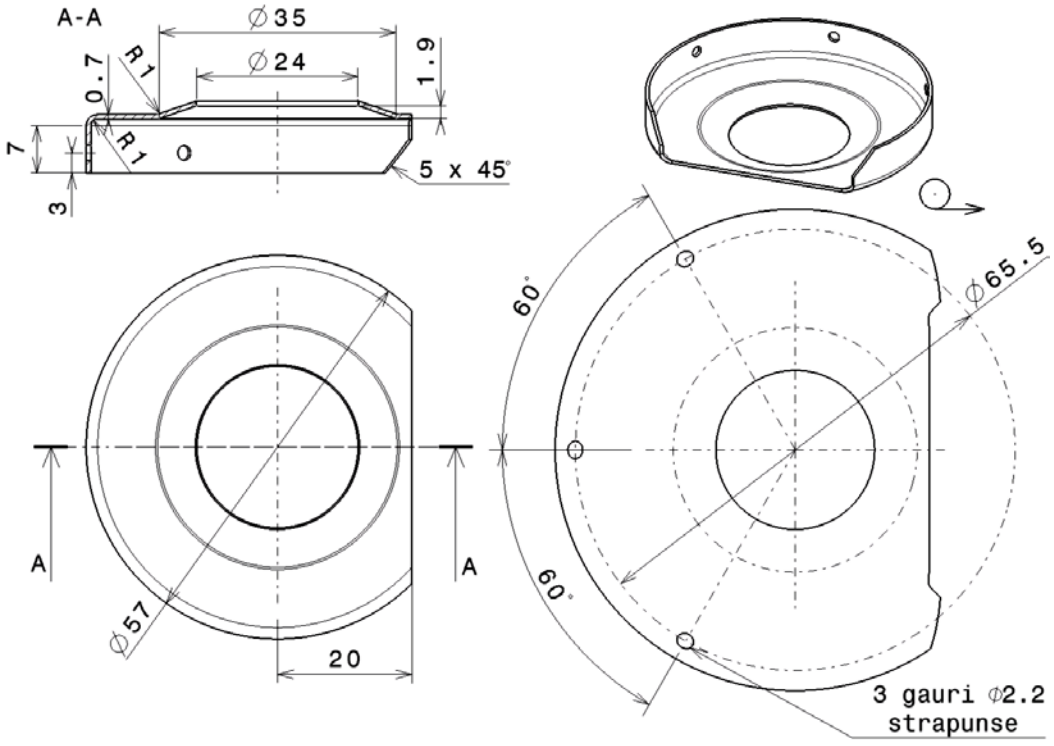


Fig. 3.145

În prima etapă trebuie stabiliţi parametrii piesei cu ajutorul instrumentului *Sheet Metal Parameters* de pe bara de instrumente *Walls*. Astfel, în figura 3.146 s-a indicat grosimea tablei, de 0.7 mm şi raza implicită de îndoire de 1 mm (câmpurile *Thickness*, respectiv *Default Bend Radius* din *tab*-ul *Parameters*).

Într-o schiţă a planului XY se desenează un cerc de diametru 53.6 mm (fig. 3.147), având centrul în originea sistemului de coordonate. Valoarea acestuia se obţine scăzând din dimensiunea de Ø57 mm dublul grosimii tablei (2 × 0.7 mm) şi dublul valorii razei de îndoire (2 × 1 mm).

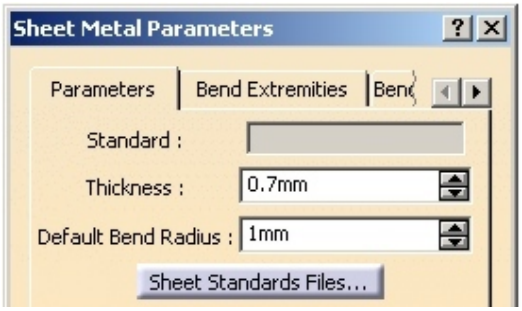


Fig. 3.146

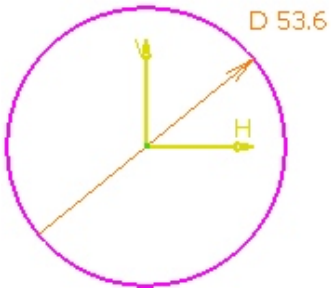


Fig. 3.147

Pentru a crea prima suprafaţă plană a piesei se utilizează instrumentul *Wall* de pe aceeaşi bară de instrumente *Walls* (fig. 3.148). Prin convenţie, acesta devine perete de referinţă, grosimea sa fiind dată, evident, de valoarea parametrului *Thickness*, stabilită anterior.

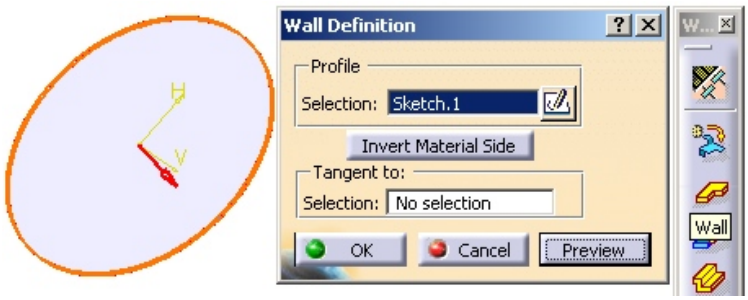


Fig. 3.148

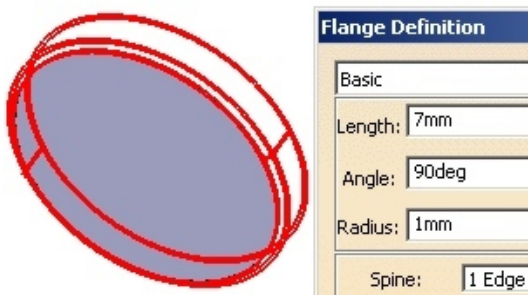


Fig. 3.149

Instrumentul *Flange* (bordură) execută îndoirea tablei sub un anumit unghi, ales de utilizator, construind, practic, un nou perete şi o racordare, dimensiunile acestora fiind stabilite în fereastra de dialog *Flange Definition* (figura 3.149), afişată în urma apăsării pictogramei *Flange*.

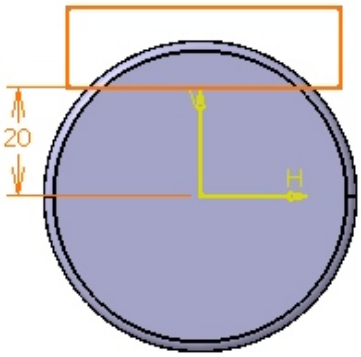


Fig. 3.150

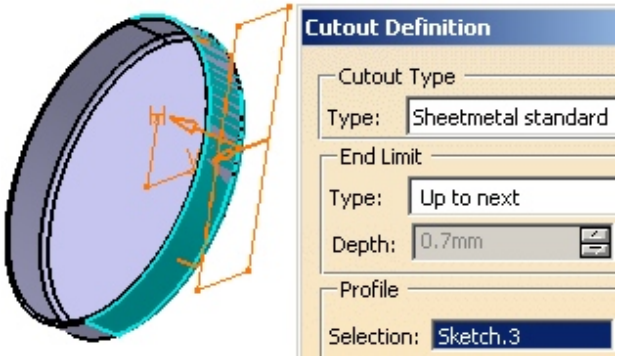


Fig. 3.151

Piesa prezintă o decupare la distanţa de 20 mm faţă de centrul său, conform desenului de execuţie. Decuparea se realizează folosind instrumentul *Cut Out* de pe bara de instrumente *Cutting/Stamping*. Acest instrument se aseamănă în multe privinţe (pictogramă, mod de aplicare, opţiuni) cu instrumentul *Pocket* din modulul *CATIA Part Design*.

Astfel, într-o schiţă a planului *XY* se desenează un dreptunghi la 20 mm faţă de axa orizontală *H* (fig. 3.150). Dimensiunile acestuia nu sunt importante atât timp cât pe lungime şi pe lăţime depăşeşte circumferinţa piesei.

În fereastra de dialog *Cutout Definition* se indică opţiunile decupării (fig. 3.151). Astfel, în câmpul *Type* din zona *Cutout Type* se poate stabili modalitatea de perforare, ca fiind de tip *Sheetmetal Standard* sau *Sheetmetal Pocket*, diferenţa principală constând în faptul că *pocket* este creată doar pe o suprafaţă plană, adâncimea de perforare fiiind mai mică decât grosimea peretelui tablei, în timp ce *standard* străpunge materialul, indiferent de adâncimea stabilită.

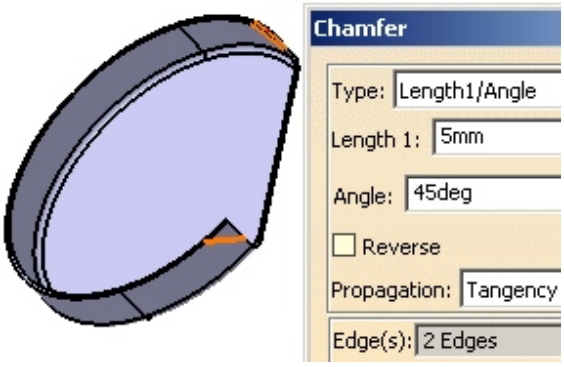


Fig. 3.152

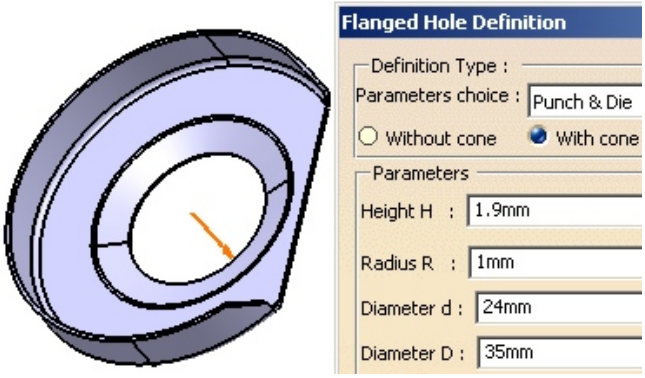


Fig. 3.153

Rezultatul acestei decupări se prezintă în figura 3.152. De asemenea, în aceeaşi figură se observă şi fereastra de dialog a instrumentului *Chamfer*, asemănător instrumentului cu acelaşi nume din modulul *CATIA Part Design*. Se realizează, astfel, două teşiri 5×45^0 ale colţurilor capetelor bordurii, rezultate în urma decupării.

Prin aplicarea instrumentului *Flanged Hole* se obţine o perforare de formă circulară a peretelui din tablă, combinată cu o răsfrângere a marginilor. Se apasă pictograma cu acelaşi nume şi se selectează faţa plană superioară a peretelui de la baza piesei (fig. 3.153).

În fereastra de dialog *Flanged Hole Definition*, în lista derulantă din câmpul *Parameters choice* se selectează opţiunea *Punch & Die* dintre cele patru disponibile: *Major Diameter*, *Minor Diameter*, *Two diameters* şi *Punch & Die*. Unele dintre aceste opţiuni necesită introducerea a două diametre, unul fiind cel din câmpul *Diameter D*, celălalt luând locul câmpului *Angle A*, după caz, acest câmp transformându-se în *Diameter d* (cazurile *Two diameters* şi *Punch & Die*).

În câmpul *Height H* se introduce valoarea înălţimii suprafeţei perforate (1.9 mm), iar în câmpul *Radius R* valoarea razei de răsfrângere a marginilor (1 mm). Valoarea din câmpul *Diameter D* (35 mm) reprezintă diametrul mare, adică diametrul creat la intrarea poansonului în perete, iar valoarea din câmpul *Diameter d* (24 mm) este diametrul mic, la ieşirea poansonului din perete. Rezultatul perforării este prezentat în figura 3.153.

În etapa următoare se vor crea cele 3 găuri străpunse, dispuse circular pe circumferinţa (bordura) piesei. Astfel, în planul *ZX* se desenează un cerc de diametru 2.2 mm, aflat la 3 mm de marginea îndoită a piesei (fig. 3.154), conform desenului de execuţie.

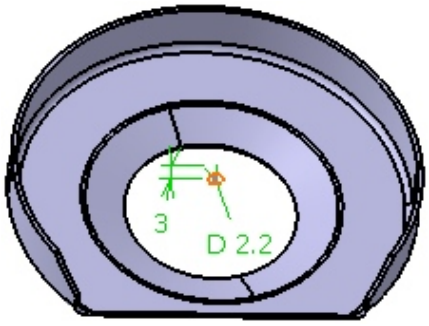


Fig. 3.154

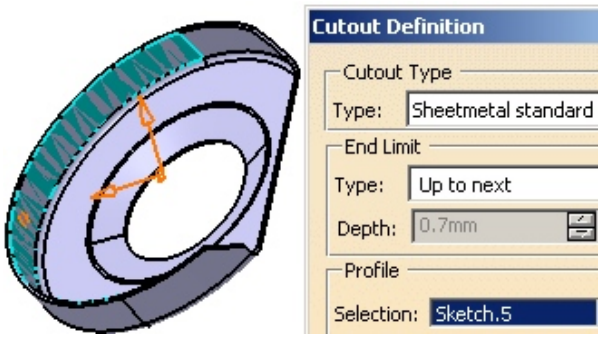


Fig. 3.155

Cercul este implicat într-o decupare cu ajutorul instrumentului *Cut Out*. Astfel, în fereastra de dialog din figura 3.155, se alege tipul (*Type*) ca fiind *Sheetmetal Standard*, iar limita *Up to next*. Se obţine, astfel, o primă gaură, dispusă la mijloc, pe peretele îndoit al piesei.

Gaura se multiplică spre stânga (fig. 3.156), apoi spre dreapta (fig. 3.157) la câte 60^0, utilizând instrumentul *Circular Pattern* de pe bara *Transformations*. Aşa cum se observă, acest instrument este similar celui din modulul *CATIA Part Design.*

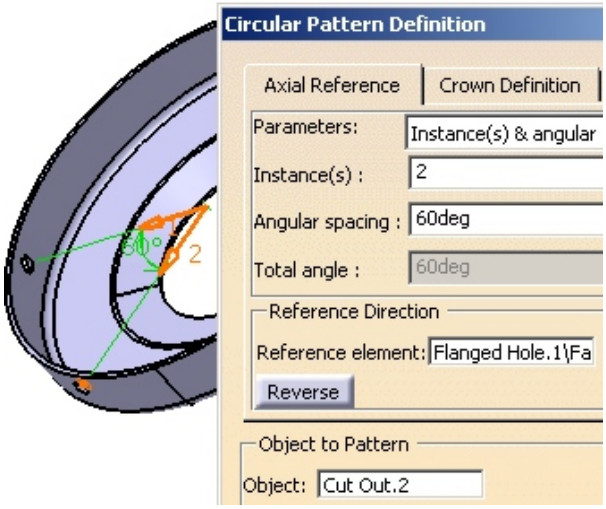


Fig. 3.156

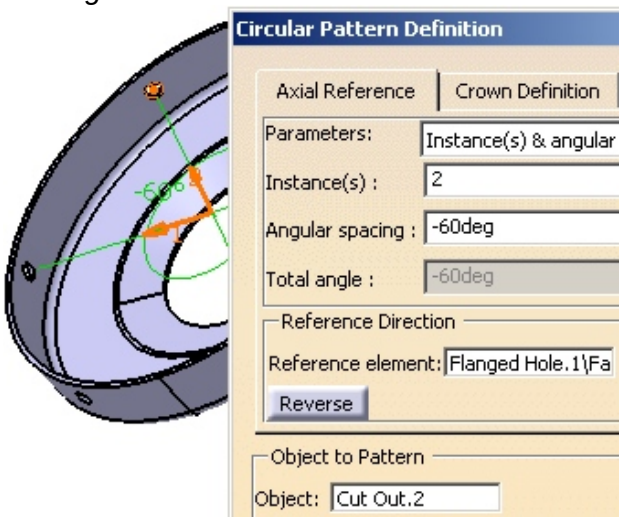


Fig. 3.157

3.10.2.2. Simularea prelucrării prin centruire

Aplicaţia anterioară continuă cu realizarea pe aceeaşi piesă, pe faţa prelucrată prin frezare, a patru găuri de centruire folosind un burghiu elicoidal cu plăcuţe din carbură metalică P20 şi coadă cilindrică ISO 9766. Centruirea precede şi asigură prelucrarea de găurire a celor patru alezaje Ø9.5 străpunse (fig. 3.438).

Pentru a simplifica explicaţiile, dar şi reprezentările grafice, se decide ascunderea semifabricatului folosind opţiunea *Hide/Show* din meniul său contextual (fig. 3.488).

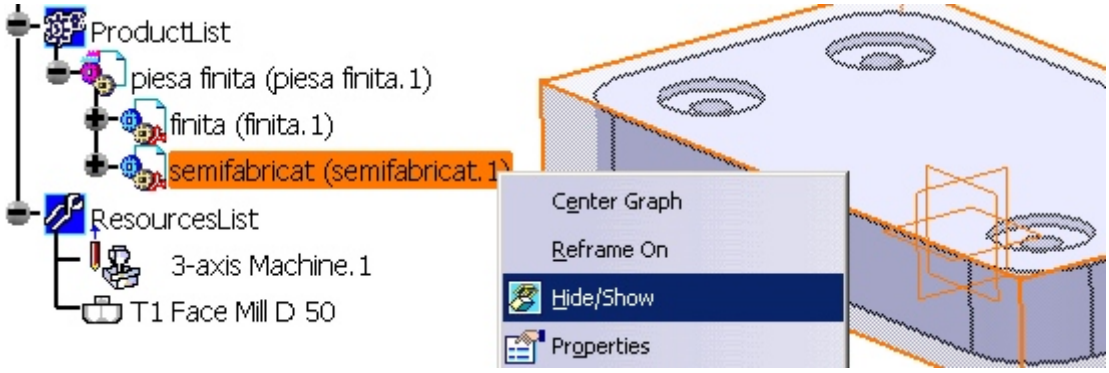


Fig. 3.488

Fig. 3.489

Fig. 3.490

Pentru a adăuga operaţia de centruire, de pe bara de instrumente *Machining Operations* se apasă pictograma *Spot Drilling* (fig. 3.489). Aceasta se află într-un set de alte instrumente, grupate sub denumirea *Axial Machining Operations* (fig. 3.490).

După apăsarea pictogramei *Spot Drilling* se selectează elementul *Manufacturing Program.1* din arborele de specificaţii (care conţine şi operaţia anterioară de frezare *Frezare plana.1*).

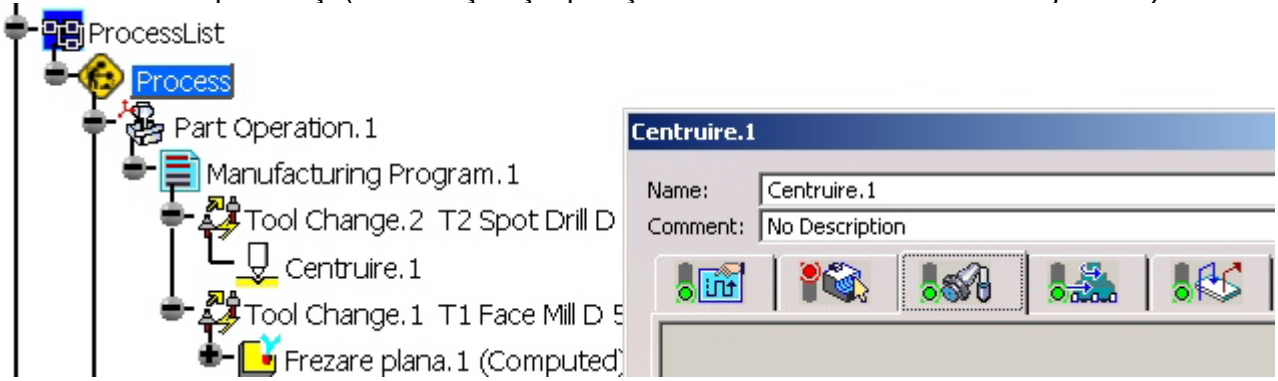


Fig. 3.491

Astfel, se deschide fereastra de dialog *Spot Drilling.1* (fig. 3.491), însă numele său va fi modificat în *Centruire.1* (câmpul *Name*). Se observă aceeaşi listă de cinci *tab*-uri (*Strategy*, *Geometry*, *Tool Selection*, *Feeds and Speeds* şi *Macro Definition*), în care utilizatorul trebuie să stabilească opţiunile şi parametrii specifici operaţiei respective.

La început, în *tab*-ul *Geometry* se indică prin selecţie cu *mouse*-ul anumite elemente ale piesei, marcate prin culoare portocalie şi indicate în figura 3.492.

Pentru a defini poziţiile găurilor de centruire, se face *click* pe zona *Positions*, fereastra de dialog dispare, iar utilizatorul va selecta cercurile directoare ale celor patru găuri Ø9.5, aşa cum sunt evidenţiate pe modelul 3D al piesei din figura 3.493. Este de preferat ca selecţia să se realizeze într-un anumit sens, poziţiile alese fiind unite cu o linie subţire de culoare roşie, indicând traseul pe care se va deplasa axa sculei.

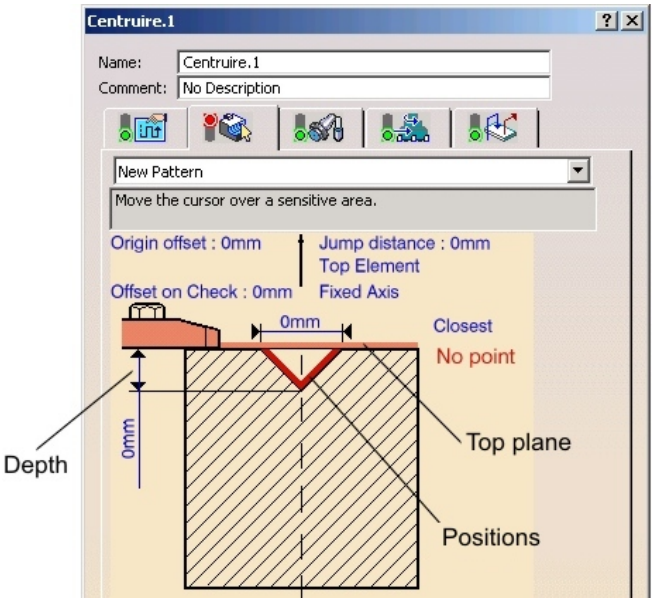


Fig. 3.492

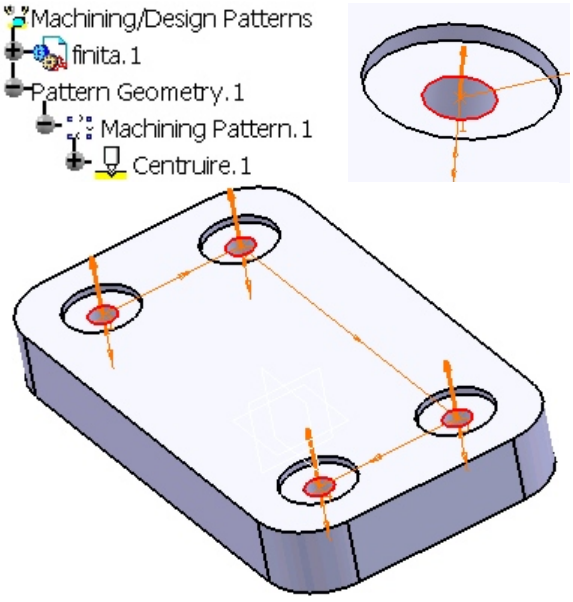


Fig. 3.493

Selecţia realizată este stocată în elementul *Machining Pattern.1*, afişat într-o fereastră de informare disponibilă alăturat. Selecţia se încheie prin efectuarea unui dublu *click* în afara piesei, pe ecranul de lucru. Fereastra de dialog *Centruire.1* reapare, iar utilizatorul va selecta zona *Top plane* şi apoi suprafaţa superioară a piesei (cea obţinută anterior prin frezare). Figura 3.494 prezintă suprafaţa respectivă selectată, acceptarea sa fiind realizată prin apăsarea pictogramei *OK* de pe bara de instrumente *Face Selection*.

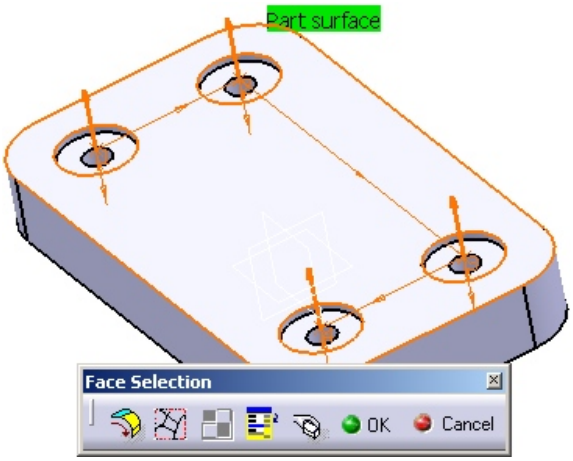


Fig. 3.494

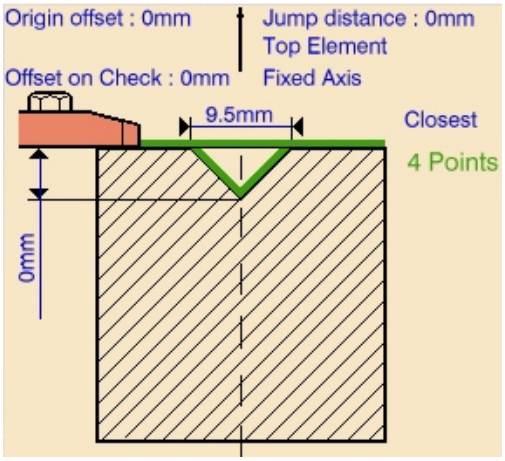


Fig. 3.495

În figura 3.495 se observă cele două zone specificate anterior ca având culoare verde, centruirea se va realiza succesiv în patru poziţii (informaţia *4 Points*), iar diametrul găurii este propus automat de program să aibă valoarea de 9.5 mm, egal cu diametrul găurii străpunse care va fi executată ulterior în piesă. De asemenea, din figurile 3.493 şi 3.494 rezultă că săgeţile aflate pe direcţia axelor celor patru găuri au vârful îndreptat în sus, ca şi cea de culoare neagră simbolizată în reprezentarea din figura 3.495 între *Origin Offset* şi *Jump distance*.

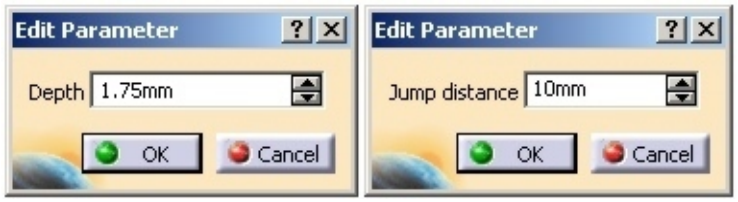


Fig. 3.496

Sensul acestor săgeţi semnifică direcţia din care va coborî scula în timpul prelucrării.

Adâncimea de centruire, de 2.75 mm se alege şi se introduce prin executarea unui dublu *click* pe zona *Depth* (conform figurii 3.492).

În mod similar, înălţimea de 10 mm la care se retrage vârful sculei după fiecare centruire pentru a se repoziţiona este aleasă prin dublu *click* pe zona *Jump distance*. Figura 3.496 conţine cele două casete de dialog *Edit Parameter* cu valorile respective pentru fiecare zonă.

În *tab*-ul *Strategy* (fig. 3.497) al ferestrei de dialog *Centruire.1* se alege valoarea *Approach Clearance* la 2 mm, iar în câmpul *Depth Mode* se selectează opţiunea *By tip (Dt)*.

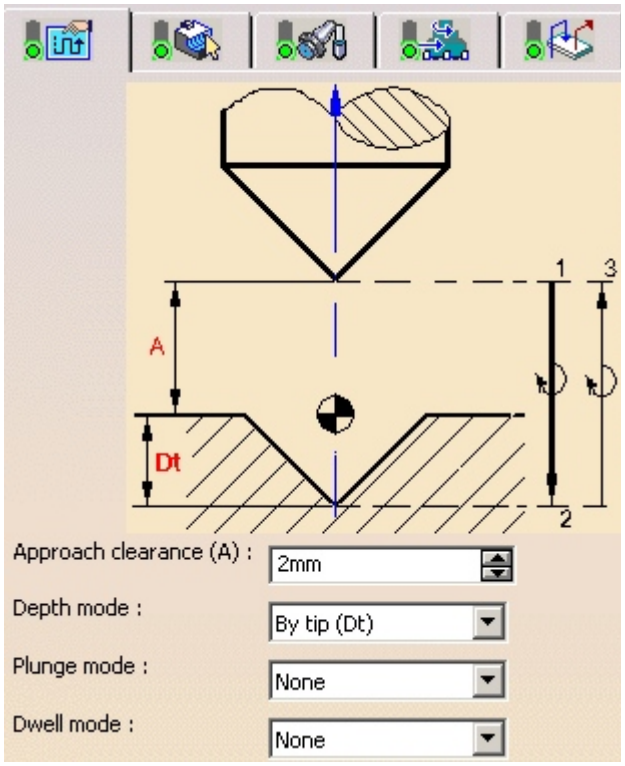


Fig. 3.497

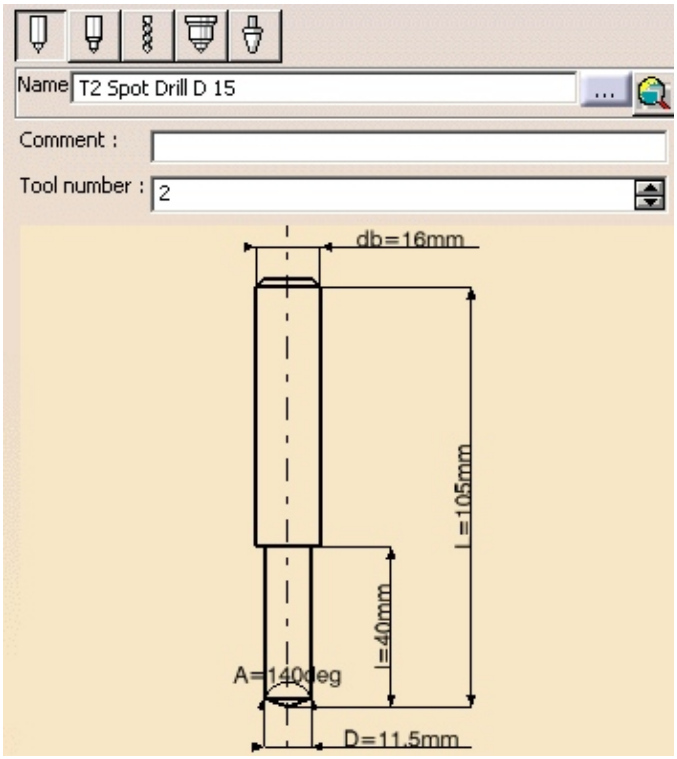


Fig. 3.498

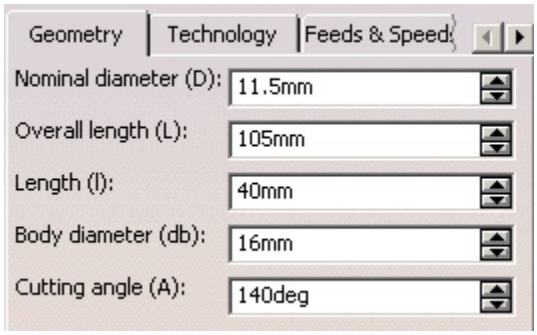


Fig. 3.499

În *tab*-ul *Tool Selection* (fig. 3.498) se stabilesc parametrii geometrici ai burghiului, astfel: diametrul nominal D=11.5 mm, lungimea totală L=105 mm, lungimea părţii active l=40 mm, diametrul cozii de prindere db=16 mm şi unghiul la vârf A=140^0. Aceste date sunt indicate în figura 3.499.

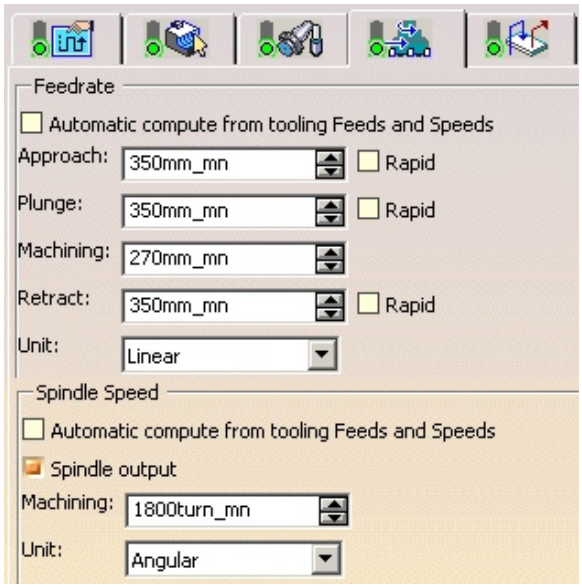


Fig. 3.500

Pentru a impune parametrii regimului de aşchiere se accesează *tab*-ul *Feeds and Speeds* (fig. 3.500). În zona *Feedrate* utilizatorul introduce valorile vitezei de poziţionare axială (*Approach*: 350 mm/min), a vitezei de avans (*Machining*: 270 mm/min) şi a vitezei de retragere (*Retract*: 350 mm/min). Mai jos, în zona *Spindle Speed*, în câmpul *Machining* se înscrie turaţia de aşchiere n_c=1800 rot/min, corespunzătoare unei viteze de aşchiere alese, v_c=65 m/min. Considerând valorile vitezei de avans şi a turaţiei de aşchiere, rezultă valoarea avansului axial pe rotaţie f_n=0.15 mm/rot.

Pentru următoarea etapă se stabilesc setările *macro* de definire a mişcărilor auxiliare de apropiere şi de retragere. În *tab*-ul *Macro Definition* al ferestrei de dialog *Centruire.1*, în câmpul *Macro Management* se selectează *macro*-ul *Approach* şi se apasă butonul *Remove all motions* pentru a înlătura orice alte eventuale mişcări stabilite anterior. Se apasă apoi butonul *Add Axial motion up to a plane* pentru a defini o mişcare axială de apropiere a sculei până la un plan având

poziţie stabilită. Utilizatorul execută *click* dreapta pe săgeata cu vârful îndreptat în jos, iar la apariţia meniului contextual se alege opţiunea *Feedrate* şi apoi *RAPID* (fig. 3.501).

În mod similar se procedează şi pentru *macro*-ul *Retract*, apoi, pentru a păstra aceste setări şi pentru celelalte mişcări de apropiere şi retragere, se apasă butoanele *Copy approach/retract Macro on all approach/retract motions of the other macros*.

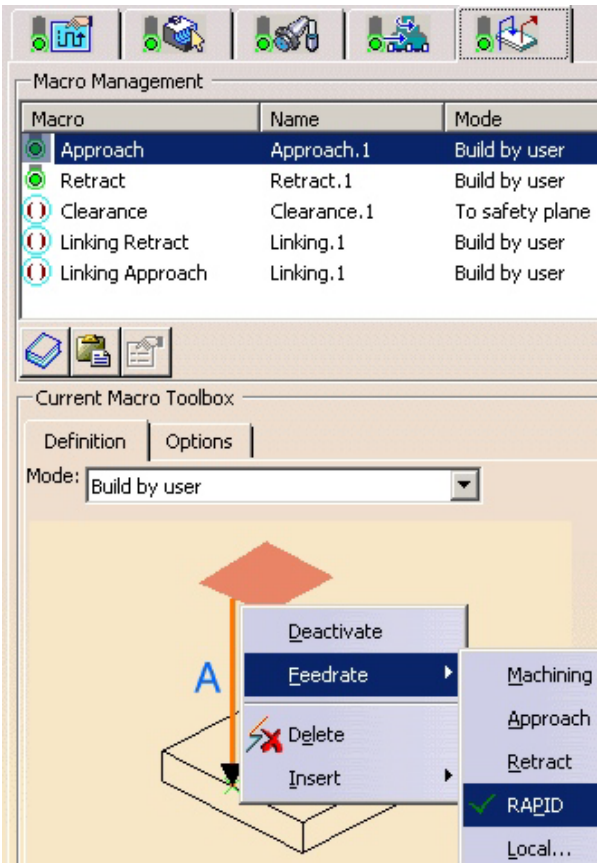


Fig. 3.501

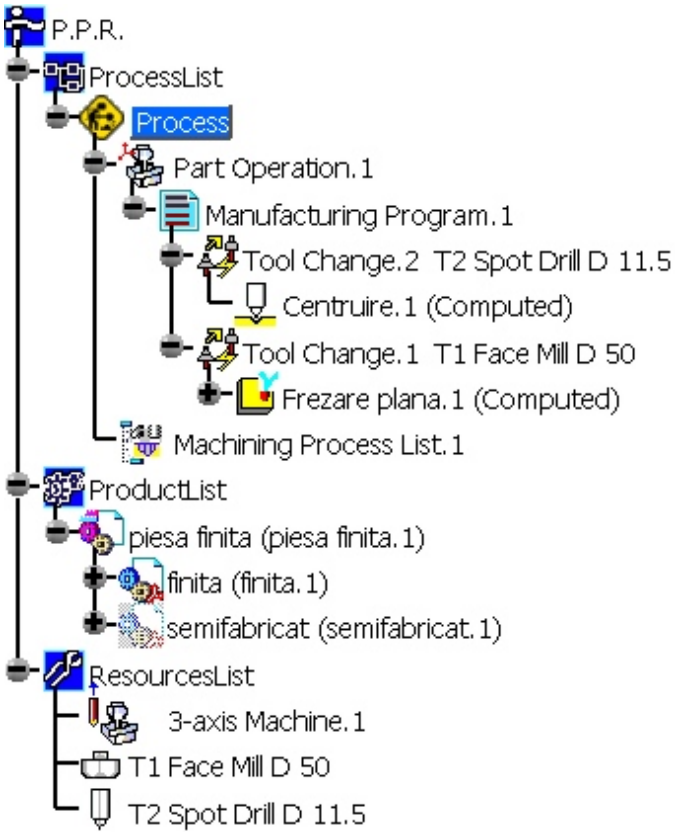


Fig. 3.502

Verificarea setărilor anterioare este posibilă dacă se apasă butonul *Preview* de la baza ferestrei de dialog *Centruire.1*. Utilizatorul primeşte mesajul de confirmare (similar celui din figura 3.477) în fereastra *Manufacturing Information*, iar arborele de specificaţii (fig. 3.502) se completează cu elementul *Tool Change.2 T2 Spot Drill D 11.5*.

Se observă că ambele operaţii (*Centruire.1* şi *Frezare plana.1*) au în partea din dreapta starea *Computed* cu semnificaţia că simularea este verificată, dar momentan nu poate avea loc deoarece ordinea operaţiilor în arbore nu este corectă.

Pentru a se realiza centruirea este întâi necesară frezarea plană a suprafeţei. Astfel, operaţiile de frezare şi de centruire trebuie să îşi schimbe poziţiile în lista din arborele de specificaţii.

Ordinea actuală este stabilită implicit de programul *CATIA* pe baza unui tabel de priorităţi în care centruirea se află înaintea frezării. În mod implicit, valorile priorităţilor nu sunt accesibile utilizatorului, dar acesta are posibilitatea modificării lor în tabel după bifarea opţiunii *Acces to sequencing rules settings* din meniul *Tools -> Options -> Machining -> Program* (fig. 3.503).

De pe bara *Manufacturing Program Optimization* se foloseşte instrumentul *Rules Manager* (fig. 3.504) pentru a accesa o primă listă de opţiuni.

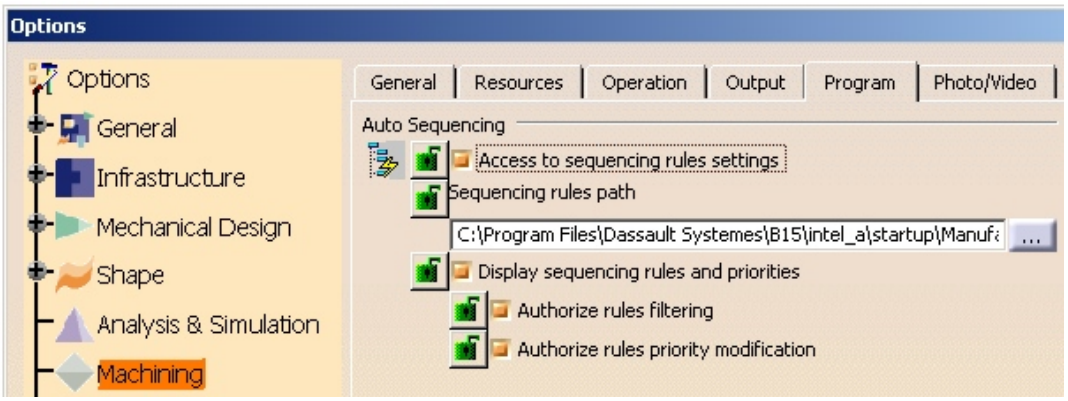


Fig. 3.503

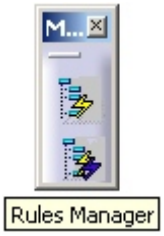


Fig. 3.504

În această listă (*Sequencing Rules Settings*, prezentată în figura 3.505) se debifează toate opţiunile cu excepţia primelor două (*Sort by operation type* şi *Sort by increasing tool diameter*). Aceste opţiuni reprezintă, în fapt, reguli pentru sortarea operaţiilor. Se identifică în partea dreaptă priorităţile (coloana *Priority*) şi se apasă butonul […] pentru a accesa fereastra de dialog *Operation Priority* (fig. 3.506).

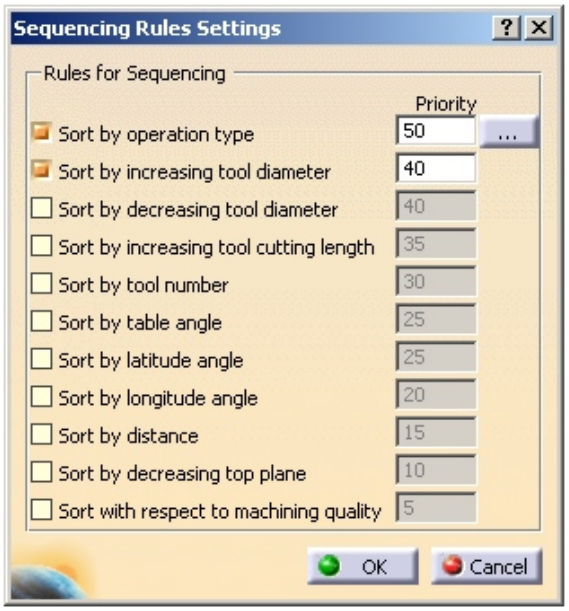


Fig. 3.505

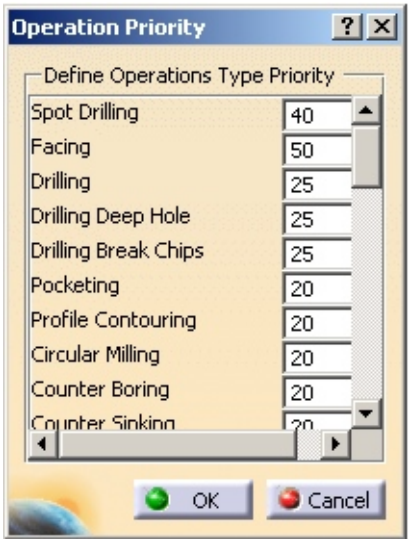


Fig. 3.506

Aceasta conţine o listă cu nume şi tipuri de operaţii, iar alăturat, valorile priorităţilor pentru fiecare. Iniţial, operaţia *Spot Drilling* (centruirea) avea o prioritate mai mare decât *Facing* (frezarea plană), dar utilizatorul trebuie să schimbe aceste valori, conform celor din figură, astfel încât *Spot Drilling* să primească prioritate 40, iar *Facing* 50.

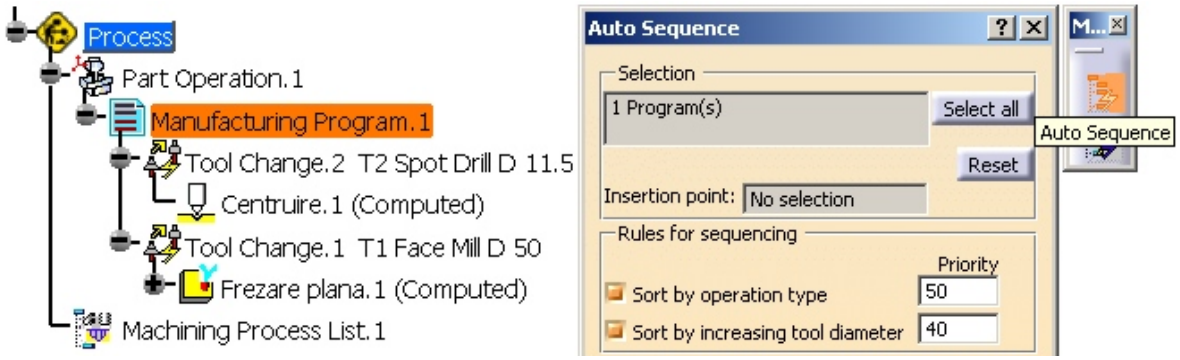


Fig. 3.507

De pe bara de instrumente *Manufacturing Program Optimization* se apasă pictograma *Auto Sequence* pentru a deschide fereastra de dialog cu acelaşi nume (fig. 3.507). Conform arborelui de specificaţii, operaţia *Centruire.1* se află înaintea operaţiei *Frezare plana.1*.

Reordonarea propriu-zisă a operaţiilor are loc în urma selectării elementului *Manufacturing Program.1* în câmpul *Selection* (care se completează cu informaţia *1 Program(s)*). Confirmarea selecţiei conduce la inversarea celor două operaţii, dar şi la modificarea numelor acestora (în parametrul *Tool Change*).

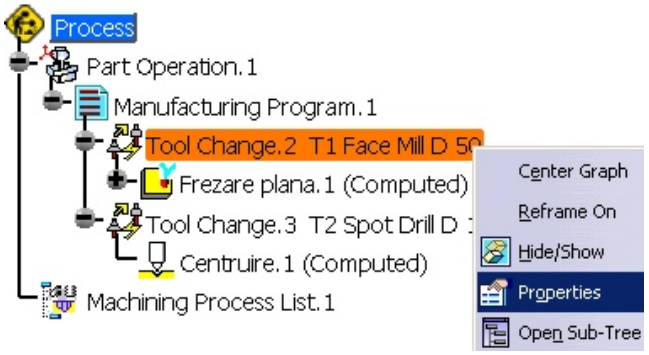


Fig. 3.508

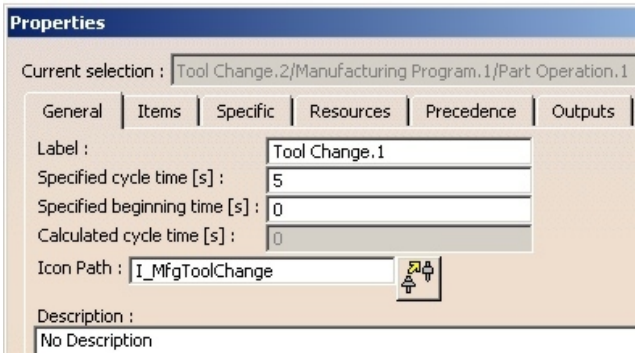


Fig. 3.509

Deşi nu este absolut necesar, numele pot fi schimbate accesând meniul contextual al fiecărei operaţii (fig. 3.508), ceea ce conduce la deschiderea unei ferestre de dialog *Properties*, în *tab*-ul *General* şi câmpul *Label* se editează numele curent (fig. 3.509).

Odată stabilită ordinea corectă a operaţiilor, se poate trece la simularea programului de prelucrare. În arborele de specificaţii se verifică dacă ambele operaţii au statutul *Computed*, apoi se execută *click* dreapta pe elementul *Manufacturing Program.1* în arborele de specificaţii deschizând meniul contextual afişat în figura 3.510.

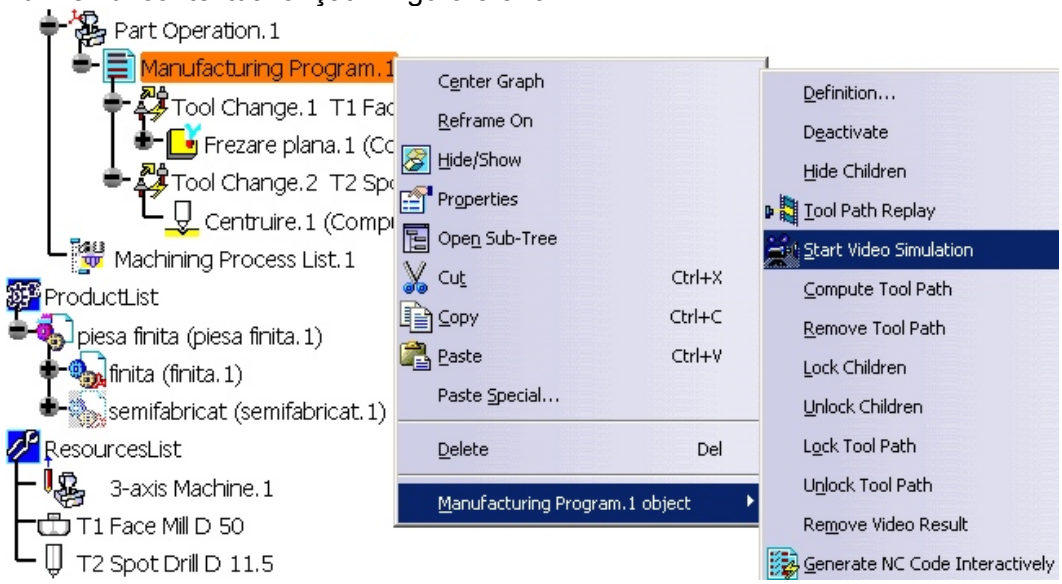


Fig. 3.510

Din lista disponibilă se alege opţiunea *Manufacturing Program.1 object* pentru a deschide un nou meniu cu opţiuni, apoi se selectează *Tool Path Replay* sau *Start Video Simulation*. Ca o paranteză, în cazul în care operaţiile nu aveau statutul *Computed*, din ultima listă de opţiuni utilizatorul ar fi trebuit să aleagă *Compute Tool Path* pentru ca programul să efectueze calculele necesare. Tot din această listă de opţiuni se poate alege şi *Generate NC Code Interactively* pentru a genera codul maşină rezultat din simularea celor două operaţii.

În urma selectării opţiunii *Start Video Simulation* este afişată o fereastră de dialog şi modelul 3D al piesei. Este parcursă întâi operaţia de frezare, aşa cum apare în figura 3.479. Odată încheiată frezarea plană, programul schimbă scula (*tool change*) şi execută a doua operaţie, cea de centruire. Figura 3.511 surprinde o secvenţă de la finalul acesteia, în care se observă dispunerea celor patru suprafeţe conice scurte, a căror formă este dată de vârful sculei folosite.

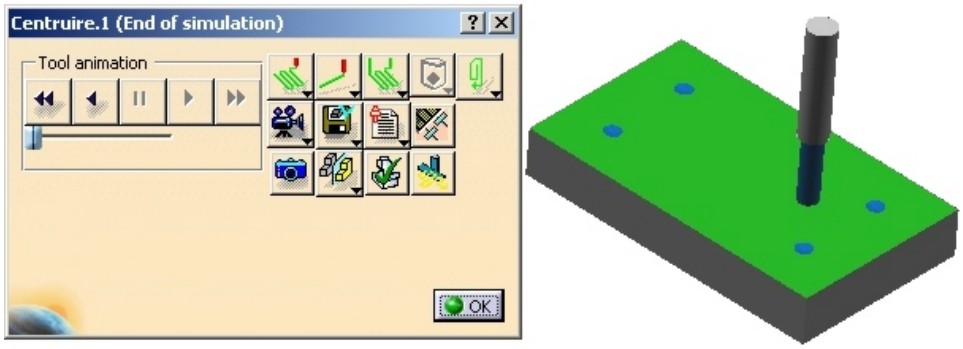


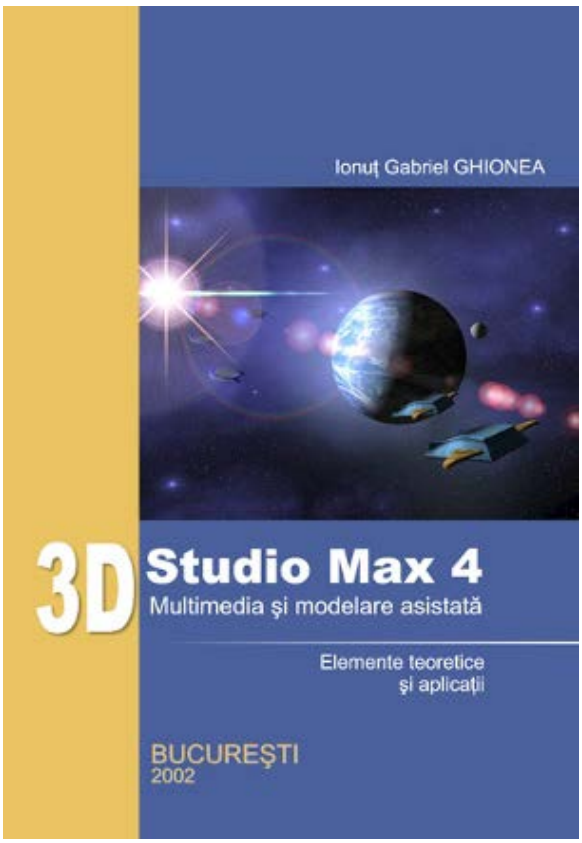
Fig. 3.511

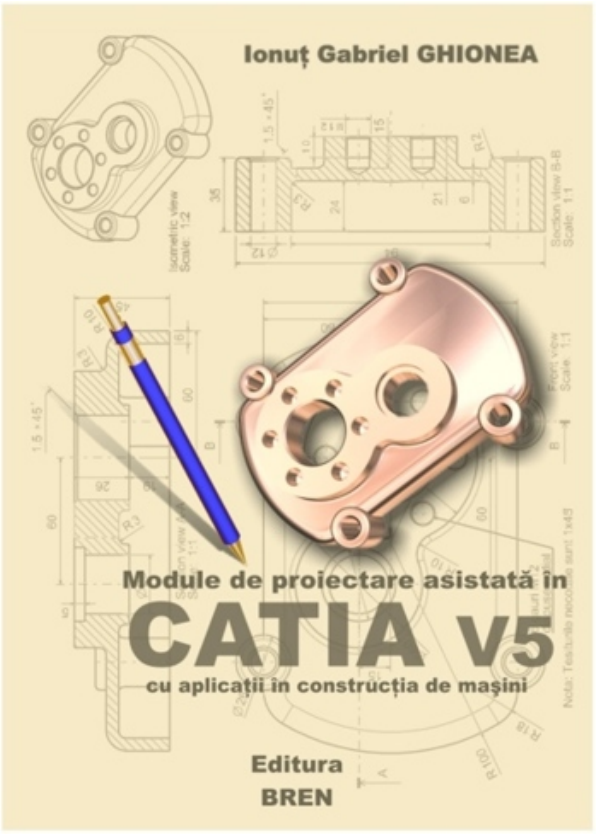
Aplicaţia se încheie prin generarea codului maşină (*APT* şi *NC*) numai pentru operaţia *Centruire.1* (fig. 3.512).

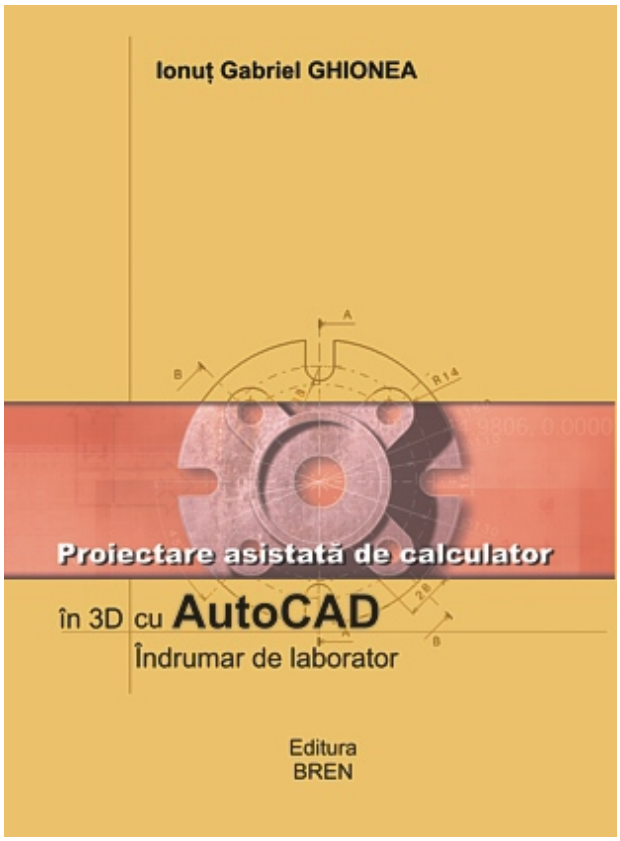
```
$$ ----------------------------------------
$$    Generated
$$    CATIA APT VERSION 1.0
$$ ----------------------------------------
$$ Manufacturing Program.1
$$  Part Operation.1
$$*CATIA0
$$ Manufacturing Program.1
$$    1.00000    0.00000    0.00000   -53.12500
$$    0.00000    1.00000    0.00000    90.62500
$$    0.00000    0.00000    1.00000    25.00000
PARTNO PART TO BE MACHINED
COOLNT/ON
CUTCOM/OFF
$$ OPERATION NAME : Tool Change.2
$$  Start generation of : Tool Change.2
TLAXIS/ 0.000000, 0.000000, 1.000000
$$ TOOLCHANGEBEGINNING
RAPID
GOTO /    0.00000,    0.00000,  100.00000
CUTTER/   11.500000,   0.000000,   5.750000,   0.000000,
20.000000,$
       0.000000, 40.000000
TOOLNO/2,   11.500000
TPRINT/T2 Spot Drill D 11.5
LOADTL/2
$$ TOOLCHANGEEND
$$  End of generation of : Tool Change.2
$$ OPERATION NAME : Centruire.1
$$  Start generation of : Centruire.1
LOADTL/2,1
SPINDL/ 1800.0000,RPM,CLW
RAPID
GOTO /   78.12500, -153.12500,   25.00000
RAPID
GOTO /   78.12500, -153.12500,    7.50000
RAPID
GOTO /   78.12500, -153.12500,   -0.50000
CYCLE/DRILL,    1.750000,    2.000000
GOTO /   78.12500, -153.12500,   -2.50000
GOTO /   28.12500, -153.12500,   -2.50000
GOTO /   28.12500,  -28.12500,   -2.50000
GOTO /   78.12500,  -28.12500,   -2.50000
CYCLE/OFF
RAPID
GOTO /   78.12500,  -28.12500,    7.50000
FEDRAT/  350.0000,MMPM
GOTO /   78.12500,  -28.12500,   25.00000
$$  End of generation of : Centruire.1
SPINDL/OFF
REWIND/0
END
```

```
;=============================================================
;===   cPost Standard PP for SINUMERIK 840 D       ===
;=============================================================
N10 G0 G90 G40
N20 G40 M8
N30 G17
N40 G0 X0 Y0 Z100
N50 ;=============== TOOL CHANGE =================
N60 ; DESC :
N70 ;=========================================
N80 T2 M06
N90 D2
N100 G0 G90 G40 G17
N110  F0 S0
N120 G64 SOFT
N130 G0 X78.125 Y-153.125 Z25 S1800 M3
N140 G0 Z7.5
N150 G0 Z-0.5
N160 X28.125
N170 Y-28.125
N180 X78.125
N190 MCALL
N200 G0 X78.125 Y-28.125 Z7.5
N210 G1 Z25 F350 G94
N220 M5
N230 M5 M9
N240 M30
```

Fig. 3.512







Autor: **Ionuţ Gabriel Ghionea**
http://www.catia.ro
ionut76@hotmail.com
http://ionut76.blogspot.com

CATIA Certified Professional.
CATIA v5R14 Part Design Specialist