# MODELAREA SI SIMULAREA PRODUSELOR SI PROCESELOR TEHNOLOGICE DE FABRICATIE



Editura Universității Lucian Blaga din Sibiu, 2017

**Dr.ing. IOAN BONDREA** 

# **MODELAREA SI SIMULAREA PRODUSELOR SI PROCESELOR TEHNOLOGICE DE FABRICATIE**

Editura Universității Lucian Blaga din Sibiu

2017

Copyright © 2017, Editura Universității "Lucian Blaga" din Sibiu Toate drepturile asupra acestei ediții sunt rezervate editurii

Lucrarea de față, M*odelarea și simularea produselor și proceselor tehnologice de fabricatie* este o lucrare care reunește 14 aplicații din domeniul CAD/CAE/CAM prin utilizarea programului CATIA v5.

Aplicațiile completează cunoștințele acumulate de studenți prin exemple de proiectarea unor produse și procese de fabricație utilizând mijloacele electronice de calcul.

Lucrarea este utilă și inginerilor din proiectare și fabricație.

### Prefata,

Lucrarea de față, *Modelarea și simularea produselor și proceselor tehnologice de fabricatie* este o lucrare care reunește 14 aplicații din domeniul CAD/CAE/CAM prin utilizarea programului CATIA v5.

Aplicațiile completează cunoștințele acumulate de studenți prin exemple de proiectarea unor produse și procese de fabricație utilizând mijloacele electronice de calcul.

Lucrarea este utilă și inginerilor din proiectare și fabricație.

Fiecare aplicație are în structură o parte teoretică, partea cea mai extinsă fiind cea de prezentare a cunoștințelor teoretice acumulate la curs în exemple practice, în aplicații concrete din domeniul mecanic. Finalizarea fiecărei lucrări se face printr-o temă practică ce trebuie realizată de studenți la ora de laborator, temă prin care sunt aplicate și verificate cunoștințele, deprinderile acumulate de studenți.

Aplicațiile sunt în așa fel realizate ca să realizeze un circuit firesc al proiectării și fabricației asistate de calculator, pornind de la modelarea produsului, realizarea desenelor de execuție și ansamblu și terminând cu prelucrarea asistată a acestora pe mașini-unelte cu comandă numerică. În lucrare sunt informații importante privind concepția dispozitivelor și a proceselor tehnologice de fabricație a produselor, ultima aplicație prezentând și modalitățile de modelare și simulare asistată de calculator a proceselor de fabricație proiectate în vederea prelucrării unor produse modelate în CATIA v5.

Autorii

### Cuprins

Prefata	
Lucrarea 1	Metode și mijloace de proiectare constructivă asistată de calculator -
	CATIA v55
Lucrarea 2	Modelarea volumică - PART DESIGN din CATIA v5 pentru piese de
	revoluție16
Lucrarea 3	Modelarea volumică - PART DESIGN din CATIA v5 pentru piese
	prismatice
Lucrarea 4	Modelarea volumică - PART DESIGN din CATIA v5 pentru piese
	complexe din punct de vedere geometric54
Lucrarea 5	Realizarea desenelor de execuție în CATIA v567
Lucrarea 6	Realizarea unui desen de ansamblu în CATIA v587
Lucrarea 7	Tabele de componență, listă de materiale în CATIA v5. Baze de date și
	foi de calcul din Excel101
Lucrarea 8	Optimizarea constructiv-funcțională a produselor ăn CATIA v5
	utilizând metoda elementelor finite113
Lucrarea 9	Prelucrarea asistată de calculator pe mașini-unelte cu comandă
	numerică-MUCN
Lucrarea 10	Prelucrarea pe centrul de prelucrarea CNC didactic utilizând modulul
	PRISMATIC MACHINING din CATIA v5145
Lucrarea 11	Prelucrarea pe centrul de prelucrarea CNC didactic utilizând modulul
	SURFACE MACHINING din CATIA v5- I157
Lucrarea 12	Prelucrarea pe centrul de prelucrarea CNC didactic utilizând modulul
	SURFACE MACHINING din CATIA v5- II168
Lucrarea 13	Prelucrarea pe strungul CNC didactic utilizând modulul LATHE
	MACHINING din CATIA v5179
Lucrarea 14	Modelarea și simularea asistată de calculator a proceselor tehnologice
	de fabricație

Bíblíografie

#### Simboluri utilizate în lucrare:

- obiectivul lucrării
  - elemente teoretice privind lucrarea
- desfășurarea practică a lucrării
- **(i)** informații privind soluționarea problemei
- (1) timpul de desfășurare a aplicației



- rezolvare corectă a problemei

🖨 finalizarea aplicației



Lucrarea de față se adresează studenților de la profilul mecanic și inginerie economică și are ca obiectiv completarea cunoștințelor teoretice acumulate la disciplina *Modelarea și simularea produselor și proceselor tehnologice de fabricatie* cu aplicații specifice pe calculator utilizînd programul CATIA v5.

Lucrarea trasează idei și metode de lucru privind metodele și mijloacele de proiectare și fabricație asistată de calculator a produselor și proceselor tehnologice de fabricație și oferă posibilitatea efectuării practice, sub îndrumarea cadrelor didactice, a aplicațiilor pe stații de lucru dotate cu CATIA v5 și pe mașini-unelte cu CNC didactice aflate în dotarea catedrei TCM a Facultății de Inginerie din Sibiu.

Lucrarea este structurată pe 14 aplicații ce urmează un flux informațional logic și gradual care face legătura dintre modulele unui sistem integrat de producție – CIM – *Computer Integrated Manufacturing*: CAD - concepție constructivă asistată de calculator, CAE - optimizarea asistată de calculator și CAM - fabricația asistată pe mașini-unelte cu comandă numerică.

Lucrarea 1

<u>Metode și mijloace de proiectare constructivă</u> <u>asistată de calculator – CATIA v5</u>

#### **1.** Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca scop prezentarea programului CATIA v5 ca metodă CAD în proiectarea produselor în domeniul construcțiilor de mașini, dar nu numai. CATIA este un program care se bazează pe modelarea volumică a produselor având o productivitate și precizie a proiectării ridicate, mai ales în proiectarea produselor complexe din punct de vedere geometric.

#### ] 2. Elemente teoretice ale lucrării

Metodele și mijloacele de producție ale industriei mecanice sunt bulversate de prezența calculatoarelor, roboților, automatelor programabile, comenzilor numerice etc. După apariția mașinilor-unelte cu comandă numerică, evoluțiile au fost în principal marcate de dezvoltarea într-un ritm accelerat a tehnicii de calcul, centrelor de prelucrare, tehnologiilor de grup, sistemelor DNC, senzorilor, tehnicilor de modelare geometrică și procesare grafică a datelor, simulării, sistemelor CAD/CAM, sistemelor și tehnicilor de diagnosticare, limbajelor de programare de înalt nivel, inteligenței artificiale.

IBM și Dassault Systemes au realizat programul CATIA destinat proceselor de design și producție - CAD/CAE/CAM. CATIA v.4 și v.5 reprezintă liderul mondial în software CAD/CAE/CAM.

CATIA v5 este disponibilă atât pe platforme Windows, cât și UNIX. Împreună cu cele zece noi produse încorporate în această nouă versiune (lansată în 17.11.2000 la Paris) CATIA ajunge la un număr de 60 de programe. Aceste aplicații pot fi folosite în design

mecanic, analiza comportării pieselor, proiectarea echipamentelor, simularea diverselor procese de mişcare, studierea comportamentului pieselor în diverși factori de mediu.Cu aceste noi faciltăți, CATIA v5 acoperă toate stadiile de proiectare și producere ale unui echipament. Asigurând o maximă productivitate, acest produs cu capabilități unice de modelare poate integra aplicații asociate. Din aceste motive CATIA este folosită ca o platformă standard în mai multe domenii.

În industria aerospațială CATIA și ENOVIA sunt considerate un standard, având peste 22.000 de posturi de lucru. IBM este consultant, asigurând service-ul sau chiar oferind un sistem integral primelor 12 firme producătoare de avioane comerciale din lume. Dintre acestea se pot menționa: Airbus, Boing, Bombardier, Eurocopter și Lockheed Martin.

Soluțiile CATIA ale IBM PLM (Product Lifecycle Management) asigură a dezvoltare foarte rapidă în industria producătoare de automobile, prin micșorarea timpului în care este creat un nou model. Astfel CATIA a fost aleasă de 20 din primii 30 de producători mondiali de automobile. Cele trei segmente beneficiare ale noului produs CATIA v5 sunt: Formula 1, producătorii de automobile, producătorii de autobuze și camioane. În formula 1 CATIA este folosită de Ferrari, McLaren, Honda, Mercedes și alții. Acest produs este folosit în industria producătoare de locomotive, vagoane și alte echipamente pentru căile ferate, în industria producătoare de nave și echipamente pentru navigatie. De asemenea, ea este considerată soluția ideală în producerea de echipamente electrice și electronice, fiind folosite de firme precum IBM, Panasonic, Sony, Samsonite, LOreal, Grunding și altele. Este un produs ideal pentru construcția și optimizarea matrițelor, stanțelor și sculelor din domeniul construcțiilor de mașini. Fiecare dintre companiile beneficiare au un mare avantaj cu CATIA v5 datorită faptului că este foarte ușor de utilizat, are o flexibilitate și o scalabilitate crescută, iar capturarea și reutilizarea cunoștințelor duc la o creștere a productivității, la o reducere a costului și, în final, la o competitivitate sporită a companiei.

ENOVIA este un Portal de Internet care face parte din soluțiile e-business ale Product Lifecycle Management. Cu ajutorul acestui Portal există posibilitatea de colaborare în timpul dezvoltării unui produs în faza de design. Astfel, producerea unui echipament poate dura mult mai puțin prin participarea inginerilor și a beneficiarilor la noul produs. Datorită faptului că toate informațiile sunt vehiculate prin Internet, timpul de decizie și transport este redus dramatic. Adesea concepția produselor este dificilă datorită configurației geometrice complexe. Un desen tridimensional este cel mai sugestiv mod de a descrie un reper. De aceea, față de concepția constructivă tradițională, concepția constructivă asistată permite reprezentarea spațială a reperului cu toate facilitățile ce decurg de aici:

- un model 3D facilitează înțelegerea modului în care e conceput și a modului în care funcționează un produs chiar și de persoane neinițiate (manageri, cei de la marketing, clienți);
- modelul 3D facilitează o proiectare corectă a desenelor de execuție, subansamblu şi ansamblu, eliminând erorile care pot duce la interferențe, imposibilități de montaj şi de asemenea facilitează proiectarea suprafețelor complexe (matrițe, caroserii auto).

O primă facilitate a modulului CAD este cea de modelare geometrică 3D a produsului conceput, modelul putând fi vizualizat din orice direcție și utilizatorul poate obține, în consecință, un set complet de informații ale produsului, fără a fi necesară construcția prototipului. Modelarea se poate face prin trei metode:



- modelarea orientată pe muchii (wireframe modelling) descrie corpul sub forma unor linii așezate de-a lungul muchiilor obiectului respectiv; modelul nu include informații legate de suprafață sau volume;
- modelarea orientată pe suprafețe (surface modelling) permite generarea suprafețelor pentru reprezentările wireframe. Sistemul CAD dispune de entități și comenzi specifice pentru generarea rețelelor 3D, a rețelelor poligonale 3D și a rețelelor multifață. Prin generarea suprafețelor pentru modelele wireframe se obțin corpuri 3D, lipsite de "substanță", dar reprezentative pentru orice domeniu de proiectare, cu atât mai mult cu cât aceste corpuri pot fi supuse unor proceduri de ascundere a liniilor și de umbrire prin comenzi speciale;
- modelarea orientată pe volume (solid modelling) descrie corpurile și în interior. Întregul mediu cu geometria sa, caracteristicile de material și, rezultând de aici, modul de comportare al rezistenței, inerției și centrul de greutate, sunt descrise prin comenzi speciale, care în plus, permit determinarea proiecțiilor, secțiunilor și intersecțiilor corpurilor 3D.

Pentru lansarea programului CATIA v5 puteți apela la iconul de pe Desktop,



sau de la Start cu pașii succesivi prezentați în figura următoare:



La lansarea în execuție a programului CATIA v5 se obține următoarea fereastră ecran, figura 1.1:





Cele șase zone specifice ecranului CATIA sunt:

- 1 bara de nume: CATIA v4
- 2 bara de meniuri
- 3 bara de scule sau zona de instrumente de lucru "active workbench"
- 4 butoane de manipulare specifice Windows
- 5 zona grafică și cea de structură arborescentă a geometriei reperului
- 6 bara de scule standard

Fereastra ecran CATIA este o fereastra activă specifică oricărei ferestre active din Windows. Asupra ei se pot opera aceleași operații ca la oricare fereastră activă Windows, adică: poate fi redefinită ca mărime, cu ajutorul mous-ului prin tragere a marginilor sau a diagonalei pentru două laturi concomitent.

Se pot folosi una din cele trei butoane Windows: in care primul buton este cel de minimizare ecran, al doilea de maximizare și al treilea de închidere a ferestrei active.

Mai există cazul cănd avem iconul **EX**, cănd butonul din mijloc este cel de restore, adică readucere la dimensiunea inițială a ferestrei active.

**Meniul și bara de scule** în CATIA v5 pot fi utilizate cu ajutorul mous-ului, cu click pe butonul din stânga mouse, figura 1.2.



Figura 1.2: Meniul și bara de scule în CATIA v5

Separatorul de scule



permite gruparea butoanelor din bara de scule după

diferite caracteristici.

Manipularea obiectelor în CATIA v5 se face cu ajutorul mous-ului. Care sunt funcțiile mouse? În figura 1.3 este reprezentat un mouse cu trei butoane.



Figura 1.3: Funcțiile mouse

- MB reprezintă mouse buton
- MB1 butonul stânga, cu care se selectează obiectele sau se editează un obiect;
- MB2 butonul central, cu care se manipulează obiectele (rotire, scalare...);

MB3 - butonul din dreapta, se deschide, vizualizează meniul contextual.

#### Deplasarea Obiectelor - PAN -

- poziționarea cursorului oriunde pe ecran
- după apăsarea MB2 apar pe ecran axele
- deplasarea (drag) obiectul în direcția dorită prin deplasarea mous-ului, ținând apăsat MB2

#### **Rotirea Obiectelor - ROTATE -**

- poziționarea cursorului oriunde pe ecran
- apăsarea MB2 face să apară pe ecran axele de rotație
- se apasă MB1 ținând apăsat MB2, în acest caz apare pe ecran o "mână" și un cerc roșu ce reprezintă spațiul de rotire virtual
- mișcare mouse în direcția de rotire dorită





#### Scalarea Obiectelor - ZOOM -

- poziționarea cursorului oriunde pe ecran
- apăsarea MB2 și MB1, situație în care apar axele și un cerc în centrul ecranului



- se lasă MB1 și se ține apăsat MB2 în timp ce cursorul se transformă într-o săgeată dublă
- deplasarea mouse înainte face ca obiectul să "crească"
- deplasarea mouse înapoi face ca obiectul să "descrească"

La rularea programului CATIA v5, în ecranul de lucru se poate vedea **structura arborescentă - TREE** - a reperului la care se lucrează, figura 1.4. Ea reprezintă toate elementele componente ale unui produs, indiferent dacă este realizat în modul "product" sau în modul "part".



Figura 1.4: Structura arborescentă a reperului

În figura 1.5 sunt reprezentate etapele ce trebuie parcurse de la deschiderea unei noi sesiuni de lucru în CATIA v5 până la finalizarea unui model utilizând acest soft de CAD/CAE/CAM.

Documentele utilizate în CATIA v5 sunt fișiere care conțin date și elemente geometrice cu care s-au creat obiectele și care participă mai departe la un proces de modelare CAD, având extensii specifice modului de lucru utilizat (part, assambly, product etc.).



Figura 1.5: Etapele unei noi sesiuni de lucru CATIA v5

Modulul de **PART DESIGN** din CATIA v5 permite modelarea unui produs plecând de la modelul 2D (xOy) realizat cu ajutorul Sketcher-ului. După realizarea modelului 2D se poate realiza solidul prin extrudare sau prin revoluție. Part Design vehiculează cu componente (trăsături, caracteristici) și corpuri.

Corpurile sunt elemente asupra cărora pot fi aplicații booleene, de asamblare, ștergere, mutare etc.



Figura 1.6: Deschiderea documentelor de pe Desktop

CATIA permite, funcție de modul de abordare a procesului de modelare a produsului și a domeniului de utilizare, lucrul cu mai multe module, deci implicit mai multe tipuri de documente, figura 1.7.

#### Exemplu:



Figura 1.7: Tipuri de documente CATIA



Figura 1.8: Salvarea documentelor CATIA

Accesul la iconurile din workbench se face ușor cu ajutorul butoanelor de la mouse, figura 1.9.



Figura 1.9: Accesul la workbench

**3. Elemente practice ale lucrării** 

Să se lanseze în execuție programul CATIA v5; Să se redefinească mărimea ferestrei active; Să realizeze operațiile de manipulare Windows cu cele trei butoane din dreapta sus.



Să se deschidă un document nou CATIA v5; Să se salveze documentul creat anterior; Să se schimbe worbench-ul curent.



### 4. Concluzii

Această primă aplicație, de start, din cadrul celor 14 aplicații din această lucrare oferă datele minimale în ceea ce privește deschiderea și lucrul într-o sesiune CATIA v5, tipurile de fișiere. Următoarele aplicații vor trece, treptat, la realizarea unor proiecte din ce în ce mai dificile, aplicații care vor pune studenții în situația de a aplica cunoștințele teoretice acumulate la curs în proiecte practice.

## Lucrarea /2 Modelarea volumică – PART DESIGN din

CATIA v5 pentru piese de revoluție

### **1.** Obiectivul lucrării

Lucrarea prezintă un modul de bază din CATIA v5 și anume cel de PART DESIGN, care permite modelarea parametrică a unui singur produs care poate fi apoi preluat într-un ansamblu. Această lucrare prezintă modelarea unei piese de revoluție.

#### 2. Elemente teoretice ale lucrării



Modulul de PART DESIGN din CATIA v5 Part Design permite modelarea unui produs plecând de la modelul 2D (xOy) realizat cu ajutorul funcției Sketcher-ului.

După realizarea modelului 2D, aschiței se poate realiza solidul prin extrudare sau prin revoluție. Part Design vehiculează cu componente (trăsături, caracteristici) și corpuri.

Corpurile sunt elemente asupra cărora pot fi aplicații booleene, de asamblare, ștergere, mutare etc.

Figura 2.1 prezintă interfața generală pentru Part Design.



Figura 2.1: Interfața Part Design

Principalele "scule" cu care se poate lucra în Part Design sunt cele prezentate în figura 2.2.



Figura 2.2: Principalele elemente din toolbars utilizate în Part Design

Elementele geometrice, operațiile și transformările care pot fi efectuate în modului Sketcher sunt prezentate în figura 2.3.





Etapele prin care se poate modela un produs în Part Design sunt redate în figura 2.4.



Figura 2.4: Etapele modelării unui produs prin Part Design



Un exemplu de proces de modelare cu Part Design este cel din figura 2.5.

Figura 2.5: Exemplu de produs modelat cu Part Design

## **3. Elemente practice ale lucrării**

Pentru a parcurge etapele necesare modelării unei piese de revoluție în continuare se prezintă modelarea realizată pentru piesa din figura 2.6.



Figura 2.6: Piesă de revoluție modelată în CATIA v5

Pentru realizarea modelării se lansează sesiunea de lucru PART DESIGN și se definește un nou fișier cu denumirea Aplicație2.CATPart. Se alege un plan de lucru, xOy și se lansează sesiunea de lucru SKETCHER pentru definirea schiței din figura 2.7.



Figura 2.7: Schiţa realizată în Sketcher

**(i)** 

După finalizarea schiței se iese din modul Sketcher și se apelează funcția SHAFT din iconurile Dress-Up din workbench pentru a se obține piesa de revoluție, figura 2.8.



Figura 2.8: Obținerea piesei de revoluție prin comanda SHAFT

După realizarea piesei de revoluție etapa următoare este cea de realizare a operațiilor de decupare utilizând funcția POCKET atat pentru realizarea alezajului de diametru 16 mm, cat si a formei canal de pana. Pentru aceasta se realizează în prima fază desenarea formei sub care se dorește a fi făcută decuparea, figura 2.9.



Figura 2.9: Realizarea schiței decupării

După realizarea schiței se trece la realizarea decupării prin funcția Pocket, figura 2.10.



Figura 2.10: Realizarea decupării prin Pocket

Cu realizarea celor două decupări piesa este finalizată și poate fi salvată ca fișier CATIA v5.

 $\odot$ 

Pentru a exersa elementele prezentate în exemplul anterior, să se realizeze modelarea pentru piesa de tip revoluție din figura 2.11 si 2.12.



Figura 2.11: Desen piesă de revoluție



Figura 2.12: Desen piesă de revoluție

### 4. Concluzii

Lucrarea a prezentat și a fixat noțiuni privind modul de realizare a unei piese de revoluție prin modelarea parametrică și pregătirea ei pentru asamblare într-un desen mai complex.

## **Lucrarea [3]** <u>Modelarea volumică – PART DESIGN din</u> CATIA v5 pentru piese prismatice

#### I. Obiectivul lucrării

Lucrarea prezintă un modul de bază în CATIA v5 și anume cel de PART DESIGN, care permite modelarea parametrică a unui singur produs care poate fi apoi preluat într-un ansamblu. Această lucrare prezintă modelarea unei piese prismatice.

#### 2. Elemente teoretice ale lucrării

Modelarea produsului constă în descrierea unui obiect nu numai din punct de vedere pur geometric, ci și în funcție de un oarecare număr de caracteristici, fie funcționale, fie legate de fabricația sa etc. Un model de produs conține:

- informații geometrice, care pot corespunde cu ceea ce se manipulează în modelele de solide;

- informații tehnologice, de exemplu operații de prelucrare (strunjire, găurire, frezare, filetare, tarodare) care dau o informație mai completă asupra întregii forme geometrice sau a unei părți a acesteia;

- informații de precizie, care explicitează toleranțele de fabricație în raport cu forma ideală;

- informații materiale, care dau tipul de material și proprietățile sale;

- informații administrative, care ușurează gestiunea obiectului (referință, furnizori, existența în stoc).

Dacă se vorbește mult despre această modelare, aceasta este fără îndoială pentru două motive:

- modelele geometrice fiind relativ bine stăpânite, se poate avea în vedere luarea în considerare și a altor aspecte, pentru a integra cât mai repede cu putință ansamblul constrângerilor legate de concepția, fabricația și mentenanța produselor;

- progresele înregistrate în ingineria programării facilitează luarea în considerație a modelelor multirestricții, modelarea orientată pe obiecte fiind o componentă promițătoare, chiar dacă utilizarea ei în sistemele de CAD\CAM rămâne parțială.

În această aplicație este prezentat un scenariu de urmat, pas cu pas, pentru realizarea unui reper. Acest scenariu este cel prezentat de cei de la DASSAULT SYSTEMES în manualul tutorial al CATIA v5. Din succesiunea imaginilor redate mai jos se poate realiza reperul și totodată asimila noi cunoștințe privind Part Design-ul din CATIA v5. Această lecție este lecția pregătitoare pentru realizarea unor operații mai complexe în CATIA v5 necesare modelării unor repere mai complexe din punct de vedere geometric.







SATIA V5.2 - [Part1]		- 6
<b>Start</b> SmarTeam Elle Se deschide fereastra de TOOLS unde av	eti crearea unui	6
Parti punct prin coordonate. Creați prima linie. C	Click pe punct și	
trageți linia prin mișcarea mouse la dreapta		
yz plane	and provident of the state of the	
🚽 zx plane		$\prec$
Parameters		<mark>, ∠</mark> , ×
PartBody		
k-⊠ <u>Sketch 1</u>		
	and the second second	×
🔚 👘 🏦 🙀 🌽 💭 🖓 Second Point: H:  •49.9963mm 🛛 V:  61.1066m	nm L: <b>j</b> 0.683144mm	A:  44.9999deg









🗋 📁 🗐 🏄 💃 🖺 🖏 🕫 🖆 📾 🕼 📰 🕼 🖉 🖄 👘 🍰 🍕 -

Corner

CATIA P2

Tools

49

×


















































NCATLA V5.2 - [Part1] Start SmarTeam File Edit View Insert Iools <u>W</u> ind	ow Help	_ & ×
🔊 Part1		
T 🛫 xy plane	Properties	? X
yz plane zx plane Parameters PartBody Draft.1 EdgeFillet.1	Current selection : Pad1 Feature Pronerties Mechanica Graphic Fill Color Transparency Dashed Weight Dashed Weight Symbol X	
Puteți selecta din paleta grafică culoarea pentru Selectați o culoare dorită Click pe OK după selectarea culorii	reper	
' 📙 🥔 🍒 🗐 🖏 🕫 🕅 🕅 🕅		iply 🥥 Cancel
<mark>™ CATIA V5.2 - [Part1]</mark> <mark>™ Start Sm</mark> arTeam <u>File E</u> dit <u>V</u> iew Insert Iools <u>W</u> indor ₩ Part1	w Help	- 8 ×





















# **3. Elemente practice ale lucrării**

Să se realizeze modelarea reperului din figura 3.1. si 3.2. a și b în modulul PART DESIGN și să se salveze sub denumirea PRISMATIC\_03 - 04.





Figura 3.1.b: Reperul pentru modelare în PART DESIGN



45,16 N Ċ 2 Ø4 PA 18,13 A15 65 0 • 0 R9 ŝ 020 83,13 84 co 33 21,84

Figura 3.2.a: Reperul pentru modelare în PART DESIGN

Figura 3.2.b: Modelarea reperului în PART DESIGN



50 min.

## 4. Concluzii

Lucrarea a prezentat și a fixat noțiuni privind modul de realizare a unei piese prismatice prin modelarea parametrică și pregătirea ei pentru asamblare într-un desen mai complex.

# **Lucrarea [4]** <u>Modelarea volumică – PART DESIGN din</u> CATIA v5 pentru piese complexe

### I. Obiectivul lucrării

Lucrarea prezintă un modul de bază în CATIA v5 și anume cel de PART DESIGN, care permite modelarea parametrică a unui singur produs care poate fi apoi preluat într-un ansamblu. Această lucrare prezintă modelarea unei piese complexe din punct de vedere geometric.

### 2. Elemente teoretice ale lucrării

Transferul de date se realizează după un protocol în care programul de concepție constructivă este atât server cât și client al obiectelor link editate. Desenele pot fi incluse în orice aplicație client (de tip OLE - Object Linkink and Embedding), iar obiectele pot fi de asemenea incluse în desenele deja realizate. Înglobarea unui desen într-o altă aplicație înseamnă că a fost făcută și stocată o copie a lui. Nu există nici o asociere între fișierul desen și grafica înglobată în document. Legarea unui desen, prin acest protocol, înseamnă că în document a fost creată o legătură între desen și imaginea lui. Diferența dintre înglobare și legarea unui desen este aceea că legarea asociază unui document imaginea curentă a unui desen, iar înglobarea copiază într-un document atributele selectate dintr-un desen.

Avantajul modulului este acela că pe lângă elementele geometrice transmise unui alt modul (în special CAPP) sunt transmise și atributele desenului (date ce țin de calitatea suprafețelor, toleranțe etc.). Toate acestea pot fi asimilate în sistemul informațional al sistemului CIM prin programarea obiectuală și baza de date orientată-obiect.

Modulul CAD, conceput pe baza proiectării parametrizate și a structurării pe obiecte a produselor, pentru a permite folosirea în același timp a datelor geometrice și a informațiilor tehnologice, conține toate datele produsului specificat de proiectant din punct de vedere tehnologic, geometric, funcțional și organizatoric.

Modelul component este structurat ierarhic, fiind o reprezentare abstractă a componentelor reale tridimensionale.

 $(\mathbf{i})$ 

Modulele informative ale sistemului de proiectare pregătesc metodele de analiză funcțională care permit să se facă acordul cu desenul rezultat (final). În cadrul acestui sistem de proiectare este posibil (permis) accesul simultan la bazele de date extensive. Accesul rapid la o cunoaștere relevantă cere structurarea bazei de date (informaționale) luând în considerare diferite criterii. În primul rând este necesară o structurare a claselor:

- Know-Why include de, exemplu, reguli de desenare (proiectare) care pot fi descrise sub forma relaților If-Then;

- Know-How poate fi situat în forma programelor practice. Cu acest Know-How sunt determinate fapte care pot fi utilizate de către operator în condițiile respectării anumitor reguli;

- Know-What conține informații care pot fi procesate din cele menționate de Know-How.

Structura diferitelor clase de cunoaștere poate fi universală sau în funcție de diferiți factori specifici.

Proiectantul are nevoie de diferite tipuri de baze informaționale pentru diferite situații (cazuri).

Deoarece cunoașterea utilizată în partea de analiză este complexă și extinsă, procesul informațional trebuie urmărit într-o singură fază, de la pregătirea analizei până la corectare. În faza pregătitoare numai, informarea este necesară să completeze analiza care este filtrată din modelul component și baza informațională. Proiectantul decide dacă se oprește analiza după diagnosticare sau se continuă următorii pași pentru o corectare automată.

Pentru un proiect complet nou, proiectantul trebuie să lucreze la funcția cerută. Pornind de la o parte funcțională proiectantul poate construi prin extensie o structură operațională cu modulul CAD realizat.

55

### *3. Elemente practice ale lucrării*

În continuare sunt prezentați pașii care trebuiesc parcurși pentru realizarea unei modelări de produs cu o geometrie mai complexă, figura 4.1.



Figura 4.1: Produs complex din punct de vedere geometric



Figura 4.2: Structura "tree"

Modelarea acestui produs s-a făcut utilizând sesiunea de lucru Part Design, deci fișierul cu acest produs are extensia CATPart. Structura arborescentă a produsului după ce a fost modelat, figura 4.2., prezintă toate elementele componente și istoria modelării.

Se observă din acest istoric că acest produs a fost realizat din două Body-uri care au fost asamblate împreună (despre sesiunea de lucru Assembly Design se va vorbi întro aplicație viitoare). Piesa este realizată din Pad.1 a cărui schiță este cea realizată în Sketch.1 și un Pad.2 care are ca schiță Sketch.2. Apoi s-a realizat inclinarea corpului după un Draft.1. S-au realizat apoi racordările prin comanda EdgeFillet (3 astfel de racordări). La sfârșitul acestei faze de lucru s-a apelat la comanda Sheel. Pentru a putea urmări cum a fost realizată modelarea produsului în continuare sunt prezentate capturi cu comenzile de lucru urmărind structura arborescentă a produsului.



Figura 4.3: Realizare Sketch.1



Figura 4.4: Realizare Pad.1







Figura 4.6: Realizare Pad.2

Realizarea înclinării pentru partea prismatică de la baza reperului se realizează cu comanda Draft, figura 4.7.



Figura 4.7: Realizare Draft.1



Figura 4.7: Realizare EdgeFillet.1

Realizarea racordărilor pentru muchiile reperului s-au făcut utilizând comanda Fillet și prin selectarea muchiilor respective cu indicarea mărimii razei de racordare.



Figura 4.8: Realizare EdgeFillet.2



Figura 4.9: Realizare EdgeFillet.3



Figura 4.10: Realizare Shell.1

Realizarea "butucului" reperului s-a făcut utilizând un alt Pad, figura 4.11. cu folosirea schiței adecvate.



Figura 4.11: Realizare Pad.3



Figura 4.12: Realizare Draft.2



Figura 4.13: Realizare EdgeFillet.4



Figura 4.14: Realizare EdgeFillet.5

Pentru comanda Groove, figura 4.16. se folosește schița din figura 4.15.



Figura 4.15: Realizare Sketch.5



Figura 4.16: Realizare Groove.1



Figura 4.17: Finalizarea desenului prin realizarea desenului de execuție al reperului

Finalizarea desenului se realizează prin definirea desenului de execuție, figura 4.17., al produsului care este utilizat mai apoi în procesul de fabricație (despre sesiunea de lucru Drafting Design pentru realizarea desenelor de execuție se va vorbi într-o aplicație viitoare).





Figura 4.18: Reper pentru modelare în Part Design



Pentru fixarea cunoștințelor acumulate în această aplicație și la curs să se realizeze modelarea utilizând modulul PART DESIGN din CATIA v5 a produsului din figurile 4.18 si 4.19.



Figura 4.19: Reper pentru modelare în Part Design (<u>http://www.catia.ro/articole/catiav5r16/catia.htm</u>)



## 4. Concluzii

Lucrarea a prezentat și a fixat noțiuni privind modul de realizare a unei piese mai complexe din punct de vedere geometric prin modelarea parametrică și pregătirea ei pentru asamblare într-un desen mai complicat.

# Lucrarea 5

### Realizarea desenelor de execuție în CATIA v5

### I. Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca scop prezentarea modului de lucru în sesiunea DRAFTING din CATIA v5 pentru generarea desenelor de execuție ale reperelor realizate în Part Design.

### ] 2. Elemente teoretice ale lucrării

CATIA v5 permite realizarea desenelor de execuție pentru produsele modelate fie în ansamblu, fie în Part Design. Accesul la modulul Generative Drafting este ușor și permite trecerea automată a modelului de produs în formatul de desenare, figura 5.1.



Figura 5.1: Trecerea automată în formatul de desenare prin Generative Drafting

Există mai multe căi de lansare a sesiunii de lucru în modulul de Drafting, figura 5.2: a) posibilitatea apelării din meniul superior: STAR, Mechanical Design și modulul DRAFTING;

- b) deschiderea unei noi sesiuni din meniul FILE, New;
- c) deschiderea prin apăsarea iconul DRAFTING din workbench.

The second se			
Start	S <u>m</u> arTeam	Eile	Edit
Infrastru	cture	•	
Mechan	ic <del>a</del> l Design	j)	🔊 🕸 Part Design
Shape			🛯 🥩 Assembly Design
Analysis	& Simulation		🖬 👬 Sketcher
Process	Planning		🖄 Dratting
Digital N	łockup		Wireframe and Surface
1 Produ	c+1		🗟 Sheet Metal Design





b)



c)

Figura 5.2: Deschiderea sesiunii de lucru DRAFTING

Figura 5.3. prezintă etapele care trebuiesc urmate în realizarea desenelor de execuție după ce produsele au fost modelate și asamblate.



Figura 5.3: Locul modulului Drafting în CATIA v5

În situația unui reper modelat în PART DESIGN, figura 5.4., se face selecția reperului, se deschide sesiunea Drafting și apoi există posibilitatea alegerii modului de vizualizare a formatului de hartie pe care se vor finaliza desenele de execuție:cu vederi, secțiuni, detalii etc. Tot aici se poate alege, selecta mărimea formatului de hârtie pentru desen (A0, A1...).

	New Drawing Creation Select on automatic layout	2
Drefting	Ing Drawing standard is ISU, with format A4 ISO (297.000 mn and sheets of scale 1.	nd Lett ()() n, 210.000 mm). ()() div. Cancel

Figura 5.4: Selectarea modului de vizualizare și formatul de hârtie

După ce s-au făcut selecții aferente vizualizării și formatului, automat produsul este trecut pe formatul de hârtie cu vederile care au fost selectate, figura 5.5.

Locul acestor vederi poate fi modificat de utilizator dacă se dorește sau pot fi șterse anumite vederi care nu folosesc utilizatorului.

Automat în structura arborescentă a produsului se trec aceste vederi care apar pe formatul de hârtie.
În această primă formă nu avem pe desenele existente nici un fel de dimensiuni și nici un fel de referințe față de produs, cu excepția vederilor aferente selecției inițiale.



Figura 5.5: Aducerea produsului în formatul selectat

Figura 5.6. prezintă fereastra prin care se pot face modificări în formatul de hârtie.

Standard ISO ISO ANSI Format Or JIS	
Width:       237 mm         Height       210 mm         Orientation       O Portrait         Image: Constraint of the set of the	New Drewing Creation       Select an automatic layout       Image: Select an automatic layout       Ima
Width: 230 mm Height 297 mm Orientation Potra O Lands Same as printer format Apply on: Current sheet	Ad ISO [297.000 mm , 210.000 mm ] and shoots of scale 1.

Figura 5.6: Modificări asupra setării inițiale

Manipularea desenelor pentru vizualizarea lor, ca vederi, pe formatul de hârtie se face foarte uşor cu ajutorul săgeților din cadranul rotiror, figura 5.7.



Figura 5.7: Manipularea inițială a vederilor



Figura 5.8: Realizarea secțiunilor

Una dintre facilitățile oferite de modului Drafting este acela prezentat în figura 5.8. și anume cel de realizare a secțiunilor unui reper. Pentru cazul prezentat în prima etapă se selectează iconul din workbench pe funcția dorită și apoi se trece la selecția traseului de secționare: se selectează cercul A, B și punctul C apoi se plasează secțiunea în locul marcat cu D. Apoi se realizează alinierea desenului ca în figura menționată mai sus.



Figura 5.9: Realizarea detaliilor

O altă facilitate a modulului Drafting este cea de realizare a detaliilor, figura 5.9., în care este necesar să se selecteze din workbench iconul de detalii, stabilirea centrului cercului A și a mărimii cercului, punctul B de pe circumferință și apoi poziționarea, C a detaliului pe formatul de hârtie.



Figura 5.10: Adăugarea unei reprezentări izometrice pe desen

Poziționarea și mutarea reprezentărilor se poate realiza prin selectarea acestora și poziționarea "drag" cu ajutorul mouse-lui, figura 5.11.



Figura 5.11: Mutarea reprezentărilor pe formatul de hârtie



Figura 5:12: Setarea proprietăților (hașuri, tipuri de linie etc.)

Una din funcțiile utile utilizatorului este cea de selectare a proprietăților și de definire a hașurilor ca entități geometrice, figura 5.12., figura 5.13., aceste elemente fiind ușor de schimbat.



Figura 5.13: Tabelul de hașuri



Figura 5.14: Reprezentarea cotărilor pe desenele de execuție

Există posibilitatea alegerii modului de cotare, figura 5.15. prezentând cotarea în lanț realizată prin selectarea iconului corespunzător din workbench.



Figura 5.15: Cotarea în lanț



Figura 5.16: Reprezentarea unghiurilor din desen (individuale sau în lanț)



Figura 5.17: Reprezentarea unor elemente speciale (toleranțe, rugozități)

Selectarea elementelor speciale, de exemplu simbolurile rugozităților figura 5.18., se pot realiza prin selectarea iconurilor specifice din workbench.



Figura 5.18: Selectarea elementelor de rugozitate

#### 🗰 3. Elemente practice ale lucrării

În modelarea produselor se vehiculează cu entități de concepție, ele fiind cele care materializează sarcina de fabricație, adică produsul care urmează a fi proiectat (modelat) și apoi fabricat pentru a fi vândut. Entitățile funcționale încorporează funcțiile din caietul de sarcini funcțional al produsului. Entitățile topologice exprimă relațiile topologice între și în cadrul entităților (relații între lungimi, adâncimi, diametre, suprafețe, muchii etc.). Gestiunea acestor entități este diferită, în funcție de tipul de modelor folosit.

În continuare pentru fixarea cunoștințelor teoretice prezentate anterior în sesiunea de lucru Drafting este prezentat un exemplu de realizare a unui desen de execuție pentru un reper deja modelat în PartDesign.

Pentru realizarea acestui exemplu este necesar să se urmărească pas cu pas succesiunea prezentată mai jos, prin capturile grafice realizate:



















Pentru a exersa elementele conținute de modulul Drafting și modul de lucru să se realizeze desenul de execuție pentru reperul din figura 5.19. (cu cotările existente în figură).



Figura 5.19: Exemplu de lucru în modulul Drafting

Realizați în timpul indicat desenul de execuție la reperul modelat în lucrarea 3, reperul din figura 5.20.



Figura 5.20: Să se realizeze desenul de execuție pentru reperul modelat în lucrarea 3

## 4. Concluzii

Cu elementele teoretice și practice acumulate până la această aplicație cu numărul 5 există destule cunoștințe despre proiectarea în CATIA v5 astfel încât să se poată trece la realizarea de aplicații diferite la proiecte de an sau la proiectul de diplomă utilizând mijloacele electronice de calcul.



Realizarea desenelor de ansamblu

<u>în CATIA v5</u>

### I. Obiectivul lucrării

Lucrarea prezintă modul în care se poate realiza în CATIA v5 un desen de ansamblu pe baza componentelor sale realizate în Part Design.

### 2. Elemente teoretice ale lucrării

CATIA v5 permite realizarea desenelor de ansamblu pentru un ansamblu complex sau mai simplu format din două sau mai multe componente realizate inițial în sesiunea Part Design. Sesiunea de lucru pentru realizarea desenului de ansamblu se realizează cu modulul ASSEMBLY DESIGN. Posibilitatea intrării în sesiunea de lucru Assembly Design este prezentată în figura 6.1.



Figura 6.1: Posibilitățile de deschidere a sesiunii de lucru Assembly Design

Figura 6.2. prezintă elementele conținute în sesiunea de lucru Assembly Design:

- numele fișierului este CATProduct fiind un fișier de tip produs în care sunt salvate atât modelele realizate în part Design cât și ansamblul;
- structura arborescentă a ansamblului în care sunt evidențiate componentele;
- structura produsului;
- constrângerile definite pentru ansamblu;
- funcțiile de mișcare ale componentelor move;
- reactualizarea stării ansamblului update;
- sculele standard standard tools.



Figura 6.2: Sesiunea de lucru în Assembly Design

În figura 6.3. sunt prezentate principalele funcții de lucru în sesiunea Assemblu Design cu care se pot realiza desenele de ansamblu respectând condițiile tehnice impuse de proiectantul de produs. Aceste funcții se referă la:

- manipularea componentelor;
- realizarea constrângerilor la asamblare;
- verificarea asamblării.

Aceste funcții vor fi explicate în cele ce urmează pentru a putea fi aplicate mai apoi la realizarea unui ansamblu în CATIA v5.



Figura 6.3: Funcțiile utilizate în sesiunea Assembly Design

La deschiderea sesiunii de lucru există posibilitatea definirii proprietăților sesiunii, figura 6.4., prin această funcție se pot defini numele componentelor și a ansamblului funcție de dorințele utilizatorului. Aceste elemente sunt introduse în fereastra funcției Properties.

Un ansamblu este realizat din mai multe componente (repere individuale sau subansamble) care pot fi inserate în produs (sesiunea Assembly Design).

 $\odot$ 

Inserarea componetelor se face prin apelarea lor din fișierele sursă, care au fost salvate în momentul realizării acestora în sesiunea Part Design și pot fi aduse în fișierul CATProduct prin funcția Insert Component.

Etapele acestor proceduri sunt prezentate în figura 6.5.

Figura 6.6. prezintă modul în care se poate schimba locul componentelor în structura arborescentă a sesiunii de lucru. Acest lucru se realizează cu comanda Replace.

Modul de lucru cu această funcție este simplu și se apelează directorul în care sunt salvate fișierele cu modelele de componente care sunt apoi inserate în ansamblu prin procedee specifice.



Figura 6.4: Definirea proprietăților sesiunii de lucru

### $\odot$

Figura 6.7. prezintă etapele necesare a fi parcurse pentru operațiile de ștergere, copiere și aducere în structura arborescentă a componentelor unui produs.



Figura 6.5: Inserarea unor componente în fișierul de lucru CATProduct



Figura 6.6: Schimbarea locului componentelor inserate în produs



Figura 6.7: Funcțiile cut, copy și paste

Una dintre cele mai importante operațiuni cu care se lucrează în sesiunea de lucru Assembly Design este cea de manipulare a componentelor ce sunt conținute de desenul de ansamblu.

Manipularea unei componete din ansamblu este prezentată în figura 6.8.



Figura 6.8: Manipularea componentelor unui ansamblu

 $\bigcirc$ 

Translatarea unei componente din ansamblu se realizează prin comenzile prezentate în figura 6.9.



Figura 6.9: Translatarea componentelor unui ansamblu



Figura 6.10: Rotirea unei componente din ansamblu

Rotirea componentelor unui ansamblu este prezentată în figura 6.10.

În cazul în care se dorește ca la reactualizarea sesiunii de lucru prin Update componentele să nu se deplaseze se apelează la funcția FIX, figura 6.11., cea care ancorează componenta și capătă simbolul adecvat (ancoră).



Figura 6.11: Ancorarea (fixarea) componentelor ansamblului

Figura 6.12. prezintă posibilitățile de fixare împreună a două sau mai multe componente, care după fixare se comportă ca o singură componentă (subansamblu).



Figura 6.12: Fixarea împreună a două sau mai multe componente

Coincidența dintre două elemente ale ansamblului se realizează prin comanda Coincidence prezentată în figura 6.13.



Figura 6.13: Realizarea coincidenței dintre două componente



Figura 6.14: Selectarea unghiului dintre componente



Figura 6.15: Realizarea contactului dintre componentele unui ansamblu

Comanda de realizare a unei distanțe precise dintre două componente ale ansamblului se poate realiza cu comanda Offset. În situația când cele două componente nu sunt paralele ele devin paralele.

L... X





Figura 6.16: Realizare offset pentru două componente ale ansamblului

Un element important după realizarea constrângerilor în desenul de ansamblu este cel de analizare a ansamblului obținut. Analiza constrângerilor ansamblului este prezentată în figura 6.17.

			L.	Constraints Analysis	? ×
CricFirstAssembly	CRIC_FRAME.1	) ICH 1 1)		Constraints Active component CricF Components 4 Not constrained 0 Status Verified 8 Impossible	irstAssembly
Componenta este activă		Analyze /indow Help	- C	Not updated	
		Compute Clash		Broken Broken	
	$\subseteq$	Bill of Material		Measure Mode	0
		Measure Between	-	Total	7
		Measure Edge			<b>O</b> OK
	_		_	Curret	in diante
	2	Selectare Analyze		3 Sunt elem	entele și
	Fig	ura 6 17 <sup>.</sup> Analiza constrâns	perilor	felul	analizei
	0-				
① Dub con	olu click pe strângere (CF	FY			
Constraint Edition	<u>ः</u> १ रा			(5) ( I	Constrângerea reconectată
Constraint Type: Surface o	contact More>>>	<u>り</u> ①	⇒ ④	OK	ŷ
Constraint Edition		Contract contract E		? >	
Ø 8		porting Elements			
	Typi Typi Plan	e Component nown Unknown e CRIC_BRANCH_1 (CRIC_BF	ANCH_1.1)	Status Disconnected Connected	
2a Selec	ctare element	2b Click pa Page	nnect	OK Cancel	
ce se	inlocuiește	Chek pe keed			

Figura 6.18: Reconectarea constrângerilor

În situația când un ansamblu a fost desfăcut din diferite motive sau dorim o regândire a constrângerilor se utilizează comanda Reconnect, figura 6.18.

Există posibilitatea ca unele componente să fie greșit orientate în ansamblu de aceea trebuie să fie verificate componentele la "ciocniri" cu comanda Clash, figura 6.19.

Analyze Vindow <u>H</u> elp				
Compute Clash				
Bill of Material	Y Y	Clash Detection		? X
Constraints				
Measure Between				
▲ Measure Edge		/AnalyzingAssembly01 /AnalyzingAssembly01	/CRIC_FRAME.1 /Set1.1	
1		Result	one	
Select			Apply	Cancel
meniul	V Selecție			
Analyze	multiplå	$\bigcirc$ (3)		NAL I
	componente			
		Apply		Vage
			4	
			Defecte	ele se evidențiază

Figura 6.19: Verificarea la coleziuni a componentelor

Verificarea distanțelor dintre două componente din ansamblu se poate realiza cu comanda Clearance, figura 6.20.



Figura 6.20: Verificarea distanțelor dintre componente

Funcțiile prezentate mai sus sunt câteva din facilitățile pe care le oferă modulul Assembly din CATIA v5. Cu aceste date se poate trece la realizarea unui desen de ansamblu pentru un produs oarecare.

# 3. Elemente practice ale lucrării

Pentru a putea exersa și fixa cunoștințele acumulate în această lecție, în cele prezentate mai sus să se realizeze ansamblul - dispozitiv de frezat - din figura 6.21. Desenele pieselor componente sunt salvate pe calculatoarele din laborator (Disp\_1.CATPart).



Figura 6.21: Dispozitiv de frezat



45 min.



Cu această aplicație se poate afirma că există suficiente cunoștințe teoretice și practice pentru a realiza un proiect complet cu ajutorul programului CATIA v5. Elementele acumulate pe parcursul acestor aplicații fac posibilă abordarea în continuare a aplicațiilor ce țin de domeniul fabricației produselor pe mașini-unelte cu comandă numerică cu ajutorul modulelor de mașinare (prelucrare) din CATIA v5.

# Lucrarea [7]

<u>Tabele de componență, listă de materiale în</u> <u>CATIA v5. Baze de date și foi de calcul din Excel</u>

### I. Obiectivul lucrării

Aplicația prezintă câteva date legate de posibilitățile oferite de CATIA v5 privind completarea unor foi de calcul și comunicarea cu Microsoft Excel în ceea ce privește înserarea tabelelor de componență ale ansamblurilor, tipodimensiunile subansamblelor, materiale și alte date necesare în proiectarea și fabricația produselor.

### 2. Elemente teoretice ale lucrării

Pentru început vor fi prezentate câteva elemente ce țin de programul Microsoft Excel. Lansarea în execuție a programului Excel se va face din Windows, astfel:

- Selectați comanda corespunzătoare din meniul <u>Start</u>, comandă care va încărca programul și se va deschide o foaie de calcul goală sau
- Executați dublu clic cu mouse-ul pe un document Excel, care va duce la încărcarea programului și la deschiderea unui document.

Odată lansat în execuție veți descoperi că acesta este ușor de utilizat și este la fel ca alt program Windows.

Când sunteți gata să încheiați execuția programului Excel:

- Alegeți opțiunea File, Exit din meniul sistem sau
- Executați clic cu mouse-ul pe ultimul buton, din bara cu meniuri

La deschiderea programului Excel apare un document ce conține mai multe foi de calcul (în total 16 foi de calcul).

*	Eile <u>E</u> dit ⊻iev	v <u>I</u> nsert F <u>o</u> r	mat <u>T</u> ools [	<u>)</u> ata <u>W</u> indow	Help					_ & ×
	🛩 🖬 🖨 🖸	X 🖤 🕺 🖻	a 🛍 ダ 🗠	• C4 • 😫	😵 Σ f	× Ž↓ Z↓		2 🚯 100%	- 2	
Aria	al	▼ 10 ▼ 1	B <i>I</i> <u>U</u> ≣		\$ %	00. 0.+ 0.+ 00. e	t≢ ·	💷 • 🔕	• <u>A</u> •	
	A5	-	= =SUN	/(A1:A4)						
	A	В	С	D	E	F	=	G	Н	
1	51	51	52	53						
2	48	96	78	51						
3	49	68	75	50						
4	45	45	76	49						
5	193	260	281	203						
5										
1										
0										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
4	▶ ▶ \Shee	<b>t1</b> / Sheet2	/ Sheet3 /				4			
Rea	ndy									NUM

Figura 7.1: Foia de calcul din Excel

Documentul care conține toate aceste foi de calcul se numește *agendă de lucru* (workbook) și reprezintă fisierul de bază cu care lucrează Excel. În partea de sus a imaginii se află bara de titlu, având în partea ei dreaptă butoanele Maximize, Minimize și Close. Dedesupt se află bara de meniuri cu opțiunile File, Edit, View ...., iar sub aceasta se află cele două bare de instrumente care pun la dispoziție o mulțime de butoane pentru executarea procedurilor obișnuite ale Excel-ului.

*O foaie de calcul reprezintă o rețea de coloane și linii*. Liniile se identifică prin numere, atașate în partea stângă a foii de calcul, iar coloanele prin litere, atașate în partea superioară a foii de calcul.

Numele foii de calcul cu care se lucrează la un moment dat, denumită și *foaie de calcul activă*, este înscris cu caractere aldine. Pentru a selecta o foaie de lucru nu trebuie decât să executați clic pe eticheta ce conține numele foii. Butoanele de derulare a etichetelor de foaie, din partea stângă a etichetelor, permit deplasarea rapidă de la o etichetă la alta.

Eile Edit View Insert Format Tools Data Window Help								
	🖻 🖨	🖨 🖪 🖤 👗 🖻 🛍 🝼 🗁 🗠 - 😫	😵 Σ	f≈ ĝ↓ X↓ 🛍	🔮 🚯 100°	% 🗕 🙎		
Arial ▼ 10 ▼ B Z U ≣ ≣ ≣ 图 \$ %, t‰ +% ∉ ∉								
	A1	MARCA						
	Α	В		С	D	Е	F 🔺	
1	MAR	NUME	SUMA		DALIM	DVAL	NRCARD	
2	1	ACHIM FLORIN		900000.00	11/13/99	11/13/99	676164000043	
3	2	AVRAM RADU		900000.00	11/13/99	11/13/99	676164000028	
4	3	BACIU FLORIN		520000.00	11/13/99	11/13/99	6761640000250	
5	4	BALEA DANIEL		650000.00	11/13/99	11/13/99	676164000025:	
6	5	BERGHIA MIRCEA		900000.00	11/13/99	11/13/99	676164000025:	
7	6	BORGHINA ILIE		900000.00	11/13/99	11/13/99	6761640000288	
8	7	BRINZAREA RODINEL		650000.00	11/13/99	11/13/99	676164000028	
9	8	CIUDIN GABRIEL		900000.00	11/13/99	11/13/99	676164000028	
10	9	COSMAN GABRIEL		650000.00	11/13/99	11/13/99	676164000024	
11	10	CRETU RAZVAN		900000.00	11/13/99	11/13/99	6761640000248	
12	11	DANCU COSMIN		900000.00	11/13/99	11/13/99	6761640000248	
13	12	DASCALU SORIN		900000.00	11/13/99	11/13/99	676164000028	
14	13	DAVID NICOLAE ALEXANDRU		900000.00	11/13/99	11/13/99	6761640000252	
15	14	ENACEANU IOAN		900000.00	11/13/99	11/13/99	676164000028	
16	15	FILEA GHEORGHE		900000.00	11/13/99	11/13/99	676164000024	
17	16	LUCA SILVIU		900000.00	11/13/99	11/13/99	373134000028	
•		mari /		•				
Rea	dv						NUM	

Figura 7.2: Foia de calcul activă

Pentru a da un nume mai sugestiv foii de calcul executați dublu clic pe eticheta sa și introduceți numele dorit în căsuța de dialog care va apărea.

La intersecția fiecărui rând cu fiecare coloană se găsește *o celulă*. Aceasta reprezintă locul unde veți introduce datele (text, numere, formule).

Pentru a vă referi la o celulă:

- din foaia de calcul activă: Precizați linia și coloana: exemplu, celula B5 este la intersecția coloanei B cu rândul 5;
- dintr-o altă foaie, dar din aceeaşi agendă de lucru: Includeți numele foii de calcul înaintea adresei celulei, separate prin semnul !. Exemplu, adresa Sheet 4A15 se referă la celula A15 din foaia de calcul Sheet 4;
- dintr-o altă agendă de lucru: Includeți numele fişierului încadrat în paranteze [], înaintea numelui foii de calcul şi a adresei celulei. Exemplu: adresa [Test.xls] Sheet2B13 se referă la celula B13 din foaia de calcul Sheet2 din agenda de lucru Test.xls.



Fiecare coloană este identificată printr-o literă sau o combinație de două litere, atribuirea făcându-se în ordine alfabetică de la stânga la dreapta iar fiecare coloană printr-un număr, atribuirea făcându-se în ordine crescătoare de sus în jos. Orice celulă din tabel poate fi identificată astfel în mod unic printr-o literă (sau două) și a unui număr, indicând coloana respectiv linia la intersecția cărora se află celula respectivă. Referirea cu două litere se face atunci când literele din alfabet se termină. În cazul în care există mai multe celule atunci acestea sunt identificate prin liste de celule, sau bloc de celule. Referirea în acest caz se face prin identificatorii celulelor, dispuse în două dintre colțurile opuse ale blocului, separați prin două puncte (':' sau '..').

Pentru exemplul nostru C2.

Chiar dacă se poate lucra simultan cu mai multe foi de calcul (sheet), la un moment dat doar una dintre ele poate fi activă, iar în cadrul acesteia o singură celulă și anume celula curentă.

**Referința** reprezintă un identificator prin care, în cadrul unei formule, poate fi desemnată o celulă. În acest fel între celule se realizează legături cu caracter permanent, în sensul că modificarea conținutului unei celule, produce automat modificări în toate celulele care fac referire la aceasta.



Dacă se modifică conținutul unei celule care există într-o relație atunci se modifică și relația. Aceste legături create în foaia de calcul, prin referințe la celule conduce la următorul mod de lucru cu aplicațiile de calcul tabelar:

- se stabilesc celulele care vor conține datele de intrare primare, acestea pot fi eventual complectate cu date de probă;
- se introduc în foaia de calcul formulele ce includ referințe la celulele cu date primare; celulele ce conțin datele de ieșire vor fi dispuse compact astfel încât să formeze unul sau mai multe tabele;
- se formatează tabelele ce includ datele de ieșire;
- se realizează reprezentări grafice pe baza datelor de ieșire.

Unei celule, coloană sau rând îi poate fi atribuit un nume dorit de către utilizator, folosind opțiunea **Name** din meniul **Insert**. Numele celulei este ales din opțiunea **Define**.

La un moment dat se poate lucra cu mai multe foi de lucru deschise concomitent. În acest caz se va face referire la celulele din mai multe foi de lucru. Fiecare celulă este referită prin numele său din foaia de lucru sau prin numele atribuit celulei.

De exemplu în celula C3 din **Sheet1** vom calcula suma a două celule **B1** denumită **Nume1** și celula **A1** din **Sheet2**:

### = Sheet1!Nume1 + Sheet2!A1

Modul în care se face referirea la celulele unei foi de calcul este în două moduri:

- o referință relativă care reprezintă o referință la o celulă a cărei adresă se calculează relativ la celula curentă;
- o referință absolută reprezintă o referință la o celulă a cărei adresă se calculează relativ la foaia de calcul, considerată reper absolut.

### Exemplu pentru referința relativă:

Se consideră celula B3 cu valoarea 456. În celula B4 se introduce valoarea =B2/2, după care se copiază celula și se face Paste în celula B5. Se observă că valoarea acestei celule devine B3/2/2 adică 114.

Referința absolută se caracterizează prin faptul că adresa se calculează considerănd ca sistem de referință foaia de calcul și nu celula care conține referința. Pentru a construi referința absolută a unei celule, în fața fiecărui element care determină linia sau coloana se introduce semnul \$: \$A\$1 sau \$B\$11 etc.
Exemplu pentru referința absolută:

Se consideră că în celula C4 avem introdusă valoarea 456. În celula C5 avem introdus: =C4/2. Prin copierea celulei C5 în celula C6 valoarea afișată în c6 este identică cu valoarea din C5

#### Exemplu:

Se dorește prezentarea informațiilor referitoare la mai mulți elevi în forma prezentată în tabloul:

A	В	С	D F	C F		
1			Trimestrul			
2		Ι	II	III	Media Anuala	
3	Ştefan	8	7	9	8	
4	Popescu	7	9	7	7.67	
5	Albu	9	6	9	8	
6	Media Trim	8	7.33	8.33	7.88	

Tabloul se poate realiza în Excel formatând fiecare celulă care aparține tabelului. Formatarea celulelor se realizează alegând opțiunea Format subopțiunea Cells sau prin alegerea opțiunii Format Cells care apare în meniul rezultat al execuției click pe dreapta în celula care se dorește a fi formatată.

Celula F3 se consideră = (C3+D3+E3)/3. Se copiază apoi celula în F4, F5, F6 valorile pentru calculul mediei fiind actualizate imediat ce au fost copiate fără a mai fi necesară modificarea lor ulterioară. La fel celula C6 este media celulelor (C3+C4+C5)/3. Dacă se copiază celula (Copy) în D6 și E6 nu mai este necesară modificarea indicilor de localizare al celulelor aceasta realizându-se automat.

Ordinea în care sunt evaluate celulele poate afecta rezultatele obținute. În general există două moduri în care se face recalcularea formulelor într-o foaie de calcul: manual și automat. Calcularea manuală se face atunci când utilizatorul acționează tasta F9, iar în cel de al doilea caz actualizarea formulelor se face automat la orice modificare din foaia de calcul, care afectează formulele pe care aceasta la conține. Actualizarea automată este varianta implicită. Modificarea modului în care se face recalcularea se face din opțiunea **Option** subopțiunea **Calculate**.

Recalcularea se face:

• în ordine naturală pe coloane;

• în ordine naturală pe linii.

Recalcularea în ordine naturală decurge astfel: înainte de a se reevalua o formulă sunt actualizate conținuturile tuturor celulelor la care aceasta face referire;

Recalcularea pe coloane conduce la actualizarea celulelor coloană după coloană, în cadrul unei coloane recalcularea făcându-se de sus în jos. Reevaluarea pe linii este asemănătoare celei pe coloane, cu deosebirea că înainte de a trece la o linie nouă sunt reevaluate toate celulele liniei curente de la stânga la dreapta.

În general programul Excel acceptă două tipuri de date: *text și valori*.Ca o regulă generală, dacă o dată introdusă nu este o valoare, atunci programul Excel o tratează ca fiind text.

**Text:** Trebuie să știți că Excel verifică fiecare dată introdusă, dacă nu este o valoare, atunci o tratează ca un text.

Valoare: O valoarea reprezintă orice fel de dată care poartă o semnificație dincolo de caracterele prin care este reprezentată, exemplu: 22 sau o dată calanderistică 23/03/1999.

Introducerea textului poate constitui nume de rânduri și de coloane (exemplu: ianuarie, februarie, reper, calcul ș.a.m.d.), titlurile unor rapoarte (Listă de cheltuieli, Bon de consum ...), identificatori de celule (capital, dobândă..), dar și texte explicative.

Trebuie știut că o celulă conține o intrare text cu o lungime de max.255 caractere, dar lățimea este implicită (este de 8 caractere). O intrare text mai lungă decât lățimea coloanei va apărea peste spațiul rezervat celulei sale.

	A	В	С	D
1	Introducer	ea textului p	oate const	itui nume
2				
3				
4				
5	This is a lc	98		

Figura 7.3: Introducere text

Puteți extinde sau restrânge coloanele și rândurile dintr-o foaie de calcul dimensiunile dorite Pentru a modifica dimensiunile rândurilor sau a coloanelor, utilizați din meniul Format comenzile **Column și Row** sau mouse-ul.

Pentru ca datele să fie corecte trebuie introduse doar caractere numerice.

De exemplu, dacă la intrare veți folosi și caractere și cifre va rezulta o intrare text. Dacă ați tastat B-dul Victoriei 31, Excel va interpreta aceasta ca pe o intrare text.

Aveți posibilitatea să includeți și caractere nenumerice într-o intrare numerică. Puteți precede numărul cu un simbol monetar, cum ar fi \$ sau puteți include un separator pentru mii, cum ar fi virgulă, iar Excel va ști precis cum să procedeze cu aceste caractere.

<u>Exemplu</u> dacă tastați semnul procent (%) la sfârșitul unui număr, Excel va împărți numărul la 100 și îl va transforma în procente.

Spre deosebire de o intrare text lungă, o intrare numerică care are prea multe cifre pentru a încăpea în spațiul dat de lățimea celulei sale *nu se afişează peste celulele adiacente*. <u>Exemplu</u> numărul 1310150317 introdus în celula A1 va fi afișat sub forma 1.31E+09. Excel a ales formatul Scientific pentru afișarea acestui număr, ceea ce îi permite să încadreze numărul în lățimea coloanei respective.

Aria	I	▼ 10 ▼	B I	U		
	A1	<b>•</b>	=	1310	150317	
	A	В		С	D	
1	1.31E+09					
2						

Figura 7.4: Introducere numere

Dacă lățimea unei coloane nu permite afișarea unui număr, atunci Excel va afișa în locul numărului doar un șir de diezi #.

	B:	1 🔽	
	Α	В	С
1	###		
2			

Figura 7.5: Stabilirea lățimii de afișare

Datele dintr-o formulă pot fi numere, valori text, funcții cărora le adăugați operatori matematici. Acești operatori sunt: + pentru adunare, - pentru scădere, \* pentru înmulțire, / pentru împărțire. Excel evaluează rapid formulele ce sunt introduse și afișează rezultatul pe ecran.

Şirul de caractere este de fapt o formulă al cărui rezultat este o valoare text. Puteți realiza și concatenarea unor valori text în cadrul unor formule. Pentru a crea o valoare text, încadrați între ghilimele conținutul acesteia și dați-i semnificație de formulă, precedând-o cu un semn de egalitate, astfel:

="Aceasta este o valoare text"

Pentru a concatena această valoare cu alta, se folosește operatorul de concatenare (&), astfel:

=" Aceasta este o valoare text"&"și aceasta la fel"

In Excel aveți posibilitatea de a introduce date calenderistice și ore în ce fel vă convine, de exemplu:

2000, 21 Martie

În general va trebui să optați pentru un stil de introducere a datei calenderistice și a orei pe care să-l recunoască Excel.

În figura de mai jos este prezentat aplicarea unui format de dată calenderistică prin intermediul casetei de dialog asociată opțiuni *Format*, **Cells**.

Format Ce	lls					?	×
Format Ce Number Category: General Number Currency Accountir Date Time Percentag Fraction Scientific Text	Alignment Alignment	Font Sam; Type: 3/4/9 03/04 4-Mar 04-Mar 04-Mar 04-Mar	Border ble /97 /97 97 ar-97	Patterns	Protection	?	×
Special Custom Date forma Time form	ats display dat ats to display	Mars March e and time just the tin	97 n-97 e serial num ne portion.	nbers as date	values. Us	e	

Figura 7.6: Format dată

Caseta de dialog Format Cells este folosită pentru a schimba aspectul unei celule sau al unui domeniu de celule, dar și cele mai utilizate opțiuni pentru afișare.

In continuare vă sunt prezentate pe scurt cele șase categori de opțiuni de prezentare:

- Number (Număr) comunicați programului Excel câte zecimale vreți să fie afișate pentru fiecare număr dintr-o anumită celulă, dacă trebuie să utilizeze simboluri pentru valută sau pentru procent.
- Alignment (Aliniere) transmite programului Excel modul în care vreți să fie aliniate celulele.

- Font sunt definite dimensiunea, forma, grosimea și culoarea fiecărui caracter din celula. Fonturile sunt măsurate în puncte (points).
- Border (Chernar) vă permite să desenați linii și chenare în jurul celulelor, dar și pentru a separa anumite secțiuni din foaia de calcul.
- Patters (Modele) pentru a adăuga culori și umbre unei secțiuni a foii de calcul (cum ar fi titlul sau totaluri)
- Protection (Protecție) vă permite să adăugați o protecție care împiedică pe oricine să modifice conținutul unei celule.

După ce ați introdus un număr și apasați tasta R, programul Excel vă oferă o serie de posibilități de afișare. Pentru aceasta selectați opțiunea Number și alegeți o categorie din lista din stânga; apoi selectați un format din lista din dreapta și priviți.

In tabelul de mai jos vă sunt prezentate cele mai folosite formate pentru afișarea numerelor.

Formatul	Tipuri de date pe care le puteți insera	Cum vor fi afişate numerele
General	Puteti introduce orice număr format din cât mai multe cifre	-17,5; 34; 34587
Number sau Accounting	Când a aveți de adăugat cifre într-un raport de pierderi sau profituri	34.145 \$34.789
Currency	Dolari și centi	\$34.731,00
Percentage	Procente. Introduceți un număr 9 și pe ecran va apărea 900%	34%; 17,4%
Data and Time	Date calenderistice și ore	2/1/00 08-apr-00 10:05:45 AM
Custom	Dacă aveți nevoie de un anumit format puteți să-l creati	
Fraction	Pentru a converti automat o fracție introduceți la început 0 și un spatiu fracția	0 5/8 – Excel va memora corect nu- mărul 0,625
Scientific	Excel o folosește când introduceți un număr format din mai multe cifre decât poate afișa.	1,03E-04

Cu ajutorul facilităților programului Excel, de verificare a corectitudinii conținutului datelor, scrierea datelor în interiorul foilor de calcul se face la fel ca și în cazul documentelor create cu Word.

Excel vă oferă două modalități de a corecta greșelile de scriere:

- Folosiți opțiunea *Tools*, Spelling pentru a afla toate greșelile din agenda de lucru activă. Dacă nu exită greșeli de scriere, se va afișa o casetă de dialog care semnalizează faptul că verificarea corectitudinii scrierii s-a încheiat.
- Apelați la AutoCorrect, care corectează în mod automat greșelile.

Dacă Excel găsește un cuvânt greșit (sau este conținut în dicționarul programului de verificare), se afișează tot o casetă de dialog în care apare cuvântul greșit și sugestiile pentru a-l putea corecta.

# **()**

În realizarea desenelor de ansamblu utilizând CATIA v5 este necesar să se realizeze scrierea componentelor ansamblului după regulile stabilite de standarde ISO se realizează așa numitul tabel de componență. Tabelul de componență trebuie să cuprindă:

numărul de poziție în ordine crescândă de jos în sus a componentelor ansamblului;

- denumirea fiecărei piese a ansamblului;
- numărul desenului piesei componente a ansamblului;
- numărul de bucăți;
- denumirea materialului din care se execută piesa poziționată pe desen;

□ date suplimentare: dimensiuni ale semifabricatului, numărul modelului pentru piese turnate, numărul matriței etc.;

nasa netă a unei piese sau masa netă pentru tot ansamblul.

Acest tabel de componență se poate realiza în Excel și apoi aduce în desenul de ansamblu din CATIA v5.

# **(i)**

Tabelul 7.1.

d <sub>1</sub>	$l_1$	d <sub>2</sub>	$l_2$	$l_4$	t
6	7	4	6	4	0.02
8	10	6	9	6	0.02
10	10	6	9	6	0.02
12	10	6	9	6	0.02
16	15	12	18	9	0.04

#### Modelarea și simularea produselor și proceselor tehnologice de fabricatie

O altă aplicație în care se utilizează programul Excel este cel în care se definesc componente normalizate sau standardizate și se modelează parametrizat aceste repere. Este vorba de posibilitatea scrierii tabelelor cu valorile geometrice ale reperelor în Excel, iar desenul de execuție este realizat cu cotele literale, obținându-se desenul de execuție funcție de necesitățile proiectantului, tabelul 7.1.

Pentru desenul de ansamblu al dispozitivului de frezat de la lucrarea 6, Disp\_1.CATPart, să se realizeze în Excel tabelul de componență și apoi să se importe în desenul de ansamblu în CATIA v5.



## 4. Concluzii

Aplicația este utilă în realizarea și definirea elementelor de text și numerice în Excel și importul lor în diferite sesiuni de lucru în CATIA v5. Elementele prezentate în lucrare sunt utile și in modelarea parametrizată a componentelor standardizate și normalizate.



**Optimizarea constructiv-funcțională** 

<u>în CATIA v5</u> <u>utilizând metoda elementelor finite</u>

### I. Obiectivul lucrării

Versiunea CATIA v5 – Analiza stucturală a produsului (Generative Part Structural Analysis) și Analiza stucturală a ansamblului - produs (Generative Assembly Structural Analysis) vă permite să faceți rapid analiza mecanică pentru part-urile desenate în 3D.

Lucrarea de față are ca scop prezentarea etapelor necesare a fi parcurse pentru a verifica un produs modelat în Part Design dacă corespunde din punct de vedere constructivfuncțional cu cerințele tehnice ale proiectantului.

#### 🛛 2. Elemente teoretice ale lucrării

Ca un produs accesibil, Versiunea CATIA v5 – Analiza stucturală a part-ului produs (Generative Part Structural Analysis) poate fi folosit în mod cooperant cu alte produse curent sau viitoare ale versiunii CATIA v5 cum ar fi CATIA - Part Design, CATIA -Assembly Design și CATIA - Generative Drafting. Portofoliul cel mai larg al aplicației în industrie este de asemenea accesibil prin legături cu soluțiile versiunii CATIA v4 permițând susținerea procesului de dezvoltare a întregului produs de la conceptul inițial până la executarea produsului finit.

Produsul *CATIA - Generative Assembly Structural Analysis* a fost proiectat ca o extensie utilă a *CATIA - Generative Part Structural Analysis* permiţând studiul comportamentului mecanic a întregului ansamblu. Acest produs este total inclus în produsul

*Generative Part Structural Analysis* și a fost conceput după aceleași concepte "ușor de învățat" creând apoi un instrument de lucru puternic.

Aceste module din meniul contextual *Analysis* & *Simulation* cu cele două părți: *Modal Analysis și Strees analysis* aplică metoda elementelor finite - **MEF**.

 $\odot$ 

Această aplicație este destinată utilizatorului curent. Întradevăr, interfața intuitivă oferă posibilitatea să obțineți informații de natură mecanică cu foarte puține interacțiuni cu programul. Cutiile de dialog sunt explicative și practic nu necesită nici o metodologie, toți pașii ce urmează a fi parcurși fiind comunicați.

Sunt elemente folosite în premodelarea constructiv-funcțională a unui reper, ca în exemplul din figura 8.1., unde se poate distinge starea de încărcare a reperului funcție de condițiile concrete de funcționare.



Figura 8.1: Optimizarea constructiv-funcțională aplicând MEF



Figura 8.2: Etapele privind optimizarea constructiv-funcțională aplicând MEF

În figura 8.2. sunt prezentate etapele generale de parcurs în optimizarea constructivfuncțională aplicând metoda elementelor finite.

În metoda elementelor finite ca punct de plecare se utilizează un model integral al fenomenului de studiat. Acest model poate fi obtinuț în mod direct prin calcul, sau poate fi derivat din modelul diferențial corespunzător cu ajutorul calculului variațional sau al metodei rezidurilor ponderate. Spre deosebire de metoda diferențelor finite, aceasta metodă se bazeză pe aproximarea locală sau subdomenii a variabilelor de câmp.

Datorită folosirii unui model integral ca bază de plecare, și a unor seturi de funcții continue pe porțiuni, metoda elementelor finite nu mai este condiționată de existența unei rețele rectangulare. Cu ajutorul ei se pot discretiza practic corpuri geometrice oarecare.

Datele de intrare sunt cele ce țin de informațiile constructive și tehologice funcție de condițiile in care va funcționa reperul, cu alte cuvinte sunt variantele tipodimensionale de repere din baza de date, precum și baza de metode ce conține programe de optimizare, de calcule inginerești. Din această bază de date se extrag variantele constructive pentru care se realizează analiza prin metoda elementelor finit.

O ipoteză de material foarte importantă este acea de a considera corpul analizat ca pe un mediu continuu. Acest mediu îl considerăm omogen local, în sensul că admiterea unor neomogenități de material se poate face numai până la nivelul unui element finit.

Deci unele elemente finite pot avea proprietăți fizice diferite de elementele vecine. În cazul materialelor termoizolante, care au de obicei incluziuni de aer se consideră că domeniu de analiză este constituit dintr-un singur material, omogen, cu proprietăți fizice medii obținute din cele ale elementelor constituite.

Referitor la regimul funcțional considerat, ipotezele de lucru conduc la două clase mari de probleme: statice si dinamice în cazul materialelor solide, sau staționare și tranzitorii în cazul mediilor fluide.

Procesul de discretizare al domeniului de analiza are ca suport fizic posibilitatea descompunerii corpului analizat în elementele sale componente. Într-o primă fază procesul de discretizare conduce la transformarea domeniului de analiză într-un ansamblu de element finit. Urmează apoi numerotarea elementelor finite, a nodurilor și stabilirea matricelor de conexiuni.

Atunci când reperele au o complexitate ridicată faza de discretizare este precedată de o împărțire a domeniului de analiză pe subdomenii și pe subcorpuri. Procedeul este folosit în mod curent la generarea automată a rețelelor de elemente finite, în cadrul sistemelor de propagare destinate cercetării și proiectării asistate de calculator.

Modelarea produsului costă în descrierea unui obiect nu numai din punct de vedere pur geometric, ci și în funcție de un oarecare număr de caracteristici, fie funcționale, fie legate de fabricația sa etc. Un model de produs conține deci:

- informații geometrice, care pot corespunde cu ceea ce se manipulează în modelele de solide;

 - informații tehnologice, de exemplu operații de prelucrare (strunjire, găurire, frezare, filetare, tarodare) care dau o informație mai completă asupra întregii forme geometrice sau a unei părți a acesteia;

- informații de precizie, care explicitează toleranțele de fabricație în raport cu forma ideală;

- informații materiale, care dau tipul de material și proprietățile sale;

- informații administrative, care ușurează gestiunea obiectului (referința, furnizori, existența în stoc).

Optimizarea ține seama atât de elementele constructive, cât și de elemente tehnologice necesare în concepția produselor. Ea are ca efect realizarea unor repere optime din punct de vedere constructiv (formă, rezistență), cu economii de material și cu tehnologicitate ridicată.

Formele și dimensiunile modificate (optimizate) sunt stocate în baza de date grafice. Desenele stocate în baza de date sunt parametrizate, astfel ca la fiecare modificare de cote în procesul de optimizare să se poată realiza automat desenul de execuție al reperului respectiv.

Baza de date creată este utilizată atât în faza de proiectare-reproiectare cât și în faza de concepție a proceselor tehnologice de prelucrare.

Important pentru integrarea concepției constructive asistate într-un sistem CIM este găsirea posibilităților de prelucrare electronică a informațiilor din acest domeniu către concepția tehnologică asistată și fabricația asistată.

De aceea este necesară crearea unei baze de date ce conține elementele constructive obținute în urma procesului de optimizare, dar în același timp și informații de natură tehnologică, ce sunt folosite mai departe pentru integrarea prin fluxul informațional.

117

## **3. Elemente practice ale lucrării**

Pentru a se determina tensiunile și deformațiile unei piese, cu ajutorul programului de elemente finite inclus în programul de proiectare asistată CATIA, se va parcurge un anumit traseu de lucru. Astfel, pentru exemplificare s-a ales un arbore tubular, piesă componentă a transmisiei cardanice, care fiind solicitat de un moment de torsiune de o anumită valoare (în funcție de tipul și dimensiunile arborelui) prezintă anumite zone periculoase.

Se încarcă modelul CATPart-ul ales pentru analiză în programul CATIA. După ce a fost încărcat PART-ul acestuia i se va atribui un material care va fi ales din biblioteca de

materiale, prin apăsarea butonului *Apply Material* După ce a fost selectat materialul dorit din biblioteca de materiale, prin apăsarea butoanelor din partea superioară a ferestrei *Library*, se va selecta piesa și se va apăsa butonul *Apply Material*, figura 8.3.



Figura 8.3: Selectarea materialului pentru piesa supusă verificării

În structura arborescentă se va marca faptul că piesei i s-a atribuit un material, precum și tipul materialului ales.

După ce a fost încărcat materialul corespunzător piesei se va apăsa butonul de START, apoi Analysis&Simulation și Stress Analysis, figura 8.4.



Figura 8.4: Deschiderea sesiunii de lucru Stress Analysis

Fișierul de analiză creat în acest moment va avea extensia NUME.CATAnalysis și se va comporta ca atare. În cazul în care dorim să modificăm part-ul piesă pe care l-am construit anterior se va da dublu-clic pe PartBody, revenindu-se în modul de lucru PART.

Din caracteristicile funcționale ale piesei se va alege tipul și valoarea solicitării piesei urmând ca aceasta să se aplice pe piesă. Astfel, pentru arborele tubular al transmisiei cardanice se consideră că solicitarea principală la care este solicitată această piesă este

torsiunea, urmând să se aplice un moment de torsiune Moment pe furca arborelui, figura 8.5.

Valoarea momentului de torsiune va putea fi scrisă în căsuța de dialog care apare la apăsarea butonului *Moment*. Momentul de torsiune poate fi orientat după cele trei axe (Moment 1, 2 sau 3) și mai poate fi orientat într-un sens sau altul adăugând semnul negativ la valoarea momentului de torsiune din căsuța da dialog *Moment*.



Figura 8.5: Precizarea momentului la care este supus reperul verificat

Arborele cardanic se consideră încastrat la partea opusă furcii, aplicându-se constrângerea *Clamp*, aceasta observându-se în figura 8.6. Constrângerea *Clamp* se va activa numai după ce a fost selectată suprafața pe care urmează să se aplice.



Figura 8.6: Aplicarea constrângerilor

Cele trei axe ale sistemului de referință sunt marcate în cutia de dialog, acestea permițându-ne realizarea unei translații ale punctului respectiv de o anumită valoare marcată aici.

Pentru ca arborele să se poată roti în jurul axei sale este nevoie de un reazem care să

permită aceasta, aceasta realizându-se cu ajutorul constrângerii *Slider* , evident după ce s-a selectat suprafața pe care dorim să aplicăm această constrâgere. Se poate modifica din interiorul cutiei de dialog valoarea cu care punctul se poate deplasa pe una din cele trei axe. Pentru arbore s-a selectat suprafața circulară din apropierea furcii, figura 8.7.



Figura 8.7: Selectarea constrângerilor de translație

În funcție de forma piesei și tipul solicitării se vor alege constrângerile și solicitările corespunzătoare din meniu.

Pentru ca piesa să poată fi analizată în scopul determinării tensiunilor și deformațiilor este nevoie de o împărțire a acesteia într-un anumit număr de elemente, aceasta realizânduse cu ajutorul comenzii *Mash Size*. Dacă nu se dă valoarea necesară acestui parametru programul își alege o valoare pe care o are setată. După ce s-a marcat butornul *Mash Size*, va apărea o cutie de dialog cu ajutorul căruia avem posibilitatea de a mări sau micșora dimensiunea elementelor în care s-a împărțit piesa, figura 8.8. Se vor selecta părțile din piesă pe care le dorim să le discretizăm, acestea fiind marcate cu ajutorul unor prisme.



Figura 8.8: Stabilirea datelor inițiale privind discretizarea modelului

Toate aceste constrângeri și solicitări vor fi trecute în structura arborescentă, permițându-ne modificarea sau ștergerea acestora, figura 8.9.



Figura 8.9: Structura arborescentă

#### Modelarea și simularea produselor și proceselor tehnologice de fabricatie

Dacă se apasă butonul *Mesh* se va observa modul în care piesa a fost împărțită, iar din cutia de dialog se va putea citi numărul de noduri și numărul de elemente în care a fost împărțită piesa aleasă pentru analiză, figura 8.10.



Figura 8.10: Discretizarea în elemenete finite



După ce s-a realizat această discretizare se va apăsa butonul *Compute* compute, care permite afișarea tensiunilor și deformațiilor din piesă. În cazul în care există o anumită problemă la realizarea part-ului sau la realizarea constrângerilor va apărea un mesaj de eroare în căsuța de dialog *Compute*, figura 8.11. De exemplu, acest mesaj ne anunță că piesei nu i s-a atribuit nici un material din biblioteca de materiale.

Compute 📃 🗆 🗙	Compute _ 🗆 🗙
Define material on the part	OK to compute stress
High precision More>>	High precision More>>
Cancel	Cancel

Figura 8.11: Compute (1)



După ce a apărut mesajul că piesa este pregătită pentru analiză, figura 8.12. programul de elemente finite rezolvă sistemul de ecuații rezultat și afișează rezultatele.



Figura 8.13: Afișarea rezultatelor

Programul de element finit poate fi activat și dacă se apasă unul din butoanele Mises

💁 , Displacements 🔤 sau Principal Stress 陸 .

Programul permite calcularea și afișarea tensiunilor Von Mises din piesă, figura 8.13. sub formă de câmpuri de culori, de la roșu la albastru, roșu intens însemnând zona cea mai solicitată din piesă, iar albastru zona mai puțin solicitată.

Dacă se dorește aflarea valorii tensiunii într-o anumită zonă a piesei se va deplasa mouse-ul în zona respectivă, automat afişându-se aceste valori, figura 8.14.



Figura 8.14: Afişarea datelor pentru punctul selectat cu mouse-ul

Marcând butonul *Show convergence* din căsuța de dialog *Mises* se pot observa variații ale tensiunilor și deformațiilor din piesă, figura 8.15.



Figura 8.15: Afișarea sub diferite moduri a rezultatelor obținute

Dacă se marchează butonul *Cutting plane* se va realiza o secțiune prin piesă, printr-o zonă oarecare, secțiunea fiind deplasată prin rotirea punctului compasului C marcat în centrul piesei, figura 8.16.



Figura 8.16: Selectarea unui plan de tăiere

Dacă se dorește să se observe modul cum se deplasează piesa sub acțiunea forțelor ce o solicită se modifică poziția cursorului *Amplify* de la minim la maxim, figura 8.17.



Figura 8.17: Vizualizare dinamică (animație) a rezultatelor obținute

Prin apăsarea butonului *Displacements* pe piesă vor fi afișate zonele cu deplasări mai mari sau mai mici în funcție de solicitări, figura 8.18.



Figura 8. 18: Vizualizarea deplasărilor

Se observă că se pot afișa deplasările după axe, suprafețe sau pe volum, dacă se selectează din cutia de dialog. De asemenea deplasările se pot afișa și sub forma unor săgeți și se pot face secțiuni prin piesă.

Tensiunile principale din piesă pot fi afișate la apăsarea butonului *Principal stress*, care de asemenea permite observarea tensiunilor principale după cum se marchează din căsuța de dialog, figura 8.19.



Figura 8.19: Tensiunile principale obținute

Pentru reperul - "furcă cu gât", din figura 8.20. să se realizeze verificarea și optimizarea constructiv-funcțională prin metoda elementelor finite utilizând sesiunea Stress Analysis din CATIA v5. Fișierul cu modelul reperului este salvat pe calculator sub denumirea furca\_gat.CATPart.

Date de intrare:

- material: *oţel*
- analiză la momentul de torsiune  $M_t = 1000 N x mm$  cu fixare pe flanșă



Figura 8.20: Optimizarea reperului furcă cu gât



### 4. Concluzii

Aplicația este o etapă importantă din fluxul informațional într-un sistem integrat de producție-CIM și este utilizată în toate cazurile când se aplică metode CAE-Computer Aided Engineering, metode de verificare și optimizare asistată de calculator a produselor.



Prelucrarea asistată de calculator

pe mașini-unelte cu comandă numerică - MUCN

### I. Obiectivul lucrării

Acesată lucrare este prima dintr-o serie de cinci aplicații care urmăresc prelucrarea unui produs modelat în CATIA v5 pe mașini-unelte cu comandă numerică-MUCN. Pentru această prelucrare este necesar să se fixeze elementele teoretice principale privind programarea acestor mașini, elemente ce țin de: originea mașinii, originea piesei, date tehnologice, corecții de sculă, postprocesare. Această lucrare vă prezintă principalele date privind mașinile-unelte cu comandă numerică și modul de prelucrare asistată cu aceste mașini-unelte.

#### ] 2. Elemente teoretice ale lucrării

După apariția mașinilor-unelte cu comandă numerică evoluțiile au fost în principal legate de dezvoltarea într-un ritm accelerat a tehnicii de calcul, a centrelor de prelucrare, a sistemelor DNC (Direct Numeric Control), a senzorilor, a tehnicilor de modelare geometrică și procesare grafică a datelor, a simulării, a stațiilor CAD/CAM, a sistemelor și tehnicilor de diagnosticare, a limbajelor de programare de înalt nivel, a inteligenței artificiale. Odată cu apariția sistemelor flexibile de fabricație (SFF), numărul obiectivelor urmărite pentru a fi optimizate a crescut.

*CAM - Computer Aided Manufacturing (Fabricația Asistată de Calculator)* este un termen care nu are o consistență clară. Unii folosesc termenul pentru a defini prelucrarea asistată de calculator, alții includ în CAM funcțiile de control ale producției. Cel mai adesea, CAM desemnează asistarea cu calculatorul a procesului de fabricație. În esența sa, aceasta presupune elaborarea programelor NC, a tehnologiilor de prelucrare și de montaj.

Funcțiile sistemului CAM sunt:

- $\Rightarrow$  comanda fabricației și a atelierelor de fabricație;
- $\Rightarrow$  comanda posturilor de lucru;
- $\Rightarrow$  comanda fluxurilor de materiale;
- $\Rightarrow$  comanda magaziilor și a transportului;
- $\Rightarrow$  comanda procesului de prelucrare.

și necesită baze de date care conțin informații despre:

- \* contracte de fabricație;
- \* capacități de producție;
- \* fluxuri de materiale;
- \* mijloace de producție;
- \* situația magaziilor și a transportului;
- \* contracte de service.

Unul dintre cele mai utilizate mașini-unelte cu comandă numerică în prelucrarea produselor este MAȘINA DE FREZAT CU NC. Mașina de frezat cu NC este formată în general dintr-o mașină-unealtă clasică de frezat, figura 9.1., la care este atașat echipamentul numeric și celelalte module aferente.



Figura 9.1: Componentele unei mașini de frezat cu NC

Componentele principale ale unei mașini de frazat cu comandă numerică sunt:

- o mașina de frezat
- o echipamentul de comandă numerică
- o motoare pas cu pas
- o magazin de scule
- o rigle optice pentru deplasări
- $\circ$  calculator

În cazul unor procese tehnologice simple, cuprinzând repere cu geometrie mai simplă se utilizează programarea manuală a mașinii-unelte de frezat cu NC. Introducerea datelor se face de la tastatura echipamentului.

În cazul proceselor tehnologice complexe, necesitând un mare număr de informații este necesară programarea asistată de calculator a mașinii-unelte de frezat cu NC.

Pentru a programa deplasările și rotirile elementelor mașnii-unelte după diferite direcții este necesar să se raporteze cotele piesei din desenul de execuție la un sistem de axe de coordonate. Identificarea axelor de deplasare nu se face la întâmplare, ci prin simboluri precizate de recomandările ISO. Conform acestu standard există un sistem de axe de coordonate ale mașinii-unelte când axele corespund deplasărilor sculei, și sistemul de axe de coordonate al piesei, la care axele de coordonate se referă la deplasările executate de elementul pe care se fixează piesa.

Ð

Este important de precizat că fiecare axă de deplasare are un semn + sau un semn dat de sensul de deplasare. Sistemul de axe de coordonate la maşina de frezat cu NC este dat de un triedru rectangular drept sau de regula mâinii drepte, figura 9.2.



Figura 9.2: Regula mâinii drepte pentru determinarea sensului axelor

Funcție de construcția mașinii-unelte de frezat cu NC se pot defini axele de coordonate ale mașinii, figura 9.3. prezentând câteva dintre posibilitățile constructive și sistemul de axe de coordonate atașat tipului constructiv de mașină.

Fără să fie o regulă generală, dar totuși des întâlnit în practică se înțelege prin:

- axa X a mașinii axa de deplasare longitudinală a mesei mașinii
- axa Y a mașinii axa de deplasare transversală a mesei mașinii (sau a arborelui port sculă)
- axa Z a mașinii axa de deplasare pe verticală a arborelui principal (port sculă) sau a mesei.

În practică aceste mașini-unelte cu NC sunt întâlnite în două sisteme distincte:

- sistemul CNC, adică o comandă numerică simplă cu un program rigid de comandă
- sistemul DNC, adică o comandă numerică directă, adaptivă.

Sistemul de comandă numerică directă DNC se definește ca un sistem de conducere adaptivă centralizată prin calculator a unui grup de mașini-unelte cu NC. Sistemele DNC folosesc calculatoare de mare capacitate, datorită căreia ele asigură, pe lângă conducerea mașini-unelte, realizarea și altor sarcini de organizare și planificare a întregului proces de fabricație, prin coordonarea și automatizarea transferului de informații între toate sectoarele de producție.



Figura 9.3: Axele de coordonate ale diferitelor mașinilor de frezat cu NC

Atunci când este necesar să se realizeze o prelucrare de reper complex este necesar să se țină seama de toate elementele din procesul de programare asistată a MUCN (mașinăunealtă cu comandă numerică), figura 9.4:

- Deprogramul de definiri geometrice procesorul geometric
- definirile tehnologice specifice prelucrării avans, turații, scule așchietoare
- programul de transformare a definirilor geometrice în limbajul maşinii-unelte postprocesorul
- operatorul de pe maşina-unealtă
- □ programatorul
- tehnologul de proces tehnologic



Figura 9.4: Elementele care participă la realizarea unei prelucrări asistate pe o mașină de frezat cu NC

Atunci când se discută despre programarea mașinii de frezat cu NC trebuie să se aibă în vedere două elemente importante:

- originea mașinii-unelte, O<sub>MUCN</sub>
- originea piesei de prelucrat, O<sub>P</sub>, figura 9.5.



Figura 9.5: Originea mașinii-unelte cu NC și originea piesei de prelucrat

 $\odot$ 

Originea mașinii-unelte este realizată din construcție și se referă la punctul de 0 pe cele trei axele, adică punctul unde x=0, y=0 și z=0. Este punctul în care la pornirea mașinii-unelte se ia referința pe cele trei direcții.

Originea piesei de prelucrat, se ia de către programator astfel încât definirea geometrică a reperului să fie posibilă și ușor de realizat. Această origine a piesei se introduce în echipamentul mașinii-unelte în instrucțiunea G54, G55, G56 sau G57 (funcție și de echipamentul mașinii).

Echipamentul mașinii realizează diferența dintre cele două origini astfel încât prelucrarea să se facă după traseul (traiectoria) specificată de programul NC.

Pentru programarea unei mașini de frezat cu NC este nevoie să fie combinate elementele geometrice ale reperului, realizate prin instrucțiunile geometrice G, instrucțiunile tehnologice, realizate de scule - T(tool), avans - F(feed), turația arborelui principal - S(speed) și de instrucțiunile auxiliare realizate prin instrucțiunile M.

Instrucțiunile geometrice G sunt standardizate ISO, dar ele pot diferi ca utilizare de la un echipament la altul, ele se referă la posibilitatea realizării unor mișcări de interpolare liniară (G01), interpolare circulară (G02, G03) sau alte instrucțiuni specifice prelucrării reperului, figura 9.6.



Figura 9.6: Instrucțiunile geometrice G

Atunci când se vorbește despre sculele așchietoare utilizate în prelucrarea asistată pe MUCN, scule codificate cu T este necesar să se definească două elemente importante:

- $\Box$  corecția de rază a sculei, C<sub>R</sub>, figura 9.7.
- $\Box$  corecția de lungime a sculei, C<sub>L</sub>, figura 9.8.



 $C_R$ =diam. Sc / 2 +  $a_f$  $a_f$  - adaos de finisare

Figura 9.7: Corecția de rază



Figura 9.8: Corecția de lungime

Există astăzi numeroase pachete de programe care permit elaborarea automată a programelor de prelucrare pentru mașinile de frezat cu NC. Ele fac legătura electronică între compartimentele de proiectare, de planificare a proceselor și de fabricație acestea sprijină utilzatorul în toate fazele programării NC prin intermediul unor tehnici de lucru confortabile și a unei interfețe utilizator grafic-interactive comandată prin meniuri.

Programele sunt astfel concepute încât se pot integra într-un sistem CAM sau pot funcționa independent. Prelucrarea datelor geometrice se efectuează grafic interactiv prin tehnici de proceduri NC sau cu ajutorul intefeței CAD. Nucleul pachetului de programe este reprezentat de un procesor care are sarcina de a transforma secvențele de lucru în fișiere tehnologice pentru MUCN.

Avantajele utilizării mașnilor de frezat cu NC față de cele clasice sunt evidente, ele fiind prezentate sugestiv și în figura 9.9.



Figura 9.9: Avantajele MUCN față de mașinile-unelte clasice

In cadrul sistemului CAM se află **FMS - Flexible Manufacturing System (Sistemul Flexibil de Fabricație).** Acesta se definește diferit de la o țară la alta, dar în esență este o unitate de producție capabilă de a fabrica o gamă (familie) de produse discrete cu o intervenție manuală minimă. El cuprinde posturi de lucru echipate cu capacități de producție (mașini-unelte cu comandă numerică sau alte utilaje de asamblare sau tratament) legate printr-un sistem de manipulare a materialelor, în scopul deplasării pieselor de la un post de lucru la altul, funcționînd ca un sistem integrat cu comandă complet programabilă, figura 9.10.



Figura 9.10: Sistem flexibil de fabricație-SFF

Prelucrarea asistată pe mașinile-unelte cu comandă numerică - MUCN este partea cea mai importantă a integrării modului CAM în sistemul de producție. Comanda numerică a mașinilor-unelte este metoda automată de comandă prin care diferitele informații necesare prelucrării pieselor sunt înregistrate codificat numeric (sau alfanumeric) pe un suport de informații adecvat.Pentru realizarea unui program NC este necesară parcurgerea celor trei etape principale, printr-un flux informațional, etape definite ca: procesor geometric, postprocesor și definiri tehnologice. Dezvoltarea modulelor corespunzătoare acestor etape, realizate ca etape intermediare în integrarea prelucrării pe MUCN în fluxul informațional al sistemului integrat de producție a condus în final la realizarea unui sistem DNC de prelucrare asistată a reperelor complexe. În figura 9.11. sunt prezentate etapele realizate cu comandă numerică a unui produs.



Figura 9.11: Elaborarea structurată a programelor pentru prelucrarea asistată pe MUCN

Elementul principal în realizarea prelucrării pe MUCN este legătura dintre calculator și echipamentul NC printr-o interfața hard și soft, figura 9.12.



Figura 9.12: Cuplarea ON-LINE calculator-echipament NC

Aplicațiile care vor fi realizate în continuare sunt axate pe cele două mașini-unelte cu comandă numerice didactice aflate în laboratoarele catedrei TCM: centrul de frezare didactic cu NC - CPM 4030 și strungul didactic cu NC.

Pentru strungurile cu comandă numerică sistemul de axe este diferit: axa Oz este axa principală, axa longitudinală a strungului, iar Ox axa perpendiculară pe cea longitudinală, figura 9.13.



Figura 9.13: Sistemul de axe la un strung cu NC

Programul NC care este obținut din modulul postprocesor este transmis echipamentului mașinii și prin elementele sale: instrucțiuni geometrice, instrucțiuni tehnologice și instrucțiuni auxiliare, poate genera traseul sculelor așchietoare, deci prelucrarea produsului pe mașină, figura 9.14. Programul poate fi sub forma unui fișier sursa de tip APT sau un program sub formă de cod mașină.

 $\odot$ 

🗑 levier.aptsource - WordPad
File Edit View Insert Format Help
\$\$
\$\$ Generated on 11 octombrie 2001 18:53:03
\$\$
\$\$ Manufacturing Program.1
<pre>\$\$ Part Operation.1</pre>
\$\$*CATIAO
\$\$ Manufacturing Program.1
\$\$ 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000
\$\$ 0.00000 1.00000 0.00000 0.00000
COOLNE (ON
CUTCON/OFF
DEDINT OFF
Start generation of : Tool Change 4
\$\$ TOOLCHANGEBEGINNING
RAPTD
GOTO/ 0.00000. 0.00000. 100.00000
CUTTER/ 8.000000, 0.500000, 3.500000, 0.500000, 0.000000
, 0.000000, 100.000000
TOOLNO/1, 8.000000
TPRINT/T1 End Mill D 10
LOADTL/1
\$\$ End of generation of : Tool Change.4
PPRINT OPERATION NAME : Profile Contouring.2
\$\$ Start generation of : Profile Contouring.2
TLAXIS/ 0.000000, 0.000000, 1.000000
FEDRAT/ 1000.0000, MMPM
SPINDL/ 70.0000, RPM, CLW
GOTO/ -19.49423, 32.42541, 0.00000
AUTOPS
TION COEND//CIDCLE/ 91 41012 135 41221 0 00000 4
1000,007007(CIRCLE) = 01.41012, -135.41231, 0.00000,0 = 105.83450(0.001010,0.0010) = 135.41231, 0.00000,0 = 0.0000,0 = 0.0000,0 0000,0000,
37.53114. 55.44319. 0.00000)

Figura 9.14: Programul sursă în limbaj APT
După realizarea programului NC înaintea trecerii la prelucrarea efectivă a produsului este necesar să se realizeze o verificare a programului prin simularea grafică 3D a prelucrării, figura 9.15.



Figura 9.15: Simularea grafică 3D a prelucrării (frezare și strunjire)

## **3. Elemente practice ale lucrării**

Pentru fixarea elementelor teoretice precizate se supun atenției câteva aplicații ale prelucrării asistate pe mașini-unelte cu comandă numerică-MUCN.

Figura 9.16. prezintă o piesă care se prelucrează pe o mașină de frezat cu NC. Să se precizeze unde ar putea fi originea piesei în acest caz (xOyz) și care ar fi succesiunea operațiilor pentru prelucrarea piesei.



Figura 9.16: Piesă prelucrată pe freza cu NC



15 min.

Pentru o prelucrare pe o maşină de frezat cu NC, cea din figura 9.17. să se precizeze care este sistemul de axe pentru acest caz.



Figura 9.16: Sistemul de axe al prelucrării pe freza cu NC



Pentru scula așchietoare din figura 9.17., să se precizeze care sunt elementele care trebuie indicate în programul NC de prelucrare.





Figura 9.17: Elementele unei scule așchietoare

4. Concluzii

Cunoștințele acumulate în această lucrare sunt cele de bază în prelucrarea pe MUCN și vor fi utilizate la aplicațiile viitoare privind prelucrarea asistată folosind modulele specifice din CATIA v5.



Prelucrarea pe centrul de prelucrare CNC didactic utilizând modulul Prismatic Machining din CATIA v5



### **1.** Obiectivul lucrării

Prezenta aplicație va preciza modul în care se poate realiza o prelucrare (mașinare) pe o mașimă de frezat cu NC în 3 axe. Etapele de lucru utilizate sunt cele ale modulului PRISMATIC MACHINING din sesiunea de lucru NC Manufacturing - CATIA v5.

#### 2. Elemente teoretice ale lucrării

Deschizând sesiunea de lucru NC Manufacturing, CATIA v5 oferă posibilitatea de a executa, funcție de complexitatea produsului, prelucrări pe MUCN cu modulele:

- **Prismatic Machining**
- Surface Machining
- Multi-axis Surfaces Machining
- Lathe Machining

Programarea prelucrării cu ajutorul modulului Prismatic Machining se referă la prelucrări realizate în 2 D, deci pe mașini-unelte cu comandă numerică în 2 1/2 axe sau prelucrări în 3 D pe mașinile-unelte cu comandă numerică în 3 axe.

Pentru a intra în sesiunea de lucru NC Manufacturing este necesar să se deschidă sesiunea de lucru a unui produs, adică sesiunea PRODUCT. Acest fișier va salva sub extensia CATProduct toate elementele conținute, adică: produsul modelat în Part Design și adus în produs prin funcția Components - Existent Component, figura 10.1. și figura 10.2., semifabricatul care este inserat ca o componentă nouă, prin funcția New Component și deschide un Part cu numele Semifabricat, figura 10.3.



Figura 10.1: Sesiunea de lucru CAPProduct



Figura 10.2: Reperul "levier" care urmează a fi prelucrat prin Prismatic Machinig



Figura 10.3: Inserarea unui Part pentru semifabricat



Figura 10.4: Realizarea semifabricatului din care se face prelucrarea reperului

Semifabricatul se modelează în Part Design și ea cuprinde piesa care se prelucrează având dimensiunile specificate de tehnologul-programator.

După realizarea acestui semifabricat se salvează sesiunea de lucru ca fișier CATProduct.

Apoi se trece la deschiderea sesiunii de lucru Prismatic Machining, figura 10.5.



Figura 10.5: Deschiderea sesiunii Prismatic Machining

Product1ist Product1 (Product1.1) Part1 (Part1.1) Part1 (Part1.1) Part1 Pa	icat.1)			
Machine Editor		3	System 1	Part Operation ? X
Name:     FIVE       Name:     AXIS       Comment:     Numerical Control       Post Processor words table:     PPTab       NC data type:     APT       NC data format:     Point       Tool Change     Tool Change	3-axis_Default_machine eSample.pptable	Spindle Home point X: 0mm Home point Y: 0mm Home point Z: 100mm		Name:       Part Operation.1         Comments:       NoDescription         No machine selected       Machining Axis System.1         Machining Axis System.1       Machining Axis System.1         Product1       Geometry       Position         Option       No design part selected (for simulation only)       No stock selected (for simulation only)         No stock selected (for simulation only)       No stock selected (for simulation only)
Radius compensation:		Orientation J: 0 Orientation K: 1		

Figura 10.6: Selectarea datelor inițiale în sesiunea Part Operation

Pentru a trece la realizarea programului NC pentru prelucrarea reperului levier este necesar pentru început să se selecteze datele inițiale, figura 10.6:

- alegerea mașinii-unelte cu comandă numerică, în cazul de față o mașină în 3 axe;
- selectarea sistemului de coordonate;
- selectarea geometriei pentru prelucrare;
- selectarea semifabricatului inițial;
- □ selectarea planului de siguranță (dacă este cazul).

4	Machining Axis System.1
A System.1	Move the cursor over a sensitive area.
	, t <sup>z</sup>
	Y
	/
	Origin Number: 1 🚔 Group: 1 🚔
	Axis name: Machining Axis System.1
	OK Cancel

Figura 10.7: Alegerea sistemului de coordonate

	Part Operation 21
	Name:       Part Operation.1         Comments:       NoDescription         3-axis       Machining Axis System.1         Image: System of the syste
; 🗈 🖏 🗠 🕼 🕇 fío 🔳 🐗 🔰 🧏 💽	No safety plane selected

Figura 10.8: Selectarea geometriei care se prelucrează



Figura 10.9: Selectarea operației de frezare contur

 $\odot$ 

Toate setările inițiale se pot regăsi în structura arborescentă în lista de proces - Part Operation după care se deschide lista de operații de prelucrare care se regăsesc la Manufacturing Program.1, figura 10.9. Tehnologul-programator realizează lista cu operațiile tehnologice care conduc la prelucrarea produsului pe MUCN și trece la stabilirea datelor geometrice și tehnologice necesare fiecărei operații, figura 10.9.

Prima operație care se definește este cea de frezare a conturului piesei cu ajutorul funcției: Profile Contouring, figura 10.9.

Această operație de prelucrare este una dintre cele 5 operații de prelucrare permise de acest modul:

- profile contouring
- drilling
- pocketing
- facing
- point to point

Pentru operația de profilare contur este necesar să se precizeze:

traseul sculei așchietoare: profilul de urmat, planul de bază (z=0), offsetul față de contur sau/și față de planul de bază, figura 10.9.;

✓ de specificat geometria și tipul sculei așchietoare, realizându-se automat desenul de execuție a sculei, figura 10.10. Totodată este necesar să se precizeze axa și direcția de mișcare a sculei așchietoare în timpul prelucrării. Sculele așchietoare se pot alege funcție de tipul prelucrării dintr-o listă de scule predefinită sau se pot alege dintr-un catalog de scule constituită într-o bază de date sau poate fi proiectată ca și o sculă specială pentru operația respectivă;

este necesar apoi să se precizeze care sunt traiectoriile de apropiere și retragere a sculei, mișcări auxiliare care se efectuează cu avans rapid, figura 10.11.;

după precizarea tuturor acestor necesare prelucrării piesei, se poate trece la simularea grafică a prelucrării, figura 10.12. Operație prin care se poate verifica corectitudinea traseelor de prelucrare. Simularea grafică poate fi setată după dorințele utilizatorului, figura 10.13.

A Comment: NoDescription
Content     Content

Figura 10.10: Alegerea sculei așchietoare pentru prelucrarea profilului piesei



Figura 10.11: Alegerea treseelor pentru mişcările auxiliare ale sculelor (apropiere-retragere)



Figura 10.12: Simularea grafică a traseului sculei (mod 1)



Figura 10.13: Simularea grafică a traseului sculei (mod 2)



Figura 10.14: Realizarea operației de găurire

După setarea datelor pentru operația de găurire - Drilling - adică selectarea burghiului, centrelor cercurilor, diametrele și lungimile găurilor se poate realiza simularea grafică a operației de găurire, figura 10.14.

După programarea tuturor operațiilor de prelucrare, prelucrarea finală este simulată grafic, figura 10.15.



Figura 10.15: Piesa prelucrată (simularea grafică finală)

	Generate NC Output in Batch Mode	? >				
	In/Out Options NCCode					
	Manufacturing Progam to Process					
	Current document					
	Document C:\IONICADOC\IONICA\CA					
	Program: Manufacturing Program.					
	Resulting NC Data	Resulting NC Data				
	NC data type: APT					
	Output File _CAM\levier.aptsource					
	🖾 Replace file	🖬 Replace file				
	Document after Processing (Optional)	Document after Processing (Optional)				
	Save document					
	Document AM\levier1.CATProcess					
	Replace like-named document Associate Document					

Figura 10.16: Selectarea elementelor pentru generarea datelor APT

După finalizarea prelucrărilor este necesar să se realizeze fișierul sursă APT necesar pentru a crea programul NC care se transmite la mașina de frezat cu NC, prin setarea datelor necesare, figura 10.16.

44 CALL	AU				
\$\$ Manu	facturing	Program.1			
\$\$	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	
\$ \$	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000	
\$\$	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000	
PARTNO	PART TO BE	MACHINED			
COOLNT/	ON				
CUTCOM/	OFF				
PPRINT	OPERATION	NAME : Tool	Change.4		
\$\$ Sta	irt generat	ion of : Too	ol Change.	4	
\$\$ TOOL	CHANGEBEGI	INNING			
RAPID					
GOTO/	0.00000,	0.00000,	100.000	00	
CUTTER/	8.0000	000, 0.500	0000, 3	.500000, 0.	.500000, 0.000000\$
, 0.	000000, 1	.00.000000			
TOOLNO/	1, 8.00	00000			
TPRINT/	T1 End Mil	L1 D 10			
LOADTL/	1				
\$\$ End	l of genera	ation of : To	ool Change	.4	
PPRINT	OPERATION	NAME : Profi	ile Contou	ring.2	
\$\$ Sta	rt generat	ion of : Pro	ofile Cont	ouring.2	
TLAXIS/	0.000000,	0.000000, 1	1.000000		
FEDRAT/	1000.0000	), MMPM			
SPINDL/	70.0000	J, RPM, CLW			
GOTO	-19.49423,	32.42541,	0.000	00	
INDIDID	0 0570	0 5153		2000	
TLON CC	FWD / /CIDCL	F/ 0.3132		25 41221	a aaaaa ¢
1100,00	BRAED) ON		012, -1	125 41231,	0.00000,0
37 53	114	5 44310	0 00000	-155.41251,	0.00000,4
AUTODS	117,	55.44515,	0.00000		
TND TPV/	0 9749	58 O 2240	16 0 0	2000	
TLON GO	FWD/ (CTRCL	F/ 35 45	7746	64 37588	0 00000 \$
	16573) ON	I (LINE/	35 47746	64 37588	0 00000 \$
44 63	034 6	3 89085	0 00000	)	0.00000,1
AUTOPS		,	0.00000		
INDIRV/	0.0529	92. 0.9986	50. 0.0	0000	
TLON. GO	FWD/ (CIRCL	E/ 61.44	103.	63.00000.	0.00000.\$
1.4	924221 01	I (I THIR /	61 44102	62 00000	0 00000 \$

Figura 10.17: Lista APT

În urma execuției programului de generare se realizează fișierul APT din figura 10.17. Pe baza acestui fișier se poate face conversia prin postprocesorul adecvat echipamentului mașinii de frezat cu NC și se crează programul NC în coduri ISO.

#### 🗯 3. Elemente practice ale lucrării

Să se realizeze ca aplicație, prelucrarea pe o mașină de frezat cu NC a reperului din figura 10.18. care se găsește salvat pe calculatoarele din laboratorul CAD/CAM sub denumirea Part2.CATPart.



Figura 10.18: Part2.CATPart



45 min.

## 4. Concluzii

Aplicația aceasta facând parte dintr-o serie de aplicații ce au ca scop realizarea prelucrărilor asistate pe MUCN utilizând CATIA v5 este prelungită prin realizarea unei prelucrări pe centrul de prelucrare didactic cu NC - CPM 4030. Prin aceasta este realizată finalitatea unui produs: proiectare și fabricație asistată de calculator.



Prelucrarea pe centrul de prelucrare CNC

didactic utilizând modulul Surface Machining din

CATIA v5 - I

### I. Obiectivul lucrării

Lucrarea prezintă posibilitățile de programarea a prelucrării pe MUCN utilizând sesiunea de lucru SURFACE MACHINING din CATIA v5. În această primă lucrare sunt prezentate unele operații de prelucrare, iar în lucrarea următoare, lucrarea 12, vor fi prezentate alte operații de prelucrare utilizând acest modul.

#### ] 2. Elemente teoretice ale lucrării

Începând cu release 5 programul CATIA v5 oferă posibilitatea realizării programului de fabricație pe mașini-unelte cu comandă numerică cu modulul NC Manufacturing-SURFACE MACHINING, figura 11.1. Începând cu release 7 există și posibilitatea realizării programării pentru piese de revoluție, prelucrări pe strunguri cu NC.



Figura 11.1: Deschiderea sesiunii de lucru Surface Machining

Sesiunea de lucru Surface Machining oferă posibilitatea realizării prelucrării pe mașini-unelte cu comandă numerică cu 3-5 axe. În această sesiune se realizează programe NC pentru piese de complexitate geometrică ridicată: matrițe de deformare, matrițe de injecție, piese de aviație etc.



Figura 11.2: Centrul de prelucrare cu NC în 5 axe

Pentru realizarea prelucrării pe un centru de prelucrare în 5 axe cu NC utilizând CATIA v5 se parcurg următorii pași:

- se deschide un nou produs, figura 11.3. Produs care va cuprinde atât reperul pentru care se realizează programul NC, care va fi adus cu click pe butonul dreapta mouse prin aducerea unei componente existente, figura 11.4., stabilirea semifabricatului SF din care se face prelucrarea reperului, adus din acelaşi buton dreapta, figura 11.5. Semifabricatul este contruit ca un part şi care are ca proprietăți noi definite - transparența pentru a putea vedea reperul care se va prelucra.
- după realizarea acestor operații se va salva produsul sub un nume, cu comanda Save All
- apoi se trece din meniul File la alegerea modului de prelucrare NC, Surface Machining, figura 11.6. Aici apoi are loc definirea elementelor principale privind condițiile de prelucrare pe MUCN: alegerea maşini-unelte, alegerea geometriei reperului de prelucrat, alegerea sistemului de coordonate maşină şi piesă, alegerea originii piesă, planul de lucru şi planul de siguranță, figura 11.7.
- definirea operațiilor de prelucrare, figura 11.8. funcție de condițiile concrete de lucru impuse de maşina-unealtă cu NC disponibilă, semifabricat, scule aşchietoare şi tehnologia de prelucrare aleasă şi pot fi alese operațiile din meniul contextual.
- pentru reperul din exemplu procesul tehnologic definit este următorul: realizarea conturului exterior al reperului cu prinderea piesei pe cele 3 alezaje realizate anterior pe altă maşină-unealtă; realizarea buzunarului (contur profil) pe o parte a piesei şi apoi întoarcere şi realizare buzunar pe partea opusă. Pentru prelucarea conturului exterior se definesc elementele geometrice, tehnologice şi sculele aşchietoare, figura 11.9. Conturul definit în Operation Definition este traseul sculei aşchietoare urmărit la prelucrarea reperului. Pentru a fi definit este necesar să se prevadă: poziția Z=0 a sculei, conturul geometric, punctul de start şi de sfârşit al prelucrării.
- după definirea traseului sculei se trece la definirea sculei așchietoare, figura 11.10. Scula așchietoare se poate selecta dintr-un catalog de scule sau defini de către utilizator.



Figura 11.3: Definirea unui nou produs care va cuprinde reperul de prelucrat și semifabricatul reperului



Figura 11.4: Aducerea în acest nou produs a reperului existent definit în Part Design



Figura 11.5: Definirea semifabricatului din care se va prelucra reperul



Figura 11.6: Definirea operațiilor în modulul NC Manufacturing



Figura 11.7: Definirea elementelor modulului Part Operation



Figura 11.8: Operații posibile realizate cu modulul Surface Machining



Figura 11.9: Definirea traseului sculei așchietoare



Figura 11.10: Definirea sculei așchietoare

 după stabilirea datelor tehnologice se trece la simularea grafică a procesului de prelucrare, simulare care se poate realiza prin mai multe metode, figura 11.11., cea din figura 11.12. prezintă simularea video.



Figura 11.11: Simularea procesului de prelucrare a conturului exterior



Figura 11.12: Simularea video a prelucrării

pentru prelucrarea conturului de buzunar este necesar să se schimbe scula așchietoare,
 figura 11.13. și parametrii tehnologici

Team <u>P</u> DM <u>Fi</u> le <u>E</u> dit <u>V</u> iew <u>I</u> nsert <u>I</u> ools <u>W</u> indow <u>H</u> elp	_ <u>_</u>
	Operation Definition
rcessList 7 Part Operation.1 Wanufacturing Program.1 Profile Contouring.1 (Computed) Profile Contouring.1 (Computed) Roughing.1 rductList Product1 (Product1.1) Part1 Pa	Operation Definition     Image: Roughing.1       Comment: NoDescription       Image: Roughing.1       Image: Roughing.1       Comment: NoDescription       Image: Roughing.1       Image:
V	Bc=5mm D=10mm

Figura 11.13: Schimbarea sculei așchietoare pentru prelucrarea buzunarului

 simularea prelucrării buzunarului din prima prindere este prezentată în figura 11.14.



Figura 11.14: Simularea prelucrării buzunarului

după ce au fost stabilite şi verificate prelucrările piesei se trece la realizarea postprocesării, adică transformarea limbajului calculator în limbaj NC. Pentru crearea programului NC se apelează la comanda *Generate NC Code in Batch Mode* care permite generarea automată, în limbaje diferite, a programului de prelucrare pe MUCN. În figura 11.15. este redat programul generat în limbaj APT pentru reperul prelucrat anterior.

```
levier.aptsource - WordPad
File Edit View Insert Format Help
                                30
 纳
                    2 电 🕄
 $$ -----
          _____
 $$
        Generated on 11 octombrie 2001 18:53:03
 $$ _____
 $$ Manufacturing Program.1
 $$ Part Operation.1
 $$*CATIAO
 $$ Manufacturing Program.1
                   0.00000
1.00000
0.00000
                               0.00000 0.00000
0.00000 0.00000
1.00000 0.00000
        1.00000 0.00000
 $$
 $$
        0.00000
 $$
        0.00000
 PARTNO PART TO BE MACHINED
 COOLNT/ON
 CUTCOM/OFF
 PPRINT OPERATION NAME : Tool Change.4
 $$ Start generation of : Tool Change.4
 $$ TOOLCHANGEBEGINNING
 RAPID
          0.00000, 0.00000, 100.00000
 GOTO/
 CUTTER/ 8.000000, 0.500000, 3.500000, 0.500000,
                                                             0.000000
  , 0.000000, 100.000000
 TOOLNO/1, 8.000000
 TPRINT/T1 End Mill D 10
 LOADTL/1
 $$ End of generation of : Tool Change.4
 PPRINT OPERATION NAME : Profile Contouring.2
 $$ Start generation of : Profile Contouring.2
 TLAXIS/ 0.000000, 0.000000, 1.000000
 FEDRAT/ 1000.0000, MMPM
 SPINDL/ 70.0000, RPM, CLW
 GOTO/ -19.49423, 32.42541, 0.00000
 AUTOPS
 INDIRV/ 0.85704, 0.51525, 0.00000
TLON,GOFWD/(CIRCLE/ 81.41012, -135.41231, 0.00000,$
                                 0.00000
     195.83459),ON,(LINE/ 81.41012, -135.41231, 0.00000,$
   37.53114, 55.44319, 0.00000)
```



 apoi programul de prelucrare poate fi transmis ON-Line la maşină şi poate fi realizată prelucrare reperului.

# **3. Elemente practice ale lucrării**

Pentru fixarea elementelor teoretice precizate mai sus și pe cele de la curs să se realizeze programul NC de prelucrare a părții superioare a reperului din figura 11.16. pe un centru de prelucrare NC. Fișierul cu modelul reperului poate fi preluat de pe calculator fiind salvat sub numele: NCsurf.CATPart.



Figura 11.16: Reperul din fişierul NCsurf.CATPart



## 4. Concluzii

Aplicația permite, cu ajutorul cunoștințelor teoretice și practice acumulate, să se treacă al aplicația următoare unde prelucrarea prin modulul SURFACE MACHINING este utilizată la prelucrarea unei matrițe cu geometrie complexă.



<u>Prelucrarea pe centrul de prelucrare CNC</u> <u>didactic utilizând modulul Surface Machining</u> din CATIA v5 - II

### I. Obiectivul lucrării

Lucrarea de față oferă date legate de posibilitatea prelucrării unei matrițe de deformare cu geometrie complexă utilizând operațiile din sesiunea de lucru Surface Machining.

#### ] 2. Elemente teoretice ale lucrării

*CAM* - este un termen care nu are o consistență clară. Unii folosesc termenul pentru a defini prelucrarea asistată de calculator, alții includ în CAM funcțiile de control ale producției. Cel mai adesea, CAM desemnează asistarea cu calculatorul a procesului de fabricație. În esență sa, aceasta presupune elaborarea programelor NC, a tehnologiilor de prelucrare și de montaj.



Figura 12.1: Legătura dintre elementele principale ale modulului CAM

Prelucrarea asistată pe mașinile-unelte cu comandă numerică - MUCN este partea cea mai importantă a integrării modului CAM în sistemul de producție. Comanda numerică a mașinilor-unelte este metoda automată de comandă prin care diferitele informații necesare prelucrării pieselor sunt înregistrate codificat numeric (sau alfanumeric) pe un suport de informații adecvat.

Pentru prelucrarea unor repere de complexitate geometrică ridicată traiectoriile sculelor așchietoare sunt complexe, figura 12.2. și este necesar să se utilizeze mașini-unelte cu comandă numerică în 5 axe.



Figura 12.2: Traiectoriile sculei așchietoare la o piesă de geometrie complexă

# **3. Elemente practice ale lucrării**

În cele ce urmează vor fi prezentate principalele operații de prelucrare pe MUCN pentru matrița din figura 12.3. pentru care se va utiliza o mașină-unealtă cu comandă numerică în 5 axe.



Figura 12.3: Matrița care se prelucrează pe un centru de prelucrare cu NC

În cadrul fabricației asistate fluxul informațional și de materiale este primordial. Colectarea datelor la nivel de secții/ateliere de fabricație cuprinde toate activitățile care sunt necesare pentru a selecta informațiile tehnice și/sau organizatorice implicate în procesul de producție.

Un rol decisiv în vederea implementării modulului CAM îl are dotarea sistemului de fabricație cu mașini-unelte cu comandă numerică, care alături de celelalte componente permit automatizarea proceselor tehnologice. Însăși evoluția conceptului de automatizare flexibilă nu ar fi posibil fără asocierea noțiunii de automatizare.

Pentru a realiza manufacturarea matriței prezentate în figura 12.3 este necesară realizarea unui plan de operații care să cuprindă informații asupra prelucrării și succesiunii operațiilor/fazelor.



Figura 12.4: Prelucrarea cu operația de Sweep a matriței

Condițiile necesare pentru realizarea unei fabricații asistate în regim integrat cu celelalte subsisteme au fost de achiziționare a unor mașini-unelte cu comandă numerică în concordanță cu procesul tehnologic de prelucrare a matrițelor și pieselor din domeniul industriei de automobile.

În figura 12.4. este prezentată operația de Sweep prin care se poate realiza o frezare a matriței date cu ajutorul unei freze de tip sferă, după conturul dat.

Selectarea parametrilor sculei așchietoare este redată in figura 12.5 unde se pot preciza parametrii geometrici ai sculei așchietoare sau apela la o bibliotecă de scule de firmă (baze de date).



Figura 12.5: Alegerea parametrilor geometrici pentru scula așchietoare

Prelucrările care se referă la definirea de contur pe porțiuni ale matriței sunt cele din figurile 12.6., 12.7., 12.8. și 12.9.

Pentru unele dintre operațiile prezentate sunt redate traseele de scule prin simularea grafică din CATIA v5.



Figura 12.6: Definirea unui contur (buzunar)



Figura 12.7: Simularea grafică a conturului de buzunar



Figura 12.8: Simulare contur 2



Figura 12.9: Simulare contur 3

Operația de finisare a matriței se realizează prin operația de Sweeping cu un regim de prelucrare adecvat operației, adâncime de așchiere mică, tuarție mare și avans mic, figura 12.10.



Figura 12.10: Operația de finisare a matriței prin sweeping

Prelucrarea matriței după ce programul CNC este transmis ON-LINE la mașini se poate face într-un sistem flexibil de fabricațiede tipul celui din figura 12.11. care cuprinde centre de prelucrare, mașini de rectificat și mașini de eroziune cu fir și electrod masiv.

Prelucrarea asistată pe mașinile-unelte cu comandă numerică - MUCN este partea cea mai importantă a integrării modului CAM în sistemul de producție. Comanda numerică a mașinilor-unelte este metoda automată de comandă prin care diferitele informații necesare prelucrării pieselor sunt înregistrate codificat numeric (sau alfanumeric) pe un suport de informații adecvat.



Figura 12.11: Sistem flexibil de fabricație



Figura 12.12: Elaborarea structurată a programelor pentru prelucrarea asistată pe MUCN

Dezvoltarea modulelor corespunzătoare acestor etape, realizate ca etape intermediare în integrarea prelucrării pe MUCN în fluxul informațional al sistemului integrat de producție a condus în final la realizarea unui sistem DNC de prelucrare asistată a reperelor complexe.

În figura 12.12. sunt prezentate etapele realizate pentru realizarea fluxului informațional pentru prelucrarea asistată pe mașini-unelte cu comandă numerică.

Elementul principal în realizarea prelucrării pe MUCN este legătura dintre calculator și echipamentul NC printr-o interfață hard și soft, figura 12.13.



Figura 12.13: Cuplarea ON-LINE calculator-echipament NC



Figura 12.14: Matriță pentru prelucrare prin frezare



60 min.
Pentru a stabili cerințele la prelucrarea asistată a MUCN, de realizarea a programelor NC a fost necesar concomitent cu programarea NC să se dezvolte postprocesoare specializate pentru echipamentele CNC aflate în dotarea companiei.

Pentru matrița din figura 12.14., salvată sub denumirea Matrita\_12.CATProduct să se realizeze operația de prelucrare asistată pe un centru de prelucrare cu comandă numerică în 5 axe.



Cu această aplicație legată de prelucrarea asistată pe mașini-unelte cu comandă numerică și cu cunoștințele studenții pot trece la realizarea unei prelucrări pe Centrul de prelucrare cu NC didactic aflat în laboratorul Facultății de Inginerie.



<u>Prelucrarea pe stungul CNC</u> didactic utilizând modulul Lathe Machining

din CATIA v5

## I. Obiectivul lucrării

Aplicația de față prezintă modul de lucru cu CATIA v5 pentru programarea unei prelucrări pe un strung cu NC pentru piese de revoluție. Acest lucru se poate realiza cu sesiunea de lucru LATHE MACHINING.

#### 2. Elemente teoretice ale lucrării

Prelucrarea pieselor de revoluție pe strunguri cu comandă numerică este un procedeu des utilizat în liniile moderne de fabricație. Există o varietate de tipuri constructive de strunguri cu comandă numerică, unele cu o axă și o turelă portscule, altele cu două axe și două turele portscule, figura 13.1.

Există firme constructoare, cum ar fi compania MAZAK (Japonia) care realizează strunguri cu NC care fac parte din Sisteme Flexibile de Fabricație-SFF. Strungul este deservit de un manipulator (graifer) care aduce semifabricatele la postul de lucru dintr-un magazin intermediar și apoi le transferă, după finalizarea operației de strunjire la postul următor al SFF-lui. Un astfel de strung este prezentat și în figura 13.1.



Figura 13.1: Tipuri constructive de strunguri cu NC

Pentru prelucrarea reperelor de tip revoluție, figura 13.2., se utilizează din CATIA v5 sesiunea de lucru NC Manufacturing - LATHE MACHINING.



Figura 13.2: Repere care pot fi prelucrate pe strungurile cu NC

La deschiderea sesiunii de lucru NC Manufacturing - Lathe Machining se deschide fereastra meniu Part Operation, figura 13.3. în care se definesc:

- □ tipul strungului cu NC
- □ sistemul de coordonate
- □ geometria care se prelucrează

Part Operation ? 🗙	
Part Operation     Y       Name: Comments:     Part Operation.1       Mo Description       Horizontal Lathe       Machining Axis System.1       Part1       Geometry     Position       Tool Change Point       Y:       Omm       Y:       Omm       Z:       275mm       OK	

Figura 13.3: Definirea parametrilor din Part Operation

Pentru operația de strunjire longitudinală este necesar să se selecteze profilul reperului și precizarea semifabricatul, figura 13.4.



Figura 13.4: Strunjire longitudinală

Figura 13.5. prezintă setările necesar a fi făcute pentru a defini operația de strunjire longitudinală, adică: modul de lucru, adâncimea maximă a prelucrării, sensul prelucrării.

Part	Stock Max depth of cut : 3mm	
Roughing mode:	Longitudinal	-
Orientation:	External	-
Location:	Front	-
Machining direction:	To head Stock	-
Part contouring:	No	-

Figura 13.5: Parametrii operației de strunjire longitudinală

Există posibilitatea definirii unui ciclu longitudinal de strunjire, figura 13.6., în care se definesc parametrii ciclului (poate fi și unul transversal).



Figura 13.6: Ciclul longitudinal de strunjire

În cazul ciclului transversal de strunjire, figura 13.7., parametrii sunt definiți astfel încât traseul cuțitului de strung parcurge traiectoriile care sunt reprezentate în figura 13.8.



Figura 13.7: Selectarea elementelor geometrice pentru ciclul transversal de strunjire



Figura 13.8: Traseul cuțitului de strung

Pentru definirea traseului de prelucrare pentru o operație de finisare a profilului, figura 13.9. este nevoie de a defini profilul reperului și de a defini caracteristicile cuțitului de strung precum și parametrii tehnologici de prelucrare.



Figura 13.9: Profilul reperului pentru strunjirea de finisare

```
$$ Manufacturing Program.1
$$ Part Operation.1
$$*CATIAO
$$ Manufacturing Program.1
$$ 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000
$$ 0.00000 1.00000 0.00000 0.00000
$$ 0.00000 0.00000 1.00000 0.00000
PARTNO PART TO BE MACHINED
COOLNT/ON
CUTCOM/OFF
PPRINT OPERATION NAME : Lathe Tool Change.1
$$ Start generation of : Lathe Tool Change.1
TLAXIS/ 0.000000, 0.000000, 1.000000
$$ TOOLCHANGEBEGINNING
RAPID
GOTO/ 125.00000, 0.00000, 275.00000
CUTTER/ 5.000000
TOOLNO/0,TURN
$$ End of generation of : Lathe Tool Change.1
PPRINT OPERATION NAME : Roughing.1
$$ Start generation of : Roughing.1
FEDRAT/ 0.3000,MMPR
SPINDL/ 70.0000,RPM
GOTO/ 107.02703, 0.00000, 257.00000
GOTO/ 107.02703, 0.00000, 255.00000
. . .
FEDRAT/ 0.8000,MMPR
GOTO/ 0.21213, 0.00000, 225.21213
$$ End of generation of : Roughing.1
CUTCOM/OFF
```

Figura 13.10: Fișierul sursă APT pentru programul NC la strunjire

Finalizarea sesiunii de lucru pentru programarea unui strung cu NC se realizează atunci când se definește un fișier sursă de tip APT, figura 13.10., cu care se poate realiza postprocesarea pentru a rezulta programul NC dedicat echipamentului NC cu care este dotat strungul cu NC.

### **3. Elemente practice ale lucrării**

Datele necesare a fi introduse pentru definirea procesului de prelucrare pe un strung cu NC sunt prezentate, pentru operații de prelucrare diferite, în continuare.



Figura 13.11: Definirea operației de strunjire frontală

Operația de strunjire frontală este operația cu care debutează o prelucrare pentru a se crea suprafața de referință a piesei care se prelucrează.

Max	depth of celt : 3mm H	-
Roughing mode:	Face	•
Orientation:	External	-
Location:	Front	-
Machining direction:	To spindle	-
Part contouring:	No	-

Figura 13.12: Definirea semifabricatului pentru strunjire frontală



Figura 13.13: Vizualizarea traseului cuțitului de strung la operația de strunjire frontală



Figura 13.14: Definirea ciclului de strunjire longitudinală

Part	Stock xial depth of cut : 0mm Redial depth of cut : 2mm	
Roughing mode:	Parallel Contour	
Orientation:	External	- Contract Element
Location:	Front	
Machining direction:	To head stock	Per E. emient
Part contouring:	No	
Recess machining		
Under spindle axis ma	chining	

Figura 13.15: Ciclul fix longitudinal

O operație des utilizată în prelucrarea de strunjire este cea de filetare cu cuțitul de strunjire. Parametrii ce se definesc pentru operația de filetare sunt prezentați în figura 13.16.



Figura 13.16: Definirea operației de filetare

## $\checkmark$

Pentru partea a doua a aplicației practice să se definească operațiile de prelucrare pe strungul cu NC pentru reperul din figura 13.17.





Figura 13.17: Prelucrare pe strungul cu NC a reperului



# 4. Concluzii

Cu această aplicație au fost finalizate cele mai importante operații de prelucrare pe MUCN-uri. Cunoștințele acumulate oferă date necesare și suficiente pentru abordarea oricărui program de prelucrare a reperelor de tip revoluție.



Modelarea și simularea asistată

de calculator a proceselor tehnologice de fabricație

## I. Obiectivul lucrării

Lucrarea prezintă posibilitățile care le oferă programele și mijloacele electronice de calcul în concepția unor sisteme tehnologice de fabricație, a sistemelor flexibile de fabricație. Aplicația oferă date despre programul de modelare și simulare asistată de calculator a sistemelor flexibile de fabricație - SIMSFF realizat în Microsoft Access. Programul se găsește în laboratorul CAD/CAM.

#### ] 2. Elemente teoretice ale lucrării

Apariția unor noi tehnologii software datorită progresului în informatică permite crearea de sisteme de programe cu interfețe om/mașină mai facile. Când sunt utilizate în simulare, aceste tehnologii ajută la punerea simulării la dispoziția utilizatorilor finali cu diverse pregătiri tehnice și cu diferite aptitudini de programare a calculatoarelor. În viitor, acest factor va avea un impact profund asupra aplicării simulării. Disponibilitatea unor instrumente moderne de simulare este importantă mai ales în medii de lucru cu un număr

redus de tehnicieni, deoarece aceste instrumente necesită mult mai puține cunoștințe și sofisticare tehnică din partea utilizatorilor lor. Analiștii experți în simulare pot beneficia de asemenea de viteza sporită de realizare a modelelor și de verificare pe care o oferă noile medii.

Deoarece majoritatea sistemelor dinamice reale au o structura complexă (de exemplu o rețea de șiruri de asteptare), deoarece tipurile cele mai obișnuite de mișcări din ele se bazează pe niște condiții complicate și deoarece modurile lor tranzitorii sunt uneori de interes primar, metodele analitice s-au dovedit a fi puțin folositoare în majoritatea studiilor de sisteme dinamice. De exemplu, o singură intersecție rutieră cu semne de cotire la stânga și cu modele tipice, realiste, de venire a mașinilor este imposibil de studiat folosind teoria șirurilor de așteptare, dacă nu se consideră niște ipoteze simplificatoare (care deseori sunt nerealiste). În aceste condiții, metoda experimentală este singurul mod de abordare viabil. Ne referim la acele metode experimentale care sunt utilizate în modelare și în experimentarea cu modele pentru sisteme dinamice ca simulare. Trebuie arătat aici că noțiunea de <u>simulare</u> este deseori utilizată liber de către mulți pentru a se referi la o clasă de analize mai puțin sofisticate, care includ experimentări simple (cum ar fi modificarea unor obiecte de pe o foaie pentru a vedea impactul asupra restului figurilor din foaie). Aceste experimente "ce se întâmplă dacă", care sunt aplicate de obicei problemelor statice, nu sunt privite de către comunitățile tehnice ca simulări.

Programul SIMSFF de modelare și simulare asistată de calculator a sistemelor flexibile de fabricație, permite modelarea și simularea asistată de calculator a unui sistem flexibil de fabricație în domeniul construcțiilor de mașini sau în orice domeniu unde este nevoie de un proces tehnologic de prelucrare mecanică. Programul este realizat în ACCESS 97 (Microsoft OFFICE 97) și este un program interactiv care folosește o bază de date realizată tot sub mediul ACCESS 97. Baza de date poate fi actualizată de către utilizatorul de program.

Programul de modelare și simulare asistată de calculator pentru sisteme flexibile de fabricație – SIMSFF – este realizat structurat, pe subprograme modularizare care pot fi atașate sau detașate la rularea programului principal dacă funcție de condițiile concrete pentru care se concepe sistemul de fabricație.

Algoritmul general al programului SIMSFF este prezentat în figura 14.1.



Figura 14.1: Algoritmul general al programului SIMSFF

Baza de date utilizată pentru modelarea sistemelor flexibile de fabricație cu programul SIMSFF conține elementele din figura 14.2.

Datele de intrare în programul de modelare și simulare sunt date de condițiile concrete de desfășurare ale proceselor de producție, condiții în care se va face instalarea sistemului flexibil de fabricație conceput și realizat pe baza modelării și simulării asistate de calculator.



Figura 14.2: Elementele bazei de date a programului SIMSFF

În continuare vor fi prezentate etapele de desfășurare a procesului de modelare și simulare asistată cu programul SIMSFF în cazul existenței a două variante de plan de operații pentru prelucrarea transmisiilor cardanice.

Baza de date realizată în Access are fișierele prezentate în figura 14.3.

La lansarea în lucru a programului SIMSFF apare meniul prezentat în figura 14.4.

i.	SFF	: Database						_ <b>_ _</b> ×
		Tables 📔 🗐 Quer	ies	🖽 Forms 🛛 📲	🛾 Rep	oorts 📔 🗖 Macros	4	Modules
	==	asezare in hala		hala	-8	scule	-8	Open
	==	config post lucru	-8	hala subf depozite	-8	scule aj	-8	Design
	==	desen reper	-8	lista op	-8	scule aj subf	-8	
	==	desen semifabr	-8	Main	-8	scule subf		New
	==	dispozitive	-8	modificari subf	-8	scule verif		
		dispozitive subf	-8	Planuri operatie	-8	scule verif subf		
		evaluare	-8	post lucru subf	-8	selectie reper		
		evaluare subf	-8	repere		simulare		
		faze	-8	repere subf	-8	simulare subf		
	-8	fisa operatiei	-8	schita op	-8	utilaje		
	•						F	

Figura 14.3: Fișierele bazei de date ale programului SIMSFF



Figura 14.4: Meniul principal al programului SIMSFF

Meniul principal permite alegerea de către utilizator a diferitelor situații de lucru în care se poate realiza inițierea datelor cu care se pornește modelarea și simularea SFF.

Variantele principale care pot fi alese sunt:

completarea sau alegerea nomenclatorului de repere: în această situație se poate alege reperul care se propune a fi prelucrat în sistemul flexibil de fabricație, reper caracterizat prin denumire, desen de reper sau desen de semifabricat;

completarea sau alegerea nomenclatorului de utilaje ce vor compune sistemul flexibil de fabricație: situație în care utilajele sunt preluate automat din planul de operații sau pot fi actualizate de către inginerul-utilizator al programului de modelare și simulare; alegerea nomenclatorului de dispozitive: dispozitivele cu caracteristicile specificate în planul de operații sunt preluate automat la completarea sau alegerea planului de operații pentru reperul specificat;

completarea sau alegerea nomenclatorului de scule așchietoare utilizate în procesul de fabricație: sculele așchietoare sunt selectate automat din planele de operații pentru reperele aflate în producție;

➤ completarea nomenclatorului de scule aşchietoare ajutătoare folosite în procesul de fabricaţie;

➤ completarea sau alegerea nomenclatorului privind verificatoarele utilizate: alegerea verificatoarelor se face automat pe baza planului de operații selectat; simularea SFF, permite, după introducerea tuturor datelor necesare, modelarea şi simularea SFF conceput.

Nomenclatorul de repere are meniul format din elementele prezentate în figura 14.5.

Nomenclator Repere			
Nomenclator Repere	Desen Reper Dese Semifa		ricat
	Plar		
Denumire	Cod Reper	Cod Semifabricat	ID 🔺
Cap cardan 75	127	12	1
Capitalitan 25	120	12	9
*			(AutoNumber)
			÷
Record: 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	fЗ		

Figura 14.5: Completarea nomenclatorului de repere

Nomenclatorul de repere conține funcțiile: *date despre reper* – cod reper selectat, cod semifabricat și codul de identificare; *desenul reperului* - care poate fi preluat din modului CAD (orice desen realizat prin proiectare asistată constructivă); *desenul semifabricatului* – care se preia dintr-un fișier grafic; *planul de operații* – care conține informații legate de fabricația reperului selectat.

Toate aceste date sunt ușor de introdus de utilizator sau pot fi preluate din baza de date.

Completarea sau preluarea planului de operații, figura 14.6., este elementul principal al bazei de date.

Planuri de operatii						١×			
Planurile de operatii pentru executia reperului									
Plan de operatie Nou	Modifica Pl	anul de operatie	Ste	rge Planu	I de operati	е			
nume	data	tip	nr	cod reper	ID	-			
Plan de operatii initial	05.04.1993	Prelucrari mecanice	65	1	8				
Varianta plan de operatii	08.06.1997	Prelucrari mecanice	68	1	11				
						Ŀ			
Denumirea Data Tip Prelucra	03.12.1997 ari mecanice	Nr Cod reper ID		1					

Figura 14.6: Planul de operații

În exemplul prezentat, planul pentru reperul "cap cardanic", există două variante de plane de operații, cel inițial și varianta de plan de operații pentru sistemul flexibil de fabricație. Meniul "plan de operații" oferă utilizatorului posibilitatea completării planului de operații în meniul "Plan de operație Nou" cu un plan de operații nou sau varianta de modificarea a unui plan de operații existent în meniul "Modifică Planul de operații", figura 14.7. reprezintă lista operațiilor din planul de operații. Dacă se dorește ștergerea unui plan de operații acest lucru se poate face cu meniul "Șterge Planul de operații". Desenul semifabricatului, figura 14.8., poate fi preluat din modului CAD sau poate fi scanat de pe un desen existent aflat pe un suport fizic clasic (calc, hârtie etc.).

🗉 Lista operatiilor								- 🗆 🗵
Lista Operatiilor								₽•
Operatie N	oua	Modifica	are Op	eratie		Sterge	ere Operatie	:
nume operatie	nr operatie	conceput data	nr	cod rep	er	ID	cod plan op	-
Receptie semifabricat	1	13.01.1981	1	1		18	8	
Tratament ternic primar	2	13.01.1980	2	1		19	8	
Frezare capete	5	14.01.1981	3	1		1	8	
Centruire	10	13.01.1981	4	1		5	8	
Strunjire	15	14.01.1981	5	1		7	8	
Strunjire	20	13.01.1981	6	1		8	8	
Strunjire	30	13.01.1981	7	1		9	8	
Rectificare	35	13.01.1981	8	1		10	8	<b>-</b>
Denumire				Nr	[		1	
Nr. Operatie		1		Cod reper			1	
Conceput la data	03.	12.1997						

Figura 14.7: Lista operațiilor din planul de operații



Figura 14.8: Desenul semifabricatului reperului care se prelucrează

Meniul nomenclatorului de utilaje, figura 14.9., oferă posibilitatea alegerii mașinilorunelte ce compun posturile de lucru ale sistemului flexibil de fabricație, alegerea transportoarelor (manipulatoarelor) interoperații.

Jtilaje Existente in Unitate <i>Utilaje existente in</i>	unitate				
Denumire	Tip si caract	Cod	Racire	ID	Nr bucati 🔺
Masina de frezat U.M.C.	FU-1	10001	emulsie	1	1 -
Masina de centruit Mauser	DS2-1000I-h	20001	emulsie	2	1
Strung de copiat Niels	DS2-N	30001		3	1
Strung paralel I.Ranghet	IA 62 400x750	30002		4	1
Masina de rectificat RPC	Mi3iW/1000	40001		5	1
Masina de rectificat universala	Mi3iW/1000	40002		6	1
Masina de rectificat caneluri	URSS 3451-B	40003		7	1
Masina de rulat Grob	ZRM-9	50001		8	1
Banc		90001		9	1
Masa CTC Record: 1 1	▶ <b>≭</b> of 10	90002		10	1

Figura 14.9: Meniul nomenclatorului de utilaje

Elementele ce compun utilajele din lista de utilaje pot să fie cele ce sunt în dotarea intreprinderii unde se realizează sistemul flexibil de fabricație sau cele ce nu există în dotare, dar vor fi achiziționate conform sistemului flexibil de fabricație conceput pentru a realiza produsul selectat. Elementele principale care trebuiesc completate sunt cele ce sunt specificate în fereastra meniu a programului SIMSFF.

Meniurile specifice nomenclatorului de dispozitive, nomenclatorului de scule așchietoare, nomenclatorului de scule ajutătoare și cel al nomenclatorului de verificatoare sunt prezentate în figurile 14.10., 14.11., 14.12. și respectiv 14.13.

După completarea tuturor datelor specificate în fișierele ce compun baza de date ce inițializează programul de modelare și simulare asistată de calculator a sistemelor flexibile de fabricație se poate trece la modelarea propriu-zisă a SFF.

	Itilaje Existente in Unitate Dispozitive existente	in unitate				
$\square$	Denumire	Tip si caract	Cod	Nr desen	ID	Nr bucati 🔺
	Dispozitiv de frezare			7222-4020	1	1 -
	Dispozitiv de antrenare si conturare			0412-D20	2	1
	Etalon de copiere			7054-4058	3	1
	Bacuri pentru Universal			7020-4082	4	1
	Varf special			7100-4006	5	1
	Universal cu 3 bacuri			2564-6987	6	0
	Varf rotativ			2579-9635	7	0
	Etalon copiere			9872-1854	8	0
	Universal 250 cu trei bacuri			6544-1234	9	0
R	Antrenor pt strung A50 ecord:	⊾ of 18		STAS 2891-69	10	0 🔽

Figura 14.10: Nomenclatorul de dispozitive al programului SIMSFF

3	I Utilaje Existente in Unitate        Scule taietoare existente in unitate								
$\mathbb{H}$	Denumire	Material	Cod	Desen	ID	Nr bucati			
	Grup de freze cu antrezoa	RP3		2240-4059	1	1			
	Burghiu combinat de cent	RP3		STAS 1114-73	3	1			
	Cutit stanga	P30		2101-4043	4	0			
П	Cutit special	P30		2154-4037	5	0			
	Piatra cil. plana 400x60x2	En 25 KC		STAS 601-75	6	0			
	Pila semirotunda	OSP		STAS 635-70	8	0			
	Rola	RP3		1181-4024	9	0			
	Piatara cil. plana 125x10x	En 25 KC		STAS 601-75	10	0			
	*				(AutoNumber)	0			
	Record: 1	▶ ▶ ▶ ▶ ★ of 8				<u> </u>			

Figura 14.11: Nomenclatorul sculelor așchietoare al programului SIMSFF

Meniul de modelare și simulare este prezentat în figura 14.14.

Utilaje Existente in Unita Scule ajutatoare					
Denumire	Material	Cod	Desen	ID	Nr bucati 🔺
Bucsa speciala			6122-4023	1	1
*				(AutoNumber)	0
					-

Figura14.12: Nomenclatorul sculelor ajutătoare al programului SIMSFF

Utilaje Existente in Unitate											
Denumire	Material	Cod	Desen	ID	Nr bucati 🔺						
Subler 150			STAS 1373/2-7	1	1 -						
Potcoava			8112-4298	2	1						
Subler cu tija 150			STAS 1373/2-7	3	1						
Calibru Potcoava			8112-4271	4	1						
Verificator bataie			8021-4001	5	0						
Varf special si palpator			8031-4045	6	0						
Calibru Potcoava			8113-4855	7	0						
Verificator bataie			8570-4000	8	0						
Suport comparatie			UMF 193	9	0						
Ceas comparatie Record: 14 1	▶ ▶ ▶ ▶ ₩ 0f 19	1	STAS 4293-79	10							

Figura14.13: Nomenclatorul verificatoarelor al programului SIMSFF

Algoritmul ce a stat la baza realizării programului de modelarea a SFF este cel preluat din teoria așteptării. Reperele aflate în prelucrare formează șirul de așteptare, iar posturile de lucru din SFF sunt stațiile de așteptare, stații unde are loc prelucrarea materialelor și a informațiilor.

Important este determinarea lungimii șirului de așteptare astfel încât să nu se formeze cozi de așteptare prea mari la posturile de lucru.

	t S	istem fl <u>ex</u> i	ibil de fabricatie									
Selectie reper si plan de operatie Configurarea posturilor de lucru		electie :per si lan de	Configurarea posturilor	Hala de productie	Ase utilaj h	zarea elor in ala	Sirr fab	Simularea fabricatiei		aluarea cientei	Del	<b>₽</b> •
		Deseneaza	Dese	eneaza	1			temului				
ŀ	Vit	eza transpo 10 m/r	rt Viteza simular nin 1 mir	e Ceas N/s 19	min	Lotul o	<u>le re</u> pere E	e Duc				
	<b>1</b>											
			_1	_ 2								
l												25 m
I												2011
I												
			_									
I				87 m					_			
		Nr	Operatia	Masina		Intrari Tesiri	tu tb	ta+tt ttrecere	tsm tam	Suprafata de lucru	Nr masini 🗉	
I		Freza										
		-	are capete	Masina de frezat U.M.C.	-	0	4.483 2.45	2.15 4.483	120 0	11.42521	1	
		a Centr	are capete	Masina de frezat U.M.C. Masina de centrui Mauser	- t -		4.483 2.45 4.53 0.14	2.15 4.483 0.69 4.53	120 0 120 0	11.42521	1	
		4 Centr 5 Strun	ruire	Masina de frezat U.M.C. Masina de centrui Mauser Strung de copiat Niels			4.483 2.45 4.53 0.14 10 6	2.15 4.483 0.69 4.53 0 10	120 0 120 0 120 0	11.42521 15.64 14.725	1	

Figura 14.14: Funcțiile modelării și simulării în programul SIMSFF

Modelarea și simularea în programul SIMSFF are mai multe funcții care pot fi apelate de către utilizatorul de program:

- selecție reper şi plan de operații unde se poate selecta reperul pentru care se realizează modelarea şi simularea şi totodată selecta şi planul de operații aferent prelucrării reperului selectat;
- Configurarea posturilor de lucru se poate face automat de către calculator pe baza planului de operații selectat și apelat din baza de date a programului. Se poate face o optimizare a posturilor de lucru cu ajutorul calculatorului pe baza drumului critic hamiltonian minim obținut din traseul tehnologic al reperului prelucrat, traseu ce trece pe la toate posturile de lucru într-un ciclul de lucru. Posturile de lucru pe lângă dimensiunile specifice ale maşinilor-unelte şi manipulatoarelor au specificate şi spațiile utile de lucru pentru operatorul uman;
- hala de producție reprezintă spațiul efectiv în care se poate configura sistemul flexibil de fabrica:ie. Acest spațiu de lucru poate fi desenat automat pe baza datelor inițiale ale halei: lungime, lățime şi înălțime;

#### Modelarea și simularea produselor și proceselor tehnologice de fabricatie

- *aşezarea utilajelor în hala de lucru* se face automat pe baza datelor preluate de către calculator din baza de date a configurării utilajului tehnologic folosit la prelucrarea reperului selectat și pe baza disponibilului de spațiu oferit de hala de producție. Așezarea utilajelor în spațiul de lucru se poate reprezenta grafic, cu ajutorul iconurilor reprezentând posturile de lucru ale sistemului flexibil de fabricație și mișcarea interoperații a reperelor cu ajutorul manipulatoarelor (conveioarelor);
- *simularea* cu acestă funcție se poate porni simularea sistemului flexibil de fabricație pentru condițiile concrete de producție stabilite în datele inițiale ale programului;
- *evaluarea eficienței sistemului* este modulul care stabileşte datele rezultate de pe urma simulării, date prin care se pot stabili cu exactitate performanțele sistemului flexibil de fabricație conceput şi posibilitățile de implementare şi instalare în producție pentru creşterea flexibilității fabricației şi a calității produselor.

Meniul de selecție plan de operații și reper este prezentat în figura 14.15.



Figura 14.15: Selecție reper și plan de operații

Configurarea posturilor de lucru											
Configurar	ea postul	rilor de luc	ru			Timp			min [	<b>]</b> •	
Propunere ( Configurare (	Optimizare Configurare	Recalculare Nr. ma			r. masini uprafata						
Nr O	Iperatia	Masina		Intrari Iesiri	tu tb	ta+tt ttrecere	tsm tam	Suprafata de lucru	Nr masin	i 🔺	
Frezare ca	ipete	Masina de frezat U.M.C.	•	0	4.483 2.45	2.15 4.483	3492 0	11.42521	1		
4 Centruire		Masina de centruit Mauser	•	0	4.53 0.14	0.69 4.53	3492 0	15.64	1		
5 Strunjire		Strung de copiat Niels	•	0	10 6	0	3492 0	14.725	1		
6 Strunjire		Strung de copiat Niels	┓	0	4.21 3.5	0.485	3492 0	14.725	1		
7 Strunjire		Strung paralel .Ranghet	-	0	1.6	1.598 1.6	3492 0	15.752	1		
8 Rectificare	•	Masina de rectificat . RPC	⊒	0	1.5 0.83	1.473 1.5	3492 0	18.081	1		
Record:	1 <b>)</b>   1		7			<u> </u>					

Figura 14.16: Configurarea posturilor de lucru

Configurarea posturilor de lucru, figura 14.16., se face pe baza datelor inițiale precizate în program.

După procesul de configurare se trece la reprezentarea grafică a repartizării posturilor de lucru în sistemul flexibil de fabricație și amplasarea sistemului în hala de producție, figura 14.17.

i in care s	e afla util.	ajele	I.										
	Parametrii halei in care se afla utilajele												
Lungimea     10     m       Latimea     10     m													
ozitia si dimensiu	unile depozitelo	r din hala											
Sus	Stanga	Lungime	Latime										
U	U	U											
	25 m 10 m >zitia si dimensi Sus 0 0	25 m 25 m 10 m zzitia si dimensiunile depozitelo Sus Stanga 0 0 0	25 m 25 m 10 m Latimea zzitia si dimensiunile depozitelor din hala Sus Stanga Lungime 0 0 0 0 0 0										

Figura 14.17: Reprezentarea amplasării posturilor de lucru în hala de producție

Figura 14.18. prezintă așezarea utilajelor conform configurării posturilor de lucru.

	E As	sezare	a utilaielor in hala	1 .							- D ×
Ī	A	sez	area utilajelor in	h	ala	Preluare Asezare utilaje utilaje			ezare tilaje		Į.•
Г		Nr.	Masina		sus	stanga	lun	gime	latime	Nr.op	<b>_</b>
Ш		1	Masina de frezat U.M.C. 🛛 🔄	·	0	0		3.546	3.222	1	
Ш		2	Masina de centruit Mauser 🔄	·	0	0		4.6	3.4	2	
Ш		3	Strung de copiat Niels 🛛 💽	·	0	0		4.75	3.1	3	
Ш		4	Strung de copiat Niels 🛛 🔹	·	0	0		4.75	3.1	3	
Ш		5	Strung de copiat Niels 🛛 🔹	·	0	0		4.75	3.1	4	
Ш		6	Strung paralel I.Ranghet 📃 💌	·	0	0		4.4	3.58	5	
Ш		7	Masina de rectificat RPC 🛛 🔄	·	0	0		4.9	3.69	6	
il.		8	Masina de rectificat universa 🔹	·	0	0		4.9	3.69	7	
Ш		9	Banc 💌	·	0	0		2.5	3	8	
1		10	Masina de rulat Grob 🛛 🔄	·	0	0		4.84	3.7	9	
2		11	Masina de rulat Grob 🛛 🔹	·	0	0		4.84	3.7	9	
	Re	12 cord: <u> </u>		. – 1 ]	0	0		2.5	2	10	<u> </u>

Figura 14.18: Așezarea utilajului tehnologic

După ce aceste date sunt setate pentru pornirea modelării și simulării sistemului flexibil de fabricație are loc rularea programului de simulare pentru condițiile prestabilite.

În procesul de simulare se trec parametrii procesului:

viteza de trasport interoperații;

- viteza de simulare;
- lotul de repere aflate în sarcina de producție.

După ce procesul de simulare s-a încheiat rezultatele obținute reprezintă evaluarea eficienței procesului de fabricație în sistemul flexibil de fabricație, figura 14.19.

Parametrii cuprinși în evaluarea eficienței cuprind elementele:

- ✓ timpul până la prelucrarea primului reper;
- ✓ timpul de prelucrare efectivă a pisei la postul de lucru;
- ✓ timpul de staționare și transport;
- ✓ raportul între timpul de prelucrare și cel de staționare;
- ✓ durata de timp între fabricarea a două repere;
- ✓ timpul de prelucrare a lotului de piese.

🗉 E v	aluai	rea perfori	nantelo	·								l	- 🗆 🗵
E	val	uarea j	perto	orm	antelor							Į.	•
Timpul pana la prelucrarea Timp primului reper					ul de prelucrare efe	Ti	mpul de s tran:	tationare sport	esi p	Raportul intre timpul de prelucrare si cel de stationare			
	-	170	min		84.223	min		85.777	7	min	0.981883	3255418119	
fat	Durat bricar	ta de timp ini ea a doua re	tre epere	Timp	ul de prelucrare a lo	otului							
		8	min		250	min							
	Nr	Of	peratia		Masina		tu tb	ta+tt ttrecere	tsm tam	Incarcare masina	Suprafata de lucru	Nr masini	4
	E	Frezare cap	pete		Masina de frezat U.M.C.	-	4.483 2.45	2.15 2.242	148 0	0	22.85042	2	
	4	Centruire			Masina de centruit Mauser	-	4.53 0.14	0.69 2.265	148 0	0	31.28	2	
	5	Strunjire			Strung de copiat Niels	-	10 6	0 1.25	148 0	0	58.9	4	
	6	Strunjire			Strung de copiat Niels	-	4.21 3.5	0.485 4.21	148 0	0	14.725	1	
Rec	ord:	मिम	1		lo ▶∎ ▶¥ of 15		10	La recel					<u> </u>

Figura 14.19: Evaluarea eficienței SFF conceput

Dacă rezultatele simulării nu sunt cele urmărite de către utilizator, procesul de simulare poate fi reluat cu alte date inițiale, adică se trece la o nouă optimizare a parametrilor ce definesc procesul, modificate funcție de rezultatele anterioare obținute în procesul de modelare. O astfel de abordare a concepției unui sistem flexibil de fabricație prin verificarea cu ajutorul modelării și simulării asistate de calculator este avantajoasă din mai multe considerente:

- costul simulării este mic;
- precizia modelării şi simulării este mare;
- posibilitatea implementării şi instalării în producție a SFF conceput fără riscul descoperirii unor greşeli ulterioare;
- rapiditatea verificării.

# **3. Elemente practice ale lucrării**

Utilizând programul SIMSFF să se modeleze și simuleze concepția unui sistem flexibil de fabricație pentru realizarea produsului după planul de operații prezentat la laborator pentru reperul: freză melc duplex din figura 14.20.



Figura 14.20: Freza melc duplex



## 4. Concluzii

Evaluarea globală a performanțelor sistemului CIM permite stabilirea raportului dintre rezultatele obținute (sau estimate a se obține) și resursele investite. Prin modelarea matematică a performanțelor sistemului integrat de producție se poate pune la dispoziția oricărui manager un instrument util de evaluare prin care se pot întocmi obiectivele și strategiile de dezvoltare ale unei intreprinderi ce dorește retehnologizarea producției. Ea poate fi realizată pe module distincte, ținând cont însă de legăturile cu celelalte module sau se poate realiza pe întreg sistemul CIM.

# Bíblíografíe,

- Abrudan, I. Sisteme flexibile de fabricație. Concepte de proiectare şi management, Cluj-Napoca, Editura Dacia, 1996.
- Agapiou, J.S. Optimization of Multistage Machining Systems, Part 1- Mathematical Solution, Journal of Engineering for Industry, vol.114, november, 1992.
- 3. Agapiou, J.S. Optimization of Multistage Machining Systems, Part 2- The Algoritm and Applications, Journal of Engineering for Industry, vol.114, november, 1992.
- Ahituv, N., Neumann, S., Norton Riley, H. Principles of Information Systems for Management, B&E Tech, 1994.
- 5. Ahn, J. Inteligent scheduling of automated manufacturing system, Ph. D., The University of Iowa, 1991.
- 6. Anderson, A.J. A transputer Bosed adaptive control system, IEEE Transactions on Robotics and Automation, vol.8, nr.6, december, 1992.
- Ase, K., Gao, J. Feature technology- an overview, International Journal Computer Integrated Manufacturing, vol.6, nr.1&2, 1993.
- 8. Askin, R.G., Vakharia, A.J. Group Technology Planning and Operation, The Automated Factory Handbook, TAB Professional and Reference Books, 1990.
- Bonciu, D. Sisteme automatizate de informare şi documentare, Editura Tehnică, Bucureşti, 1997.
- Bărbat, B., Filip, F. Ghe. Informatica industrială. Ingineria programării în timp real, Editura Tehnică, București, 1997.
- 11. Bondrea, I. Modelisation des activites CAO/FAO dans lentreprise simulee COMPASIM, Editura Mirton, Timisoara, 2000.
- Bondrea, I. Aspecte analitice ale producției integrate, Referat II, Universitatea Politehnica Timișoara, 1995.
- Bondrea, I. Procese privind concepția şi fabricația în condițiile producției integrate, Referat III, Universitatea Politehnica Timișoara, 1995.
- 14. Bondrea, I. Contribuții la conceperea, realizarea și implementarea sistemelor integrate de producție, Teza de doctorat, Universitatea Politehnica Timișoara, 1999.
- 15. Bondrea, I., Bondrea, G. Creșterea flexibilității producției prin realizarea montajului asistat de calculator, a II-a Conferință Internațională 'Mașini și tehnologii moderne', Cugir, 1993.

- Bondrea, I., Drăghici, G. Integrarea prin fluxul informațional a modulelor CIM în sistemele de producție moderne, Lucrările Simpozionului Internațional SIM'97, Timișoara, 1997.
- 17. Bondrea, I., Drăghici, G. Flexibilitatea în condițiile producției integrate-modelare matematică, a VII-a Conferință Internațională 'Mașini și Tehnologii Moderne MteM'95, Cluj-Napoca, 1995.
- 18. Bondrea, I., Duşe, D., Simion, C. Proiectarea asistată a procesului tehnologic de prelucrare mecanică în condițiile producției integrate. Program TechCIM, a VII-a Conferință Internațională de Inginerie Managerială și Tehnologică Tehno'95, Timișoara, 1995.
- Bondrea, I., Simion, C. Managementul sistemului informațional îm condițiile producției integrate, a VII-a Conferință Internațională 'Maşini şi Tehnologii Moderne MteM'95, Cluj-Napoca, 1995.
- Bondrea, I., Simion, C. Sisteme de producție integrate, Editura Universității din Sibiu, Sibiu, 1996.
- Bondrea, I., Modelarea și simularea proceselor de producție, Editura Universității din Sibiu, 1998.
- 22. Botoz, J.L., Dhatt, G. Modélisation des structures par elements finis, Hermès, Paris, 1990.
- 23. Bâscă, O. Boze de date, Editura All, București, 1997.
- 24. Braesch, Ch., Haurat, A. La modelisation systemique en entreprise, Hermes, Paris, 1995.
- 25. Chang, T.C., Joshi, S. Computer Aided Process Planning, The Automated Factory Handbook, TAB Profesional and Reference Books, 1990.
- 26. Călin, S., ş.a. Conducerea adaptivă și flexibilă a proceselor industriale, Editura Tehnică, București, 1988.
- 27. Chase, R., Aquilano, N. J. Production & Operations Management, Boston, Irwin Inc., 1992.
- 28. Choog, N.F., Nee, A.Y.C., Loh, H.T. The implementation of an automatic tool selection System for CNC nibbling, Computer in Industry, nr.23, 1993.
- 29. Clement, P. Standards support for the virtual enterprises, University of Torino, 1996.
- 30. Coiffet, Ph. La productique et ses outils, Hermès, Paris, 1990.
- Crawford, R. Integrated 3D modelling and process planning by features- a case study, International Journal Computer Integrated Manufacturing, vol.6, nr. 1&2, 1993.
- Drăghici, G. Componentele procesului de prelucrare în sistemele flexibile de fabricație, Lucrările celui de-al XII-lea Simpozion Național de Roboți Industriali, Timișoara, noiembrie 1994.
- Drăghici, G. Demersul de concepție a procesului de fabricație in CIM, Lucrările celui de-al XII-lea Simpozion Național de Roboți Industriali, Timișoara, noiembrie 1994.

- 34. Drăghici, G. Ingénierie simultanée une approche pour accroître la réactivité et la flexibilité des entreprises, Buletinul ştiințific al Universității Politehnica din Timișoara, Tom 41 (55), Mecanica, 1996.
- Drăghici, G. Introducere in ingineria simultană, Buletinul ştiințific al Universității Lucian Blaga din Sibiu, "Acta Universitatis Cibiniensis", 1997.
- 36. Drăghici, G., Bondrea, I. Systeme integre de production pour les transmissions a cardan, Conception et fabrication de produits mecaniques, Editura Eurobit, Timişoara, 1999, ISBN 973-59-9
- 37. Draghici, G. Ingineria integrata a produselor, Editura Eurobit, Timisoara, 1999.
- Drăghici, G., Bondrea, I. Integrated Approach in Computer Aided Process Planning, ISoCE, Sinaia, 1998.
- Duşe, D., Bondrea, I., Mîndruţ, O. Bozele proiectării asistate de calculator a proceselor tehnologice, Editura Universității din Sibiu, Sibiu, 1993.
- 40. Duşe, D., Bondrea, I., Simion, C. Informatizarea concepției şi fabricației implanturilor medicale, a VII-a Conferință Internațională de Inginerie Managerială şi Tehnologică Tehno'95, Timişoara, 1995.
- 41. Dușe, D., Brîndașu, D., Bondrea, I. Cercetări privind optimizarea procesului de fabricație al implanturilor medicale, Contract de cercetare, nr.52/1994, Universitatea Lucian Blaga Sibiu.
- 42. Dușe, D., Bondrea, I. Informatizarea concepției și fabricației transmisiilor cardanice, grant, Universitatea Lucian Blaga Sibiu, 1996.
- 43. Dușe, D., Bondrea, I. Informatizarea concepției și fabricației trasmisiilor cardanice, Contract de cercetare, nr/11701 B/1993, Universitatea Lucian Blaga Sibiu.
- 44. Elaine, R. Artificial Intelligence, McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1993.
- 45. Guran, M., Drăgoi, G. Etude de la qualité dans la phase de conception, Université dăété "Conception intégrée des systèmes mécaniques et mecatroniques", Bucarest, Juin 1996.
- 46. Hoeltzel, D.A., Chieng, W.H. An Adaptive Generic Planning Model for Large Scale Integrated Engineering Design, Intelligent CAD Systems, 1990.
- 47. Hong, B.I., Lim, B.S., Nec, A.Y.C. Feature Bosed Modelling and Process Planing in CIM, Proceedings of the International Conference on CIM, Singapore, 1991.
- 48. Hackett, G., Caunt, D. Quantitative Methods. An active learning approach, TJ Press, London, 1994.
- 49. Hou, T.-H., Lin, L. Manufacturing process monitoring using neural networks, Computers & Elect. Engineering, vol.19, nr.2, 1993.
- 50. Ivan, N. V. ş.a. Proiectarea tehnlogică asistată de calculator, Brașov, Tipocart, 1993.

- Ivan, N.V. Considerații privind proiectarea tehnologică asistată de calculator, Construcția de mașini, nr. 5-6, București, 1994.
- 52. Javel, G. L'organisation et la gestion de production, Masson, Paris, 1993.
- 53. Javel, P. Concourrent Engineering, Hermes, Paris, 1993.
- 54. Kyungsik, Y., Taekyung, L., Haeseok, O. Assembly Plan Using Object-Oriented Approach, Proceedings of the International Conference on Computer Integrated Manufacturing, Singapore, 1991.
- 55. Larsen, N.E. Methods for integration of process planning and production planning, International Journal Computer Integrated Manufacturing, vol.6, nr.1&2, 1993.
- 56. Lecoufle, J.C. Fonction de production a part entite la maintenance dans lăentreprise, CETIMinformations, no.144, juin 1995.
- 57. Lucey, T. Management Information Systems, DP Publications Ltd., London, 1995.
- 58. Mazuchi, T.A., Soyer, R. Relability Engineering, The Autometed Factory Handbook, TAB Professional and Reference Books, 1990.
- 59. Milacic, V.R. Factory Environment and CIM, Robotics and Computer Integrated Manufacturing, vol.7, nr.3/4, 1990.
- 60. Philipsen, W. J. M., Jong, G. G. Refinement of Petri nets- the neural net approch, Proc. of the ICANN Espoo, Finland, 1991.
- 61. Pritschow, G. Automation Technology On the way to an open system architecture, Robotics and Computer Integrated Manufacturing, vol.7, nr.1/2, 1991.
- 62. RahBory, M.A. Computer assisted machine tool part program optimization, Ph. D., Council for National Academic Awards(UK), 1990.
- 63. Savii, G., G. Bozele proiectării asistate de calculator, Timișoara, Editura Mirton, 1997.
- 64. Scheer, W. CIM-Towards the Factory of the Future, Wien, Springer-Verlag, 1992.
- 65. Schneeweiss, W. G. Modeling details of stand-by via Petri-nets, Optimum Q, vol.1, nr.1, 1991.
- 66. Yim, P.P. CIM3-Computer Integrated Man-Machine Manufacturing Systems An Introduction, Proceedings of the International Conference on Computer Integrated Manufacturing, Singapore, 1991.
- 67. Young, R.I.M., Bell, R. Design by features- advantages and limitations in machine planning integration, International Journal Computer Integrated Manufacturing, vol.6, nr.1/2, 1993.
- 68. Zhou, C., Egbelu, P.J. Scheduling in manufacturing shop with sequence-dependent setups, Robotics and Computer Integrated Manufacturing, vol.5, nr.1, 1989.
- 69. \*\*\*\* Using C, Microsoft, 1992.
- 70. \*\*\*\* IDEF5, Federal Information Processing Standards Publication, Information Integration for Concurrent Engineering, National Institute of Standards and Technology, 1994.

- 71. \*\*\*\* CEN 310-1996, Standardization for Advanced Manufacturing techologies.
- 72. \*\*\*\* CATIA v5r5, User Guide, IBM-Dassault, 2001.