**MARIANA ILIE** 

## **MIRCEA VODĂ**

# NOȚIUNI DE BAZĂ ÎN MODELAREA PIESELOR TEHNICE ÎN CATIA V5





Colecția "STUDENT"

# NOȚIUNI DE BAZĂ ÎN MODELAREA PIESELOR TEHNICE ÎN CATIA V5

Cartea de față prezintă conceptele de baza ale modelării 3D, necesare deprinderii abilităților de utilizare a programelor specializate, cu aplicații concretizate in CATIA. Prin structura sa cartea vine atât în sprijinul debutanților, cât și celor inițiați, datorită faptului că sunt descrise în detaliu comenzile modulelor abordate și conține o serie de exemple concrete și teme necesare în fixarea informației. Lucrarea se adresează în general studenților din cadrul Facultății de Mecanică, fiind însă utilă tuturor studenților din cadrul facultăților de profil tehnic. Aceasta urmează un parcurs logic și intuitiv, cu descrieri clare și concise, iar partea grafică întregește acest context. Volumul este important în formarea inginerilor proiectanți.

#### Referent științific: Prof. dr. ing. Liviu MARŞAVINA

Cartea face o descriere amănunțită a diferitelor ateliere de lucru utilizate în mediile de modelare parametrizată 3D, cu detaliere pentru modelarea pieselor și asamblarea acestora. Datorită nivelului de detaliere, cartea poate fi utila atât începătorilor pentru a-și pune bazele proiectării cât și utilizatorilor avansați care doresc să aprofundeze anumite aspecte de detaliu. Partea teoretică de descriere a comenzilor este însoțită de figuri descriptive care ajută cititorul să înțeleagă principiile de modelare 3D și este particularizată pentru CATIA.

Lucrarea este bine structurată atât în ceea ce privește partea teoretică cât și cea aplicativă. Fiind o carte destinată viitorilor proiectanți care ar trebui să stăpânească utilizarea unui astfel de soft dedicat, conține o multitudine de aplicații practice care să-i ajute, să extrapoleze și să-și dezvolte capacitatea de a realiza propriile modele.

Referent științific: Conf. dr. ing. Ion Dragoș UȚU

### MIRCEA VODĂ

# NOȚIUNI DE BAZĂ ÎN MODELAREA PIESELOR TEHNICE ÎN CATIA V5

Colecția "STUDENT"

EDITURA POLITEHNICA TIMIŞOARA – 2021

#### **Copyright © Editura Politehnica, 2021**

Nicio parte din această lucrare nu poate fi reprodusă, stocată sau transmisă prin indiferent ce formă, fără acordul prealabil scris al Editurii Politehnica.

#### **EDITURA POLITEHNICA**

Bd. Vasile Pârvan nr. 2B 300223 Timișoara, România

**Tel./Fax.** 0256/404.677 **E-mail:** editura@upt.ro

**Consilier editorial:** Prof.dr.ing. Sabin IONEL **Redactor:** Claudia MIHALI

**Bun de imprimat:** 19.02.2021 **ISBN** 978-606-35-0409-9

### Cuprins

1	. PR	EZENTARE GENERALĂ	9
	1.1 I	nterfața programului CATIA V5 R21	9
	1.2 N	Mediile de lucru –Workbenchs	11
	1.3 H	Sarele cu instrumente	13
	1.4 I	Personalizarea barelor cu instrumente	14
	1.4.1	Adăugarea unei comenzi pe o bară existentă	14
	1.4.2	Crearea unei bare cu instrumente definită în totalitate de utilizator	14
	1.4.3	Personalizarea barei Workbench	15
	1.5 H	Bara cu meniuri	16
	1.5.1	Options	19
	1.5.2	General	19
	1.5.3	Display	19
	1.6	lipuri de fișier	
	1.7 N	Moduri de vizualizare a modelului	
	1.7.1	Manipularea vederilor	
	1.8 U	Jtilizarea mouse-ului	
	1.9 N	Named Views –	
	1.10	Compasul	
	1.11	Moduri de vizualizare a modelului	
	1.12	Preselecția elementelor cu Preselector Navigator	
	1.13	Arborele de specificații	
	1.14	Manipularea elementelor	29
	1.15	Selecția elementelor	29
	1.16	Seturi de selecție	30
	1.17	Ştergerea elementelor	30
	1.18	Hide/Show	
	1.19	Properties	
	1.20	Layers	33
2	. ME	DIUL SKETCHER	35
	2.1 A	Ajutoare grafice în mediul Sketcher	
	2.1.1	Opțiunea SmartPick	40
	2.1.2	Meniu contextual	41

	2.1.3	Normal View	42
	2.2 0	Crearea schițelor	43
	2.2.1	Crearea elementelor geometrice simple	43
	2.2.2	Editarea elementelor geometrice	48
	2.3 0	Constrângeri	54
	2.3.1	Constrângeri dimensionale	55
	2.3.2	Constrângeri geometrice	56
	2.3.3	Alte opțiuni pentru impunerea constrângerilor	57
	2.4 E	ditarea constrângerilor	59
	2.4.1	Eliminarea constrângerilor	59
	2.4.2	Dezactivarea/Activarea constrângerilor	59
	2.4.3	Modificarea constrângerilor	59
	2.4.4	Codul culorilor	61
	2.5 U	Jtilizarea elementelor din mediul 3D în schiță	61
	2.5.1	Proiecția elementelor din mediul 3D în schiță	61
	2.5.2	Tehnici asociative în Sketch	63
	2.6 A	naliza schițelor	64
	2.7 A	ajutoare grafice suplimentare – bara cu instrumente Visualization	66
	2.8 F	Recomandări	68
3.	ME	DIUL PART DESIGN. GENERAREA VOLUMELOR	69
	3.1 P	rezentare generală	69
	3.2 E	Elemente de referință	70
	3.2.1	Comanda Points	71
	3.2.2	Comanda Line	74
	3.2.3	Comanda Plane	78
	3.3 I	nstrumente Sketch-Based Features	81
	3.3.1	Pad și Pocket	81
	3.3.2	Multi-Pad și Multi-Pocket	84
	3.3.3	Hole	85
	3.3.4	Shaft și Groove	87
	3.3.5	Rib și Slot	89
	3.3.6	Stiffner	91
	3.4 A	plicații în modelarea pieselor tehnice	92
	3.4.1	Modelarea bolțului pistonului- comenzile Pad și Shaft	92
	3.4.2	Modelarea bielei – comenzile Pad, Pocket și Hole	94

3.4	4.3 Modelarea cilindrului - comenzile Pocket și Groove	
3.4	4.4 Modelarea bujiei incandescente – comenzile Shaft și Pocket	
3.4	4.5 Modelarea pistonului	
3.4	4.6         Aplicații propuse spre rezolvare	
4. N	MODULUL PART DESIGN. OPERAȚII DE FINISARE A FORME	J108
4.1	Instrumente Dressed-Up Features	
4.1	1.1 Racordări. Instrumente <i>Fillets</i>	
4.1	1.2 Teşiri. Instrumentul Chamfer	
4.1	1.3 Înclinarea suprafețelor. Bara cu instrumente Drafts	
4.1	1.4 Piese cu pereți subțiri. Comanda Shell	
4.1	1.5 Modelarea filetelor. Comanda Thread/ Tap	
4.2	Bara cu instrumente Transformation Features	
4.3	Comanda Mirror	
4.4	Multiplicarea elementelor după un tipar	
4.5	Scalarea volumelor	
4.6	Aplicații în modelarea pieselor tehnice	
4.6	6.1 Modelarea arborelui cotit	
4.6	5.2 Modelarea radiatorului cilindrului	
4.6	5.3 Modelarea radiatorului central	
4.6	6.4 Modelarea blocului motor	
4.6	6.5 Modelarea unui cot cu flanșe. Comenzile Multi-sections Solid,	<i>Rib</i> și <i>Slot</i> 151
4.6	6.6 Modelarea unei piese cu filet	
4.6	6.7 Aplicații propuse spre rezolvare	
5. N	MEDIUL ASSEMBLY DESIGN	
5.1	Introducere	
5.2	Inserarea componentelor într-un ansamblu	
5.3	Modificarea poziției și a orientării componentelor unui ansamblu	
5.3	3.1 Modificarea poziției componentei cu ajutorul compasului	
5.3	3.2 Modificarea poziției componentei din bara cu instrumente Move	e 172
5.4	Reducerea gradelor de libertate ale componentelor	
5.4	4.1 Fixarea componentelor ansamblului	
5.4	4.2 Constrângeri de coincidență	
5.4	4.3 Constrângeri de distanță liniară	
5.4	4.4 Constrângeri de contact	
5.4	4.5 Constrângeri unghiulare	

5.6       Crearea configurațiilor de prezentare       184         5.7       Aplicații în realizarea ansamblelor       186         5.7.1       Asamblarea micromotorului       186         5.7.2       Aplicații propuse spre rezolvare       198         BIBLIOGRAFIE       204		5.5	Analiza ansamblului	. 181
5.7       Aplicații în realizarea ansamblelor       186         5.7.1       Asamblarea micromotorului       186         5.7.2       Aplicații propuse spre rezolvare       198         BIBLIOGRAFIE       204		5.6	Crearea configurațiilor de prezentare	. 184
5.7.1       Asamblarea micromotorului       186         5.7.2       Aplicații propuse spre rezolvare       198         BIBLIOGRAFIE       204		5.7	Aplicații în realizarea ansamblelor	. 186
5.7.2       Aplicații propuse spre rezolvare		5.7	.1 Asamblarea micromotorului	. 186
BIBLIOGRAFIE		5.7	.2 Aplicații propuse spre rezolvare	. 198
	BI	BLIO	GRAFIE	204

### 1. PREZENTARE GENERALĂ

**CATIA** (Computer Aided Three dimensional Interactive Applications) este un sistem integrat CAD/CAE/CAM, dezvoltat de compania Dassault Systemes ce oferă un spectru complet de opțiuni de proiectare și fabricație.

#### 1.1 Interfața programului CATIA V5 R21

După lansarea in execuție, CATIA va afișa fereastra principală. Fișierul deschis implicit este un fișier denumit automat *Product1* cu extensia .CATProduct ce poate fi închis din meniul *File-Close* sau butonul *Close* din coltul din dreapta sus (a se face diferența intre butonul *Close* al ferestrei principale, ce are fundalul roșu, și butonul *Close* al fișierului *Product1*, ce are fundalul gri).



Figura 1.1 Fereastra principală afișată la deschidere

Pentru deschiderea unei sesiuni de lucru se accesează din meniul *Start*, mediul de lucru corespunzător intenției utilizatorului: modelare piese individuale, asamblarea acestora, obținerea automată a proiecțiilor piesei sau ansamblului pe suport 2D, prelucrarea tablelor etc.

Indiferent de mediul de lucru ales, CATIA păstrează a anumită structură a ferestrei principale cu elemente grafice comune: zona grafică, plane de referință, compas, arbore de specificații, bare cu instrumente specifice fiecărui modul, bara de stare, meniuri derulante (Figura 1.2).

CATIA V5 - [Part1] -	×
Start ENOVIA V5 VPM File Edit View Insert Tools Window Help Pictograma	. 8 ×
Part1 modul curent	0
- Z xy plane	-
- 📿 yz plane	
- Z zx plane Arbore specificații	情愛
L PartBody	
	~~
	ភា
Plane de referință	
×4	
	<b>W</b>
$\searrow$	
Bare cu instrumente	
Zona grafică specifice modulului	4
	A
	(A
	1
Linia de stare	Ø
	-y
│ <b>॒ᇕ/⊒</b> ᇕ%൹≋∞∞ໞ <b>⊧</b> ₩⊗≀≣₄®฿⊧ๅ≈≅⊕∌ϭ <i>ϭ</i> ″	
Select an object or a command	19

Figura 1.2 Interfața programului CATIA

În bara cu meniuri se regăsesc atât comenzi comune programelor ce rulează sub Windows (File-*New/Save/Print*, Edit – *Cut/Copy/Search*) cât și comenzi specifice mediului CATIA. Prezenta unei săgeți negre în dreapta comenzii indică existența unui sub-meniu, cu opțiuni suplimentare. Comenzile ce apar cu gri, nu sunt disponibile.

**Barele cu instrumente** conțin comenzi specifice mediului de lucru deschis. Utilizatorul poate personaliza conținutul acestora dar și localizarea lor pe ecran. Poziționarea cursorului pe o pictogramă determină apariția numelui comenzii respective. Prezența unei săgeți negre in colțul din dreapta al pictogramei indică existența unui sub-meniu, cu opțiuni suplimentare.

Majoritatea comenzilor afișează, la lansarea în execuție, o casetă de dialog ce permite setarea parametrilor specifici.

Pad Definition 📍 🗙	Pad De	finition ? ×	
First Limit Type: Dimension 💌 Length: 20mm	First Limit Type: Dimension 💽 Length: 20mm 🚭	Second Limit Type: Dimension Length: Omm	
Limit: No selection	Limit: No selection	Limit: No selection	
Profile/Surface	Profile/Surface	Direction	
Selection: Sketch.1	Selection: Sketch.1	Normal to profile	
Thick	Thick	Reference: No selection	
Reverse Side	Reverse Side	Thin Pad	
Mirrored extent	Mirrored extent	Thickness1 1mm	
Reverse Direction	Reverse Direction	Thickness2: 0mm	
More>>	< <less< th=""><th>Neutral Fiber Derge Ends</th></less<>	Neutral Fiber Derge Ends	
Cancel Preview		Cancel Preview	

Figura 1.3 Expandarea casetei de dialog prin accesarea butonului More

Butoanele din partea de jos a casetei se regăsesc în toate casetele și au aceleași funcționalități. Butonul **Ok** aplică setările și închide comanda, *Cancel* închide comanda fără a aplica setările, *Preview*  permite pre vizualizarea rezultatului operației pe model. Unele casete pot avea un buton *More* a cărei accesare va duce la deschiderea unei zone ce permite setări suplimentare pentru parametrii definitorii (fig.3). În timpul completării câmpurilor dintr-o casetă de dialog, trebuie evitată folosirea tastei ENTER deoarece acesta este similară butonului **OK**, adică va aplica setările și va închide comanda. Navigarea dintr-un câmp în altul se face cu tasta **TAB**.

În **bara de stare** se afișează informații referitoare la elementele selectate de utilizator precum și pasul următor după lansarea în execuție a unei comenzi.

Arborele de specificații este un element extrem de important din zona grafică. Aici se regăsesc atât planele de referință, istoricul comenzilor de modelare a geometriei precum și parametrii ce controlează caracteristicile acesteia. Prezența arborelui pe ecran oferă un acces rapid și simplu asupra oricărei etape din modelarea geometriei, prin simpla selecție a operației respective și modificarea parametrilor ce o definesc.

**Compasul** permite manipularea localizării și orientării geometriei modelate prin translații sau rotații în jurul axelor X,Y,Z.

Pictograma mediului de lucru curent (**Workbench**) , afișată, de regulă, în partea din dreapta sus, determină tipul barelor cu instrumente ce vor apărea pe ecran și permite navigarea rapidă între mediile de lucru dorite.

Configurația ferestrei de la ultima sesiune de lucru va fi salvată automat la ieșirea din program și reafișată la deschiderea unei noi sesiuni de lucru.

#### 1.2 Mediile de lucru – Workbenchs

Numărul mediilor de lucru (modulelor) disponibile, într-o anumită versiune, depinde de licența instalată. Aceste module oferă utilizatorului uneltele specifice, necesare fiecărei etape parcurse în concepția și fabricația produsului. Pentru proiectarea reperelor și ansamblelor din domeniul construcției de mașini se prezintă mediile considerate a fi de bază în acest proces (Tabel 1.1).

Pictogramă	Denumire Modul	Utilizare	Extensie fișier
A.	Sketcher	Definirea profilelor 2D ce stau la baza generării solidelor	.CATPart
SO2	Part Design	Modelarea corpurilor solide	.CATPart
90	Assembly Design	Reunirea pieselor într-un ansamblu prin reducerea gradelor de libertate	.CATProduct
A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	Drafting	Realizarea desenelor de execuție și de ansamblu	.CATDrawing
<b>A</b>	Wireframe and surface design	Modelarea suprafețelor complexe	.CATPart

3	CATIA V5	_ 🗖 🗙
<u>Start</u> ENOVIA V5 VPM <u>File</u> <u>Edit</u> <u>View</u> <u>Insert</u> <u>T</u> ools	<u>A</u> nalyze <u>W</u> indow <u>H</u> elp	
	Ø (	ゆ 🌮 🗳 恭 🖉 🗟 😌 🌃
Baza.CATPart 🗆 🗉 🖾	Menghina.CATProduct	menghina.CATDrawing
🐢 Baza	Product1	Sheet.1
xy plane		
	Contraction (Contraction)	
	Culisant (Culisant.1)	
	Surub (Surub.1)	
· Sar Partobody	+-2 Placa suport (Placa suport.1)	
	F- 1 Placuta baza (Placuta baza.1)	100
	Facuta baza (Placuta baza.2)	
	- Maner (Maner.1)	
	sfera (Sfera.1)	
	+-2 Stera (Stera.2)	
	+-3 Suruh fivare (Suruh fivare 1)	
	- Di Suruh 12 (Sat Scraw 12.1)	8 Pag
	Surub-15	
	5urub-13 (Surub-13.5)	-
	+-3) Surub-13 (Surub-13.6)	
	=-3 Surub-16 (Surub-16.1)	
	- 16 (Surub-16.2)	
	Constraints	86
	+ 🧐 Assembly features	
Part Design	#-Applications Assembly Design 7	Drafting 😽
x y	x_y	
	Ľ	
ା 🗋 🗃 🖶 🐇 🕼 📽 🗠 ୍ଦ୍ୟୁ 🕯 fee 🎯	8 🔳 대 🖗 🎼 🧏 🐱 🕂 🗢 🍳 🔍 🍃 🖬 🗂 📵 💆 🖉 🖉 🖉 🖉	1 🎯 1 🚔 1 🚔 1 🕲 1 🥥 1 🎕 🖉 🐕 🧮 💋
1 element selected		

Figura 1.4 Interfața a 3 module: Part Design, Assembly Design și Drafting

Accesarea unui anumit modul de lucru se poate realiza:

- din meniul Start/Mechanical Design;
- din meniul File/New;
- accesarea pictogramei Workbench dacă modulele au fost adăugate în lista de favorite.



Accesare din Start/Mechanical Design

Accesare din File/New



#### **1.3** Barele cu instrumente

Barele cu instrumente sunt elemente grafice cu pictograme ce oferă utilizatorului accesul rapid și facil spre comenzile dorite. Aproape toate comenzile din aceste bare pot fi accesate și din bara cu meniuri, din partea de sus a ecranului. Afișarea pe ecran a unei bare cu instrumente sau eliminarea acesteia din fereastra se face din meniul **View/Toolbars** prin bifarea sau debifarea acesteia din lista cu bare disponibile.

În configurația inițială, barele cu instrumente apar în stânga și sub zona grafică însă CATIA permite modificarea poziției acestora în orice zonă a ferestrei printr-o simplă "tragere" cu mouse-ul de una din liniile gri în relief de la extremități. Prin dublu clic pe zona gri a barei, aceasta va reveni în poziția inițială. Afișarea a două săgeți gri în relief indică prezența unor bare care, deși sunt bifate în listă, nu sunt vizibile pe ecran. Prin tragere, pot fi aduse fie în zona grafică, fie poziționate pe una din cele patru laturi ale acesteia. Dacă în timpul acestei operațiuni se apasă tasta **SHIFT**, bara își va schimba orientarea pe verticală sau orizontală.



Figura 1.6 Manipularea barelor cu instrumente

Închiderea barelor prin clic pe butonul *Close* duce la dezactivarea acestora și implicit dispariția din fereastră. Pentru reactivare, se accesează din nou **View/Toolbars** și se bifează în listă. Pictogramele cu săgeți negre în dreapta jos, ascund o serie de comenzi suplimentare. Și aceste bare suplimentare pot

fi manipulate exact ca cele precedente, cu mențiunea ca închiderea de la butonul *Close* va determina doar "reascunderea" acesteia pe bara inițială.

#### 1.4 Personalizarea barelor cu instrumente

#### 1.4.1 Adăugarea unei comenzi pe o bară existentă

Utilizatorul poate personaliza o anumită bară cu instrumente, adăugând sau eliminând o anumită comandă, urmând pașii de mai jos:

- se accesează meniul Tools/Customize sau View/Toolbars/Customize;
- în caseta de dialog se selectează fila Commands;
- în lista Categories se selectează categoria căreia îi aparține comanda;
- se selectează comanda dorită și, ținând butonul stâng al mouse-ului apăsat, se trage comanda pe bara din zona grafică.

Pentru scoaterea unei comenzi de pe o bară cu instrumente, se urmează același traseu.

#### 1.4.2 Crearea unei bare cu instrumente definită în totalitate de utilizator

CATIA permite crearea de bare cu instrumente alese în totalitate de utilizator. Pentru aceasta:

- se accesează meniul Tools/Customize sau View/Toolbars/Customize;
- în caseta de dialog se selectează fila **Toolbars**;
- se apasă butonul New ce afișează caseta New Toolbar;
- se denumește noua bară și se apasă butonul **OK**;
- bara creată va apărea în lista cu bare disponibile.
- pentru adăugarea comenzilor în noua bară se parcurg pașii prezentați in paragraful precedent.



Figura 1.7 Crearea unei bare cu instrumente - caseta de dialog New Toolbar



Figura 1.8 Bara creată este disponibilă în lista Toolbars

#### 1.4.3 Personalizarea barei Workbench

Pentru o navigare rapidă între diferitele medii de lucru, se personalizează bara *Workbenches* definind o listă cu medii de lucru favorite:

- se accesează meniul Tools/Customize sau View/Toolbars/Customize;
- în caseta de dialog se selectează fila Start Menu;
- se selectează modulul dorit din lista modulelor disponibile (stânga);
- se trece în lista modulelor favorite (dreapta) apăsând săgeata de sus;

Modulele declarate ca favorite vor fi afișate atât în meniul **Start** cât și la selecția pictogramei **Workbench**.



Caseta de dialog *Customize* permite, de asemenea, definirea unui mediu de lucru definit în totalitate de utilizator accesând fila **User Workbenches/New**/ și denumirea noului mediului (fig. ). Dacă se dorește revenirea la setările inițiale, fila **Toolbars** oferă două butoane **Restore content** pentru restabilirea conținutului inițial al barelor cu instrumente și **Restore position** pentru restabilirea poziției inițiale (Figura 1.9 b).

Customize	? ×	Customize	? ×
Start Menu User Workbenches Toolbars Comman	ds Options	Start Menu User Workbenches Toolbars Commands	Options
Mediul 1 Vise this page to add or delete a workbench.	New Delete Rename	Standard       Workbench       Graphic Properties       Knowledge       View       3Dx Device       Workbenches       Tools Palette       ErrorLog       EnoviaVPM       ENOVIA V5 VPM Navigator       PCS Statistics       ENOVIA V5 VPM       Product View Result       Mobile Session       Instant Collaboration       Apply Material	New Rename Delete Restore contents Restore position Add commands Remove commands
Go to the Toolbars page to add toolbars.			
	Close		Close

a) Definirea unui mediu de lucru personalizat

b) Resetarea barelor cu instrumente

Figura 1.9 Caseta de dialog Customize

#### 1.5 Bara cu meniuri

Pe lângă meniurile comune programelor ce operează sub Windows, se găsesc meniuri cu funcționalități specifice sistemului CATIA. O prezentare pe scurt a acestora este redată mai jos.

Meniul Start- Pornirea unei sesiuni de lucru/ schimbarea mediului de lucru/ accesarea ultimelor fișiere utilizate.

#### **Meniul Files**

- New permite deschiderea unui fișier nou, in funcție de opțiunile alese de către utilizator (modelare solizi, asamblare etc);
- New From permite deschiderea unui fişier nou plecând de la un fişier deja existent; noul fişier va avea acelaşi conținut ca şi fişierul sursă, dar nu poate fi salvat peste acesta prin comanda SAVE deoarece sunt entități diferite;
- **Open** permite deschiderea unui fișier nativ Catia sau a unui fișier de tip IGS, STEP, MODEL, STL etc;
- Close închide fișierul curent;
- Save salvează fișierul deschis si activ sub denumirea implicită;
- Save As permite salvarea unui fișier deschis si activ sub o denumire și într-o locație aleasă de către utilizator;
- Save All permite salvarea de tip "Save" a tuturor fişierelor deschise în momentul lansării comenzii;
- Save Management se recomandă în cazul lucrului cu ansamble pentru stocarea tuturor fișierelor în aceeași locație; realizează o salvare de tip "Save as";
- **Print** permite imprimarea documentului selectat;
- Desk afişează, într-o fereastră specifică, fişierele ansamblurilor deschise și a legăturilor dintre acestea, cu posibilitatea gestionării lor (ştergere, redenumire etc.);

- Send To permite trimiterea fișierului deschis, prin copiere, într-un anumit director sau către browserul de e-mail;
- **Exit** permite închiderea sesiunii de lucru în CATIA.

#### **Meniul Edit**

- Undo permite anularea celor mai recente comenzi;
- **Redo** reface comenzile anulate cu **UNDO**;
- Update actualizează modelul; opțiunea este activă doar dacă modelul a suferit modificări;
- **Cut** permite mutarea în <clipboard> a unui element dintr-o sesiune de lucru;
- **Copy** permite copierea in <clipboard> a unui element dintr-o sesiune de lucru;
- **Paste** readuce în model ultimul element plasat în <clipboard>;
- **Paste Special** permite aducerea în model a ultimului element pus în <clipboard> cu următoarele opțiuni:
  - o AsResultWithLink păstrează legătura cu elementul de referință;
  - o AsResult nu păstrează legătura cu elementul de referință;
  - o As specified in Part document păstrează întreaga structură a elementului de referință;
- **Delete** șterge elementul selectat;
- Search permite căutarea entităților dorite in istoricul fișierului curent;
- Links permite vizualizarea legăturilor între fișierul curent și alte fișiere;
- **Properties** permite vizualizarea proprietăților grafice si de stare ale elementului selectat;
- Scan or Define in Work Object permite parcurgerea istoricului de modelare din fişierul deschis cu ajutorul unui meniu specific; cu posibilitatea modificării in timp real a parametrilor; parcurgerea etapizată a istoricului poate fi vizualizată într-o fereastră specifică sau direct pe geometrie;

#### **Meniul View**

- **Toolbars** permite vizualizarea/ascunderea barelor cu instrumente prin bifare/debifare;
- **Comand List** afişează lista comenzilor;
- Geometry permite vizualizarea sau ascunderea geometriei din zona grafică;
- Specifications permite vizualizarea sau ascunderea arborelui de specificații;
- **Compass** permite vizualizarea sau ascunderea compasului din zona grafică;
- **Reset Compass** readuce compasul în poziția inițială, după ce a fost deplasat în scopul manipulării geometriei din zona grafică;
- Tree expansion permite expandarea sau comprimarea arborelui de specificații pe nivele;
- **Specifications Overview** permite vizualizarea și manipularea arborelui într-o fereastră specifică;
- **Geometry Overview** permite vizualizarea și manipularea geometriei într-o fereastră specifică;
- **Fit All In** reîncadrează modelul, astfel încât să fie vizibile, în zona grafică, toate elementele construite;
- Zoom Area permite mărirea unei anumite zone, delimitată de utilizator cu autorul mouseului;
- Zoom In Out mărește/micșorează zona grafică în jurul punctului central;
- Pan permite deplasarea geometriei pe ecran cu butonul stâng al mouse-lui
- **Rotate** –permite rotirea geometriei pe ecran, în jurul unui punct, utilizând butonul stâng al mouse-lui,
- **Named Views** permite salvarea vizualizării geometriei după anumite direcții și dimensiuni dorite de utilizator;
- Render Style oferă diferite moduri de vizualizare ale modelului (wireframe, shade etc), precum și posibilitatea de personalizare a modului de vizualizare (*Customize View*) si de prezentare a geometriei pe ecran (*Paralel/Perspective*);
- Navigation Mode modifică modul de navigare în zona grafică (*Implicit/Examine*);
- Lighting permite setarea luminozității și a unghiului de incidență;

- **Deep effect** permite crearea unui efect de adâncime;
- **Magnifier** permite mărirea, într-o fereastră specifică, a elementelor peste care se deplasează un perimetru închis modificabil dimensional; gradul de mărire este dat de dimensiunile perimetrului;
- **Hide/Show** ascunde sau afișează elementele selectate; **Swap visible space** –comută între zona grafică vizibilă și cea ascunsă;
- Full Screen realizează extensia spațiului de lucru pe întregul ecran.

Meniul Insert conține comenzi specifice fiecărui mediu de lucru în parte, ca urmare se va modifica în funcție de modulul accesat.

#### **Meniul Tools**

- Formula -permite definirea unor relații de dependență între parametrii dimensionali ai modelului;
- **Image** realizează capturi de imagini in format .jpg, .tif, .bmp de pe ecranul CATIA și înregistrări video în format .avi;
- **Macro** permite realizarea unor aplicații in limbaj Visual Basic sau Catia Script pentru realizarea de geometrii repetitive pe diferite fișiere;
- Utility permite lansarea unei serii de aplicații ce realizează conversia între diferite tipuri de fișiere;
- Show permite vizualizarea pe categorii de elemente în ecranul normal de lucru;
- Hide permite ascunderea pe categorii de elemente din ecranul normal de lucru;
- In Work Object permite definirea obiectului asupra căruia se vor aplica operațiile din acest moment incolo;
- **Customize** permite personalizarea mediului de lucru
- Visualization Filters permite definirea filtrelor ce fac posibilă vizualizarea simultană a unui anumit număr de layere pe ecran;
- **Options** permite utilizatorului să efectueze diferite setări cu caracter general; setările sunt distribuite pe module astfel încât să ușureze navigarea prin meniuri;
- Standards permite setarea standardului dorit;
- **Conferencing** permite comunicarea la distantă cu ajutorul unor programe dedicate din mediul Windows;
- **Publication** permite publicarea (accesul) la o serie de parametrii definiți de utilizator pentru un anumit element

Meniul Window are două zone distincte:

Comenzile din prima parte permit manipularea amplasamentului ferestrelor în cazul în care se dorește vizualizarea simultană pe ecran a mai multor fișiere.

- New Window permite deschiderea fișierului curent într-o fereastră nouă;
- **Tile Horizontally** împarte ecranul pe orizontală astfel încât să poată fi vizualizate toate fișierele deschise in sesiunea de lucru curentă;
- **Tile Vertically** împarte ecranul pe verticală astfel încât să poată fi vizualizate toate fișierele deschise în sesiunea de lucru curentă;
- **Cascade** permite amplasarea în cascadă a tuturor fișierelor deschise în sesiunea de lucru curentă.

Cea de-a doua zonă afișează o listă cu fișierele deschise în sesiunea de lucru curentă. Comutarea între fișiere se face prin selecția din această listă.

Meniul Help afișează informații legate de o comandă selectată sau de modulul curent.

#### 1.5.1 Options

Selectarea opțiunii din **Tools/Options** permite setarea unui număr mare de parametrii generali sau specifici unui anumit mediu de lucru.

În caseta de dialog, categoriile sunt dispuse sub forma unui arbore ce poate fi expandat sau restrâns prin clic pe "+" sau "-" ce precedă categoria.

#### 1.5.2 General

Această categorie conține mai multe file ce permit setări generale:

Fila General

- User Interface Style permite alegerea între interfața P1 sau P2;
- Automatic Backup realizează salvări automate la un interval de timp setat de utilizator;
- Automatic disconnection închide aplicația după un anumit timp de inactivitate fără a salva fișierele deschise;
- Load referenced documents controlează încărcarea fișierelor cu care fișierul activ are legături. Dezactivarea acestei opțiuni duce la o deschidere mult mai rapidă a fișierelor ansamblu de dimensiuni mari;
- Conference driver setează driver-ul pentru comunicare;
- Drag & Drop activată permite manipularea elementelor în zona grafică sau în arborele de specificații prin simpla tragere cu mouse-ul;
- Memory warning atenționează utilizatorul asupra procentului de utilizare a memoriei RAM.

Fila Help permite utilizatorului să localizeze amplasarea documentației.

Fila Shareable Products permite rezervarea anumitor produse, în funcție de licența instalată.

*Fila Licensing* permite rezervarea anumitor licențe astfel încât sa permită utilizarea anumitor produse.

Fila Document controlează modul în care CATIA caută documentele legate de fișierul activ.

Fila Macro permite setarea editorului Visual Basic Script.

*Fila PCS* – opțiunea **Stack size** permite setarea numărului de acțiuni ce pot fi anulate cu **UNDO**.

Fila Printers permite administratorului să seteze dispozitivul de imprimare.

Fila Statistics monitorizează activitatea utilizatorului in CATIA.

#### 1.5.3 Display

Această categorie permite setări legate de vizualizarea modelului.

*Filele Tree Appearance* și *Tree Manipulation* permit setări legate de vizualizarea și manipularea arborelui de specificații.

#### Fila Navigation

Preselect in geometry view – evidențiază elementele peste care trece cursorul.

Preselection navigator after – afișează după un anumit timp preselectorul.

**Highlight faces and edges** –schimbă culoarea unei fețe atunci când este selectată; dezactivată permite doar evidențierea muchiilor feței respective.

Display manipulation bounding box - elementul selectat va fi încadrat într-un dreptunghi

Dislay immersive list for preselection navigator – afişează lista elementelor adiacente elementului selectat

**Prehighlight faces for preselector navigator** – permite evidențierea fețelor modelului când se baleiază lista elementelor adiacente elementului selectat.

**Navigation și Fly/Walk**– permit setări legate de modul FLY (altitudine, trecere lina între cadre, detectarea coloziunilor, sensibilitate mouse, viteză...)

*Fila Performance* permite setarea diferiților parametrii ce controlează afișarea elementelor pe ecran cu implicații directe asupra performanțelor și timpilor de răspuns ale programului.

Occlusion Culling – îmbunătățește performanța vizuală prin neafișarea elementelor ascunse.

**3D** Accuracy and **2D** Accuracy – controlează afișarea curbelor printr-un anumit număr de linii; setând o valoare mare obținem o precizie de afișare mare însă timpul de procesare crește .

**Proportional and Fixed** – *Proportional* setează afișarea diferită a elementelor de diferite dimensiuni. *Fixed* setează o deviație maximă pentru toate obiectele. Pentru ambele opțiuni, o valoare mare permite deviații mari de la obiectul ideal.

Level of detail and Pixel Culling – ambele opțiuni sunt utile în cazul lucrului cu ansamble mari. O valoare mică duce la creșterea afișării la nivel de detaliu în ambele cazuri. Valori mici pentru Static și valori mari pentru While Moving cresc performanța de afișare la rotirea și deplasarea ansamblului pe ecran.

**Transparency Quality** – permite setarea modului de afișare a fețelor transparente. **Alpha Blending** dă rezultate mai bune însă crește timpul de procesare.

**Frames per second** – utilă de asemenea în cazul ansamblelor de dimensiuni mari prin setarea numărului de cadre pe secundă (nr mic – răspuns mai rapid la operații de rotire și deplasare).

**Enable isoparametric generation** – permite activarea curbelor pe o anumită direcție; utilă când se dorește vizualizarea formei unei suprafețe.

**Enable two side lighting for faces and surfaces only** – îmbunătățește afișarea fețelor; se recomandă să fie activată.

**Enable back face culling for faces and surfaces only** – permite ca fețele al căror vector normal se îndepărtează de ecran să nu fie umbrite "shaded".

**Enable OpenGL local viewer lighting** - îmbunătățește calitatea randării cu urmări asupra timpului de procesare.

Save lineic elements in cache – permite salvarea elementelor 2D într-un fișier .cgr.

Picking – îmbunătățește posibilitatea de secție a elementelor adiacente dar crește timpul de răspuns.

Fila Visualization permite setarea afișării elementelor fără implicații asupra timpului de răspuns.

Colors – definirea culorii pentru diferite tipuri de elemente

**Depth Display** – permite afișarea elementelor ca în lumea reală (elementele acoperite nu vor fi vizibile); în mod normal această opțiune este dezactivată.

Anti-aliasing – permite netezirea muchiilor și curbelor.

**Display current scale in parallel mode** - afișează factorul de scalare (raportul dintre mărimea obiectului de pe ecran și mărimea reală a obiectului) pentru View/Render Style/Parallel. CATIA actualizează valoarea factorului în timpul măririi sau micșorării obiectului.

Fila Layer Filter permite setarea filtrelor de vizualizare în fișiere multiple.

**Current filter on all documents** – aplică filtrele definite în fișierul curent pentru toate fișierele deschise în sesiunea de lucru;

Current filter of the document – aplică filtrele de vizualizare definite la salvarea fiecărui fișier.

Fila Thickness & Font permite controlul grosimii liniei atât pe ecran cât și la imprimare.

*Fila Linetype* permite controlul tipurilor de linii utilizate în mediul Drafting atât pe ecran cât și la imprimare. Liniile din primul set nu pot fi editate. Restul liniilor pot fi editate prin dublu clic și realizarea modificărilor în caseta Linetype Editor.

#### 1.6 Tipuri de fișier

- **Fișiere Part** au extensia . CATPart; sunt fișiere în care se creează componente individuale plecând de la profile bidimensionale (schițe sketch) și aplicând operații de generare/decupare material.
- **Fișiere Assembly** au extensia .CATProduct; sunt fișiere în care se creează ansambluri prin poziționarea componentelor și reducerea gradelor de libertate.
- **Fișiere Drawing** au extensia .CATDrawing; sunt fișiere în care se realizează desene de ansamblu sau de execuție a componentelor individuale.
- Alte tipuri de fișiere:
  - .catalog sunt fișiere care oferă posibilitatea grupării unor elemente utilizate în mod repetat;
  - o .CATAnalysis fișiere ce conțin rezultatul unei analize structurale.
  - o .CATMaterial fișiere ce conțin tipuri de materiale utilizate la randare.
  - o .CATProcess fișiere utilizate la prelucrarea pe CNC
- Fișiere imagine CATIA recunoaște diverse tipuri de fișiere ce conțin imagini: JPG, BMP, TIF, CGL, GL, G12, DXF și HPGL.

#### 1.7 Moduri de vizualizare a modelului

#### 1.7.1 Manipularea vederilor

Mărirea/micșorarea modelului (Zooming) - se poate realiza prin diverse metode

- o tastatura CTRL+PAGE UP mărire/ CTRL+ PAGE DOWN micșorare;
- mouse –butonul 2 apăsat + 1 clic butonul 3 la deplasarea mouse-ului înainte și înapoi se mărește/micșorează modelul în timp real;
- acelaşi rezultat se obține din View/ Zoom In Out, de data aceasta folosind doar butonul 1 al mouse-ului;
- meniul **View/Zoom Area** permite mărirea unei anumite zone delimitată de utilizator printr-un dreptunghi;
- meniul **View/Fit All In** reîncadrarea modelului pe ecran astfel încât toate elementele să fie vizibile
- View/Zoom In și Zoom Out măresc și micșorează modelul cu un anumit increment

Aceste comenzi accesibile din meniul **View** au pictograme corespunzătoare pe bara **View** afișată de regulă sub zona grafică.

Deplasarea modelului (Panning)- se poate realiza prin diverse metode:

- tastatura **CTRL+Săgeți** ;
- o mouse -butonul 2 apăsat și deplasarea mouse-ului în direcția dorită;
- din meniul View/ Pan;

o din bara cu instrumente View/Pan.

Rotirea modelului (Rotating)- se poate realiza prin diverse metode:

- o tastatura SHIFT+Săgeți ;
- o mouse -butonul 2 apăsat + butonul 3 va determina rotirea modelului pe o sferă;
- o din meniul View/ Rotate de data aceasta folosind doar butonul 1 al mouse-ului;
- o din bara cu instrumente View/Rotate utilizând doar butonul 1.

**Magnifier** este un instrument ce permite vizualizarea la o scară mărită, într-o fereastră separată a unei zone delimitate de către utilizator.

#### 1.8 Utilizarea mouse-ului

Utilizarea mouse-ului oferă utilizatorului posibilitatea scurtării timpului necesar accesării comenzilor uzuale din meniuri. Convențiile legate de cele 3 butoane sunt redate în figură:



- Butonul 1 –este butonul stâng al mouse-ului –este folosit pentru selecția directă a elementelor pe ecran;
- Butonul 2 este butonul din mijloc (rotița);
- Butonul 3 –este butonul din dreapta este folosit pentru afișarea meniului contextual.

#### 1.9 Named Views -

Acestă opțiune permite vizualizarea modelului pe anumite direcții standard sau definite de utilizator. Accesarea din meniul **View/ Named Views** sau pictograma din bara **Quik view** afișează caseta de dialog **Named Views**. Prin selecția unei opțiuni din lista cu vederi standard modelul este vizualizat după direcția respectivă. Caseta permite prin intermediul butonului **Properties** modificarea direcției și a sistemului de axe la care se raportează. Din caseta **Named Views** se pot defini vederi pe direcții definite de utilizator, denumite automat Camera 1, 2..., prin intermediul butonului **Add**. Vederea definită este salvată automat în lista vederilor disponibile și poate fi activată atunci când este necesar.







Caseta Named Views

Setarea direcției și a sistemului de axe

Figura 1.10 Accesarea și personalizarea vederilor

Named Views ? ×		Cam	era Properties	? ×
* front Modify * back Add * right Dates	Name: Type:	Camera 1 Parallel		
* top * bottom	Origin: Target:	238.4	69.727 -62.837	170.78 38.218
* iso Camera 1	View Angle:	45		
OK Apply Close			ок э	Apply Gancel

Definirea unei noi vederi

Setarea punctului de observație, a punctului țintă și a factorului de scalare

Figura 1.11 Definirea unei vederi personalizate

#### 1.10 Compasul

Este un instrument care oferă utilizatorilor un mod rapid și eficient de manipularea a modelului din zona grafică. Acțiuni:

- translația (pan) modelului pe direcția celor 3 axe sau în unul din planele de referință prin prinderea axei și deplasarea mouse-ului de-a lungul acesteia (Figura 1.13 a);
- rotirea modelului în jurul celor 3 axe X, Y, Z prin prinderea arcului corespunzător (Figura 1.13 b);
- rotirea liberă a modelului prin prinderea cu mouse-ul a capătului de sus a compasului (Figura 1.13 c);
- mutarea și rotirea componentelor utilizat cu precădere în fișiere ansamblu (Figura 1.14 a,b,c);
- vizualizarea modelului pe cele 3 direcții prin clic pe litera corespunzătoare axei.



Figura 1.12 Elementele compasului



a) translatare de tip pan

b) rotire în jurul axei X

c) rotire liberă





a) prinderea bazei compasului



b) poziționarea pe model

Figura 1.14 Manipularea poziției modelului

Afișarea/ascunderea compasului în zona grafică se face din meniul View/Compass.

Pentru resetarea poziției compasului în poziția inițială, după ce a fost poziționat pe o componentă, utilizatorul are două variante:

- meniul View/Reset Compass;
- prinderea punctului de la bază și tragerea compasului peste pictograma sistemului de axe din colțul stânga jos al zonei grafice.

Prin clic dreapta pe orice element al compasului se afișează un meniu contextual care permite o serie de opțiuni, de la blocarea vizualizării pe o anumită direcție, la setarea exactă a parametrilor compasului prin intermediul butonului **Edit** (Figura 1.15).



c) activarea compasului

		Parameters for Compass Manipulation			on 🦹 👗
	Coordinate	s Absolute			_
Lock Current Orientation	Apply	Position	n	Angle	<u> </u>
Lock Privileged Plane Orientation Parallel to Screen	Along X	32mm	<b>÷</b>	-90deg	-
Use Local Axis System	Along Y	186.373mm	-	Odeg	•
Make XV the Privileged Plane	Along Z	16mm	-	Odeg	-
Make YZ the Privileged Plane	Increments	Translation inc	rement	Rotation incr	ement
Make XZ the Privileged Plane	Along U	0mm		Odea	
Make Privileged Plane Most Visible	Along V	0mm		Odeg	
Snap Automatically to Selected Object	Along W	0mm	- 4 4 F	Odeg	
Edit	Measures				
	Distance	0mm	1 P	Angle Odeg	1
					Close

Meniu contextual

Setarea precisă a parametrilor

Figura 1.15 Editarea parametrilor compasului

#### 1.11 Moduri de vizualizare a modelului

Accesând **View/Render Style**, utilizatorul poate seta atât modul de prezentare a geometriei pe ecran (Paralel/Perspective)precum și modul de vizualizare a modelului în una din variantele predefinite (wireframe, shaded, shaded with material etc.) sau își poate defini propriile caracteristici prin opțiunea **Customize View**.

	Render Style	6		Shading (SHD)						
	Navigation Mode		۰ 🗊	S <u>h</u> ading with Edges						
•	Lighting			Shading with Edges without Smooth Edges						
E	Dept <u>h</u> Effect			Shading with Edges and Hidden Edges						
	Ground			Shading with Material		View	mo	de		×
C	🔍 Magnifier			Wireframe (NHR)		8	A		æ	12
	Hide/Show		•	<u>C</u> ustomize View		0	8	9	1979	0
	Full Screen			C <u>u</u> stomize View						
				Perspective						
			~	Pa <u>r</u> allel						

Accesare din meniul View/ Render Style

Bara secundară de pe View

Prin alegerea unei variante din meniul **View/Render Style** sau a unei pictograme din bara secundară **View Mode**, utilizatorul poate vizualiza modelul în 6 moduri predefinite, cea de-a 7-a permițându-i o personalizare conform propriilor dorințe:

- Shaded volumul modelului este colorat în culoarea implicită;
- Shaded with Edges -toate muchiile sunt evidențiate;
- Shaded with edges without smooth edges muchiile fictive nu sunt afişate;
- Shaded with edges and hidden edges muchiile acoperite sunt afişate cu linie întreruptă;
- Shaded with material volumul este afişat cu materialul atribuit;
- Wireframe.



Figura 1.16 Moduri de vizualizare predefinite

**Customized View** oferă unele opțiuni suplimentare legate de afișarea elementelor modelului, fiind posibile setări legate de modul de afișare a vârfurilor și muchiilor, modul de afișare a fețelor modelului.



Dinamic hidden line removal

Tranparency

Triangles

Figura 1.17 Moduri de vizualizare setate în caseta Customized View

#### 1.12 Preselecția elementelor cu Preselector Navigator

Opțiunea **Preselector Navigator** oferă posibilitatea selectării unui element în situațiile în care acesta este prea aproape sau se confundă cu un alt element.

Pentru afișarea preselectorului, se poziționează cursorul peste un element grafic și se apasă una din săgețile de pe tastatură. În zona grafică, peste cursor apare un cerc iar modelul poate fi vizualizat și separat într-o fereastră auxiliară.



Figura 1.18 Selectia unui element cu opțiunea Preselector Navigator

Săgețile din stânga și din dreapta cercului deplasează selecția către elementul următor conform relației părinte-copil din arborele de specificații. Ex: dacă avem selectată o muchie a unui solid, cu săgeata din stânga ne vom deplasa către următorul element ce conține muchia, adică una din fețe (copilpărinte), iar în pasul următor corpul ce conține fața. Cu săgeata dreaptă se parcurge traseul în sens invers. Săgețile amplasate sus și jos permit baleierea elementelor selectabile care apar în lista afișată.

Afișarea preselectorului poate fi setată și din meniul **Tools/Options/Display/Navigation** prin bifarea opțiunii **Preselection navigator after**.

#### 1.13 Arborele de specificații

Afișat în partea stângă a ecranului, arborele de specificații oferă o structură ierarhică a elementelor modelului, ce reflectă derularea în timp a procesului de creare. Utilizatorul poate controla afișarea/ascunderea arborelui fie cu tasta F3 fie din meniul **View/Specifications**. Pentru a mări sau micșora arborele, acesta trebuie activat utilizând una din următoarele metode: SHIFT+F3, clic pe o linie a arborelui sau clic pe pictograma sistemului de axe din colțul din stânga jos. În momentul activării, restul elementelor din zona grafică pierd din intensitate. Operațiile realizate în acest moment se vor reflecta asupra arborelui de specificații (Zoom In, Zoom Out, Pan...). Pentru dezactivare se repetă una din acțiunile menționate.

Nodurile sau nivelele arborelui pot fi expandate/restrânse prin clic pe semnul "+"/"-" din față. Principalul avantaj al arborelui este dat de accesul rapid oferit pentru selectarea sau editarea elementelor unui model. Prin clic dreapta pe un element se pot accesa, din meniul contextual, diverse opțiuni: ștergere, ascundere/afișare, modificarea proprietăților sau a parametrilor definitorii etc. Unele sunt comune (Cut, Copy, Paste, Center Graph...) și unele specifice, în funcție de natura elementului selectat. Comenzile **Cut, Copy, Paste, Paste special** lucrează la fel ca în orice alt document.

Hide/Show permite ascunderea sau afișarea elementului selectat. Center Graph deplasează arborele astfel încât numele elementului selectat să apară pe mijloc. Reframe on determină reîncadrarea elementului în centrul zonei grafice. Parent/Children afișează într-o fereastra auxiliară relațiile de tip părinte/copil cu alte elemente.



Meniul contextual

Afișarea relațiilor de dependență

Figura 1.19 Vizualizarea relațiilor de dependență

Din meniul **Tools/Options/General/Display** se pot realiza setări suplimentare legate de modurile de afișare și manipulare a arborelui.

Pe fila Tree Appearance se pot seta:

- tipul arborelui:
  - o Classical Windows Style -stilul implicit fiind și cel mai utilizat;
  - o Structure afișează mai clar relațiile parent/child între elemente;
  - o Relational arată ce element depinde de alte elemente;
  - Constructive Historic este similar unui arbore tipic;
- mărimea acestuia dependentă de lungimea textului sau cu text limitat la un anumit număr de caractere;
- posibilitatea de a afişa/ascunde arborele.



Arbore tip Relational

Arbore tip Structure

Figura 1.20 Modalități de afișare a arborelui de specificații

Opțiunea Tree Show/NoShow permite afișarea în arbore a elementelor ascunse (hidden).

Pe fila Tree Manipulation:

- **Automatic scroll during DragDrop** deplasează arborele în zona grafică când utilizatorul dorește să selecteze un nod ce nu se mai află în câmpul vizual;
- **Display geomtry during tree scrolling** păstrează geometria vizibilă în timpul baleierii arborelui;
- Automatic expand activation expandează automat nodurile (nivelele).

#### 1.14 Manipularea elementelor

Structura modelului creat se regăsește în arborele de specificații, elementele fiind grupate în trei mari categorii:

- Body (corpul) –primul fiind denumit implicit PartBody; este categoria ce conține elemente utilizate în generarea modelului solid (schițe, operații de generare/îndepărtare material, operații tehnologice de teşire/racordare etc); respectarea ierarhiei de tip parent/child este strictă nefiind posibilă repoziționarea unui element child în fața unui element parent;
- Geometrical Set categorie ce conține elemente de referință (plane, puncte, suprafețe);
- **Ordered Geometrical Set-** categorie ce conține tot elemente de referință dar cu respectarea strictă a ierarhiei de tip parent/child;

#### 1.15 Selecția elementelor

Selecția simplă a unui element se realizează prin clic cu butonul 1 al mouse-ului. Pentru selecția mai multor elemente se apasă simultan tasta CTRL sau se utilizează una din opțiunile de pe bara cu instrumente *Select*.



Figura 1.21Bara cu instrumente Select

- Select –selecția simplă;
- Rectangle selection trap selectează elementele încadrate complet de dreptunghiul de selecție;
- Intersecting rectangle trap selectează elementele intersectate de dreptunghiul de selecție;
  - Polygon selection trap permite trasarea unui poligon de selecție; elementele încadrate complet în poligon vor fi selectate.
  - Free hand selection trap permite selectarea elementelor intersectate de curba trasată de utilizator;
  - Outside rectangle selection trap selectează elementele aflate în exteriorul dreptunghiului de selcție;
- Outside intersecting rectangle selection trap selectează toate elementele ce intersectează dreptunghiul sau sunt în exteriorul acestuia.

#### 1.16 Seturi de selecție

În situațiile în care, utilizatorul selectează repetitiv un număr de elemente, CATIA permite definirea unor seturi de selecție și salvarea acestora pentru utilizări ulterioare. Crearea unui set de selecție se face din meniul **Edit/ Selection Sets Edition**. În caseta **Selection Set Edition**:

- se apasă Create Set;
- noul set apare în listă;
- se selectează din zona grafică sau din arbore elementele ce compun setul; numărul acestora se regăsește în zona **Size**.
- se apasă butonul OK; setul a fost creat putând fi utilizat ulterior.



Figura 1.22 Crearea unui set de selecție

În momentul în care utilizatorul dorește folosirea setului creat, va accesa Edit/ Selection Sets. Se selectează din listă setul creat și se apasă butonul Select. Elementele setului vor fi selectate atât în arbore cât si în zona grafică (Figura 1.23).



Figura 1.23 Utilizarea setului de selecție creat

#### 1.17 Ștergerea elementelor

Pentru ștergerea elementelor se utilizează, în general, două metode:

- selecția elementului din zona grafică sau din arborele de specificații și se apasă tasta **DELETE**;
- selecția elementului și alegerea opțiunii **Delete** din meniul contextual (clic dreapta)

La ștergerea elementelor de tip parent sau child, CATIA afișează o casetă de dialog cu opțiunile:

- **Delete exclusive parents** șterge și elementul ce a stat la baza creări elementului ce se dorește a fi șters;
- Dlete all chlidren șterge și elementele ce depind de elementul ce se dorește a fi șters.

Delete	? ×
Selection	
Part1\PartBody\Pad.2	
Parents	
Delete exclusive parents	
Children	
Delete all children	More >>
Aggregated	
Delete aggregated elements	
	Cancel

Figura 1.24 Caseta de dialog Delete

Pentru anularea operației de ștergere se folosește clasica comandă Undo sau combinația de taste CTRL+Z (Redo sau combinația CTRL+Y restaurează operația anulată cu Undo).

#### 1.18 Hide/Show

Pe măsură ce modelul devine mai complex, zona grafică poate deveni destul de aglomerată. CATIA oferă două spații, unul vizibil pe ecran și unul ascuns. Comutarea între cele două se face din

meniul View/ Hide/Show/ Swap visible space sau prin clic pe pictograma Swap visible space din bara View.

Trecerea elementelor dintr-un spațiul vizibil în cel ascuns și viceversa, se realizează din meniul

View/ Hide/Show/Hide/show sau prin clic pe pictograma Hide/Show din bara View.



Spațiul vizibil

Spațiul ascuns

Figura 1.25 Comanda Swap Visible Space

Opțiunile **Hide** și **Show** din meniul **Tools** oferă posibilitatea afișării/ascunderii tuturor elementelor de un anumit fel (puncte, linii, schițe etc)



Afișarea unei categorii de elemente

Ascunderea unei categorii de elemente

Figura 1.26 Afișarea/ascunderea unei categorii de elemente

Pentru modele complexe se recomandă plasarea elementelor pe layer-e (straturi) și utilizarea filtrelor de vizualizare.

#### 1.19 Properties

Modul de afișare sau de actualizare a elementelor din zona grafică este controlat de un set de proprietăți asupra cărora utilizatorul poate interveni din meniul **Edit/Properties** sau din meniul contextual. Caseta de dialog **Properties** permite setări pentru mai multe categorii de parametrii, grupate pe file diferite, în funcție de elementul selectat.

Fila Feature *Properties* afișeză data și ora creării precum și momentul ultimei modificări; tot aici se permite redenumirea elementului astfel încât să fie mai ușoară localizarea acestuia în arbore;

Fila Mechanical controlează statusul elementului cu următoarele opțiuni:

- Deactivated dezactivează elementul în model sau indică faptul ce elementul a fost dezactivat într-o etapă anterioară;
- To Update indică dacă elementul are nevoie să fie actualizat;
- Unresolved semnalează existența unui conflict în timpul unei operații de actualizare;
- Stop Update bifarea acestei opțiuni pentru elementul selectat permite întreruperea procesului de actualizare la elementul respectiv și afișarea unui mesaj definit de utilizator.

Fila *Graphic* controlează parametrii cu rol estetic: culoare, transparență, tipul și grosimea liniilor și punctelor, dacă elementul este selectabil în zona grafică (**Pickable**), dacă este afișat cu culori mai șterse (**Low Intensity**) pentru a îmbunătăți vizibilitatea elementelor adiacente, pe ce layer este situat precum și tipul de randare atribuit.

Parametrii de pe fila *Graphic* pot fi prezenți pe ecran prin intermediul barei cu instrumente **Graphic Properties** prin bifarea acesteia în lista **View/Toolbars/Graphic Properties**.



Painter permite transferul proprietăților unui element către alt element. Ordinea selecțiilor pentru realizarea transferului este: pictogramă –element țintă - element sursă.

**Graphic Properties Wizard** – afișează proprietățile grafice ale elementului selectat și ale elementelor de care acesta depinde (parent) facilitând identificarea proprietăților, moștenite".



Figura 1.27 Fereastra Graphic Properties Wizard

În zona grafică a ferestrei se afișează dependența elementului de elementele **parent** și statusul proprietății selectate pentru fiecare nivel. Pictogramele din partea de jos a ferestrei corespund proprietăților din bara **Graphic Properties**: culoare, opacitate, tipul liniei, grosimea liniei, simbol utilizat pentru reprezentarea punctelor, vizibilitate, selecție, layer și intensitatea afișării elementului în zona grafică.

#### 1.20 Layers

În CATIA utilizarea layer-elor pentru plasarea diferitelor tipuri de elemente este opțională. La crearea unui model, acesta nu este amplasat implicit în nici un layer, în bara **Graphic Properties** va apărea **None** în căsuța corespunzătoare layer-ului.

CATIA creează implicit două straturi, *Layer 0* ca strat general și *Layer 1* pentru geometria de bază (**Basic geometry**). Restul straturilor de la 2 la 999 rămân la dispoziția utilizatorului. Lucrul cu layere ușurează vizualizarea modelelor complexe prin aplicarea filtrelor de vizualizare.

Pentru a crea un strat nou:

- din bara Graphic Pproperties se afișează lista layer (Figura 1.28 a );
- se selectează Other Layers;
- în caseta **Named Layers** se crează un nou layer ce poate fi redenumit sau renumerotat de către utilizator.





a) Accesarea listei cu layere din bara Graphic Properties

b) Crearea unui nou layer

Figura 1.28 Etape în definirea unui layer

Utilizarea butonului **Delete** din caseta **Named Layers** are ca efect doar eliminarea layer-ului din listă nu și ștergerea layerului respectiv sau a geometriei conținute.

Plasarea elementelor pe layere se poate realiza:

- din meniului contextual / Properties/ Fila Graphic/ selecția layerului dorit din lista Layer;
- din bara cu instrumente GraphicPproperties/ selecția layerului dorit din lista Layer;

Mutarea unui element dintr-un layer în altul se face selectând prima dată elementul, apoi layerul dorit din lista Layer. Pentru a seta un anumit layer ca activ, de selectăm toate elementele din zona grafică și selectăm layer-ul dorit în lista Layer. Elementele create după această operație, se vor găsi pe layer-ul activ.

Pentru ascunderea elementelor unui layer se folosesc filtrele de vizualizare. Definirea unui filtru presupune parcurgerea pașilor de mai jos:

- 1. Tools/Visualization Filters;
- 2. în caseta de dialog Visualization Filters se apasă butonul New;
- 3. se definește criteriul dorit;
- 4. filtrul va apărea în lista din caseta Visualization Filters;
- 5. se selectează și se apasă butonul **Apply**.

Visualization Filter Editor		Visualization Filters	? ×
Criterion: Layer 3  And Or Filter: Layer=3 OK	Filter name All visible Only current laye Filter001	r visible	New Delete Edit
		<u>о ок</u> о а	pply Close

Definirea criteriului

Lista filtrelor disponibile

Figura 1.29 Definirea unui filtru de vizualizare

#### **2. MEDIUL SKETCHER**

În CATIA, crearea modelelor tridimensionale se face pe baza unor profiluri bidimensionale, complet parametrizate denumite **Sketch** (schiță).



Accesarea mediului Sketcher se poate realiza fie din meniul Start/Mechanical

Design/Sketcher fie prin intermediul pictogramei Sketcher din majoritatea modulelor (Part Design, Wireframe and Surface Design...). În pasul următor, utilizatorul este obligat să indice o suprafață plană ca suport al schiței (unul din planele sistemului de referință, o față plană a modelului sau un plan definit de utilizator). Schița va fi dependentă de suprafața suport, modificările survenite în orientarea și localizarea acesteia se vor reflecta direct asupra orientării și localizării schiței.

Activarea modulului Sketcher prin intermediul pictogramei, oferă posibilitatea alegerii între o

schiță normală (Sliding) și o schiță cu poziție fixă (Positioned Sketch). În schița normală, poziția originii și orientarea axelor H și V sunt definite implicit de CATIA și se suprapun peste originea și axele planului suport fără a fi însă legate de acestea. Schița va putea aluneca (sliding) pe suprafața planului suport, în timpul unor operații ulterioare, ceea ce poate duce la consecințe nedorite asupra modelului.

**Positioned Sketch** permite definirea precisă a originii precum și a direcției și orientării axelor. Definirea originii:

- Implicit originea schiței coincide cu originea planului suport;
- Part origin originea schiței coincide cu originea absolută (implicită la crearea Part-ului);
- Projection Point definește originea prin proiecția unui punct, selectat de utilizator, pe planul schiței;
- Intersection 2 Lines originea schiței va coincide cu intersecția liniilor selectate;
- Curve Intersection originea schiței va coincide cu intersecția curbelor selectate;
- Middle Point definește originea la mijlocul liniei sau muchiei selectate;
- Barycenter originea coincide cu centrul feței selectate.

-Sketch Positi	oning			
Туре:	Positioned 👻			
Reference:	xy plane			
Origin				
Туре:	Part origin 👻			
Reference:	Implicit			
	Part origin			
Orientation Type:	Projection point V			
Keterence	Barvcenter			
H Direction O V Direction				
Reverse H	🗌 Reverse V 🔲 Swap			
Geometry				
	OK Cancel			



Sketch Positi	oning		
Туре:	Positioned	-	
Reference	xy plane		
Origin			
Туре:	Part origin	-	
Reference	No Selection		
Orientation	,		
Type:	X Axis	-	
Reference	Implicit		
	X Axis		
<ul> <li>Fullection</li> </ul>	Y Axis	A.F	
Demonstr	Z Axis	- 0	
Keverse H	Components		
Move geon	Through point		
- more geon	Parallel to line		
	Intersection plane		- al l
100	Normal to surface		

Sketch Pc	ositioning
Sketch Positi	oning
Туре:	Positioned 👻
Reference:	xy plane
Origin	
Туре:	Part origin 🔹
Reference:	No Selection
Orientation	
Туре:	Y Axis 💌
Reference:	No Selection
H Direction	O V Direction
Reverse H	🗌 Reverse V 🔲 Swap
Move geom	ietry
	Cancel

c) Definirea sensului axelor

Figura 2.1 Etape în definirea unei schițe fixe

b) Definirea direcției axelor

În cazul axelor, se poate controla doar una, H sau V, cu posibilitatea inversării sensului (**Reverse**) sau schimbării între ele (**Swap**). Opțiuni de definire a axelor:

- Implicit –axele vor coincide cu cele ale planului suport;
- X Axis axa selectată (activă) se va suprapune peste axa X;
- Y Axis axa activă se va suprapune peste axa Y;
- Z Axis axa activă se va suprapune peste axa Z;
- Components definește axa activă prin definirea componentelor vectorului;
- Through Point axa activă va fi definită ca vector ce trece prin punctul respectiv;
- Parallel to Line definește axa activă paralelă cu linia selectată;
- Intersection Plane axa activă se va suprapune peste linia de intersecție a două plane;
- Normal to Surface axa activă se va suprapune peste normala suprafeței selectate.

Schiţele normale pot fi transformate ulterior în schiţe fixe prin selecția schiţei din arborele de specificații, clic dreapta și alegerea opțiunii **Sketch.x object/Change Sketch Support** din meniul contextual. Se va afișa caseta **Sketch Positioning** ce va permite poziționarea fixă a schiței pe planul suport.



Figura 2.2 Transformarea unei schite normale în Positioned Sketch

**Change Sketch Support** se utilizează și pentru schimbarea planului pe care a fost definită schița inițial cu un alt plan, în funcție de dorințele utilizatorului (o altă suprafață plană a modelului 3D, un plan definit de utilizator sau unul din planele sistemului de referință XY, YZ, ZX).

La deschiderea **Sketcher**-ului, CATIA va afișa un mediu de lucru bidimensional și bare cu instrumente specifice definirii și editării profilelor 2D.



Figura 2.3 Interfața Sketcher în CATIA V5 R 19

În arborele de specificații se va insera automat **Sketch.1** care conține axele și originea schiței, elementele geometrice ale profilului și constrângerile aplicate acestora. După definitivarea profilului se

părăsește mediul **Sketcher** cu **Exit workbench**. Elementele schiței vor putea fi modificate în orice moment prin dublu clic pe numele schiței din arborele de specificații.

## 2.1 Ajutoare grafice în mediul Sketcher

### Bara cu instrumente Sketch Tools

Este un element extrem de util în crearea profilelor 2D și prezintă două zone distincte. Prima zonă cuprinde 5 pictograme, prezente tot timpul pe bară indiferent de comanda lansată în execuție:

1. Grid = - activează o rețea de linii virtuale pe ecran la o distanță definită de utilizator din meniul Tools/Options/Sketcher; Se bifează opțiunea Display și se setează distanța între două linii groase (Primary) și numărul de intervale în care aceasta este împărțită (Graduations);

	Options ? ×
Options	Sketcher
🗧 🖬 General	Grid
🗕 🗐 Display	Display     Primary spacing : Graduations :
- 🖓 Compatibility	Snap to point H: 100mm 10
- 🌠 Parameters and Mea	u Allow Distortions V: 100mm 10
Devices and Virtual F	sketch Plane linie groasa continua linie punctata
• Infrastructure	Position sketch plane parallel to screen
🗭 🕨 Mechanical Design	Visualization of the cursor coordinates
- 🥵 Assembly Design	Geometry
- 🖗 Sketcher	Create circle and ellipse centers
- 😹 Mold Tooling Design	Allow direct manipulation Solving Mode
- 🐼 Structure Design	Constraint
- 2D Layout for 3D De	SmartPick
- 🎉 Drafting	Colors
- 🥢 Composites Design	Default color of the elements
- Generative Sheetmet	al 📮 Visualization of diagnosis Colors
Functional Toleranci	ng Other color of the elements Colors
<u>p</u>	Update V
	OK Gancel

Figura 2.4 Activarea opțiunii Grid și definirea distanței dintre linii



Figura 2.5 Afișarea rețelei de linii virtuale în Sketcher

- 2. **Snap** activarea acestei opțiuni magnetizează cursorul astfel încât acesta nu se poate deplasa decât pe punctele de intersecție ale grid-ului;
- 3. **Construction/Standard elements** permite definirea unor elemente de construcție ajutătoare, afișate în zona grafică cu linie gri întreruptă, care nu vor fi vizibile la ieșirea din **Sketcher** și nu vor fi luate în considerare de operațiile din mediul 3D; în plus, transformă un element standard în element de construcție și invers, prin simpla selecție a elementului și activarea/dezactivarea pictogramei;



Figura 2.6Utilizarea elementelor de construcție ca elemente ajutătoare

- 4. Geometrical Constraints Screează automat constrângeri geometrice pentru elementele definite în zona grafică; atunci când este dezactivată, constrângerile geometrice aplicate elementelor sunt temporare, CATIA nu le salvează, elementul putând fi modificat ulterior (ex. chiar dacă s-a desenat o linie orizontală, printr-o simplă tragere cu cursorul a unei extremități, linia poate fi deformată pierzând această proprietate de paralelism cu axa H; acest lucru nu este posibil atunci când opțiunea este activă, o linie orizontală își va păstra această proprietate, indiferent de manipularea ei în zona grafică;
- 5. **Dimensional Constraints** intermediul barei **Sketch Tools**;

*Notă*: culoarea portocalie a unei pictograme indică faptul că opțiunea respectivă este activă iar culoarea albastră indică faptul ca opțiunea a fost dezactivată.

Cea de-a doua zonă a barei **Sketch Tools** devine vizibilă la lansarea în execuție a unei comenzi și conține opțiuni și câmpuri specifice comenzii respective. De exemplu, la activarea comenzii **LINE**, utilizatorul are posibilitatea să introducă coordonatele punctului de început al liniei, lungimea segmentului sau unghiul pe care aceasta îl face cu axa **H**, navigarea dintr-un câmp în altul realizându-se cu tasta TAB.





Bara Sketch Tools la activarea comenzii PROFILE

Unele comenzi prezintă opțiuni multiple, pictogramele respective apărând în fața căsuțelor de text. Pentru exemplificare, se prezintă comanda **Profile**. Prima opțiune a comenzii, cea portocalie, este activă implicit și permite definirea unei succesiuni de segmente. Prin activarea opțiunii următoare,

**Tangent Arc**, utilizatorul poate defini un arc de cerc tangent cu segmentul anterior iar opțiunea **Three Point Arc** permite continuarea profilului cu un arc de cerc definit prin trei puncte.

Utilizarea barei **Sketch Tools** nu este obligatorie, caracteristicile elementului geometric putând fi definite direct în zona grafică cu cursorul și aplicând diverse constrângeri. Avantajul în utilizarea barei de instrumente este dat de aplicarea automată a constrângerilor dimensionale în momentul creației (dacă **Dimensional Constraint** este activă). Dezavantajul este că nu întotdeauna aceste constrângeri definesc corect intenția de proiectare, astfel încât utilizatorul va trebui să intervină pentru a șterge, recrea sau redefini unele constrângeri.

Se poate apela la o utilizare combinată, definirea unor caracteristici ale elementului prin introducerea valorilor în câmpurile corespunzătoare din bară, restul caracteristicilor fiind definite direct în zona grafică ( ex: introducerea, în câmpul din bară, a lungimii segmentului sau a unghiului de înclinare și definirea extremităților liniei prin clic cu mouse-ul în zona grafică).

### 2.1.1 Opțiunea SmartPick

Este un instrument ce permite interceptarea unor puncte caracteristice (extremitatea sau mijlocul unui segment, centrul unui cerc, intersecția a două elemente etc) și stabilirea unei relații de coincidență cu aceste tipuri de puncte.



punctul de start al noului segment de linie va coincide cu extremitatea segmentului anterior

punctul de început al noului segment de linie va coincide cu mijlocul segmentului anterior

centrul cercului va coincide cu centrul arcului de cerc

**SmartPick** permite, de asemenea, detectarea posibilelor pozițiilor particulare ale noului element în raport cu elementele deja definite în zona grafică (paralelism, perpendicularitate, tangență etc.) și aplicarea acestor constrângeri geometrice.





În cazul schiţelor complexe, s-ar putea ca această opțiune să devină deranjantă din cauza numărului mare de puncte caracteristice interceptate. O dezactivare temporară a acestei opțiuni se poate obține ținând tasta SHIFT apăsată. Blocarea unei anumite constrângeri detectate se obține apăsând tasta CTRL (ex: dacă se dorește o constrângere de paralelism între două segmente, se plimbă cursorul peste elementul cu care se dorește a fi paralel și la apariția simbolului de paralelism se ține apăsată tasta CTRL; constrângerea va fi blocată chiar dacă schimbăm poziția cursorului în zona grafică.)

Setările opțiunii **SmartPick** sunt accesibile din meniul **Tools/Options/Mechanical Design/Sketcher** (fig. ). În zona **Constraint**, se apasă butonul **SmartPick** și se pot activa constrângerile dorite. În zona **Colors/Other colors of the elements**, se poate seta culoarea simbolurilor ce apar lângă cursor.



### 2.1.2 Meniu contextual

O variantă alternativă pentru **SmartPick** este meniul contextual apelabil prin clic dreapta, fie în zona grafică în cadrul unei comenzi, fie pe numele unui element din arborele de specificații (operație, schiță, constrângere).

Prin această variantă, se pot intercepta puncte caracteristice ale elementelor geometrice (End Point, Midpoint), se pot defini constrângeri geometrice (paralelism, perpendicularitate, simetrie, coincidență) sau se pot copia proprietăți ale elementului sursă (lungime segment, rază etc.).





Utilizarea meniului contextual pentru crearea unui nou segment paralel și egal cu cel existent pe ecran



Utilizarea meniului contextual pentru crearea unui nou cerc cu aceeași rază cu cel existent pe ecran





Rezultatul utilizării meniului contextual

## 2.1.3 Normal View

În meniul **Tools/Options/Mechanical Design/Sketcher**, utilizatorul poate activa/dezactiva opțiunea de poziționare a planului schiței paralel cu ecranul prin bifarea/debifarea opțiunii **Position sketch plane parallel to screen**.



În cazul în care această opțiune este activată. fiind și metoda de lucru recomandată, un ajutor

suplimentar este oferit de **Normal View** , opțiune disponibilă pe bara de instrumente **View** din partea de jos a ecranului, care permite rotirea planului schiței cu 180° și vizualizarea schiței din sens opus (fig. ).



Figura 2.7 Rotirea planului schiței cu 180° Normal View

### 2.2 Crearea schițelor

În definirea schițelor 2D se parcurg, în general, trei etape:

- 1. crearea elementelor geometrice simple (linii, arce de cerc etc.);
- 2. editarea elementelor geometrice (racordări, teșiri, multiplicare etc.);
- 3. impunerea constrângerilor geometrice și dimensionale.



Figura 2.8 Etape în definirea schițelor 2D

#### 2.2.1 Crearea elementelor geometrice simple

Pentru crearea elementelor geometrice simple se accesează comenzile corespunzătoare din meniul **Insert/Profile** (Figura 2.9 ) sau pictogramele corespunzătoare din bara cu instrumente **Profile** (Figura 2.9). Accesarea unei comenzi din meniul **Insert** sau printr-un clic pe pictograma din bara cu instrumente, va activa comanda respectivă pentru realizarea unui singur element geometric (1 punct, 1 cerc, 1 linie).

O comandă va rămâne activă pentru mai mulți pași doar dacă se execută dublu clic pe pictograma comenzii din bara cu instrumente. În acest caz, dezactivarea comenzii se face apăsând tasta **ESC**, prin clic pe pictograma comenzii respective sau pe. pictograma **Select** 



#### Figura 2.9 Accesarea comenzilor din meniul Insert/Profile



Figura 2.10 Accesarea comenzilor din bara cu instrumente Profile

Crearea	elemer	itelor	de	tip	punct
---------	--------	--------	----	-----	-------

Denumire		Descriere
Points by clicking		Puncte create direct în zona grafică prin poziționare liberă cu mouse- ul;
Points by Using Coordinates		Puncte create prin specificarea coordonatelor în sistem cartezian sau polar;
Equidistant Points	Į.	Puncte ce împart un element în mai multe părți egale;
Intersection Point	$\times$	Creează punctul de intersecție a 2 elemente;
Projection Point	+	Creează proiecția unui punct pe un alt element grafic;

#### Crearea elementelor de tip linie

Comanda Line *epermite realizarea unui singur segment de linie.* 

Denumire		Geometrie	Descriere
Line	/	1	Linie creată prin definirea punctelor de capăt;

Infinite Line	l.	1 2	Creează o linie infinită prin definirea direcției (2 puncte);
Bi-Tangent Line	X		Creează o linie tangentă la două curbe existente;
Bisecting Line	1	2	Creează linia bisectoare a unghiului făcut de două elemente;
Normal To Curve	-la	2	Creează o linie perpendiculară pe o curbă existentă;

### Crearea conturilor cu comanda Profile

Comanda **Profile**  $\frown$  permite realizarea unei succesiuni de segmente de linie și arce de cerc, tangente sau nu la segmentul anterior. La lansarea în execuție, comanda permite fie definirea unui segment, opțiunea Line  $\frown$  fiind activă implicit, fie definirea unui arc prin trei puncte, prin activarea opțiunii **Three Point Arc**  $\frown$ . În pasul următor, poate fi activată orice opțiune dintre cele trei disponibile.



Figura 2.11 Definirea unui contur cu comanda Profile

## Crearea elementelor tip axă

Elementele tip axă **i** sunt utilizate în definirea contururilor 2D ce stau la baza generării volumelor prin mișcare de rotație în jurul unei axe de revoluție. O schiță poate conține o singură axă. Dacă se construiește o nouă axă, axa precedentă este transformată automat în linie standard.

Prezența unei axe permite și o dimensionare mai ușoară a diametrelor prin intermediul meniului contextual.



*Crearea elementelor de tip cerc* 

Denumire		Geometrie	Descriere
Circle	$\odot$	2	Cerc creat prin definirea centrului și a razei;
Three Point Circle	0	2 3	Cerc creat prin definirea a trei puncte situate pe circumferință;
Circle using coordinates	R		Cerc creat prin definirea coordonatelor centrului și a razei;
3-Tangent Circle			Creează un cerc tangent la 3 elemente existente în zona grafică;
Three Point Arc	C	2 3	Creează un arc de cerc prin definirea a 3 puncte situate pe arc;
Three Point Arc Starting with Limits	(Cr	-1 -2 -	Creează un arc de cerc prin definirea a 3 puncte situate pe arc, primele două fiind extremitățile;

Arc	(•	2 1 3
-----	----	-------

Creează un arc de cerc prin definirea a 3 puncte, primul fiind centrul apoi cele două extremități;

Crearea profilelor predefinite

Denumire		Geometrie	Descriere
Rectangle			Dreptunghi creat prin definirea a 2 colțuri diagonal opuse (laturile vor fi paralele cu cele 2 axe de referință);
Oriented Rectangle	$\Diamond$	3	Creează un dreptunghi prin definirea a trei colțuri (laturile vor fi orientate pe direcții specificate de utilizator);
Parallelogram	0	3	Creează o un paralelogram (3 puncte);
Elongated Hole	•	3	Creează un profil gen canal de pană (primele două puncte definesc distanța între centre iar cel de-al treilea raza arcelor de cerc);
Cilindrical Elongated Hole	$\bigcirc$	2 <sup>+</sup> 1+	Creează un profil gen canal de pană, centrele celor 2 arce fiind situate pe circumferința unui cerc;
Keyhole Profile	0		Creează un profil gen gaură de cheie (1-2 distanța între cele două centre, 3-raza arcului mic, 4 raza arcului mare);
Hexagon	$\bigcirc$	1 2	Creează un hexagon prin indicarea centrului și a razei cercului înscris în hexagon;
Centered Rectangle	-11	1	Creează un dreptunghi având elementele simetrice față de un punct (punctul 1-centrul);
Centrered Parallelogram		2 3	Creează un paralelogram cu laturile paralele cu 2 linii existente in zona grafică (1-selecția primei linii, 2-selecția celei de-a doua linii, 3- indicarea coordonatelor unui colț);

Denumire		Geometrie	Descriere
Spline	2	2 4 1 3	Creează o curbă prin definirea succesivă a vertexurilor;
Connect	6	1 2	Unește printr-o curbă două elemente existente în zona grafică;
Ellipse	0	3 + 1 2	Creează o elipsă prin definirea centrului 1, a semiaxei mari 2 și a unui punct de pe circumferință 3 ;
Parabola by Focus	Ų.	4 1 + 2	Creează o parabolă definind punctele caracteristice(1-focus, 2-apex, 3- start point, 4- end point);
Hiperbola by Focus	X	5 100 3 4	Creează o hiperbolă definind punctele caracteristice(1-focus, 2-centru, 3- apex, 4 -start point, 5- end point);
Conic	5		Creează o curbă conică definind punctele caracteristice(1-start point, 2-tangenta în pct.1, 3- end point, 4 –tangenta în pct. 3, 5- midpoint);

## Crearea elementelor de tip spline, Conics

## 2.2.2 Editarea elementelor geometrice

Pentru editarea elementelor geometrice se accesează comenzile corespunzătoare din meniul **Insert/Operation** (fig. ) sau pictogramele corespunzătoare din bara cu instrumente **Operation** (fig. ).



Figura 2.12 Accesarea operațiilor din meniul Insert/Operation



Figura 2.13 Accesarea operațiilor din bara cu instrumente Operation

Racordarea colțurilor Corner

Denumire		Înainte	După	Descriere	
Corner	C		1 R 30 2	Racordează intersecția a două segmente cu un arc de cerc; necesită selecția celor două segmente și specificarea razei de racordare.	
Opțiunile come	enzii C	orner prezente pe	bara <b>Sketch Tool</b> s		
Denumire		Rezultat	Descriere		
Trimm All Elements	6	1 R 30 2	Racordează intersecția a două segmente cu un arc de cerc cu îndepărtarea segmentelor ce depășesc punctul de tangență cu arcul de racordare;		
Trim First Element	6	2 	Racordează intersecția a două segmente cu un arc de cerc cu îndepărtarea primului segment selectat ce depășește punctul de tangență cu arcul de racordare;		
No Trim	7	2 R30 1	Racordează intersecția a două segmente cu un arc de cerc fără îndepărtarea segmentelor ce depășesc punctul de tangență cu arcul de racordare;		
Standard Elements Trim	C	2 R 30 1	Racordează intersecția a două segmente cu un arc de cerc cu transformarea segmentelor până la intersecție în linii standard și eliminarea segmentelor de după intersecție		

Construction Elements Trim	r	2 	Racordează intersecția a două segmente cu un arc de cerc cu transformarea segmentelor până la intersecție în linii de construcție și eliminarea segmentelor de după intersecție
Construction Elements No Trim	~	2 R 30 1	Segmentele ce depășesc punctele de racordare sunt transformate în linii de construcție

Operația se poate realiza pe mai multe elemente o dată dacă selecția acestora se face înaintea lansării în execuție a comenzii. Valoarea razelor de racordare în punctele 2-4 va fi funcție de valoarea razei de racordare în punctul 1, acesta fiind prima selecție realizată.



Figura 2.14 Aplicarea comenzii Corner unei selecții multiple



*Teşirea colțurilor* **Chamfer** 

Opțiunile sunt similare celor din cadrul comenzii Corner							
Trimm All	Trim First element	No Trim	Trim Standard elements	Construction element Trim	Construction element No Trim		

Operația se poate realiza pe mai multe elemente o dată, dacă selecția acestora se face înaintea lansării în execuție a comenzii. Valorile teșirilor în punctele 2,3,4 vor fi funcție de valorile de teșire din punctul 1, acesta fiind prima selecție realizată. Orice modificare a valorilor de teșire din punctul 1 se va aplica pentru toate celelalte puncte (2,3,4).



Figura 2.15 Aplicarea comenzii Chamfer unei selecții multiple

## Bara cu instrumente **RELIMITATIONS**

În această categorie sunt grupate comenzi ce permit extinderea unui element geometric sau eliminarea unei părți a acestuia.

Denumire Opțiuni		Înainte	După	Descriere
Trim	Trim All Elements	<i>a</i> <i>b</i>		Elimină segmentele situate după intersecția elementelor selectate
	Trim First Element	2		Limitează primul element selectat la intersecția cu cel de-al doilea
Break	*			Împarte elementul selectat în două entități diferite în punctul indicat
Quick Trim	Break and Rubber In			Elimină porțiunea selectată până la primele limite detectate

	Break and Rubber Out		Elimină, din elementul selectat, părțile situate după primele limite detectate
	<b>B</b> reak and Keep		Împarte elementul selectat în entități diferite, având ca puncte de "spargere" primele limite detectate
Close	<del>گ</del> +	Ċ	Închide un arc de cerc
Complement	<del>3</del>	·	Înlocuiește arcul de cerc selectat cu complementul său

## Bara cu instrumente Transformations

În această categorie sunt grupate comenzi ce permit modificări ale poziției elementelor grafice.

Denumire		Înainte	După	Descriere
Mirror		axa		Copiază în oglindă elementul selectat față de o linie de referință sau o axă. Elementul oglindit se va actualiza la orice modificare a elementului sursă;
Symmetry		axa		Transpune elementul selectat echidistant față de o linie de referință sau o axă, oglindind geometria elementului
Translate				Mută sau multiplică elementul selectat într-o nouă poziție; necesită definirea unui punct de referință și a distanței de translație;
Rotate	Ø		o referinta	Rotește sau multiplică elementul selectat într-o nouă poziție; necesită definirea centrului de rotație, a referinței față de care se va măsura unghiul și valoarea unghiului;
Scale	Û,			Mărește/micșorează elementul selectat; necesită definirea unui punct de referință și a factorului de scalare;



Lansarea în execuție a comenzilor **Translate**, **Rotate** și **Scale** determină apariția pe ecran a unor casete de dialog ce permit definirea parametrilor necesari. Pentru toate cele trei cazuri, activarea căsuței de text din partea de jos, corespunzătoare definirii parametrilor **Lungime** (Length), Unghi (Angle) sau Factor de scalare (Scale) are loc doar după ce utilizatorul definește *punctul de referință* față de care se va măsura parametrul respectiv (indicare directă cu cursorul pe ecran sau prin intermediul câmpurilor corespunzătoare din bare Sketch Tools).

Translation Definition	Rotation Definition	Scale Definition
Duplicate Instance(s): 1 Duplicate mode Meep internal constraints Keep external constraints Length Value: 30 Snap Mode	Duplicate Instance(s): 3 Duplicate mode Constraint Conservation Angle Value: 45deg Snap Mode	Duplicate Duplicate mode Conservation of the constraints Scale Value: 2 Snap Mode
Caseta Translate	Caseta Rotate	Caseta Scale

Figura 2.16 Casete de dialog pentru cele 3 operații Translate, Rotate și Scale

Bifarea opțiunilor **Duplicate mode** duce la multiplicarea elementului selectat. În acest caz, dacă se dorește ca elementul/elementele multiplicate să păstreze aceleași constrângeri ca și elementul sursă,

se bifează opțiunile Keep Internal Constraint/Keep Exxternal Constraint sau Constraint Conservation.

### 2.3 Constrângeri

Controlul dimensiunilor și a poziției relative a elementelor geometrice se realizează prin impunerea constrângerilor geometrice, ce pot fi dimensionale sau poziționale. Constrângerile dimensionale, **Dimensional Constraint**, impun o valoare numerică exactă diverșilor parametri ce controlează elementul respectiv cum ar fi lungimea, raza, unghiul sau distanța între elemente. Constrângerile geometrice poziționale, denumite mai simplu doar constrângeri geometrice **Geometrical Constraint**, impun o poziție relativă a elementelor: tangență, paralelism, concentricitate etc.

Stabilitatea dimensională și geometrică a modelului 3D depinde de nivelul de definire a profilului 2D. O schiță complet definită, nu se va deforma la modificarea unei cote pe când o schiță în care mai există grade de libertate este susceptibilă a se deforma la modificarea valorii unei dimensiuni.



Figura 2.17 Stabilitatea unui profil 2D în funcție de gradul de definire

Aplicarea constrângerilor se poate realiza din meniul **Insert/Constraint** sau bara cu instrumente **Constraint** situată de regulă, în partea dreaptă a zonei grafice.

	Insert <u>T</u> ool	<u>Window</u> <u>H</u> elp
1	Object	🗕 🗸 🚽 🔄 🚽 None 🖃 🐋 🍼
	<u>C</u> onstraint	Constraint
	<u>P</u> rofile	<u>Constraint Creation</u> <u>Constraint</u>
	<u>Operation</u>	Animate Constraint     Contact Constraint
		Edit Multi-Constraint
1		Auto Constraint

Figura 2.18 Inserarea constrângerilor din meniul Insert



Figura 2.19 Inserarea constrângerilor din bara cu instrumente Constraint

### 2.3.1 Constrângeri dimensionale

Pașii ce trebuie parcurși pentru constrângerea dimensională a elementelor sunt:

- lansarea comenzii;
- selecția elementului sau elementelor, în cazul distanței sau a unghiului;
- poziționarea cotei în zona grafică.



Figura 2.20 Impunerea constrângerilor dimensionale

Primii doi pași se pot inversa, adică selecția elementului urmată de accesarea comenzii. În acest caz, devine activă și comanda **Constraints Defined in Dialog Box** de unde utilizatorul poate impune atât constrângeri dimensionale cât și constrângeri geometrice, pentru elementele selectate, prin bifarea acestora în caseta de dialog **Constraint Definition**.

În funcție de tipul elementelor selectate, în casetă se activează doar constrângerile ce pot fi impuse, restul constrângerilor fiind dezactivate (gri).



Figura 2.21 Caseta Constraint Definition



## Alte opțiuni prezente în caseta Constraint Definition:

Midpoint - creează o constrângere între mijlocul unui segment și un punct extern;

*Equidistant point* – distribuie2 puncte la distanță egală față de un punct de referință, acesta fiind ultimul punct selectat;

*Symmetry* – dispune 2 elemente la distanțe egale față de un element de referință sau o axă. În setul de selecție, elementul de referință trebuie să fie ultimul. Primul element selectat este elementul sursă iar cel de-al doilea va copia proprietățile elementului sursă (ex. raza cercului și distanță până la axă).

# 2.3.2 Constrângeri geometrice

Tipuri de constrângeri geometrice

Denumire	Simbol	Înainte	După	Descriere
Orizontal	Н			Elementul devine paralel cu axa H a schiței;
Vertical	V		V	Elementul devine paralel cu axa V a schiței;
Paralel	⊣⊢			Segmentele sunt dispuse paralel;
Perpendicular	Ŀ			Segmentele sunt dispuse perpendicular;

Tangent	II	$\odot$		Elementele sunt aduse în poziție de tangență;
Concentric	۲	$\odot$		Centrele celor două cercuri coincid;
Coincident	0			Selecția primului segment și a extremității celui de-al doilea segment și impunerea constrângerii de coincidență aduce cele 2 segmente în contact;
Fix	ţ	·	3	Fixează atât poziția elementului în spațiu cât și parametrii ce îl definesc, aducând elementul în stadiu de element complet definit.

Impunerea constrângerilor geometrice se poate face, după selecția elementelor, și prin intermediul meniului contextual (clic dreapta).

## 2.3.3 Alte opțiuni pentru impunerea constrângerilor

**Contact Constraint** aduce elementele selectate în poziție de contact (tangență, coincidență). **Fix Together** permite fixarea poziției în spațiu și a caracteristicilor elementelor dintrun anumit set de selecție. **Animate Constraint** variază valoarea unei constrângeri într-un interval stabilit de utilizator.

Fix Together Definition ? ×
Name: FixTogether.1
Geometry
Point.200
Point.201
Point.202
Point.203
Line.97
Line.98
Cancel

Figura 2.22 Caseta Fix Together







Constrângerea inițială

Caseta Animate Constraint

Valoarea finală a constrângerii

În caseta de dialog **Animate Constraint**, se dau valori pentru capetele de interval și numărul de pași. Butoanele din partea de jos a casetei stabilesc modalitățile de vizualizare:

- **Run Back Animation** parcurge intervalul în sens invers, de la valoarea finală la cea inițială;
- Pause Animation oprește animația la momentul dorit;
- **Stop Animation** aduce constrângerea la valoarea inițială;
- Play Animation parcurge intervalul în sens crescător;
- **One Shot** rulează animația o singură dată;
- **Reverse** rulează animația start end start;
- 😧 Loop rulează în buclă;
- **Repeat** repetă parcurgerea intervalului start-end.

Auto Constraint versite plasarea automată a constrângerilor pentru elementele selectate. Necesită;

- selecția elementelor (profilul);
- indicarea elementelor de referință (baze de cotare);
- alegerea tipului de dispunere a cotelor (serie chained sau paralel staked).
- *opțional* se poate indica un element de simetrie.



Figura 2.23 Impunerea constrângerilor cu comanda Auto Constraint

## 2.4 Editarea constrângerilor

### 2.4.1 Eliminarea constrângerilor

Pentru eliminarea constrângerilor impuse se folosește comanda **Delete** de pe tastatura sau din meniul **Edit/Delete**. Selecția constrângerii respective se face direct din zona grafică sau din arborele de specificații prin expandarea categoriei **Constraints**.

### 2.4.2 Dezactivarea/Activarea constrângerilor

Constrângerile pot fi dezactivate temporar prin intermediul meniului contextual sau din meniul **Edit** (Figura 2.24). După dezactivare, în arborele de specificații pe pictograma constrângerii respective apare simbolul corespunzător acestui status. Pentru reactivare se parcurg aceeași pași.



Figura 2.24 Dezactivarea unei constrângeri

## 2.4.3 Modificarea constrângerilor

## Opțiunea Constraint Definition

Atât constrângerile dimensionale cât și cele geometrice pot fi editate prin intermediul casetei **Constraint Definition** apelabilă fie prin dublu clic pe constrângerea respectivă fie din meniul **Edit** sau meniul contextual. Acesta permite schimbarea valorii numerice pentru constrângerile dimensionale sau transformarea acestora în cote de referință. Accesarea butonul **More** afișează opțiuni suplimentare, ce permit redefinirea elementelor pentru care s-a impus constrângerea respectivă cu opțiunea **Reconnect**, redenumirea constrângerii sau inversarea poziției constrângerii față de elementul de referință cu opțiunea **Swap**.



Figura 2.25 Editarea unei constrângeri

Constraint Definition	? ×
Constraint Type: Coincidence Supporting Elements Less<< Type Component 2DPoint Point.202 2DLine Line.99	Status Connected Connected
	OK Cancel

Figura 2.26 Caseta Constraint Definition în cazul unei constrângeri geometrice

		Con	straint Definition			? ×
Value 45mm	Reference	Less<<	Name : Offset.203 Supporting Elemen 7ype 2DLine 2DAxis_HDirection	ts Component Line.98 HDirection		Status Connected Connected Reconnect
					0	OK Gancel

Figura 2.27 Caseta Constraint Definition în cazul unei constrângeri dimensionale

Redefinirea elementelor pentru care s-a impus constrângerea implică selecția din listă a elementul eliminat, apăsarea butonului **Reconnect** și selecția noului element din zona grafică. Elementul eliminat nu își mai modifică poziția.



Figura 2.28 Etape în redefinirea elementelor pentru care s-a impus constrângerea

### Comanda Edit Multi-Constraint

Edit Multi-Constraint permite vizualizarea tuturor constrângerilor geometrice din schiță și modificarea valorilor numerice asociate acestora. Cota selectată în lista afișată în caseta de dialog a comenzii este evidențiată în zona grafică prin culoarea portocalie. Cotele pentru care s-a modificat valoarea își vor schimba culoarea în albastru deschis (cyan) până la ieșirea din comandă. Se permite revenirea la valoarea inițială a constrângerii apăsând butonul **Restore Initial Value** (Figura 2.29)..

Se recomandă utilizarea acestei variante de impunere a constrângerilor dimensionale în cazul contururilor mai complexe deoarece se evită deformarea conturului în timpul dimensionării.



Evidențierea constrângerii modificate

Caseta Edit Multi-Constraint



### 2.4.4 Codul culorilor

Elementelor geometrice din zona grafică li se aplică implicit un cod al culorile în funcție de gradul de constrângere:

- 1) **alb** element ce prezintă încă grade de libertate **under-constrained**;
- 2) verde element complet constrâns iso-constrained;
- 3) magenta element supra constrâns –over-constrained;
- 4) roșu pentru elementul respectiv CATIA nu poate calcula forma sau poziția finală.

Ultimele două situații nu sunt acceptate la ieșirea din **Sketcher**, utilizatorul fiind obligat să clarifice situația elementelor semnalate cu culorile respective.

*Observație*: în unele situații, cum ar fi definirea distanței dintre două elemente, CATIA colorează temporar în magenta primul element din setul de selecție, dacă elementul respectiv are deja impusă o altă constrângere dimensională. Culoarea magenta va dispărea o dată cu selecția celui de-al doilea element.

## 2.5 Utilizarea elementelor din mediul 3D în schiță

#### 2.5.1 Proiecția elementelor din mediul 3D în schiță

Un profil bidimensional, din planul schiței, poate fi definit și în raport cu anumite elemente geometrice ale modelului 3D. Pentru aceasta CATIA pune la dispoziția utilizatorului un set de comenzi ce permite proiecția elementelor modelului pe planul schiței sau generarea intersecției modelului cu planul schiței. Proiecția sau intersecția obținută este colorată implicit în galben, semnalând dependența de un element extern.



Figura 2.30 Bara cu instrumente 3D Geometry

- a) Project 3D Elements proiectează pe planul schiței muchii sau axe ale modelului 3D.
- b) Intersect 3D Elements 🛃 generează intersecția modelului 3D cu planul schiței.
- c) **Project 3D Silhouette Edges** proiectează pe planul schiței conturul fețelor canonice a căror axă de revoluție este paralelă cu planul schiței.



În arborele de specificații, acest tip de elemente se regăsesc sub nodul Used-edges a cărui expandare afișează elementele componente.



Figura 2.31 Structura nodului Used-edges pentru cele 3 operații

Este posibilă schimbarea elementelor de referință (sursă) prin selectarea unui alt element sursă în caseta **Import Definition**, apelabilă din meniul **Edit**/ **Nume.x object/Definition** sau meniul contextual.

Înainte	Redefinirea elementului de referință		După
	Import Definition ? × Reference Element : Pad.1/Face.1 Near Element : No selection © OK © Cancel	Import Definition ? × Reference Element : Pad.2/Face.2 Near Element : No selection Cancel	

Figura 2.32 Schimbarea elementului de referință

În situațiile în care se dorește ruperea legăturii cu elementele sursă se folosește comanda **Isolate**, accesibilă din meniul contextual/ **Nume.x object/Isolate** sau meniul **Edit**. Această izolare de

elementul sursă este semnalată prin schimbarea culorii elementelor din galben în alb, dispariția nodului **Used-edges** și migrarea elementelor geometrice componente în nodul **Geometry**.

*Observație*: **Project 3D Elements** poate fi utilizată și pentru proiecția elementelor unei schițe anterioare pe schița activă.

### 2.5.2 Tehnici asociative în Sketch

**Sketcher**-ul permite definirea unor relații de dependență atât între elementele unei schițe cât și cu elemente externe (dintr-o altă schiță sau din mediul 3D) pe baza unor relații matematice sau a constrângerilor.

Etape în definirea relațiilor matematice:

- selecția constrângerii;
- accesarea din meniul contextual sau meniul Edit/ Nume.x object/Edit Formula;
- selecția parametrului sursă, din lista parametrilor disponibili în caseta **Formula Editor**, prin dublu clic pe numele acestuia;
- definirea relației matematice în câmpul marcat cu "A" (în exemplul din Figura 2.33 parametrul *Radius* va fi tot timpul jumătate din distanța *Offset.20*);
- validarea cu butonul **OK**.

Formula Editor : PartBody\Sketch.1\Radius.8\Radius ?				
constrângere dependentă 💐 🖗 🖉				
PartBody\Sketch.1\Radius.8\Radius =				
PartBody\Sketch.1\Offset.20\Offset /2			(A)	
Dictionary	Members of Parameters	Members of Length	$\mathbf{\cup}$	
Parameters       Design Table       Operators       Pointer on value function       Point Constructors       Law       Operations Constructors	All Renamed parameters Boolean CstAttr_Mode Length Angle String Feature	<ul> <li>         PartBody\Sketch.1\Radius.8\Radius PartBody\Sketch.1\Offset.9\Offset PartBody\Sketch.1\Length.15\Length PartBody\Sketch.1\Offset.17\Offset PartBody\Sketch.1\Offset.20\Offset      </li> </ul>	k	
PartBody\Sketch.1\Offset.20\Offset 20mm			÷	
		<u> </u>	K Qancel	

Figura 2.33 Definirea unei relații matematice în caseta Formula Editor

În zona grafică, constrângerea pentru care s-a definit relația de dependență este însoțită de simbolul f(x) și nu mai poate fi editată direct ci doar modificând parametrul de care este dependentă.

Pentru afișarea, în arborele de specificații, a relațiilor matematice definite urmând pașii expuși

mai sus sau apelând comanda Formula foi din bara cu instrumente Knowledge, se bifează opțiunea Relations din Tools/Options/Infrastructure/Part Infrastructure/ Display.

General Display Part Document		Part1
Display In Specification Tree		xy plane
External References		- Zyz plane
Constraints		- Z zx plane
Parameters		Parameters
Gamma Relations		Att and the set
Bodies under operations		Relations
Expand sketch-based feature nodes at creation	R	PartBody
		- Shatch 2

Figura 2.34 Activarea opțiunii de afișare în arborele de specificații

#### Impunerea constrângerilor față de elemente externe.

Atât constrângerile geometrice cât și cele dimensionale pot fi definite și în raport cu un element extern schiței. În această situație se recomand:

- vizualizarea izometrică a modelului pentru o selecție mai precisă a elementului de referință;
- impunerea constrângerilor față de elemente ce nu sunt susceptibile a fi modificate



Figura 2.35 Impunerea constrângerilor față de elemente de referință externe

## 2.6 Analiza schiţelor

CATIA atenționează utilizatorul asupra gradului de constrângere a profilului prin intermediul unui cod de culori prezentat în subcapitolul 4.7.4. În unele situații însă, o culoare verde a profilului nu asigură utilizatorul că profilul nu mai are grade de libertate. Pentru un diagnostic al nivelului de

constrângere al schiței se accesează comanda **Sketch Solving Status** din bara cu instrumente **Tools**, situată, de regulă, în partea de jos a ecranului. În cazul unui profil supra-cotat, evidențiat prin culoarea magenta, CATIA nu permite părăsirea mediului **Sketcher** obligând utilizatorul să elimine constrângerile dimensionale în plus.



Figura 2.36 Verificarea nivelului de constrângere al schiței cu comanda Sketch Solving Status

CATIA va afișa mesaje de avertizare și în situațiile în care profilul nu este adecvat operațiilor din mediul 3D. Aceste mesaje nu apar la părăsirea mediului **Sketcher** ci doar în momentul lansării în execuție a unei comenzi specifice mediului 3D.



Mesaj de avertizare pentru un profil deschis



Mesaj de avertizare pentru un profil auto intersectat



Opțiunea permisă cu un profil deschis în cazul comenzii PAD

Opțiunea permisă cu un profil auto intersectat

Figura 2.37 Situații în care utilizatorul este avertizat

Mesajele prezentate mai sus, avertizează utilizatorul că un profil deschis sau auto-intersectat poate fi utilizat, pentru prima operație de generare de material, doar dacă se bifează opțiunea **Thick** în acest caz CATIA generând o grosime constantă de material de-a lungul profilului. Dacă nu se bifează această opțiune, CATIA va afișa un mesaj de eroare, utilizatorul fiind obligat să revină în **Sketcher** și să rezolve problemele semnalate (închiderea conturului, transformarea elementelor izolate în elemente de construcție etc.)



Figura 2.38 Mesaj de eroare afișat la utilizarea unui profil neadecvat operațiilor 3D

Un diagnostic complet al schiței se obține accesând **Sketch Analysis** Min meniul **Tools** sau bara cu instrumente **Tools**. Caseta de dialog afișată oferă diferite tipuri de informații.

Pe fila **Geometry**, în zona **General Status**, profilul este verificat din punct de vedere topologic, nefiind permisă auto-intersectarea acestuia. Statusul **Non manifold topology** este dat atunci când un vertex aparține unui număr de linii mai mare decât 2.

În caseta **Detailed Information** se găsesc informații legate de continuitatea elementelor geometrice ale profilului. Diagnosticul de mai jos a fost obținut pentru profilul auto-intersectat din Figura 2.38. S-a detectat un profil deschis, pentru care se dă și distanța dintre cele două extremități, și o linie izolată. Zona de jos a casetei oferă o serie de comenzi pentru rezolvarea situațiilor semnalate:

Sketch Analysis 🛛 🗕 🗖 🗙	Sketch Analysis 🛛 🗕 🗙
Geometry Use-edges Diagnostic	Geometry Use-edges Diagnostic
General Status	Solving Status
Warning: Non manifold topology	Under-Constrained
Detailed Information	Detailed Information
Geometry Status Comment	Name Status Type Rigi ^
Implicit Profile Opened 3 Curve(s) (End points distance = 15.472)	Line.1 Under-Constrained Geometry
Line.5 Isolated	Point.1 Under-Constrained Geometry [Construction]
	Point.2 Iso-Constrained Geometry [Construction]
	Point.3 Iso-Constrained Geometry [Construction]
	Line.2 Iso-Constrained Geometry
	Point.5 Iso-Constrained Geometry [Construction]
	Line.3 Under-Constrained Geometry
	Point.6 Under-Constrained Geometry [Construction]
	Line.5 Under-Constrained Geometry
	Point.9 Under-Constrained Geometry [Construction]
	Point.10 Under-Constrained Geometry [Construction]
	Coincidence.3 Iso-Constrained Constraint
	Coincidence.11 Iso-Constrained Constraint
	Length.29 Iso-Constrained Constraint V
Corrective Actions	Action
Close	Close

Figura 2.39 Caseta de dialog Sketch Analysis

- Set in Construction Mode transformă elementele selectate în elemente de construcție, fiind astfel ignorate în afara Sketcher-ului;
- **Close Open Profiles** -închide automat profilul unind extremitățile;
- **Delete Geometry** şterge elementele selectate;
- **Hide Constraints** ascunde constrângerile geometrice și dimensionale pentru o mai bună vizualizare a elementelor geometrice;
  - **8** Hide Construction Geometries ascunde elementele de construcție.

Pe fila **Use-Edges** se găsesc informații legate de elementele proiectate în planul schiței din mediul 3D. Aici, comenzile corective oferă, în plus, posibilitatea ruperii legăturii cu elementul de referință activării/dezactivării proiecției sau redefinirii elementului de referință (sursă)

Pe fila **Diagnostic**, se afișează în zona **Solving Status**, nivelul de constrângere global, **under**, **iso** sau **over constrained**, și în zona **Detailed Information** nivelul de constrângere pentru fiecare element. Selecția unui element din listă duce la evidențierea acestuia atât în zona grafică cât și în arborele de specificații.

## 2.7 Ajutoare grafice suplimentare – bara cu instrumente Visualization

Pe parcursul modelării geometriilor complexe, utilizatorul poate apela la o filtrare automată a elementelor vizibile pe ecran prin intermediul barei cu instrumente **Vizualisation**.



Figura 2.40 Bara cu instrumente Visualization

**Cut Part By Sketch Plane** — permite vizualizarea secțiunii modelului 3D cu planul schiței, fără a genera efectiv secțiunea. Generarea secțiunii se realizează cu comanda **Intersect 3D Elements**.



Figura 2.41 Comparație între comanda de vizualizare și cea de generare efectivă a secțiunii

Pentru filtrarea elementelor din spațiul 3D, CATIA oferă trei variante prezente pe bara suplimentară Visu3D :





Figura 2.43 Bara suplimentară Visu3D

Tot pentru o vizualizare mai clară a profilului se pot utiliza filtre ce afișează/ascund diferite elemente 2D: 51 culoarea ce indică gradul de constrângere, 52 constrângerile dimensionale sau 53 constrângerile geometrice.





## 2.8 Recomandări

Pentru evitarea situațiilor neplăcute (deformarea profilului, supra-cotare etc) se fac câteva recomandări generale:

- crearea formelor geometrice de bază plecând de la profile simple şi definitivarea modelului 3D prin operații specifice mediului 3D (racordări, teşiri etc);
- schițarea liberă a profilului cât mai aproape de forma și dimensiunile finale ale schiței, urmărind, în mare, coordonatele în bara **Sketch Tools**;
- plasarea constrângerilor geometrice și apoi a constrângerilor dimensionale;
- evitarea constrângerilor automate accidentale ce pot apărea la utilizarea opțiunii SmartPick;



Figura 2.45 Recomandări în abordarea procesului de modelare

- anularea ultimei constrângeri cu UNDO în cazul semnalării statusului Over Constrained prin colorarea profilului în magenta;
- folosirea comenzii **Animate Constraint** pentru a detecta valorile numerice peste care profilul devine supra-constrâns;

# 3. MEDIUL PART DESIGN. GENERAREA VOLUMELOR

### 3.1 Prezentare generală

Accesarea mediului **Part Design** se poate face, ca și în cazul mediului **Sketcher**, din meniul **Start/Mechanical Design/Part Design** sau din meniul **File/New/Part**.

Acest mediu permite modelarea parametrizată a solizilor virtuali, printr-o succesiune de operații de generare și îndepărtare de material. Aceste operații, vor fi inserate automat în structura arborelui de specificații, în ordine cronologică, permițând un acces simplu și rapid asupra parametrilor ce le definesc (Figura 3.2).







b) Modificarea diametrului



Figura 3.2 Structura arborelui de specificații

În arborele de specificații regăsim (Figura 3.2 a):

- la primul nivel un **Part.1**, acesta fiind fișierul curent;
- planele de referință XY, YZ, ZX;
- un nivel **PartBody** ce va conține rezultatul operațiilor; în fișier, utilizatorul poate insera mai multe **body**-uri urmând ca la final să le reunească într-un singur **body**;
- unul sau mai multe nivele **Geometrical Set** unde se grupează elementele de referință utilizate în procesul de modelare.

Pe lângă elemente comune prezentate și în mediul Sketcher (arbore de specificații, compasul, bara de meniuri derulante, linia de stare etc), mediul conține o serie de instrumente specifice operațiilor 3D grupate în 5 categorii: Sketch-Based Features, Dressed-up Features, Surface-based Features, Transformations și Boolean Operations.

**Sketch-Based Features** conține operații de generare sau îndepărtare de material plecând de la un profil realizat în **Skecher**. După utilizarea unei operații din această categorie, expandarea nodului generat în arborele de specificații, va afișa **Sketch-**ul de la care s-a pornit.

**Dressed-up Features** grupează operații de modificare a formei ce nu necesită un profil (racordări, teșiri, generare de pereți subțiri etc.)

Surface-based Features sunt operații ce permit generarea sau îndepărtarea material plecând de la suprafețe complexe realizate în medii precum Wireframe and Surface Design sau Generative Shape Design.

În categoria **Transformations** intră operațiile de schimbare a poziției (rotație, translație, simetrie) de multiplicare a unui element sau de schimbare a factorului de scalare.

**Boolean Operations** este o categorie de operații utilizată în modelarea reperelor complexe când se recurge la o structură împărțită pe mai multe corpuri (**body**) și reunirea, extragerea sau intersectarea acestora la final.



Figura 3.3 Instrumente specifice mediului Part Design

## 3.2 Elemente de referință

În procesul de modelare, un aspect important îl ocupă definirea unor elemente de referință în spațiul 3D. CATIA generează implicit, la deschiderea unui nou fișier, trei plane de referință fixe **XY**,

**YZ**, **ZX** al căror punct de intersecție coincide cu originea (0,0,0). În funcție de complexitatea modelului, pot apărea situații în care este necesară o poziționare la o anumită distanță de un element, o înclinare cu un anumit unghi sau o definirea unei alte direcții decât normala la o suprafață.

Pentru aceste situații CATIA pune la dispoziția utilizatorului bara cu instrumente **Reference Elements** ce permite definirea de puncte, linii și plane în mediul 3D.

## 3.2.1 Comanda Points

Permite definirea unui punct în spațiul 3D prin una din variantele expuse în continuare:

**Coordinates** – introducerea celor 3 coordonate X,Y Z față de un punct de referință; punctul de referință implicit este originea sistemului curent însă utilizatorul poate defini un alt punct de referință fie prin selecția directă a acestuia din zona grafică fie prin crearea unui punct nou utilizând meniului contextual;



Figura 3.4Opțiuni de creare a unui punct specificându-i coordonatele

On curve - creează un punct pe o curbă (muchie, intersecție de suprafețe, spline etc.).



Figura 3.5 Definirea unui punct pe o curbă

În zona *Distance to reference* se poate specifica o anumită distanță față de un punct de referință sau un raport. *Nearest extremity* va plasa noul punct în următoarea extremitate a curbei iar *Middle point* crează punctul la jumătatea curbei.
În zona *Reference*, punctul de referință implicit este o extremitate a curbei, evidențiată pe curbă cu culoarea verde (Figura 3.5) însă, la fel ca în primul caz, utilizatorul poate defini un alt punct. *Reverse direction* va comuta punctul de referință între cele două extremități ale curbei. La bifarea opțiunii *Repeat object after OK*, CATIA creează, în continuare, un anumit număr puncte pe aceeași curbă, având ca punct de referință ultimul punct creat, cel definit în primul pas. Se poate opta pentru o dispunere echidistantă a acestor puncte între punctul de referință și o extremitate a curbei (Figura 3.6 a) sau specificând numărul de puncte și distanța dintre acestea (Figura 3.6 b), caz în care nu se mai ține cont de extremitatea curbei.



a) Dispunere echidistantă a punctelor între punctul de referință și extremitate



b) Dispunerea punctelor la o anumită distanță plecând din punctul de referință

#### Figura 3.6 Opțiunea Repeat object after OK

**On plane** – creează un punct pe un plan (o față plană a solidului, un plan de referință etc.). definind distanțele pe axa H și V atașate planului.

Point Definition ? ×	~14
Point type: On plane 🔹 🍘	
Plane: Pad.1\Face.1	20
H: -18mm	
V: 14mm	LPlane
Reference	
Point: Default (Origin)	
Projection	41-17
Surface: Default (None)	
OK Cancel Preview	

Figura 3.7 Crearea unui punct pe un plan

**On surface** – creează un punct pe o suprafață. Punctul de referință implicit este mijlocul suprafeței iar poziția punctului se indică direct cu cursorul sau se setează în caseta *Direction* prin una din variantele oferite de meniul contextual.



Figura 3.8 Crearea unui punct pe o suprafață

Circle, Sphere, Ellipse – creează un punct coincident cu centrul unui cerc/sfere/elipse.



Figura 3.9 Crearea unui punct coincident cu centrul unui cerc

**Tangent on curve** – creează un punct în punctul de tangență dintre o direcție specificată de utilizator și curba selectată. În cazul unor soluții multiple, se afișează caseta **Multi-Result Management** ce permite alegerea unei soluții din cele existente sau păstrarea tuturor soluțiilor.

Point Definition	L 🗼
Point type: Tangent on curve 💽 🍘	
Curve: Sketch.1	
Direction: Y Component	
OK Cancel Preview	•

Figura 3.10 Marcarea unui punct de tangență al curbei cu o direcție

**Between** – creează un punct situat la o anumită distanță față de extremități pe un suport indicat de utilizator. Dacă nu se indică un suport, punctul va fi creat pe dreapta ce unește cele 2 extremități. Dacă raportul este subunitar punctul este creat între cele două puncte, daca raportul este supraunitar punctul va fi creat în exterior.

	Point Definition ? ×	
	Point type: Between 💌 🍘	Support
	Point 1: Sketch.1\Vertex.1	Point 2
	Point 2: Sketch.1\Vertex.2	Point 1
	Ratio: 0.3	•
	Support: Sketch.1	
	Reverse Direction Middle Point	
à	OK Cancel Preview	Н

Figura 3.11 Crearea unui punct cu opțiunea Between

Pictograma din dreapta casetei *Point type*, *m*, permite blocarea opțiunii dorite, evitând schimbarea acesteia prin selecții accidentale în zona grafică.

## 3.2.2 Comanda Line

Se utilizează pentru definirea elementelor tip linie în spațiul 3D. Ca și în cazul comenzii **Point**, utilizatorul are la dispoziție mai multe variante selectabile din caseta *Line type*.

	Line Definition 🛛 ? 💌	Point-Point
<u> </u>	Line type : Point-Point	Angle/Normal to curve
<u>∠ X</u> Y Plane	Point 1: No selection	Normal to surface
<u> </u>	Point 2: No selection	Bisecting
ZX Plane	Support: Default (None)	<u>C</u> reate Point
Create Join	Start: 0mm	Create Midpoint
Create Extract (in point)	Up-to 1: No selection	← Cr <u>e</u> ate Endpoint
Create Extract (in tangency)	End: 0mm	Create Intersection
Create Multiple Extract	Up-to 2: No selection	Create Projection
K Create Extragol	Length Type	Create Extract
I Create Extr <u>u</u> de	Length O Infinite Start Point	
	O Infinite O Infinite End Point	
	Mirrored extent	
	OK Cancel Preview	

Figura 3.12 Crearea elementelor tip linie

Caseta de dialog **Line Definition** va afișa câmpuri diferite în funcție de opțiunea aleasă în caseta *Line type* cu câteva excepții:

- *Start* și *End* dau posibilitatea prelungirii liniei față de punctele selectate cu o anumită lungime.
- *Up-to 1, Up-to 2* dau posibilitatea prelungirii liniei respective până la un element selectat de utilizator. În acest caz, opțiunile *Start* și *End* devin inactive;
- Infinite Start Point prelungește la infinit linia în direcția primului punct selectat;
- Infinite End Point prelungește la infinit linia în direcția celui de-al doilea punct selectat;
- Infinite prelungește la infinit linia în ambele direcții;
- *Mirrored Extent* va prelungi linia, față de cele 2 puncte ce o definesc, cu aceeași lungime specificată în câmpul *End*.

La definirea elementelor ce definesc linia (puncte, direcții, suprafețe suport) se poate utiliza meniul contextual.

Opțiunea **Point-Point** creează o linie ce trece prin punctele selectate. Valorile din câmpurile Start și End nu pot fi negative în acest caz. Dacă se indică o suprafață suport, cele două puncte vor fi unite pe cel mai scurt traseu ce urmează suprafața respectivă (proiecția liniei p).



Figura 3.13 Opțiunea Point-Point

Opțiunea **Point-Direction** creează o linie ce trece prin punctul selectat și este paralelă cu o direcție indicată de utilizator.

Line Definition <b>?</b>
Line type : Point-Direction 💌 🍘
Point: Point.1
Direction: Y Component
Support: Extrude.1
Start: -23mm
Up-to 1: No selection
End: 65mm
Up-to 2: No selection
Length Type
Length O Infinite Start Point
Reverse Direction
OK Cancel Preview

Figura 3.14 Opțiunea Point-Direction

Opțiunea **Angle/Normal to curve** creează o linie ce trece prin punctul selectat și face un anumit unghi cu tangenta la curbă în punctul respectiv. Pentru *Normal to curve*, unghiul este de 90. Planul suport implicit este planul ce conține curba.

	A	
Line Definition ? ×	End	Angle
Line type : Angle/Normal to curve 💌 🍿	35°	
Curve: Sketch.1		
Support: Default (Plane)	Anote Point	
Point: Point.3		
Angle: 35deg	47	
Start: -18mm	Start	
Up-to 1: No selection		
End: 47mm	-18	
Up-to 2: No selection		4
Length Type		A
Length O Infinite Start Point	/	47
O Infinite O Infinite End Point	4	Ï.
Mirrored extent	End	Normal to curve
Geometry on support	900	
Normal to Curve	-18	
Reverse Direction		
Repeat object after OK	Angle Ont	
OK Cancel Preview		
	Start	

Figura 3.15 Optiunea Angle/Normal to curve

Dacă se indică alt suport, linia este creată pe suportul respectiv, în cazul de față suprafața Extrude.1.



Figura 3.16 Definirea linie pe o suprafață suport



Figura 3.17 Activarea opțiunii Geometry on support

Activarea opțiunii Geometry on support va crea o linie geodezică pe suportul definit.

Opțiunea **Tangent to curve** creează o linie tangentă la o curbă existentă în zona grafică în punctul selectat. Planul suport implicit este planul ce conține curba.



Figura 3.18 Opțiunea Tangent to curve

Opțiunea Normal to surface creează o linie perpendiculară o suprafață în punctul selectat.



Figura 3.19 Optiunea Normal to surface

Opțiunea **Bisecting** creează linia bisectoare pentru cele două linii selectate (linia care împarte în două părți egale unghiul dintre cele doua linii). Utilizatorul poate alege una din cele două soluții propuse de program cu ajutorul butonului **Next Solution**. Planul suport implicit este planul definit de cele două linii. Selecția unui alt suport duce la proiecția bisectoarei pe suportul respectiv.





## 3.2.3 Comanda Plane

Permite definirea unor plane în spațiul 3D ce pot fi utilizate ca elemente de referință în procesul de modelare. Opțiunile de definire sunt, și în cazul comenzii Plane, multiple.

**Offset from plane** creează un plan, paralel cu un plan de referință, la o distanță specificată de utilizator. Activarea opțiunii *Repeat object after OK* permite crearea în continuare, pe aceeași direcție, a unui anumit număr de plane situate la distanțe egale cu distanța definită pentru primul plan (50 în cazul de față). Dacă această primă valoare se modifică, se vor modifica și distanțele de spațiere dintre plane



Figura 3.21 Crearea unui plan cu opțiunea Offset from plane

**Parallel through point** creează un plan, paralel cu un plan de referință printr-un punct definit de utilizator.



Figura 3.22 Opțiunea Parallel through point

**Angle/Normal to plane** permite înclinarea planului față de un plan de referință cu un anumit unghi. *Normal to plan*e setează acest unghi la 90. Necesită indicarea unei axe de rotație și a unui plan de referință față de care se măsoară unghiul.



Figura 3.23 Opțiunea Angle/Normal to plane

Through three points creează planul ce conține cele trei puncte indicate de utilizator.



Figura 3.24 Opțiunea Through three points

Through two lines creează planul ce conține cele două lini indicate de utilizator.



Figura 3.25 Opțiunea Through two lines

Through point and line creează planul definit de un punct și o linie.

Through planar curve creează planul ce conține curba selectată.



Figura 3.26 Opțiunea Through planar curve

**Normal to curve** creează un plan perpendicular pe o curbă. Punctul implicit prin care trece planul este mijlocul curbei însă utilizatorul poate defini alt punct, cum ar fi o extremitate a curbei ca în cazul din figură.



Figura 3.27 Opțiunea Normal to curve

Tangent to surface creează un plan tangent la o suprafață într-un punct definit de utilizator.



Figura 3.28 Opțiunea Tangent to surface

**Mean through points** creează un plan calculând media punctelor selectate (numărul punctelor poate fi mai mare de 3).

**Equation** creează un plan plecând de la ecuația planului Ax+By+Cz=D. Butonul *Normal to compass* poziționează planul perpendicular pe axa Z a compasului iar *Parallel to screen*, poziționează planul perpendicular pe direcția de privire pentru vederea activă.

Plane Definition ? ×		Plane Definition ? ×	
Plane type:       Equation       ▼         Ax+By+Cz = D       A:       0       ▼         A:       0       ▼       •         B:       0       ▼       •         C:       1       ▼       •         D:       20mm       ✓       •         Point:       Point.4       •       •         Axis System:       Default (Absolute)       •         Inormal to compass       •       •       •         OK       •       Cancel       Preview	Point	Plane type:       Equation       ●         Ax+By+Cz = D       -         A:       0.76023897       ●         B:       0.513707237       ●         C:       0.397670193       ●         D:       20mm       ●         Point:       Point.4       ●         Axis System:       Default (Absolute)         Normal to compass       ●         ● OK       ● Cancel       Preview	Move

Figura 3.29 Poziționarea planului în raport cu compasul sau direcția vederii active

Reprezentarea grafică a planelor este una simbolică, acestea fiind infinite.

## 3.3 Instrumente Sketch-Based Features

Această categorie de operații necesită existența unui profil 2D, de unde și denumirea de Sketchbased (bazat pe schiță), și pot fi împărțite în două categorii: operații care generează material și operații care îndepărtează (decupează) material.

## 3.3.1 Pad și Pocket

Comenzile **Pad** is **Pocket** is au la bază translația unui profil de-a lungul unei direcții având ca rezultat generarea (Pad) sau decuparea (Pocket) materialului pe această direcție. Casetele de dialog, în cazul celor două comenzi, sunt identice, necesitând definirea acelorași tipuri de parametri.



Figura 3.30 Generare de material cu comanda Pad



Figura 3.31 Decupare de material cu comanda Pocket

Accesarea butonului *More* extinde caseta de dialog, permițând accesul utilizatorului la toți parametrii. Zona de sus este destinată setării limitelor între care se realizează translația *First Limit/Second Limit*.

	Pad Definition ? ×	Pocket Definition ? ×
First Limit	Second Limit	First Limit Second Limit
Type: Dimension	▼ Type: Dimension ▼	Type: Dimension 🔽 Type: Dimension 💌
Length: 30mm	Length: 0mm	Depth: 30mm 🖨 Depth: 0mm 🖨
Limit: No selection	Limit: No selection	Limit: No selection Limit: No selection
Profile/Surface	Direction	Profile/Surface Direction
Selection: Sketch.1	Normal to profile	Selection: Sketch.2
Thick	Reference: No selection	Thick Reference: No selection
Reverse Side	Thin Pad	Reverse Side Thin Pocket
Mirrored extent	Thickness1 5mm	Mirrored extent Thickness1 1mm
Reverse Direction	Thickness2: 3mm	Reverse Direction Thickness2: 0mm
_	<less< th=""><th>Neutral Fiber      Merge Ends</th></less<>	Neutral Fiber      Merge Ends
	OK Cancel Preview	OK Cancel Preview

Figura 3.32 Extinderea casetelor de dialog

Opțiuni de definire a limitelor:

Dimension – necesită introducerea unei/unor valori numerice în câmpul Length (Pad) sau Depth (Pocket), acestea reprezintă grosimea de material generată/decupată de-o parte sau de cealaltă a planului schiței. Aceste limite First Limit, Second Limit apar și în zona grafică, cu simbolurile LIM1, LIM2. și pot fi setate în mod dinamic prin tragere cu cursorul.



- Up to next/ Up to last/Up to plane/Up to surface – extinde operația până când întâlnește elementul respectiv (în ordinea enumerată mai sus: până la următorul, până la ultimul, până la un plan indicat de utilizator sau până la o suprafață).



În zona **Profile/Surface** se selectează profilul pe baza căruia se generează sau se decupează materialul. Selecția acestuia se poate face direct din zona grafică, prin clic pe un element al schiței, sau

din arborele de specificații. Dacă nu există un profil, acesta se poate defini prin selecția pictogramei

Bifarea opțiunii Thick permite generarea/decuparea unei grosimi constante de-a lungul profilului 2D.



Figura 3.33 Opțiunea Thick profile în cadrul comenzii Pad



Figura 3.34 Opțiunea Thick profile în cadrul comenzii Pocket

Se pot defini grosimi diferite de-o parte și de alta a profilului prin specificarea valorilor corespunzătoare în câmpurile *Thickness 1* și *Thickness 2* sau grosimi egale prin activarea opțiunii **Neutral fiber**. **Merge Ends** prelungește profilul până la intersecția cu prima suprafață întâlnită.

În zona **Direction** se poate opta pentru o translație a profilului pe o direcție perpendiculară pe planul schiței sau o direcție particulară, definită de utilizator. Direcția normală este cea implicită. Pentru indicarea unei alte direcții, se debifează **Normal to profile** și se selectează noua direcție.



Figura 3.35 Schimbarea direcției operațiilor Pad și Pocket

**Reverse direcțion** inversează sensul în care se face operația. **Reverse side** comută între două volume delimitate de profil. Pentru comanda Pad, această opțiune e activă doar în cazul contururilor deschise.



Figura 3.36 Opțiunea Reverse side în cadrul comenzii Pocket

La activarea opțiunii **Mirrored Extent**, generarea/decuparea de material se face simetric față de planul schiței. Grosimea totală a materialului generat sau adâncimea totală a decupajului va fi dublul valorii numerice specificate în câmpul **Length** sau **Depth**.



Figura 3.37 Activarea opțiunii Mirrored Extent

# 3.3.2 Multi-Pad și Multi-Pocket

*Comenzile* Multi-Pad i Multi-Pocket permit generarea/decuparea simultană a mai multor volume cu înălțimi/adâncimi diferite.



Figura 3.38 Generarea simultană a mai multor volume cu Multi-Pad

După lansarea în execuție a comenzii și selecția schiței ce conține profilele 2D, se afișează caseta de dialog **Multi-Pad Definition**. În zona **Domains**, se selectează un domeniu din lista domeniilor detectate de CATIA (se vor detecta doar contururile închise) și se setează înălțimea de extrudare în câmpul **Length**. Este posibilă selecția multiplă ținând tasta **CTRL** apăsată și definirea unei înălțimi unice pentru toate domeniile din selecția multiplă. Caseta poate fi extinsă cu butonul **More** și oferă acces pentru setarea celei de-a doua limite precum și a direcției de extrudare.

		Mul	ti-Pocket	Definition	? ×
F	irst Limit -			Second Limit	
Тур	pe:	Dimension	-	Type: Dimension	-
Dep	pth:	35mm	\$	Depth: 0mm	-
Lim	nit:	No selection		Limit: No selection	
D	omains			Direction	
N	lr Domai	n	Thickne	Normal to sketch	
2	Extrusi Extrusi	on domain.1 on domain.2	35mm 20mm	No selection	
3	Extrusio	on domain.3	35mm	Reverse Direction	
4	Extrusio	on domain.4 on domain.5	35mm 50mm		
<			>		
			< <less< td=""><td></td><td></td></less<>		
			0	OK Gancel	Preview
200					

Figura 3.39 Decuparea simultană a mai multor volume cu Multi-Pocket

Procedeul este similar în cazul comenzii Multi-Pocket.

## 3.3.3 Hole

*Comanda Hole* face parte din aceeași categorie de operații, realizând un decupaj cilindric în material după o anumită direcție. Caseta de dialog **Hole Definition** conține trei file **Extension**, **Type** și **Thread Definition**.

Pe fila **Extension**, se poate opta pentru o adâncime definită printr-o valoare numerică **Blind**, utilizată în general pentru gările înfundate, sau o adâncime definită față de un element de referință (**Up to next/last/plane/surface**) similară limitelor din cadrul comenzilor **Pad/Pocket**.

			Hole Definition ? ×
	Blind Up To Next Up To Last Up To Plane Up To Surfac		Extension Type Thread Definition
			Depth : 10mm
Blind	Up to next		Direction Bottom
			Reverse     Flat       Normal to surface     Angle : 120deg       No selection     Image: 120deg
Up to last	Up to plane	Up to surface	OK OK Preview

Figura 3.40 Opțiuni de limitare pentru comanda Hole.

Tot aici se definește diametrul găurii și adâncimea acesteia **Depth** dacă s-a optat pentru varianta **Blind**. În zona **Direction** se optează pentru o direcție perpendiculară de găurire sau o altă direcție indicată de utilizator. Zona **Bottom** oferă două tipuri de terminații ale fundului găurii: **Flat** (plat) și **V-Bottom** corespunzătoare vârfului de burghiu cu posibilitatea setării unghiului la vârf.



Figura 3.41 Tipuri de terminații

Accesarea pictogramei din zona **Positioning Sketch** permite utilizatorului poziționarea centrului găurii față de anumite elemente de referință.



Figura 3.42 Poziționarea centrului găurii

Se recomandă preselecția elementelor față de care se dorește poziționarea centrului găurii înainte de lansarea în execuție a comenzii **Hole**. Ex: se selectează arcul de cerc față de care gaura va fi poziționată concentric, se lansează în execuție comanda **Hole**, se selectează suprafața pe care va fi plasată gaura și se definesc parametrii. Pentru poziționarea centrului găurii față de două muchii, se selectează muchiile ținând tasta **CTRL** apăsată, se lansează comanda **Hole**, se selectează suprafața și

se definesc parametrii. Distanțele impuse față de muchii se modifică accesând **Sketch** sau direct în zona grafică prin dublu clic pe constrângere.

Fila **Type** oferă 5 variante constructive, redate mai jos împreună cu parametrii definitorii pentru fiecare variantă: Varianta **Countersunk** (gaură cu locaș pentru șurub cu cap înecat) oferă posibilitatea alegerii între 3 seturi de parametri.



Figura 3.43 Variante constructive pentru comanda Hole

Pe ultima filă din casetă, *Thread Definition*, se definesc, dacă este cazul, parametrii filetului pentru găurile filetate.



Figura 3.44 Fila Thread Definition

La bifarea opțiunii *Threaded* se activează câmpurile pentru definirea parametrilor filetului. În zona **Bottom Type** se oferă trei variante: **Dimension** permite introducerea unei valori numerice pentru adâncimea filetului, **Support Depth** aplică filetul pe toata adâncimea găurii iar **Up-To-Plane** setează ca limită de filetare a găurii un plan indicat de utilizator. În zona **Thread Definition** se setează tipul de filet (standardizat sau nu), diametrul nominal al filetului, adâncimea de filetare, adâncimea găurii, pasul pentru filetele nestandardizate și sensul filetului. Filetul nu va fi vizibil în mediul **Part Design** ci doar la realizarea desenului în mediul **Drafting**.

## 3.3.4 Shaft și Groove

Comenzile **Shaft** i Groove se generează/decupează material prin rotirea profilului 2D în jurul unei axe.

În cazul comenzii **Shaft**, profilul 2D trebuie să fie un contur închis sau să se închidă pe axă. Contururile deschise pot fi folosite doar dacă se bifează opțiunea **Thick** iar cele auto-intersectate vor genera mesaje de eroare.



Figura 3.45 Cerințe legate de contur pentru comanda Shaft

Daca schița conține o axă, CATIA va realiza automat mișcarea de revoluție în jurul acestei axe. Existența axei la nivel de schiță nu este însă obligatorie, utilizatorul putând defini axa și în cadrul comenzii *Shaft*, prin accesarea meniului contextual din câmpul *Axis Selection*.



Figura 3.46 Generare de material cu comanda Shaft

În zona Limits se definesc unghiurile între care se realizează mișcarea de revoluție. Acestea se măsoară în direcții opuse, având ca punct de plecare planul schiței. Suma celor două unghiuri nu poate depăși 360. Thick Profile, Reverse Direction, au aceleași funcționalități ca și în cazul comenzilor Pad și Pocket. Reverse Side se poate utiliza doar în cazul contururilor deschise.

Comanda **Groove** decupează material dintr-un volum, prin rotirea profilului 2D în jurul unei axe. Ea nu poate fi prima comandă în **PartBody** ci doar într-un **Body** suplimentar (**Insert/Body**) caz în care rezultatul operației în zona grafică apare ca o generare de material, un volum plin. Acest aspect va fi detaliat în descrierea operațiilor booleene.

Profilul 2D, utilizat de comanda **Groove**, nu trebuie să fie un contur închis sau să se închidă pe axă, însă extremitățile profilului trebuie să depășească volumul din care se face decupajul. În caz contrar, se va genera un decupaj intern.



Figura 3.47 Decupare de material cu comanda Groove

Dacă există mai multe profile pe aceeași schiță, aceste trebuie să fie contururi închise.



Figura 3.48 Cerințe pentru schița cu contururi multiple

Opțiunea **Merge Ends** se utilizează în cazul profilelor deschise pentru prelungirea acestora până la intersecția cu prima suprafață întâlnită. Pentru cazul din Figura 3.49, dacă nu se activează această opțiune, rezultatul operației este nul, deoarece profilul nu intersectează modelul.

and sold	<b>v</b>

Figura 3.49 Opțiunea Merge Ends

În cazul comenzilor **Shaft/Groove**, opțiunea **Reverse direction** este utilă doar dacă mișcarea de revoluție se realizează pe un unghi mai mic de 360°.

# 3.3.5 Rib și Slot

Comanda **Rib** *s* generează material, deplasând un profil 2D de-a lungul unei curbe directoare.

În caseta de dialog **Rib Definition**, trebuie completate următoarele câmpuri:

- *Profile* prin selecția profilului generator;
- Center curve -prin selecția curbei directoare;



Figura 3.50 Comanda Rib

- *Profile control* :
  - Keep angle –păstrează constant unghiul dintre planul schiței și tangenta la curba directoare (Figura 3.50);
  - Pulling direction deplasează profilul de-a lungul curbei directoare respectând o anumită direcție indicată de utilizator prin selecția unei drepte sau a unui plan (la selecția unui plan direcția este dată de vectorul normal la plan Figura 3.51);



Figura 3.51 Opțiunea Pulling Direction

 Reference Surface - păstrează constantă valoarea unghiului dintre axa H a profilului și suprafața de referință.

Opțiunea Thick Profile generează o grosime constantă de material în jurul profilului generator.



Figura 3.52 Opțiunea Thick din cadrul comenzii Rib

Comanda **Slot** are la bază același principiu, deplasarea unui profil de-a lungul unei curbe directoare, dar cu decuparea materialului din volumul intersectat. Similar comenzii **Groove**, nu poate fi prima operație în **PartBody**. Opțiunile din caseta **Slot Definition** sunt identice cu cele ale comenzii **Rib**.



Figura 3.53 Decuparea materialului cu comanda Slot



Figura 3.54 Opțiunea Thick Profile

## 3.3.6 Stiffner

Este utilizată în modelarea nervurilor de rigidizare. Caseta de dialog oferă două opțiuni de modelare: *From side* în cadrul căreia grosimea nervurii este generată perpendicular pe planul schiței (Figura 3.55) și *From top* în cadrul căreia grosimea nervurii este generată în planul schiței (Figura 3.56). În ambele cazuri, grosimea poate fi generată simetric față de poziția profilului prin bifarea opțiunii *Neutral fiber* sau asimetric, prin specificarea unor valori numerice în câmpurile *Thickness 1* și *Thickness 2*, atunci când opțiunea *Neutral fiber* nu este bifată.

Stiffener Definition	? ×
Mode	
From Side	O From Top
Thickness	
Thickness1: 5mm	<b></b>
Thickness2: 0mm	-
Neutral Fiber	
Reverse direction	
Depth	
Reverse direction	
Profile	
Selection: Sketch.3	
OK Gancel	Preview



Figura 3.55 Crearea nervurilor cu opțiunea From Side din cadrul comenzii Stiffner

Stiffener Definition ? × Mode From Side From Top Thickness1: 2mm	
Neutral Fiber Reverse direction Depth Reverse direction Profile Selection: Sketch.3 OK Cancel Preview	

Figura 3.56 Crearea nervurilor cu opțiunea From Top din cadrul comenzii Stiffner

# 3.4 Aplicații în modelarea pieselor tehnice

Exemplificarea strategiilor de modelare se va realiza pe un ansamblu micro motor termic pentru automodele redat în Figura 3.57.



Figura 3.57 Micro motor termic pentru automodele

## Generarea volumelor pozitive și negative prin rotația și/sau translația schițelor

Piesele cu volume simple se pot modela cu comenzile *Pad* și *Pocket* ce realizează translația profilului definit în schiță de-a lungul unei direcții, generând sau decupând material din volumul piesei. Dacă piesele au în alcătuirea lor corpuri de revoluție, generarea volumelor pozitive sau negative se va realiza cu comenzile *Shaft* și *Groove*, ce vor roti profilului definit în schiță în jurul unei axe de revoluție.

## 3.4.1 Modelarea bolțului pistonului- comenzile Pad și Shaft

Urmând secvența *Start-Mechanical Design-Part Design* se introduce denumirea componentei *Bolț* in caseta *New Part*.



Figura 3.58 Reprezentarea bolțului

Pentru a genera volumul cilindric, se plasează o schiță cu comanda *Sketcher* pe planul **XY**. Se definește profilul cu comanda *Circle*, plasând centrul cercului în zona grafică și nu în origine. Prin dublu clic pe comanda *Constraints* se vor impune succesiv constrângeri de coincidență între centrul cercului și cele două axe **H** și **V** (ex. 1-se selectează centrul cecului, 2- se selectează axa H, 3se apasă butonul din dreapta al mouse-ului și se alege opțiunea *Coincident* din meniul contextual afișat lângă cursor Figura 3.59). Cu aceeași comandă se impune constrângerea dimensională a diametrului cercului și se va modifica prin dublu clic pe textul cotei la valoarea necesară D=2mm. Deoarece valoarea impusă a diametrului este foarte mică, pentru reîncadrarea profilului în zona grafică se va folosi comanda *Fit All In*.



Figura 3.59 Etapele definirii schiței pentru generarea volumului cilindric prin translație

Se părăsește planul schiței cu comanda *Exit Sketcher*  $\stackrel{\textcircled{1}}{\textcircled{2}}$  și se lansează în execuție comanda *Pad*  $\stackrel{\textcircled{2}}{\textcircled{2}}$  setând parametri din caseta de dialog *Pad Definition* conform cu Figura 3.60. Pentru teșirea din extremitățile bolțului se va utiliza ulterior comanda *Chamfer*  $\stackrel{\textcircled{2}}{\textcircled{2}}$  cu o valoare de 0.2mm și un unghi de 45°.



Figura 3.60 Generarea volumului cilindric prin translația schiței de-a lungul axei Z

Același volum cilindric ar putea fi generat cu comanda *Shaft* M. Într-o schiță plasată tot pe planul **XY** se definește profilul necesar cu comanda *Profile* G: se trasează ½ din profil, se copiază în oglindă față de axa V cu comanda *Mirror* M, se închide profilul cu o linie de axă utilizând comanda *Axis* I și se impun constrângerile dimensionale, lungime 13mm și diametru 2mm, cu comanda *Constraints* ).



Figura 3.61 Etapele definirii profilului necesar generării volumului prin rotație

Pentru definirea diametrului se va selecta axa, apoi generatoarea cilindrului, iar, înainte de a poziționa cota, se accesează din meniul contextual (clic dreapta) opțiunea *Radius/Diameter*.

În mediul 3D, se lansează în execuție comanda *Shaft* și se acceptă unghiul implicit de rotație, adică 360°. Deoarece la nivelul schiței s-a trasat și axa de revoluție, programul va recunoaște automat acest element drept axa de rotație (Figura 3.62).



Figura 3.62 Modelarea bolțului prin rotație cu comanda Shaft

Se observă că, în ambele strategii de modelare, s-a urmărit centrarea volumului piesei în raport cu sistemul de plane de referință.

## 3.4.2 Modelarea bielei – comenzile Pad, Pocket și Hole

Modelarea bielei monobloc reprezentată în Figura 3.63 poate fi realizată în două etape: generarea volumului componentei cu comanda *Pad* și realizarea celor două alezaje cu comanda *Pocket*.



Figura 3.63 Reprezentarea bielei

Se reia secvența *Start-Mechanical Design-Part Design* introducând denumirea componentei *Biela* în caseta *New Part*. Se poziționează o schiță pe planul **XY** și din bara cu instrumente *Profile*, se

accesează comanda *Elogated Hole* . Se definesc cu mouse-ul în zona grafică cele două centre și raza, evitând aplicarea constrângerilor de coincidență automate cu originea. Se șterge constrângerea dimensională apărută automat după definirea profilului și se impun constrângerile dimensionale de rază pentru cele două semicercuri, precum și distanța dintre centrele acestora. La final, se impun constrângerile geometrice de coincidență între centrul arcului de rază 2.5mm (capul bielei) și originea sistemului de coordonate(Figura 3.64). După părăsirea schiței, se lansează în execuție comanda *Pad*. În caseta de dialog a comenzii se vor seta parametri conform cu Figura 3.65.



Figura 3.64 Etape în definirea profilului



Figura 3.65 Generarea volumului bielei cu comanda Pad

Pentru modelarea celor două alezaje se va utiliza comanda *Pocket*. Se poziționează o schiță pe planul XY și se definesc două cercuri în zona grafică. Se impun constrângerile dimensionale pentru diametrele celor două alezaje și constrângerile geometrice de concentricitate cu centrele celor două extremități semicilindrice (Figura 3.66).



Figura 3.66 Definirea profilurilor pentru alezaje

În mediul 3D, se lansează în execuție comanda *Pocket*. Decupajul se va realiza simetric față de planul schiței prin alegerea în câmpul *Type* al celor două limite de translație, *First Limit* și *Second Limit*, a opțiunii *Up To Next* (Figura 3.67).



Figura 3.67 Setarea limitelor de translație în cadrul comenzii Pocket

Alezajele pot fi modelate și cu comanda *Hole* . Pentru impunerea automată a constrângerii de concentricitate între alezaj și volumele semicilindrice, se recomandă ca, înainte de a indica suprafața de pe care începe prelucrarea alezajului, să se selecteze arcul de cerc al volumului semicilindric (Figura 3.68). În caseta de dialog a comenzii *Hole*, se va alege opțiunea *Up To Next* și se va indica valoarea numerică a diametrului alezajului din piciorul bielei (Figura 3.69).



Figura 3.68 Impunerea automată a concentricității între alezaj și volumul semicilindric

Hole Definition	? ;	×	
Extension Type Thread Definition			
Up To Next 🗸			
Diameter : 2mm 🚍 🎢			
Depth : 3mm			
Limit : No selection			
Offset : 0mm 🚔 Positioning Ske	tch		
0	Δ		
Direction Bottom			FAI
Reverse Trimmed		~	
Normal to surface Angle : 120deg	-		
No selection			
			0
OK Can	cel Previev	w	

Figura 3.69 Setarea parametrilor în caseta de dialog a comenzii Hole

## 3.4.3 Modelarea cilindrului - comenzile Pocket și Groove

Cilindrul demontabil, reprezentat în Figura 3.70, poate fi descompus în volume cilindrice și, ca urmare, permite atât o modelare prin translații succesive cu generare (*Pad*) și decupare (*Pocket*) de material (Figura 3.71), cât și o modelare prin rotația profilului obținut prin secționare longitudinală (Figura 3.72).



Figura 3.70 Reprezentarea cilindrului demontabil



Figura 3.71 Modelarea volumelor cilindrice pline și a alezajelor cu Pad și Pocket



Figura 3.72 Modelarea volumelor cu Shaft și Pocket/Hole

Se va detalia, în continuare, cea de-a doua strategie de modelare. Se poziționează o schiță pe unul din planele verticale **XZ** sau **YZ** și, cu comanda *Profile* se definește profilul din Figura 3.73. Se trasează axa de revoluție cu comanda *Axis* și se impun cotele dimensionale și geometrice necesare. Pentru a evita deformarea profilului în această etapă de constrângere, se recomandă aducerea dimensiunilor profilului la valorile numerice necesare cu comanda *Edit Multi-Constraint* (Figura 3.73). Se părăsește schița și se generează volumul cu comanda *Shaft* (Figura 3.74).



Figura 3.73 Definirea profilul și modificarea constrângerilor dimensionale cu comanda Edit Multi-Constraint



Figura 3.74 Generarea volumului cilindrului cu comanda Shaft

Pentru fereastra de evacuare din cilindru, se va poziționa o schiță pe planul  $\mathbf{YZ}$  și se va defini un cerc cu centrul pe axa cilindrului și diametrul de 9mm. Decupajul se realizează cu opțiunea *Up To Next*.



Figura 3.75 Modelarea ferestrei de admisie din cilindru

Fereastra de admisie din cilindru se modelează similar (Figura 3.76).

– 🖉 yz plane 🛛 🛃 🕂 🦙	E,	Destrat Definition 2 X	
		First Limit Type: Up to next Limit: No selection Offset: Omm Profile/Surface Selection: Sketch.5 Thick Reverse Side Moree>> Moree> Moree> Moree> Preview	

Figura 3.76 Modelarea ferestrei de evacuare din cilindru

La final, se modelează canalul de ghidare din cilindru. Se poziționează o schiță pe planul XY

în care se definește profilul necesar cu comanda *Centered Rectangle* (Figura 3.77). Centrul dreptunghiului se poate poziționa aliniat cu axa **H** pentru a obține automat o dispunere simetrică a profilului față de această axă. Constrângerile dimensionale se vor impune conform cu cotele date in desen (Figura 3.70), lățime=1mm și distanța de la dreptunghi la centrul cilindrului de 8mm.



Figura 3.77 Definirea profilului canalului de ghidare

Se iese din mediul 2D cu comanda *Exit Sketcher* și se generează canalul de ghidare prin eliminare de material cu comanda *Pocket*, alegând în câmpul *Type*, opțiunea *Up to Plane* conform cu Figura 3.78.



Figura 3.78 Generarea canalului de ghidare cu comanda Pocket



#### 3.4.4 Modelarea bujiei incandescente – comenzile Shaft și Pocket

Figura 3.79 Reprezentarea bujiei incandescente

Varianta modelării aditive presupune generarea succesivă a fiecărui volum plecând de la o schiță simplă (cerc, hexagon) și translatarea profilului cu comanda *Pad*. În continuare, se vor detalia etapele modelării bujiei prin rotația profilului longitudinal cu comanda *Shaft* și obținerea volumului prismatic hexagonal cu comanda *Pocket*. Se poziționează schița pe planul **XZ** și se definește conturul aproximativ cu comanda *Profile*. Se închide conturul cu comanda *Axis*. Se impun constrângerile geometrice și dimensionale (Figura 3.80). Modificarea dimensiunilor profilului astfel încât să corespundă cu valorile numerice necesare indicate pe desen, se realizează cu comanda *Edit Multi-Constraint* pentru a evita deformarea profilului (Figura 3.81).



Figura 3.80 Definirea profilului longitudinal



Figura 3.81 Modificarea constrângerilor dimensionale cu comanda Edit multiconstraint

Se verifică gradele de libertate ale elementelor geometrice din schiță: Profilul trebuie să aibă culoarea verde, iar la accesarea comenzii *Sketch Solving Status*, statusul trebuie să fie *Iso-Constrained*. În plus, se va verifica și continuitatea profilului cu comanda *Sketch Analysis* . În caseta de dialog a comenzi, pe fila *Geometry* profilul trebuie să apară ca fiind închis *Closed Profile*. Se părăsește schița și se generează volumul componentei cu comanda *Shaft*.

Pentru generarea volumului prismatic se poziționează o schiță pe una din bazele cilindrului

mare și se definește hexagonul cu comanda Hexagon (Figura 3.82). Se impun constrângerile geometrice de coincidență cu originea sistemului de axe și distanța dintre două laturi paralele (deschiderea de cheie).



Figura 3.82 Definirea schiței pentru generarea volumului prismatic

În mediul 3D, se lansează în execuție comanda *Pocket* și se bifează opțiunea *Reverse Side* pentru a elimina materialul situat în exteriorul profilului definit în schiță. Restul parametrilor se vor seta conform cu Figura 3.83.

În continuare se va poziționa o schiță pe unul din planele longitudinale ale componentei XY sau XZ și vom defini în această schiță un cerc conform cu Figura 3.84. Modelarea degajării se va realiza cu comanda *Groove*  $\square$ , alegând drept axa de rotație, axa longitudinală a componentei (Figura 3.85).



Figura 3.83 Generarea volumului prismatic cu comanda Pocket



Figura 3.84 Definirea schiței pentru modelarea degajării



Figura 3.85 Modelarea degajării cu comanda Groove

Operațiile de finisare a formei necesare pentru finalizarea componentei, teșirea de  $0.5x45^{\circ}$  și racordarea cu R=1mm, se vor realiza cu comenzile *Chamfer* si *Edge Fillet*, comenzi ce vor fi abordate în capitolul următor.

#### 3.4.5 Modelarea pistonului

Se exemplifică în continuare pe scurt modelarea pistonului (Figura 3.86-Figura 3.92).



Figura 3.88 Modelarea volumului cilindric negativ (decupaj)



Figura 3.89 Definirea schiței pentru alezajul bolțului



Figura 3.90 Modelarea alezajului bolțului



Figura 3.91 Definirea schiței pentru decupajul din fusta pistonului



Figura 3.92 Modelarea decupajului din fusta pistonului

# 3.4.6 Aplicații propuse spre rezolvare

Să se modeleze piesele din figurile următoare aplicând una din ele două strategii de generare a volumelor: aditiv cu comenzile *Pad/Pocket* sau prin rotația unui profil în jurul axei de revoluție cu comenzile *Shaft/Groove* (teșirile și racordările se vor realiza după parcurgerea capitolului următor).

 $\emptyset 54$ 

Ø18

Ø38

Tema 1



Tema 2



Tema 3





Tema 4







Chiulasa micro motor


# 4. MODULUL PART DESIGN. OPERAȚII DE FINISARE A FORMEI

## 4.1 Instrumente Dressed-Up Features

Bara cu instrumente *Dressed-Up Features* (Figura 4.1) grupează operații de modificare a formei ce nu necesită un profil (racordări, teșiri, filete, generare de pereți subțiri etc.).



Figura 4.1 Bara cu instrumente Dressed-Up Features

## 4.1.1 Racordări. Instrumente Fillets

Comanda *Edge Fillet* sete afișată implicit pe bara cu instrumente *Dressed-Up Fillet*, iar prin accesarea săgeții din colțul stânga jos al pictogramei, programul oferă încă patru opțiuni de modelarea a suprafețelor de racordare *Variable Radius Fillet*, Chordal Fillet , *Face-Face Fillet* si *Tritangent Fillet*.

*Edge Filet* realizează racordări cu rază constantă a uneia sau mai multor muchii ale piesei (Figura 4.2). În cazul în care muchia selectată este tangentă cu alte muchii, se poate controla propagarea selecției alegând una din opțiunile oferite în caseta *Object(s) to fillet: Minimal* prin care selecția se limitează doar la muchia selectată inițial (Figura 4.3) sau *Tangency* prin care selecția este extinsă la toate muchiile tangente cu muchia selectată (Figura 4.4), acesta fiind opțiunea cea mai utilizată în modelarea racordărilor unei piese.



Figura 4.2 Operația de racordare a muchiilor cu comanda Edge Fillet

Valoare introdusă în câmpul *Radius* se va aplica tuturor muchiilor selectate în cadrul comenzii. Excluderea sau înlocuirea unei muchii din setul de selecție cu o altă muchie se realizează prin accesarea pictogramei din dreapta casetei ce indică totalul muchiilor selectate (Figura 4.2).





			-		
	Edge Fillet Definition		?	×	
	Radius:	10mm		-	
	Object(s) to fillet:	EdgeFillet.1\TgtEdge.6			
	Selection mode:	Tangency		~	
	Ontions				
A.	Conic parameter:	0.5		É	
	Trim ribbons				
			Mor	e>>	
		OK 🥥 Cancel	Previ	ew	

Figura 4.4 Racordarea tuturor muchiilor tangente cu opțiunea Tangency

Butonul *More* din caseta *Edge Fillet Definition* afișează opțiuni suplimentare care îî permit utilizatorului să limiteze lungimea pe care se realizează racordarea folosind un element al piesei, un plan al sistemului de referință sau plane definite anterior conform necesităților (Figura 4.5).



Figura 4.5 Limitarea zonei racordate cu opțiunea Limiting Elements

În cazul racordărilor cu rază mare, pentru a evita modificarea poziției unei muchii adiacente se folosește opțiunea *Edge(s) to Keep*. Se permite astfel modelarea racordărilor cu o rază mai mare decât lungimea suprafeței mai înguste fără a afecta muchia ce delimitează suprafața respectivă (Figura 4.6).



Figura 4.6 Utilizarea opțiunii Edge(s) to Keep

Comanda *Chordal Fillet* este similară cu *Edge Fillet*, valoarea introdusă în acest caz fiind lungimea corzii ce subîntinde arcul de racordare al muchiei

Pentru racordările cu rază variabilă, se accesează comanda *Variable Radius Fillet* ce va defini implicit două raze de racordare egale în cele două extremități ale muchiei selectate (Figura 4.7 -1). Aceste valori pot fi modificate direct în zona grafică prin dublu clic pe cota razei respective. În plus, pot fi definite puncte suplimentare între cele două extremități, în care raza de racordare poate avea valori diferite (Figura 4.7-2).



Figura 4.7 Racordarea cu rază variabilă



*Face-Face Fillet* se utilizează în cazurile în care cele două suprafețe, între care se dorește obținerea unei suprafețe racordate, nu se intersectează (Figura 4.8).

Figura 4.8 Racordarea a două suprafețe

Comanda *Tritangent Fillet* este utilă în cazul în care se dorește obținerea unei racordări între două suprafețe ce nu se intersectează, despărțite de o a treia suprafață. Racordarea se va realiza cu o rază egală cu <sup>1</sup>/<sub>2</sub> din distanța dintre cele două suprafețe și cu eliminarea suprafeței despărțitoare. După lansarea în execuție, se selectează cele două suprafețe supuse racordării, iar în pasul următor se va selecta suprafața despărțitoare *Face to remove*, cea care va fi înlocuită cu suprafața curbă a racordării (Figura 4.9).



Figura 4.9 Racordarea a două suprafețe cu Tritangent Fillet



Figura 4.10 Controlul lungimii racordării

Similar cu comenzile anterioare, și această comandă oferă posibilitatea controlului lungimii pe care se aplică racordarea prin accesarea butonului *More* și indicarea elementelor limită (Figura 4.10).

## 4.1.2 Teşiri. Instrumentul Chamfer

Operația de teșire a muchiilor ascuțite se modelează cu comanda *Chamfer*  $\bigcirc$ . În caseta de dialog a comenzii sunt disponibile două variante de definire a suprafeței teșite: *Length/Angle* (lungime și unghi) și *Length/Length* (lungime/lungime), modul de calcul pentru fiecare caz fiind redat în Figura 4.11.



Figura 4.11 Modul de calcul a suprafeței de teșire (sursă)

Ca și în cazul operațiilor de racordare, se permite selecția mai multor muchii în cadrul aceleiași comenzi, precum și limitarea la o singura muchie sau propagarea selecției către toate muchiile tangente la muchia selectată inițial (Figura 4.13).



Figura 4.12 Teșirea muchiilor cu comanda Chamfer



Figura 4.13 Propagarea selecției către muchiile tangente cu opțiunea Tangency

## 4.1.3 Înclinarea suprafețelor. Bara cu instrumente Drafts

Comanda *Draft* se utilizează cu precădere la modelarea pieselor turnate în vederea obținerii unor suprafețe înclinate ce facilitează extragerea pieselor din matriță. Oferă două variante de selecție a suprafețelor ce urmează a fi înclinate cu unghiul dorit: fie prin selectarea în mod explicit a acestora în zona grafică, fie prin selectarea suprafeței neutre, programul detectând automat suprafețele adiacente adecvate (Figura 4.14).

neutral face	Draft Definition	? ×	
	Draft Type: 🗿 🥥		
	Angle: 20deg	-	
	Face(s) to draft: No selection	<u>B</u>	
	Selection by neutral face		
	Neutral Element		
	Selection: Pad.2\Face.3	<b>3</b>	
	Propagation: None	~	
	Pulling Direction		
	Selection : Pad.2\Face.1		
	Controlled by reference		
200		More>>	
	Cancel	Preview	

Figura 4.14 Înclinarea suprafețelor cu comanda Draft

Comanda *Draft Reflect Line* creează suprafețe înclinate asigurând tangența acestora cu o suprafață curbă adiacentă (Figura 4.15).

Face(s) to draft:	Pulling Direction
	Draft Reflect Line Definition   ?   Angle:   30deg   Face(s) to draft:   EdgeFillet.1\Face.1   Pulling Direction   Selection:   Pad.2\Edge.1   Controlled by reference     More>>     OK   Cancel
Draft Reflect Li Angle : Pulling Dire Selection : Controller	ine Definition ? × 20deg Parting Element Define parting element Selection: zx plane Limiting Element(s): No selection d by reference CK Cancel Proview

Figura 4.15 Obținerea suprafețelor înclinate cu Draft Reflect Line

Ultima comandă din bara cu instrumente *Draft*, *Variable Angle Draft*  $\checkmark$ , se poate utiliza pentru obținerea unei suprafețe cu unghi de înclinare variabil, similar cu situația racordărilor cu rază variabilă.

## 4.1.4 Piese cu pereți subțiri. Comanda Shell

Comanda *Shell* delimină material dintr-un volum creând în același timp o grosime constantă a pereților volumului respectiv (Figura 4.16). Grosimea peretelui poate fi generată în interiorul volumului și/sau în exterior, introducând valori numerice în câmpurile *Default inside/outside thickness*. În pasul următor, este necesară indicarea uneia sau a mai multor suprafețe de deschidere a volumului interior, *Faces to remove*, adică suprafețe ce urmează a fi înlăturate pentru a fi vizibil volumul interior. Comanda va genera pereți cu grosime constantă chiar dacă această suprafață de deschidere nu este indicată, însă rezultatul operației va fi unul ireal, piesa având un volum interior complet închis.



Figura 4.16 Modelarea pieselor cu pereți subțiri cu comanda Shell

Opțiunea *Other thickness faces* permite definirea, în cadrul aceleiași comenzi, a unor pereți cu grosime diferită (Figura 4.17). După setarea grosimii de perete inițiale pentru majoritatea pereților volumului, utilizatorul poate modifica grosimea unui perete prin clic în caseta corespunzătoare câmpului *Other thickness faces* și selecția în zona grafică a suprafeței peretelui pentru care se dorește o grosime diferită (Figura 4.18).



Figura 4.17 Obținerea unei grosimi de perete diferită cu opțiunea Other Thickness faces



Figura 4.18 Etape în definirea unui perete cu grosime diferită

#### 4.1.5 Modelarea filetelor. Comanda Thread/ Tap

Limit Face:

Comanda Thread/Tap 🖤 se utilizează pentru modelarea filetelor exterioare și interioare (Figura 4.19) pe suprafete cilindrice sau conice. După lansarea în executie a comenzii, în caseta de dialog Thread/Tap Definition se cere în primul pas selecția suprafeței pe care se va aplica filetul, Lateral Face, și a unei suprafețe de început, *Limit Face*, exemplificate și în pictograma din dreapta casetei de dialog. Această pictogramă se va schimba în funcție de tipul suprafetei selectate: exterioară sau interioară, cilindrică sau conică (Figura 4.20, Figura 4.21). După selecția celor două suprafețe, programul va comuta automat între Pread, dacă a fost selectată o suprafată exterioară și Tap dacă suprafața selectată este una interioară, afișând, în consecință, parametrii necesari definirii filetului.

![](_page_115_Figure_3.jpeg)

Figura 4.20 Parametri necesari definirii unui filet exterior cilindric

OK Gancel Preview

În Figura 4.20 sunt exemplificați pașii necesari definirii unui filet exterior aplicat pe o suprafață cilindrică, iar în Figura 4.21 pentru un filet aplicat pe o suprafață conică. În pasul 3, utilizatorul va trebui să definească lungimea utilă a filetului prin alegerea unei optiuni: Dimension necesită o valoare numerică în câmpul Thread Depth, Support Depth va crea filet pe toată lungimea suprafeței selectate, iar ultima opțiune Up-To-Plane necesită selecția unui plan sau a unei suprafețe plane ca element limită a lungimii filetului. Parametrii din zona Numerical Definition permit alegerea unui standard (cu pas fin, pas normal sau nestandardizat - definit de utilizator). Dacă se optează pentru un filet standardizat, după alegerea diametrului nominal în caseta *Thread Description*, restul casetelor se vor completa automat cu

valorile corespunzătoare. Ultimele opțiuni permit definirea unui filet pe stânga <sup>2</sup> Left-Threaded</sup> sau dreapta 🧖 Right-Threaded

	Thread/Tap Definition		?	×	
	Geometrical Definition Lateral Face: Limit Face: Thread Reverse	on Chamfer.2\Face.3 Chamfer.2\Face.4 O Tap Direction	Standard		
Lateral Face:	Type: 3	Dimension ~	Add		
	Bottom Limit:	No selection	0		
X	- Numerical Definition	n	Kemo	ve	
	Туре: М	Metric Thick Pitch 🗸 🗸			
	Thread Description:	M20 ~			
воттом	Support Diameter:	20mm 🛁			Y
	Thread Depth:	45mm 🍨			
45	Support height:	63.725mm			
	Pitch:	2.5mm 🖆 😭			
	Right-Threaded C	Left-Threaded			
Limit Face: 2		OK OK Cance	Prev	view	III Filetul nu este vizibil

Figura 4.21 Parametri necesari definirii unui filet exterior conic

Pentru filetele interioare se recomandă utilizarea opțiunii de aplicare a filetului din cadrul comenzii *Hole*. Aplicarea filetelor standardizate pe alezaje rezultate în urma modelării cu comanda Pocket, necesită calculul diametrului alezajului conform standardului (Figura 4.22).

![](_page_116_Figure_4.jpeg)

Figura 4.22 Parametri necesari definirii unui filet interior cilindric

Pentru a vizualiza filetele unei piese în modulul Part Design, se utilizează comanda Tap-Thread

*Analysis* de pe bara cu instrumente *Analysis*. După apăsarea butonului *Apply*, programul va afișa diametrul nominal, lungimea și pasul pentru toate filetele piesei. Extinderea casetei cu butonul More, permite și setarea unor filtre astfel încât să se analizeze doar filetele interioare sau doar cele exterioare precum și limitarea analizei la filetele cu un anumit diametru.

![](_page_116_Figure_8.jpeg)

Figura 4.23 Analiza filetelor cu comanda Tap- Thread Analysis

M12x40x1.	75	2 ×
M24x29x3	Thread/Tap Analysis  Geometrical Visualization  Show symbolic geometry  Show numerical value  Numerical Analysis  Number of threads : 1  Number of taps : 1  Status  0  100%  < <less< td=""><td><pre>? × Filters Show thread Show tap Diameter Value:</pre></td></less<>	<pre>? × Filters Show thread Show tap Diameter Value:</pre>
		Apply Close

Figura 4.24 Analiza filetelor interioare și exterioare cu comanda Tap- Thread Analysis

La modelarea filetelor cu comanda *Thread/Tap*, în arborele de specificații, utilizatorul va regăsi operația *Thread.1*, de exemplu, având accesibili cei trei parametrii definitorii ai filetului: diametrul nominal, lungimea și pasul. Filetele definite în cadrul comenzii *Hole*, pot fi modificate doar prin reactivarea operației prin dublu clic pe numele operației din arbore, in cazul de față *Hole.2* (Figura 4.259).

yz plane	Hole Definition		?	×
yz plane z x plane PatBody Pad.1 Chamfer.1 Pad.2 EdgeFillet.1 Diameter=24mm Pitch=3mm Depth=29mm Pitch=3mm	Hole Definition  Extension Type Threaded Bottom Type: Bottom Limit: Thread Definition Type: Thread Description: Hole Diameter: Thread Depth: Hole Depth: Pitch:	Thread Definition Dimension No selection Metric Thick Pitch M12 Un106mm Dimension Tomm Dimension Tomm Dimension Dime	? Standards Add Remove	×
	Right-Threaded	C Left-Threaded	Cancel Previ	ew

Figura 4.25 Structura arborelui de specificații pentru filete realizate cu Thread/Tap sau Hole

Filetele vor fi vizibile în modulul *Drafting* pe desenul de execuție al piesei doar dacă se va seta explicit acest lucru prin bifarea opțiunii *Thread* în caseta *Properties* a vederii sau secțiunii respective a piesei (Figura 4.26).

![](_page_117_Picture_7.jpeg)

Ø36 M30	$\frac{18}{2x45^{\circ}}$
	Properties ? ×
	Current selection : Left view/ViewMakeUp.4/Sheet.1 View Graphic Visualization and Behavior Display View Frame Lock View Visual Clipping Scale and Orientation Angle: Odeg Scale: 1:1 = 1 Dress-up Hidden Lines Center Line 3D spec 3D Colors Axis Thread Fillets : Boundaries 3D spec 3D Colors Symbol Symbol Conserving and Original Edges 2D symbol inheri

Figura 4.26 Setări necesare afișării filetului în modulul Drafting

## 4.2 Bara cu instrumente Transformation Features

Bara cu instrumente Transformation Features conține trei categorii de comenzi: comenzi ce *modifică poziția sau orientarea* piesei în raport cu un element din zona grafică, comenzi ce *multiplică volume* prin oglindire sau respectând un tipar și comenzi de *scalare* (Figura 4.27).

![](_page_118_Figure_5.jpeg)

Figura 4.27 Bara cu instrumente Transformation Features

Comenzile din categoria *Transformațion* sunt mai puțin utilizate, piesele fiind în general modelate în raport cu sistemul de referință inițial sau în raport cu un sistem de axe definit de utilizator. La accesarea comenzilor din această categorie, programul afișează automat un mesaj ce conține recomandări legate de modificarea poziției sau orientării piesei cu ajutorul compasului sau al constrângerilor 3D.

Translatarea unei piese cu comanda *Translate* si opțiunile de definire a acesteia (direcție, distanță) sunt exemplificate în Figura 4.28. Rotația unei piese cu comanda *Rotate* si opțiunile disponibile în caseta de dialog a comenzii sunt redate în Figura 4.29.

![](_page_119_Figure_3.jpeg)

Figura 4.28 Translatarea piesei de-a lungul axei OX cu comanda Traslate

![](_page_119_Figure_5.jpeg)

Figura 4.29 Rotirea piesei în jurul axei Z cu comanda Rotate

## 4.3 Comanda Mirror

Comanda *Mirror* sete o comandă utilă în modelarea pieselor simetrice. Aceasta permite copierea simetrică (în oglindă) a unui volum față de un plan sau față de o suprafață plană indicată de utilizator (Figura 4.30). La lansarea în execuție a comenzii și selecția unui plan de oglindire, programul va copia întregul volum modelat până în acel punct, lucru specificat și în caseta *Object to mirror* prin completarea automată a acesteia cu *Current solid*. În cazul în care se dorește copierea în oglindă a unui volum specific și nu a întregii piese, selecția volumului respectiv trebuie să se realizeze înainte de lansarea în execuție a comenzii în acest caz sunt redați în Figura 4.31. Se observă completarea casetei *Object to mirror* cu *Feature list*.

![](_page_120_Figure_1.jpeg)

Figura 4.30 Multiplicarea în oglindă a unui volum cu comanda Mirror

![](_page_120_Figure_3.jpeg)

Figura 4.31 Copierea în oglindă a unui volum specific al piesei

## 4.4 Multiplicarea elementelor după un tipar

Pentru multiplicarea elementelor după un tipar, programul oferă trei comenzi: *Rectangular Pattern Circular Pattern si User Pattern .* Acestea pot fi accesate din meniul *Insert-Transformation Features* sau de pe bara cu instrumente *Transformation Features*.

Comanda *Rectangular Pattern*, multiplică elementul selectat după o matrice cu *m* rânduri și *n* coloane dispuse fiecare după o direcție indicată de utilizator. În caseta de dialog a comenzii se regăsesc două file, *First Direction* și *Second Direction*, ce permit setarea parametrilor pentru dispunerea elementelor multiplicate pe rând, respectiv coloană, oferind diverse opțiuni privind numărul de elemente multiplicate și spațierea acestora (Figura 4.32):

- *Instance(s)&Length* numărul de elemente multiplicate pe direcția respectivă și lungimea totală a rândului sau a coloanei;
- *Instance(s)&Spacing* numărul de elemente multiplicate pe direcția respectivă și distanța dintre acestea;
- Spacing & Length- distanța între elemente și lungimea totală;
- *Instances* & *Unequal Length* numărul de elemente multiplicate și specificarea unei spațieri neuniforme între elemente (Figura 4.33).

Rectangular Pattern Definition

X

	Second direction	
Rectangular Pattern Definition ? $\times$		Rectangular Pattern Definition ? $\times$
First Direction       Second Direction         Parameters:       Instance(s) & Spacing         Instance(s) :       5         Spacing :       25mm         Length :       100mm         Reference Direction       Reference element:         Reverse       Object to Pattern         Object:       Pocket.1         Øbject:       Pocket.1         Øbject:       Pocket.1         Øbject:       Pocket.1         Øbject:       Pocket.1	Instance(s) & Length Instance(s) & Spacing Spacing & Length Instance(s) & Unequal Spacing	First Direction       Second Direction         Parameters:       Instance(s) & Spacing         Instance(s) : 3       Image: Spacing : 30mm         Spacing :       30mm         Length :       60mm         Reference Direction       Reference element:         Reference element:       Pad.1\Edge.2         Reverse       Object to Pattern         Object:       Pocket.1         Image: Concelement in the specifications

Figura 4.32 Multiplicarea sub formă de matrice cu Rectangular Pattern

		 First Direction Second Direction
<ul> <li>⊙</li> <li>⊙</li> </ul>	000 000 1010 1010 1010	First Direction       Second Direction         Parameters       Instance(s) & Unequal Spacing         Instance(s) :       5         Spacing :       20mm         Length :       80mm         Reference Direction       Reference element:         Reference element:       Wall.1\Edge.1         Reverse       Object to Pattern         Object:       Cut Out.1         Keep specifications       More>         OK       Cancel       Preview
		OK OCancel Preview

Figura 4.33 Obținerea unor spațieri neuniforme cu opțiunea Unequal Sapcing

Accesarea butonul *More* afişează o serie de parametri suplimentari cu ajutorul cărora se stabilește poziția elementului inițial în matricea finală (Figura 4.34), rotirea matricei cu un anumit unghi în raport cu direcțiile indicate inițial (Figura 4.35), precum și posibilitatea reprezentării simplificate a elementelor multiplicate în cazul unor matrice de mari dimensiuni, prin bifarea opțiunii *Simplified representation*. În cazul în care nu sunt necesare toate elementele matricei, acestea se pot dezactiva prin selecția directă în zona grafică a punctelor ce marchează centrele elementului (Figura 4.36).

Rectangular Pattern Definition	? ×
First Direction       Second Direction         Parameters:       Instance(s) & Length         Instance(s) :       5         Spacing :       20mm         Length :       80mm         Reference Direction         Reference element:       Wall.1\Edge.1         Reverse         Object to Pattern         Object:       Cut Out.1         Keep specifications	Position of Object in Pattern Row in direction 1: 2 Row in direction 2: 2 Rotation angle: Odeg Pattern Representation Simplified representation
	OK Cancel Preview
Ō	

Figura 4.34 Definirea poziției elementului inițial în matricea finală

![](_page_122_Figure_3.jpeg)

Figura 4.35 Rotirea matricei față de direcțiile inițiale

![](_page_122_Figure_5.jpeg)

Figura 4.36 Dezactivarea unor elemente din matrice

*Circular Pattern* realizează multiplicarea elementelor sub forma unei matrice circulare cu diverse opțiuni privind numărul de elemente multiplicate și spațierea unghiulară a acestora (Figura 4.37):

- *Instance(s)&Total angle-* trebuie specificat numărul de elemente multiplicate și unghiul total al matricei circulare;
- *Instance(s)* & *angular spacing* numărul de elemente multiplicate și spațierea unghiulară dintre acestea;

- Angular spacing & total angle- spațierea unghiulară între elemente și unghiul total al matricei;
- *Complete crown* multiplicarea se face pe un cerc complet, 360°, fiind necesară doar indicarea numărului de elemente al matricei;
- *Instances & unequal angular spacing* numărul de elemente multiplicate și specificarea unei spațieri unghiulare neuniforme între elemente.

			0		
	Ci	ircular Pattern Defi	nition		? ×
Instance(s) & total angle	•	Axial Reference Parameters: Instance(s) : Angular spacing : Total angle : Reference Direcc Reference elemen Reverse Object to Pattern Object: Hole.1 Keep specificat	Crown Definition	✓ ↓ </th <th>Position of Object in Pattern Row in angular direction : 1 Row in radial direction : 1 Rotation angle : 0deg Rotation of Instance(s) Radial alignment of instance(s) Pattern Representation Simplified representation</th>	Position of Object in Pattern Row in angular direction : 1 Row in radial direction : 1 Rotation angle : 0deg Rotation of Instance(s) Radial alignment of instance(s) Pattern Representation Simplified representation
					OK Cancel Preview

Figura 4.37 Setarea parametrilor de multiplicare în cadrul comenzii Circular Pattern

Axa în jurul căreia se realizează multiplicarea circulară, poate fi recunoscută automat de program prin selecția unei suprafețe circulare aparținând modelului (Figura 4.38) sau selectată din meniul contextual (butonul drept al mouse-ului). În cazul în care matricea se construiește pe o suprafață rectangulară, axa poate fi definită cu comanda *Line*, tot din meniul contextual, și poziționată conform necesităților constructive.

	Circular Pattern Definition ? X
	Axial Reference Crown Definition
	Parameters: Instance(s) & angular spacing V
$\bigcirc$	Instance(s): 4
	Angular spacing : 90deg
	Total angle : 270deg
	Reference Direction clic dreanta
Face/Hole.2/PartBody	Reference element: Hole.2\Face.2
	Reverse Axis
	Object to Pattern
	Object: 2 elements
$\smile$	Keep specifications
	More>> Create Plane
	OK Cancel Preview

Figura 4.38 Modalități de selecție a axei

În cazul elementelor cu contur poligonal, controlul orientării radiale a acestora în cadrul operației este asigurat prin bifarea opțiunii *Radial aligment of instance(s)* (Figura 4.39), iar pentru matricele cu

rânduri multiple, definirea numărului de rânduri și a distanței dintre acestea se realizează pe fila *Crown Definition* (Figura 4.40).

Circular Pattern Definition	? ×
Axial Reference       Crown Definition         Parameters:       Complete crown         Instance(s) :       5         Angular spacing :       72deg         Total angle :       360deg         Reference Direction         Reference element:       Z Axis         Reverse	Position of Object in Pattern Row in angular direction : 1 Row in radial direction : 1 Rotation angle : 0deg Rotation of Instance(s) Radial alignment of instance(s) Pattern Representation Simplified representation
Object to Pattern Object: Cut Out.1 Keep specifications	Cancel Preview

Figura 4.39 Controlul orientării elementului multiplicat

![](_page_124_Figure_4.jpeg)

Figura 4.40 Multiplicarea circulară pe mai multe rânduri

Pentru multiplicarea elementelor după un tipar oarecare se folosește comanda *User Pattern*. Poziția și numărul total de elemente din matrice sunt definite, în acest caz, de poziția și numărul punctelor definite de utilizator într-o schiță (Figura 4.41).

![](_page_125_Figure_2.jpeg)

Figura 4.41 Multiplicarea în poziții definite de utilizator

Toate comenzile de multiplicare permit selectarea mai multor volume în cadrul aceleiași comenzi prin apăsarea tastei Control în timpul selecției.

## 4.5 Scalarea volumelor

Ultima categorie de comenzi de pe bara *Transformation Features* sunt comenzi cu ajutorul cărora volumele pot fi mărite sau micșorate cu un anumit raport. Sunt utilizate, în general, în modelarea pieselor din materiale plastice al căror volum se modifică în timpul procesului de solidificare.

Comanda *Scaling* permite deformarea uniformă a piesei pe cele trei direcții dacă elementul de referință este un punct (Figura 4.42) sau o deformare unidirecțională dacă elementul de referință este un plan (Figura 4.43).

![](_page_125_Figure_8.jpeg)

Figura 4.42 Scalarea uniformă a piesei în raport cu un punct

![](_page_126_Figure_1.jpeg)

Figura 4.43 Scalarea unidirecțională a piesei în raport cu planul YZ

Comanda *Affinity* permite definirea unor rapoarte diferite pe cele trei direcții ale unui sistem de axe definit de utilizator (Figura 4.44).

![](_page_126_Figure_4.jpeg)

Figura 4.44 Modificarea volumului piesei cu rapoarte diferite pe cele trei direcții

#### 4.6 Aplicații în modelarea pieselor tehnice

#### 4.6.1 Modelarea arborelui cotit

Fiind o componentă alcătuită din volume de revoluție se poate aborda varianta modelării aditive, generând succesiv volumul fiecărui tronson cilindric, sau generarea întregului arbore prin rotația profilului longitudinal în jurul axei de revoluție (Figura 4.46). În exemplu curent s-a plecat de la o schiță poziționată pe planul **ZX**, construcția a  $\frac{1}{2}$  din profilul longitudinal al arborelui cu comanda *Profile*, închiderea profilului cu comanda *Axis*, impunerea constrângerilor geometrice și dimensionale cu comanda *Constraints* și modificarea simultană a constrângerilor cu comanda Edit *Multi-Constraint*.

Înainte de părăsirea schiței, se verifică gradele de libertate ale profilului cu comanda *Sketch* Solving Status si continuitatea acestuia cu comanda *Sketch Analysis*.

În mediul 3D se va genera volumul arborelui cu comanda *Shaft*, acceptând unghiul implicit de 360° (Figura 4.47).

![](_page_127_Figure_1.jpeg)

Figura 4.47 Generarea volumului arborelui

Decupajul din braţul arborelui necesită poziționarea unei schiţe fie pe planul YZ dacă nu dorim să creăm o relație de dependență între cele două volume, fie pe baza tronsonului cilindric cu diametrul cel mai mare, în acest caz creându-se o dependență de tip *Parent-Child* cu volumul modelat anterior. În schiţă se definesc cele două cercuri, se constrâng dimensional conform desenului din Figura 4.45 și geometric pentru a fi dispuse simetric față de axa verticală (Figura 4.46).

![](_page_128_Figure_2.jpeg)

Figura 4.48 Definirea schiței pentru decupajul din brațul arborelui

Decupajul se va realiza cu comanda *Pocket* setând în caseta de dialog a comenzii drept limită de translație o valoare numerică de 5mm sau alegând din lista afișată în caseta *Type* opțiunea Up to Plane și selecția din zona grafică a celeilalte baze a tronsonului cilindric.

![](_page_128_Figure_5.jpeg)

Figura 4.49 Modelarea decupajului cu comanda Pocket

Fusul maneton va fi modelat similar cu arborele plecând de la  $\frac{1}{2}$  din profilul longitudinal și utilizarea comenzii *Shaft* (Figura 4.50).

Pentru alezajul din arbore se ,lansează în execuție comanda *Hole*. Pentru a obține constrângerea de concentricitate a alezajului cu volumul arborelui se va selecta prima dată conturul circular al tronsonului din capăt și abia apoi suprafața de pe care începe prelucrarea alezajului. Setarea parametrilor în caseta de dialog se va face conform cu Figura 4.51: *Blind* deoarece este o gaură înfundată, diametrul de 10mm și adâncimea de 31mm. În funcție de procedeul de găurire se poate alege opțiunea *Flat* pentru frezare sau *V-Bottom* dacă se obține prin burghiere.

Pentru modelarea teșirii de 3x30° se lansează în execuție comanda *Chamfer*, completând în caseta de dialog a comenzii parametrii conform cu Figura 4.52.

![](_page_129_Figure_1.jpeg)

Figura 4.51 Modelarea alezajului cu comanda Hole

![](_page_129_Figure_3.jpeg)

Figura 4.52 Modelarea teșirii cu comanda Chamfer

Modelarea ferestrei de admisie din arbore necesită utilizarea unui plan înclinat la 30° față de planul **XY**. Din bara cu instrumente *Reference Elements*, se lansează în execuție comanda *Plane*. Din

lista opțiunilor disponibile în câmpul *Plane Type* se va alege *Angle/Normal to plane* și se apasă pictograma lacătului verde pentru a evita schimbarea automată a opțiunii la selecția elementelor din zona grafică. Atât axa de rotație cât și planul de referință se vor alege din meniul contextual conform cu Figura 4.53. Planul creat va fi plasat automat în arborele de specificații într-o categorie nouă denumită *Geometrical Set.1*.

![](_page_130_Figure_2.jpeg)

Figura 4.53 Construcția planului înclinat

Se poziționează o schiță pe acest plan și se definește profilul ferestrei de admisie cu comanda *Elongated Hole.* Se impun constrângerile dimensionale și geometrice conform cu Figura 4.54 (dimensiunile se vor citi pe desenul componentei, se va impune coincidență între axa profilului și axa orizontală H).

![](_page_130_Figure_5.jpeg)

Figura 4.54 Definirea schiței pe planul înclinat

Decupajul se realizează cu comanda *Pocket*, selectând în câmpul *Type* opțiunea *Up To Next*. drept limită de translație (Figura 4.55).

În ultimul pas, se va atribui un material componentei prin selecția din arborele de specificații a denumirii componentei și lansarea în execuție a comenzii *Apply Material* (Figura 4.56). Componenta se salvează în același director în care au fost salvate și componentele modelate anterior.

![](_page_131_Figure_1.jpeg)

Figura 4.55 Modelarea ferestrei de admisie din arbore cu comanda Pocket

![](_page_131_Picture_3.jpeg)

Figura 4.56 Atribuirea unui material cu comanda Apply material

#### 4.6.2 Modelarea radiatorului cilindrului

Radiatorul poate fi descompus într-un volum cilindric central plin, nervurile de răcire și alezajul interior (Figura 4.57). Volumul cilindric central plin se modelează centrat pe sistemul de referință prin plasarea unei schițe pe planul XY, definirea unui cerc cu diametru de 24mm și translatarea schiței cu comanda *Pad* (Figura 4.58). Se modelează o nervură de răcire plecând de la o schiță poziționată tot pe planul XY în care se construiește cercul cu diametrul de 34mm. Translatarea cu comanda *Pad* se va face setând cele două limite de translație conform cu Figura 4.59. Multiplicarea nervurilor se face doar pe o direcție (axa Z sau axa longitudinală a volumului cilindric) cu comanda *Rectangular Pattern*. Atenție, nervura se selectează din arborele de specificații înainte de a lansa în execuție comanda. Se alege opțiunea *Instances&Spacing*, se completează 4 elemente în caseta *Instances* și se specifică distanța între elemente de 2.2 mm. Se selectează câmpul *Reference Elements* și se indică axa volumului central sau, din meniul contextual, se alege axa Z (Figura 4.60). Alezajul se modelează cu comanda

*Hole*, opțiunea *Counterbored*. Setarea parametrilor necesari modelării alezajului sunt redați în Figura 4.61. Se atribuie ca material aluminiu și se salvează componenta în același director.

![](_page_132_Figure_2.jpeg)

Figura 4.58 Modelarea volumului cilindric central

![](_page_132_Figure_4.jpeg)

Figura 4.59 Modelarea primei nervuri de răcire

![](_page_133_Figure_1.jpeg)

Figura 4.61 Modelarea alezajului cu comanda Hole, opțiunea Counterbored

## 4.6.3 Modelarea radiatorului central

Radiatorul central fiind similar din punct de vedere al formelor geometrice cu componenta anterioară, se urmează aceeași strategie de modelare: volum central plin, prima nervură de răcire, multiplicarea liniară a nervurii, alezajul central, decupajul nervurilor și multiplicarea acestor decupaje sub formă circulară.

![](_page_134_Figure_1.jpeg)

Figura 4.62 Radiator central

![](_page_134_Figure_3.jpeg)

Figura 4.63 Modelarea primului volum central

![](_page_135_Figure_1.jpeg)

Figura 4.64 Modelara celui de-al doilea volum central

![](_page_135_Figure_3.jpeg)

Figura 4.65 Modelarea primei nervuri de răcire

Se selectează din arborele de specificații Pad.3 (volumul nervurii) și se lansează în execuție comanda *Rectangular Pattern*. Dintre opțiunile disponibile în caseta *Parameters* se selectează opțiunea cea mai convenabilă, în funcție de datele deținute de utilizator. În cazul de față, s-a ales *Instances & Spacing*, specificând numărul total de elemente multiplicate și distanța dintre acestea. Alegerea unei alte opțiuni generează același rezultat dacă se introduc parametri corespunzători (ex. *Instances & Length* necesită introducerea numărului total de elemente 10 și distanța totală pe care se multiplică adică 34.2 mm).

![](_page_135_Figure_6.jpeg)

Figura 4.66 Multiplicarea nervurii de răcire

	Hole Definition ? $\times$
	Extension Type Thread Definition
	Blind
	Dismeter 14mm
	Depth : 7mm
	Limit : No selection
	Offset : Omm Positioning Sketch
	Direction Bottom
	Reverse Flat ~
	No selection
selecție cerc     Selecție suprafata	OK Gancel Preview

Figura 4.67 Modelarea alezajului inferior

Hole Definition ? $\times$
Extension Type Thread Definition
Depth: 36mm
Direction Reverse Normal to surface No selection
Hole Definition ? X
Parameters
Angle : 10deg

Figura 4.68 Modelarea alezajului conic superior

În modelarea decupajelor din nervuri, schița se va poziționa pe unul din planele verticale XZ sau YZ. Conturul se construiește cu comanda *Profile*, se închide cu comanda *Axis* și se supune rotației cu decupare de material cu comanda *Groove*. Decupajele se poate modela și cu comanda *Pocket*, prin translația unui cerc de-a lungul axei Z.

![](_page_137_Figure_2.jpeg)

Figura 4.69 Modelarea decupajului nervurilor superioare

🗧 🎲 PartBody	Circular Pattern Definition	? ×		
🗣 🗗 Pad.1	Axial Reference Crown Definition			
•-• Pad.2	Parameters: Complete crown	~		
🗣 🥭 Pad.3	Instance(s) : 4	<b>÷</b>	{	
RectPattern.1	Angular spacing : 90deg	É		
+ Ole.1	Total angle : 360deg			
Hole.2	Reference Direction			
- Groove. 1	Reference element: Z Axis			
- Clotch -	Reverse			
	Object to Pattern			
	Object: Groove.1			
	Keep specifications			
		More>>		
	OK Scancel	Preview		

Figura 4.70 Multiplicarea decupajului cu Circular Pattern

![](_page_137_Figure_6.jpeg)

Figura 4.71 Modelarea decupajului nervurilor inferioare

🗧 🧐 PartBody	Circular Pattern Definition	? ×	
	Axial Reference       Crown Definition         Parameters:       Instance(s) & angular spacing         Instance(s) :       4         Angular spacing :       90deg         Total angle :       270deg         Reference Direction       Reference element: Z Axis	<ul> <li>✓</li> <li>✓</li></ul>	HHH
CircPattern.1	Reverse       Object to Pattern       Object: Groove.2       Keep specifications	More>> Preview	

Figura 4.72 Multiplicarea decupajului nervurilor inferioare

Radiator	Properties ? X
— 💭 xy plane	Current selection: PatBody/Radiator
yz plane	Graphic Feature Properties Mechanical
zx plane	Fill A
PartBody Center graph	Color Transparency
Pad. <u>R</u> eframe On	Eduar
Pad. Brad	Color Linetype Thickness
Properties Alt+Enter	V 1 V 2: 0.35 mm V
Hole     Hole	Color Linetype Thickness
Define In Work Object	Points
- Groc 🔏 Cut Ctrl+X	Color Symbol
CircP Copy Ctrl+C	Global Properties
Groc Paste Ctrl+V	
	OK Apply Close

Figura 4.73 Schimbarea proprietăților grafice ale componentei

## 4.6.4 Modelarea blocului motor

În modelarea componentei bloc motor se pleacă de la analiza desenului de execuție (Figura 4.74) identificând volumele geometrice ce o compun, dimensiunile acestora, precum și poziția lor relativă.

Pentru facilitarea modelării, se recomandă ca în primele etape să se genereze doar volume pozitive (pline), prelucrările interioare și operațiile de finisare a formei fiind indicat a se modela ulterior. O posibilă abordare în modelarea volumelor pozitive este ilustrată schematic în Figura 4.75 și constă în modelarea succesivă a unor volume cilindrice și prismatice pe două direcții ale sistemului de referință: vertical, de-a lungul axei  $\mathbf{Z}$  și orizontal, de-a lungul axei  $\mathbf{X}$ .

Detalierea etapelor de modelare este realizată sub formă grafică în paginile următoare, informațiile legate de poziționarea schițelor precum și parametrii necesari operațiilor din mediul 3D fiind incluse în figuri.

![](_page_139_Figure_1.jpeg)

Figura 4.74 Blocul motor

![](_page_140_Picture_1.jpeg)

Figura 4.75 Modelarea volumelor pozitive ale blocului motor

![](_page_140_Figure_3.jpeg)

Figura 4.76 Modelarea volumului cilindric din volumul central

![](_page_141_Figure_1.jpeg)

Figura 4.77 Modelarea volumului prismatic din volumul central

Cele două volume puteau fi modelate într-un singur pas, pornind de la o schiță cu un contur rezultat din combinația celor două elemente geometrice (cerc și pătrat). Prin modelarea separată a celor două volume se facilitează modificarea ulterioară a acestora, fără riscul de a genera erori în timpul procesului de actualizare a modelului (update).

Edge Fillet Definition ? × Radius: 3mm Object(s) to fillet: 12 elements Selection mode: Tangency Options Conic parameter: 0.5	
Trim ribbons More>> OK OCancel Preview	

Figura 4.78 Racordarea muchiilor laterale ale volumului central

![](_page_141_Figure_6.jpeg)

Figura 4.79 Modelarea unei nervuri de răcire

![](_page_142_Figure_1.jpeg)

Figura 4.80 Racordarea colțurilor nervurii cu R 6 mm

![](_page_142_Figure_3.jpeg)

Figura 4.81 Multiplicarea liniară a nervurii

Modelarea primului volum cilindric al carterului se realizează printr-o translație cu limite asimetrice, de-o parte și de alta a planului schiței, ce conține un cerc cu diametru de 30 mm, centrat pe origine (Figura 4.82).

Bioc motor	Pad Definitio	on		? ×	
Z z plane	First Limi Type: Length:	t Dimension 17.5mm	Second V Type: Length:	Limit Dimension ~ 16.5mm	
	Limit: Profile/So Selection:	No selection urface Sketch.7	Limit: Directio	No selection	
	Thick Reverse Mirrore Reverse	Side d extent Direction	Reference Thin Pa Thickness Thickness	e No selection d s1 1mm -	LUM2
		_< <le< td=""><td>ess Neutr</td><td>al Fiber D Merge Ends</td><td></td></le<>	ess Neutr	al Fiber D Merge Ends	
					17.5

Figura 4.82 Modelarea primului volum cilindric al carterului

	Edge Fillet Definition ? ×	
	Radius: 1mm	
	Object(s) to fillet: 2 elements	
	Selection mode: Tangency ~	
	Options	
RI	Conic parameter: 0.5	
	Trim ribbons	
	More>>	
	OK OK Preview	

Figura 4.83 Racordarea muchiilor de intersecție între cele două volume

Pentru următoarele două volume cilindrice ale carterului, schițele vor fi poziționate tot pe planul **YZ**, evitându-se astfel crearea relațiilor de dependență între volume. Pentru volumul cilindric cu diametrul de 26 mm, limitele de translație se vor defini astfel încât să se asigure generarea corespunzătoare a volumului: pentru *First Limit* se specifică valoarea de 51 mm, iar pentru *Second limit* se va introduce o valoare negativă de -45 mm (Figura 4.85).

Bloc motor			-
	Pad Definition	? ×	
Zx plane	First Limit	Second Limit	
	Type: Dimension 🗸	Type: Dimension ~	
	Length: 51mm	Length: 0mm	
	Limit: No selection	Limit: No selection	
	Profile/Surface	Direction	
	Selection: Sketch.8	Normal to profile	
	Thick	Reference: No selection	
	Reverse Side	Thin Pad	
0.22	Mirrored extent	Thickness1 1mm	
00	Reverse Direction	Thickness2: 0mm	
	( class	Neutral Fiber Merge Ends	
	(CLED)	OK Conset   Denview	
		Cancel Preview	

Figura 4.84 Modelarea celui de-al doilea volum cilindric al carterului

![](_page_143_Figure_6.jpeg)

Figura 4.85 Modelarea celui de-al treilea volum cilindric al carterului




Figura 4.87 Modelarea volumului prismatic



Figura 4.88 Racordarea cu R 1mm a muchiilor de intersecție



Figura 4.89 Modelarea flanșelor de prindere



Figura 4.90 Racordarea muchiilor cu R 1mm



Figura 4.91 Modelarea galeriei de evacuare



Figura 4.92 Definirea axei galeriei de admisie



Figura 4.93 Construcția planului înclinat



Figura 4.94 Modelarea volumului pozitiv al galeriei de admisie



Figura 4.95 Modelarea alezajului cu D=24mm



Figura 4.96 Modelarea alezajului pentru cilindrul demontabil

Pentru modelarea volumului de etanșare din blocul motor, în schița poziționată pe planul **XY** se vor proiecta cu comanda *Project 3D Elements*, baza alezajului modelat în etapa anterioară (D = 25 mm) și baza gulerului superior (D = 18 mm). Se construiesc două linii simetrice față de axa **H** impunând constrângerile geometrice și dimensionale conform cu Figura 4.97 și se elimină din conturul obținut porțiunile reprezentate cu linie punctată în figură, utilizând comanda *Quick Trim*.



Figura 4.97 Modelarea volumului de etanșare

În modelarea alezajelor cu comanda *Hole*, se va selecta întotdeauna un cerc sau un arc de cerc înainte de a selecta suprafața de pe care începe prelucrarea găurii. Se asigură astfel impunerea automată a unei constrângeri de concentricitate cu elementul selectat.



Figura 4.98 Racordarea muchiilor interioare și modelarea alezajului din galeria de evacuare



Figura 4.99 Modelarea alezajului cu D = 24 mm din carter



Figura 4.100 Modelarea celor două alezaje din carter într-un singur pas

Hole Definition ? X	Hole Definition	? ×	
Extension Type Thread Definition	Extension Type Thread Definition Counterdrilled	Inchor Point Extreme O Middle	

Figura 4.101 Modelarea alezajului din galeria de admisie



Figura 4.102 Modelarea degajării

0				
Hole Definition	? ×	Hole Definition	? ×	
Extension Type Thread Definition Thread Definition Bottom Type Type: Dimension V Bottom Limit: No selection Thread Definition Type: Metric Thick Patch V Thread Description: M3 V Hole Diameter: 2459mm Thread Depth: Smm Hole Depth: Smm Pitch: 0.5mm Right-Threaded Left-Threaded	Standards Add Remove	Extension Type Thread Definition Blind Diameter : 2.459mm Depth : Bmm Limit : No selection Offset : Omm Direction Reverse No selection	Positioning Sketch Positioning Sketch Bottom V-Bottom	

Figura 4.103 Modelarea primei găuri pentru fixarea capacului

Se vor prelua din tabel valorile standardizate pentru adâncimea găurii înfundate și adâncimea de filetare.

***	Rectangular Pattern Definition ? X	Rectangular Pattern Definition ? ×	
****	First Direction Second Direction	First Direction Second Direction	
	Parameters: Instance(s) & Spacing ~	Parameters: Instance(s) & Spacing ~	
	Instance(s) : 2	Instance(s) : 2	
	Spacing : 21mm	Spacing : 21mm	
	Length : 21mm	Length : 21mm	
	Reference Direction	Reference Direction	
	Reference element: Pad.10\Edge.1	Reference element: Pad.10\Edge.2	
	Reverse	Reverse	
	Object to Pattern	Object to Pattern	
	Object: Hole.6	Object: Hole.6	
	Keep specifications	Get Keep specifications	
	More>>	More>>	0
	OK Cancel Preview	OK Cancel Preview	

Figura 4.104 Multiplicarea găurii filetate sub formă de matrice rectangulară

Găurile din flanșa blocului motor sunt găuri de trecere, ca urmare se va prelua din tabel valoarea standardizată a diametrului găurii pentru a permite trecerea unui șurub de fixare M3.

Up To Ne Diameter Depth : Limit : Offset :	kt Smm 💽 🛱 Smm 🔁 🛱 No selection	Positioning Sketch		
- Directio	n Reverse	Bottom Trimmed Angle : 120deg		07
No selec	tion	1		PIP /

Figura 4.105 Modelarea găurii de trecere din flanșă

##	Rectangular Pattern Definition ? X	Rectangular Pattern Definition ? $\times$	
	First Direction Second Direction	First Direction Second Direction	
	Parameters: Instance(s) & Spacing ~	Parameters: Instance(s) & Spacing ~	
	Instance(s) : 2	Instance(s) : 2	
	Spacing : 17.5mm	Spacing : 38mm	
	Length : 17.5mm	Length : 38mm	
	Reference Direction	Reference Direction	
	Reference element: EdgeFillet.12\Edge	Reference element: Hole.7\Edge.4	
	Reverse	Reverse	o or
	Object to Pattern	Object to Pattern	
	Object: Hole.7	Object: Hole.7	
	Keep specifications	Keep specifications	17.5
	More>>	More>>	
	OK Ocancel Preview	OK Cancel Preview	0

Figura 4.106 Multiplicarea găurilor din flanșă



Figura 4.107 Modelarea știftului de ghidare

Chamfer Definition		? ×	
Mode:	Length1/Angle	~	6
Length 1:	0.2mm	-	
Angle:	45deg	<b></b>	
Object(s) to chamfer:	Pad.15\Face.2	<b>3</b>	
Propagation:	Tangency	~	
Reverse			
-	OK 🥥 Cancel	Preview	

Figura 4.108 Teșirea știftului de ghidare

Se atribuie material și se salvează fișierul în același director în care s-au salvat și restul componentelor.

#### 4.6.5 Modelarea unui cot cu flanșe. Comenzile Multi-sections Solid, Rib și Slot

Cotul cu flanșe, reprezentat în Figura 4.109, este format din două flanșe, o flanșă cilindrică și una ovală, un volum tronconic sub flanșa ovală cu scop de centrare și un volum cilindric tubular cu o traiectorie curbă. Modelarea piesei va începe cu volumul tronconic situat sub flanșa cilindrică. Acest volum poate fi obținut relativ simplu, prin rotația unui profil în jurul axei cotului cu comanda *Shaft* (Figura 4.110).



Figura 4.110 Modelarea volumului tronconic prin rotație

Pentru a exemplifica o altă variantă de modelare a acestui volum, se va utiliza comanda *Multi\_sections Solid* . Prima bază a trunchiului de con se va poziționa pe planul XY, iar cea de-a doua, pe un plan situat la 5 mm distanță pe semiaxa Z pozitivă față de planul XY (Figura 4.111). După finalizarea celor două schițe, se lansează în execuție comanda *Multi-sections Solid*, fie de pe bara cu instrumente *Sketched-based Features* fie din meniul *Insert-Sketched-based Features- Multi- sections Solid*. Se selectează cele două schițe și se verifică direcția de închidere a celor două secțiuni (Closing Point). Dacă cele două săgeți nu au același sens, volumul va fi răsucit și programul va afișa un mesaj de avertizare/eroare. În acest caz, se schimbă direcția prin clic stânga pe una dintre săgeți.

Volumul flanșei circulare se modelează plecând de la o schiță poziționată pe planul **XY**, pentru care se vor seta cele două limite de translație, *First Limit* și *Second Limit* conform cu Figura 4.113.



Figura 4.111 Definirea celor două schițe pentru bazele trunchiului de con



Figura 4.112 Selecția celor două baze și generarea volumului cu Multi-sections Solid

Oct cu flanse       -2 xy plane     Image: Contract of the second	Pad Definition	)		?	×	
	First Limit		Second L	imit		
zx plane	Туре:	Dimension ~	Туре:	Dimension	~	
- BartBody	Length:	15mm 🚔	Length:	-5mm	1	
	Limit:	No selection	Limit:	No selection		
	Profile/Sur	face	Direction		-	
	Selection:	sketch.6	Normal	to profile		
	Thick		Reference:	No selection		
	Reverse Si	de.	Thin Pad			
D 114	Mirrored	extent	Thickness1	1mm	-	
	Reverse Di	rection	Thickness2	0mm	E	
		< <less< th=""><th>Neutral</th><th>Fiber 🔲 Merge End</th><th>\$</th><th></th></less<>	Neutral	Fiber 🔲 Merge End	\$	
			ОК	Cancel Pre	view	



Modelarea volumului circular curb necesită două schițe: o schiță ce va conține profilul transversal al volumului, cercul de diametru 45 mm și o schiță ce va conține traiectoria curbilinie pe

care se va deplasa acest profil, adică axa longitudinală a piesei. Cele două schițe se vor poziționa pe două plane ortogonale, **XY** și **YZ conform cu** Figura 4.114.



Figura 4.114 Definirea celor două schițe

În cadrul comenzii *Rib*, în caseta *Profile* se selectează schița cu profilul transversal *Sketch.4* și în caseta *Center Curve* se selectează axa longitudinală a piesei, *Sketch.5* (Figura 4.115).



Figura 4.115 Generarea volumului circular curb cu comanda Rib

Modelarea flanșei ovale necesită poziționarea unei schițe pe capătul acestui volum circular curb. Poziționarea unei schițe cu comanda *Sketch*, va avea ca rezultat o schiță în care originea sistemului de coordonate este obținut prin proiecția pe planul schiței a originii sistemului de referință al

fișierului (Figura 4.116). Ca urmare, în acest caz se va folosi comanda *Positioned Sketch* ce permite atât controlul poziției originii sistemului de coordonate cât și orientarea celor două axe (Figura 4.117). Originea se poate poziționa în centrul suprafeței circulare a volumului, prin alegerea opțiunii *Barrycenter* și selecția suprafeței respective, sau la intersecția dintre această suprafață și axa longitudinală a piesei definită în *Skecth.5*, prin alegerea opțiunii *Curve intersection*. (Figura 4.117) și selecția din arbore sau din zona grafică a curbei definită în *Skecth.5*.



Figura 4.116 Poziționarea schiței cu comanda Sketch

	Sketch Positioning ? $\times$		Sketch Positioning ? $\times$
	Sketch Positioning Type: Positioned  Reference: Rib.4/Face.1	sau	Sketch Positioning Type: Positioned Reference: Rib.4/Face.1
Rib.4/Face.1	Origin Type: Barycenter  Reference: Rib.4/Face.1	Implicit Part origin Projection point Intersection 2 lines	Origin Type: Curve intersection  Reference: Sketch.5
Sketch.5	Orientation       Type:       Implicit       Reference:       No Selection       H Direction	Middle point Barycenter	Orientation       Type:       Implicit       Reference:       No Selection
	Reverse H  Reverse V  Swap  Cancel  Cancel		Reverse H  Reverse V  Swap  OK  Cancel

Figura 4.117 Poziționarea schiței cu comanda Positioned Sketch

În schiță se construiesc cele trei cercuri, iar liniile tangente se construiesc cu comanda Bi-

*tangent Line* Se elimină, cu comanda *Quick Trim*, arcele de cerc ce nu fac parte din conturul flanșei (Figura 4.118). Cu comanda *Pad* se generează grosimea flanșei de 8 mm cu inversarea direcției de translație, *Reverse Direction* (Figura 4.119).



Figura 4.118 Profilul pentru modelarea flanșei ovale

Se repetă poziționarea unei schițe *Positioned Sketch* ca în Figura 4.117 însă pe suprafața flanșei de această dată, și se definește un cerc cu diametrul de 30 mm. Originea se va defini ca intersecția

planului schiței cu curba conținută în *Sketch.5* (Figura 4.120) prin selecția acesteia din arborele de specificații.



Figura 4.119 Generarea grosimii flanșei



Figura 4.120 Poziționarea schiței pentru alezaj

Se accesează comanda *Slot*, selectând în câmpul *Profile* schița din pasul anterior *Sketch.7*, iar în câmpul *Center curve*, traiectoria definită în *Sketch.5* (Figura 4.121).



Figura 4.121 Generarea alezajului cu comanda Slot

Pe flanșa ovală se modelează două găuri străpunse cu diametru de 12 mm, concentrice cu arcele de racordare ale flanșei (Figura 4.122).

Hole Definition ? ×
Extension Type Thread Definition Up To Next Diameter : 12mm Depth : Gmm Offset : Omm Direction Direction Reverse Normal to surface No selection Contended to the surface No selection Contended to the surface No selection Contended to the surface No selection Contended to the surface Contended to the surface Contend to the surface Conte

Figura 4.122 Modelarea celor două găuri din flanșa ovală

Pe flanșa circulară, se modelează prima gaură străpunsă, stabilind la nivel de schiță coincidența centrului găurii cu axa V și distanța de la centrul găurii la originea sistemului de axe de 45 mm (Figura 4.123). Multiplicarea se va realiza cu comanda *Circular Pattern* (Figura 4.124).

Hole Definition  Extension Type Thread Definition  Up To Next  Diameter : 12mm  Point Sum Limit : No selection Offset : Omm Direction Reverse Normal to surface No selection I 20deg	7 ×	
OK _ 9 Can	cel Preview	

Figura 4.123 Poziționarea și modelarea unei găuri din flanșa cilindrică

۵.	Circular Pattern Definition	? ×	
	Circular Pattern Definition          Axial Reference       Crown Definition         Parameters:       Complete crown         Instance(s) :       4         Angular spacing :       90deg         Total angle :       360deg         Reference Direction       Reference element:         Reverse       Object to Pattern         Object:       Hole.3         Keep specifications	? ×	
	OK S Cance	I Preview	

Figura 4.124 Multiplicarea găurilor cu Circular Pattern

Se realizează teșirile 🎑 și racordările 🔍 specificate pe desenul piesei. Se salvează piesa.

#### 4.6.6 Modelarea unei piese cu filet

În modelarea piesei de etanșare cu filet se poate alege varianta generării aditive a volumelor ce intră în componența piesei, plecând de la schițe simple ce vor fi translatate cu comanda Pad (varianta 1 din Figura 4.126) sau generarea formei de bază a piesei într-un singur pas, prin rotația unei schițe ce conține  $\frac{1}{2}$  din secțiunea longitudinală a piesei (varianta 2 din Figura 4.126). Obținerea volumului prismatic hexagonal, în acest caz, se va face cu comanda *Pocket*, opțiunea *Reverse side* (Figura 4.127).



Figura 4.125 Reprezentarea ortogonală și izometrică a piesei



Figura 4.126 Variante de modelare a piesei



Figura 4.127 Obținerea volumului hexagonal prismatic cu comanda Pocket

După obținerea formei de bază a piesei se pot aplica operațiile de finisare a formei: degajări, filete și teșiri. Cele două degajări se vor modela prin decupare de material cu comanda *Groove* având la bază schițele redate în Figura 4.128.



Figura 4.128 Modelarea degajărilor cu comanda Groove

Teșirea volumului prismatic se va realiza tot cu comanda *Groove*, plecând de la o schiță poziționată pe unul din planele longitudinale ale piesei ce secționează două fețe paralele ale volumului prismatic (în cazul de față planul **XY**). În schiță se construiește un triunghi dreptunghic cu un unghi de 30° și al cărui vârf este coincident atât cu baza prismei hexagonale, cât și cu una din suprafețele laterale ale acesteia (Figura 4.129).



Figura 4.129 Modelarea teşirii volumului prismatic

Pentru modelarea filetelor se accesează comanda *Thread* din bara cu instrumente *Dressed-up Features*. În Figura 4.130 și Figura 4.131 sunt redați parametrii necesari definirii celor două filete cilindrice exterioare M35 și M30.

<b>(</b>	Thread/Tap Definition	n ition	? ×
BOTON BOTON BOTON BOTON	Geometrical Defin Lateral Face: Limit Face: Bottom Type Type: Bottom Limit: Numerical Definit Type: Thread Diameter: Support Diameter: Thread Depth: Support height: Pitch: Right-Threaded	ition Groove.2VFace.1 Groove.2VFace.2 Tap see Direction Support Depth ~ No Standard ~ 35mm $$ 35mm $$ 29mm $$ 29mm $$ 29mm $$ 10mm $$	Standards Add Remove
Limit Face:		OK Gance	Preview

Figura 4.130 Modelarea filetului M35



Figura 4.131 Modelarea filetului M30

Chamfer Definition		? ×				Chamfer Definition		?	×
Mode: Length 1:	Length1/Angle 1.5mm	×	Ī	T		Mode: Length 1:	Length1/Angle 1mm		~
Angle:	45deg	<b></b>	$\bigcirc$			Angle:	45deg		-
Object(s) to chamfer	Thread.2\Edge.1	<b>8</b>				Object(s) to chamfer	Chamfer.1\Edge.2		3
Propagation:	Tangency	~		1 V		Propagation:	Tangency		~
Reverse					1	Reverse			
_	OK 🥥 Cancel	Preview		J			OK 🥥 Cancel	Pre	view

Figura 4.132 Modelarea teşirilor cu comanda Chamfer



# 4.6.7 Aplicații propuse spre rezolvare





Tema 4



30



Tema 6







# 5. MEDIUL ASSEMBLY DESIGN

#### 5.1 Introducere

*Assembly Design* este un modul ce permite definirea și organizarea ansamblurilor mecanice. Ca și în cazul celorlalte module sau medii de lucru, accesarea se poate face fie din meniul **Start** urmând secvența -**Mechanical Design-Assembly Design** (Figura 5.1 a), fie din meniul **File-New** și alegerea opțiunii *Product* din caseta de dialog *New* (Figura 5.1 b).

CATIA V5		<u>File E</u> dit <u>V</u> iew <u>I</u> nse	ert <u>T</u> ools	Window	Help	
Start ENOVIA V5 VPM File Edit	<u>V</u> iew Insert <u>T</u> ools <u>W</u> indow <u>H</u> elp	<u>N</u> ew	Ctrl+N	ne 🗸 ≼	5	
Infrastructure	▶ Aut ∨ None ∨ 🔩 🐴	New from				
Mechanical Design	Part Design	🚰 <u>О</u> реп	Ctrl+O	1.1		
🥪 Shape	Assembly Design					
Analysis & Simulation	<u>Sketcher</u>	Save	Ctrl+S	and the	New	? ×
AEC Plant	Product Functional Tolerancing & Annotation	Save As			List of Types:	
Machining	<u>Weld Design</u>	Save All		•	Part	^
Digital Mockup	Mold Tooling Design	Saye in ENOVIA V5 VPM		1.1.1	Process ProcessLibrary	
Equipment & Systems	Structure Design	Save Management			Product	
Digital Process for Manufacturing	<u>2D Layout for 3D Design</u>	Print .	Ctrl+P	1. A.	svg	~
Machining Simulation	<u>Drafting</u>	Printer Setun			Selection:	
Frgonomics Design & Analysis	<u>Composites Grid Design</u>	rinter set <u>o</u> pin			Product	
S Knowledgeware	Core & Cavity Design	<u>D</u> esk		· ·	ОК ОК	Cancel
ENOVIA V5 VPM	Healing Assistant	Send <u>T</u> o	,		1	
		Document Properties			1. 1 A. 1	
	a			b		

Figura 5.1 Modalități de accesare a mediului Assembly Design

În fișierul deschis, arborele de specificații va afișa la primul nivel numele implicit al ansamblului și anume *Product1*. Atribuirea unui nume sugestiv se realizează fie prin intermediul meniului contextual (clic dreapta *-Properties*) și completarea câmpului *Part Number* de pe fila *Product* (Figura 5.2), fie se schimbă setările implicite astfel încât la deschiderea unui fișier nou, utilizatorul să aibă posibilitatea de a introduce manual numele ansamblului creat (Figura 5.3).

Start ENOVIA V5 VPM <u>F</u> ile <u>E</u> dit <u>V</u> iew	Properties	?	×
No Coli v No Opa V No Wid v No Line v	Current selection : Product1		
No Coli ♥ No Opa ♥ No Wid ♥ No Line ♥ Product Applicatio Eframe On Hide/Show Hide/Show Graph Bub-Tree Cont	Current selection :       Product1         Product       Graphic       Mechanical       Drafting         Product       Part Number       Menghina         Revision       Definition       Nomenclature         Source       Unknown       ✓         Description       ✓		~
	🔍 ОК 💽 Арр	y c	lose

Figura 5.2 Atribuirea unui nume personalizat ansamblului prin intermediul meniului contextual

Tools Analyze <u>W</u> indow <u>H</u> elp	
fee Eormula	
image	
Macro	
Utility Options	? ×
Customize	Cache Management   Cgr Management   ENOVIAvpm   Nodes Customization   Product Structure
Visualization Filters	Part Number
Options	🖼 Manual input
Standards	Low Light Mode
Conferencing	Low-light of the component that does not belong to the active level
Product Management	Model In BOM
Publication     Devices and Virtual R	Describe the model file in the Bill Of Material
Generate CATPart from Product	Reframe mode after insert existing component
Catalog Browser	○ No reframe ○ Reframe on last inserted component 🕏 Global reframe
Mechanical standard parts	Specification tree
Scenes Browser	Products
Applicative Entities Reordering	

Figura 5.3 Setări pentru introducerea manuală a denumirii fișierului ansamblu

În principiu, există două tipuri de fișiere utilizate în realizarea unui ansamblu. Acestea sunt fișiere cu extensia **CATPart** ce conțin piese sau componente individuale modelate în module ca *Part Design, Generative Sheetmetal Design, Generative Shape Design* etc. și fișiere cu extensia **CATProduct** ce sunt de fapt ansamble de dimensiuni mai mici denumite și subansamblele create anterior asamblării finale tot în modulul *Assembly Design*. O posibilă structură a unui ansamblu este redată în diagrama de mai jos.



Un ansamblu se poate crea în CATIA prin modelarea individuală a componentelor și aducerea acestora în fișierul ansamblu, metodă cunoscută sub denumirea de "Bottom up" sau se poate aborda varianta creării pieselor componente direct din fișierul ansamblu, metodă cunoscută sub denumirea de "Top down". În practică, se merge pe o combinație a celor două metode, adică se modelează individual cea mai mare parte a pieselor și se definesc în fișierul ansamblu piese ce depind de geometria altor componente ale ansamblului (garnituri, capace etc). Indiferent de varianta aleasă, fișierul ansamblu este doar un fișier "recipient" în care sunt stocate legăturile (link) cu fișierele pieselor componente.

Etapele parcurse în crearea unui fișier ansamblu sunt în general: aducerea sau crearea fișierelor CATPart, schimbarea poziției și orientării acestora, reducerea gradelor de libertate prin impunerea constrângerilor, crearea diferitelor configurații pentru o mai bună vizualizare a structurii și a relației dintre componente etc. Pentru toate aceste categorii de operații, utilizatorul are la dispoziție comenzi grupate atât în barele cu instrumente *Product Structure Tools, Move, Constraints. Scenes, Assembly Features* disponibile în zona grafică cât și în meniul *Insert* (Figura 5.4). Barele cu instrumente sunt utilizate mai frecvent deoarece oferă avantajul activării multiple a unei comenzi prin dublu clic pe pictograma acesteia.



Figura 5.4 Accesarea comenzilor din meniul Insert sau din barele cu instrumente corespunzătoare

#### 5.2 Inserarea componentelor într-un ansamblu

Aducerea pieselor componente modelate anterior sau definirea unor piese componente în cadrul fișierului ansamblu se realizează prin intermediul comenzilor grupate în bara cu instrumente *Product Structure Tools*, meniul *Insert* sau din meniul contextual prin clic dreapta pe numele ansamblului în arborele de specificații (Figura 5.5).



Figura 5.5 Accesarea comenzilor prin intermediul meniului contextual

Comenzile accesate din bara cu instrumente sau din meniul *Insert* necesită indicarea nivelului sau nodului în care se inserează componenta. În cazul inserării unei componente modelate anterior, în primul pas se lansează în execuție comanda *Existing Component*, apoi se indică în arborele de specificații nodul în care se inserează, acesta putând fi: ansamblul general, un subansamblu al acestuia sau o categorie de piese grupate după un anumit criteriu și se selectează apoi componenta din directorul în care a fost salvată (Figura 5.6).



Figura 5.6 Etape necesare inserării unei componente în fișierul ansamblu

Programul poziționează automat componenta selectată suprapunând sistemul de referință al componentei peste sistemul de referință al fișierului ansamblu (Figura 5.7).



Figura 5.7 Poziționarea automată a componentei prin suprapunerea sistemelor de referință

Piesele modelate anterior pot fi inserate în fișierul ansamblu și prin alte metode cum ar fi metoda *drag and drop*, adică prin tragere cu mouse-ul din fișierul sursă sau prin copiere urmând secvența *Copy-Paste*. Indiferent de metoda aleasă, toate componentele vor fi poziționate automat prin suprapunerea sistemelor de referință, îngreunându-se astfel vizibilitatea și posibilitatea selecției componentelor cu dimensiuni mici. Pentru eliminarea acestui dezavantaj, programul oferă o alternativă ce permite poziționarea piesei ce urmează a fi inserată prin intermediul comenzii *Existing Component* 

with Positioning 2 și care reunește facilitățile oferite de comanda Smart Move și Quick Constraints.



Figura 5.8 Inserarea unei componente existente cu comanda Existing Component with Positioning

Bara cu instrumente *Product Structure Tools* pune la dispoziția utilizatorului posibilitatea definirii unei piese noi în cadrul ansamblului cu comanda *New Part* , a unui subansamblu cu comanda *New Product* sau a unei categorii, în care urmează a fi grupate de piese similare, cu comanda *New Component*.

Definirea unei piese noi în cadrul ansamblului oferă încă de la început posibilitatea stabilirii originii sistemului de referință a acesteia, fie prin suprapunere cu originea fișierului ansamblu, fie întrun punct definit de utilizator.



Figura 5.9 Mesaj afișat la crearea unei piese noi în cadrul ansamblului

La inserarea unui subansamblu cu comanda *New Product*, în arborele de specificații se va crea un nod în care pot fi inserate sau create piesele componente ale acestuia. Nodul activ va fi evidențiat prin culoarea albastră în arborele de specificații (Figura 5.10), iar activarea subansamblului sau ansamblului general se va face cu dublu clic pe nodul respectiv.



Figura 5.10 Crearea unui subansamblu cu comanda New Product.

În situațiile în care este necesară crearea unei categorii de piese similare, cum ar fi cazul șuruburilor, sau a unei componente ce nu va fi modelată dar pentru care este necesară introducerea unor informații în ansamblul final, cum ar fi cazul unui fluid, se va crea o intrare în arborele de specificații cu comanda *New Component*. Aceste diferite tipuri de elemente ale ansamblului vor fi afișate în arbore cu pictograme diferite (Figura 5.11) facilitând identificarea componentelor care au asociat un fișier extern și a celor care există doar în cadrul fișierului ansamblu cum este cazul categoriei *Şuruburi* din Figura 5.11. Prezența fișierului extern este indicată de foia albă din pictogramă.



Figura 5.11 Afișarea diferitelor tipuri de componente în arborele de specificații

### 5.3 Modificarea poziției și a orientării componentelor unui ansamblu

După inserarea pieselor componente în fișierul ansamblu, este necesară aducerea acestora întro poziție cât mai apropiată de poziția de montaj. Pentru aceasta, programul oferă utilizatorului mai multe instrumente explicate în continuare.

#### 5.3.1 Modificarea poziției componentei cu ajutorul compasului

O modalitate foarte simplă de a modifica poziția și orientarea uneia sau a mai multor componente simultan este prin poziționarea compasului pe una din componentele inserate. Pentru acesta se "prinde" baza compasului cu mouse-ul, poziționând cursorul pe punctul roșu, și se "trage" ținând butonul stâng apăsat până pe o suprafață plană sau o muchie a uneia dintre piesele componente. Compasul se colorează în verde în momentul în care este asociat cu o componentă (Figura 5.12). Dacă se urmărește deplasarea simultană a mai multor componente, acestea se vor selecta ținând tasta Ctrl apăsată.



Figura 5.12 Poziționarea compasului pe o componentă a ansamblului

Prin intermediul compasului, componenta poate realiza translații de-a lungul celor trei axe sau în cele trei plane definite de acestea precum și rotații în jurul axelor prin prinderea cu cursorul a axelor, a planelor sau a arcelor de cerc dintre axele compasului. Aceste mișcări vor fi libere, fără o precizie a translației sau rotației executate. Pentru a obține deplasări precise ale piesei, se accesează comanda *Edit* din meniul contextual prin clic dreapta pe originea compasului (Figura 5.14).



Figura 5.13 Modificarea poziției piesei cu ajutorul compasului

		Parameters for	or Compass Manipulation		?	×
		Coordinates				
WZ		Reference	Absolute		~	
		Apply	Position	Angle		
		Along X	-28.397mm 🚔	0deg -	÷	
	TTE IT	Along Y	19.108mm	0deg	÷	
	Lock Current Orientation	Along Z	31.99mm	Odeg	÷	
	Lock Privileged Plane Orientation Parallel to Screen Increments					
	Use Local Axis System		Translation increment	Rotation increme	int	
	Make UV the Privileged Plane	Along U	0mm 😫 🕴 😭	Odeg	÷ 4	€
	Make VW the Privileged Plane	Along V	0mm 😫 🕴 😭	Odeg	Ð 🎍	•
	Make WU the Privileged Plane	Along W	0mm 😫 🕴 😭	Odeg	÷ 4	•
<b>V</b> Ø	Make Privileged Plane Most Visible	Measures -				
	Snap Automatically to Selected Object	Distance	0mm ØP	Angle Odeg		A 🔶
	E <u>d</u> it					Close

Figura 5.14 Deplasarea cu precizie a unei piese prin intermediul compasului

Pentru resetarea compasului în poziția inițială, fie se accesează din meniul *View*, comanda *Reset Compas* fie se utilizează aceeași metodă a "tragerii" compasului peste pictograma sistemului de coordonate din colțul din stânga jos a zonei grafice (Figura 5.15).



Figura 5.15 Modalități de resetare a compasului

#### 5.3.2 Modificarea poziției componentei din bara cu instrumente Move

Comanda *Manipulation* de pe bara cu instrumente *Move* oferă pe lângă deplasări libere ale componentei ca și în cazul utilizării compasului, translații și rotații de-a lungul și în jurul unor axe alese de utilizator. Aceste axe pot fi muchii ale piesei sau axe de revoluție (Figura 5.16). În plus, prin bifarea opțiunii *With respect to constraints*, deplasarea componentei se poate realiza ținând cont de gradele de

libertate ale piesei. Dacă se activează și comanda *Stop manipulate on clash* is se obține un comportament mai realist al piesei, adică componenta nu va putea fi deplasată la întâlnirea unui obstacol.



Figura 5.16 Comanda Manipulation

Comanda *Snap solutionează* componentele temporar, fără reducerea gradelor de libertate prin simpla selecție a unor elemente geometrice aparținând celor două piese (suprafețe plane, muchii, axe, puncte). Prima componentă selectată va fi cea care își va modifica poziția (Figura 5.17), iar cea dea doua componentă rămâne pe loc. Alinierea elementelor poate fi controlată în zona grafică prin intermediul vectorului normal afișat cu verde.



Figura 5.17 Poziționarea componentelor cu comanda Snap

Smart Move oferă, în plus față de comanda Snap, fereastra Smart View în care este afișată piesa selectată anterior lansării comenzii precum și posibilitatea reducerii gradelor de libertate ale piesei prin aplicarea simultană a constrângerilor necesare (Figura 5.18). În fereastra Smart View, piesa se poate manipula ca și cum ar fi în zona grafică (mărire/micșorare, rotire, translație) utilizând

combinațiile butoanelor mouse-ului (Figura 5.19). Dacă comanda *Smart Move* se lansează în execuție fără a selecta componenta, fereastra *Smart View* nu va mai fi afișată, utilizatorul având acces doar la lista de constrângeri (Figura 5.20).





Figura 5.18 Etapele modificării poziției unei componente cu comanda Smart Move



Figura 5.19 Manipularea componentei în fereastra Smart View



Figura 5.20 Fereastra Smart Move

## 5.4 Reducerea gradelor de libertate ale componentelor

Asamblarea componentelor într-un ansamblu se face, de obicei, cu reducerea gradelor de libertate prin definirea unor constrângeri geometrice între elementele geometrice ale pieselor, pentru a evita deplasarea accidentală a acestora în timpul manipulării ansamblului precum și pentru a analiza eventualele interferențe între volumele componentelor ansamblului.

În modulul *Assembly Design*, se preferă o serie de setări inițiale ce permit utilizatorului un control adecvat al componentelor dintre care se amintesc mai jos cele mai importante:

- Actualizarea manuală a poziției componentelor *Tools/Options/Mechanical Design/Assembly Design/Update-Manual*;
- O precizie a previzualizării volumelor și curbelor (3D și 2D) în intervalul 0.2-0. 0.4 în funcție de dimensiunile ansamblului *Tools/Options/Display/Performance;*
- Utilizarea modului de vizualizare (*Visualisation Mode*) în care componentele sunt reprezentate în ansamblu doar prin suprafețele ce le delimitează Acest mod se utilizează în cazul ansamblelor de dimensiuni mari și/sau cu un număr mare de componente *Tools/Options/Infrastructure/Product Structure/Cache management/Work with the cache system*.

În impunerea constrângerilor, actualizarea manuală a poziției componentelor este foarte utilă deoarece împiedică deplasarea automată a componentelor vizate și reduce numărul de operații de manipulare a acestora până la reducerea tuturor gradelor de libertate necesare. De asemenea, trebuie avute în vedere și următoarele aspecte:

- nu se pot aplica constrângeri între două elemente geometrice aparținând aceleași componente;
- nu se pot aplica constrângeri între două componente aparținând aceluiași ansamblu/subansamblu dacă acesta nu este activ (colorat în albastru în arborele de specificații);
- se pot aplica constrângeri doar între componente/subansamble ce prezintă relații de dependență față de un ansamblu/subansamblu (părinte) activ.

Constrângerile impuse vor forma o categorie separată în arborele de specificații denumită *Constraints* și pot fi identificate în zona grafică printr-un simbol specific atașat componentelor între care au fost definite (Figura 5.22). Acestea pot fi șterse, dezactivate sau redefinite fie prin dublu clic pe simbolul grafic sau numele constrângerii din arbore, fie prin intermediul meniul contextual (Figura 5.23).

Constrângerile pot fi accesate din meniul *Insert* sau din bara cu instrumente *Constraints* afișată în zona grafică (Figura 5.21).



Figura 5.21 Accesarea comenzilor pentru reducerea gradelor de libertate



Figura 5.22 Afișarea constrângerilor în arbore și în zona grafică

		Properties	? ×
Constraints     Fix.1 (Baza.1)     Coincidence.2 (Bac mobil.1,Baza.1)     Surface contact.3 (Bac mobil.1,B     Coincidence.4 (Ans_strangere.1,t     Beframe On     Hide/Show     Applications     Coincidence.4 (Ans_strangere.1,t     Beframe On     Hide/Show     Coincidence.4 (Ans_strangere.1,t     Beframe On     Hide/Show     Coincidence.4 (Ans_strangere.1,t     Beframe On     Hide/Show     Coincidence.4 (Ans_strangere.1,t     Beframe On     Unopersub-Iree     Coincidence.4 (Ans_strangere.1,t     Beframe On     Delete     Del     Surface contact.3 object     Uppigte	Descrivate         Update         Searce Constraint         Befresh Constraint.         Group in new set       Ctrl+W         Regreter constraints	Properties Current selection : Surface contact.3/Constraints/Menghin Feature Properties Graphic Constraint Mecha Mame Surface contact.3 Supporting Elements Type Component Plane Baza (Baza.1) Plane Baza (Baza.1)	? × ical
			More
		<b></b>	JK Apply Close

Figura 5.23 Modificarea constrângerilor prin intermediul meniului contextual

#### 5.4.1 Fixarea componentelor ansamblului

Un prin pas în realizarea unui ansamblu constă, de obicei, în fixarea unei componente de bază a acestuia prin reducerea tuturor gradelor de libertate cu comanda *Fix Component* , acesta fiind și singura comandă accesibilă de pe bara cu instrumente după inserarea primei componente în zona grafică. Componenta va putea fi deplasată în continuare prin intermediul comenzilor de manipulare sau cu ajutorul compasului, însă va reveni în poziția fixată de fiecare dată când ansamblul va fi actualizat cu comanda *Update*. Constrângerea poate fi identificată în zona grafică prin simbolul atașat componentei, simbol care redă o ancoră. Este posibilă modificarea poziției setate prin dublu clic pe

simbolul atașat componentei sau pe denumirea constrângerii afișată în arborele de specificații și definirea coordonatelor noii poziții în caseta *Constraint Definition* (Figura 5.24)

Constraint Definition		? ×
Constraint Type: Fix	Name : Fix.1 Supporting Elements	
Eess<<	Type Component Block Baza (Baza.1)	Status Connected
X 0mm RotX 0deg		
Z 0mm RotZ 0deg	3 	Reconnect
		OK Cancel

Figura 5.24 Definirea unei noi poziții fixe a componentei

O altă variantă de fixare oferită de program este fixarea poziției unei componente în raport cu alte componente ale ansamblului, adică o fixare relativă. Aceasta se obține cu comanda *Fix Together* 

si are ca efect schimbarea ulterioară a poziției sau orientării componentelor fixate ca un tot unitar. După lansarea în execuție, se va afișa caseta de dialog *Fix Together* ce permite selecția componentelor (Figura 5.25).

Fix Together	?	×
Name FixTogether.1		
Components		
Surub (Surub.1)		
Tija (Tija.1)		
Opritor (Opritor.1)		
Opritor (Opritor.2)		
🔦 ок		Cancel

Figura 5.25 Caseta de dialog Fix Together

#### 5.4.2 Constrângeri de coincidență

Prin aplicarea constrângerilor de coincidență între elementele geometrice a două componente se pot obține relații de coaxialitate, concentricitate, coplanaritate, coliniaritate (Figura 5.26). Crearea

unei astfel de constrângeri necesită lansarea în execuție a comenzii *Coincident Constraint* si și selecția succesivă a elementelor geometrice necesare (axe, suprafețe, muchii sau puncte) aparținând celor două componente. Dacă nici una dintre componente nu este fixă în spațiu, la accesarea comenzii *Update All* 

prima componentă selectată va fi deplasată în zona grafică astfel încât să fie respectată constrângerea impusă. Simbolul grafic asociat componentelor constrânse este format din două cercuri concentrice.



Figura 5.26 Constrângeri de coincidență

#### 5.4.3 Constrângeri de distanță liniară

Comanda *Offset Constraint* permite specificarea unei distanțe liniare între elementele geometrice a două componente precum și controlul orientării acestora (Figura 5.27). Etapele impunerii constrângerii sunt aceleași: lansarea în execuție a comenzii, selecția succesivă a elementelor geometrice (puncte, curbe, suprafețe plane), stabilirea orientării prin clic pe vectorii afișați în zona grafică sau selecția uneia din variantele disponibile în caseta de dialog a comenzii (*Same, Opposite, Undefined*), specificarea distanței liniare și apăsarea butonului OK. La final, se realizează actualizarea poziției componentelor cu comanda *Update All*. În zona grafică, constrângerea va fi afișată prin valoarea numerică a distanței liniare impuse.



Figura 5.27 Tipuri de orientări obținute cu Offset Constraint

#### 5.4.4 Constrângeri de contact

Comanda *Contact Constraint* aduce în contact două elemente geometrice ce aparțin componentelor selectate (suprafețe plane, suprafețe curbe, muchii) permițând selecțiile redate în tabelul 1. Constrângerea de contact este rezolvată folosind definiția matematică a elementelor geometrice selectate și nu a elementelor geometrice în sine. Ca urmare, o astfel de constrângere poate poziționa elementele geometrice selectate în afara zonei lor de contact, în spațiul 3D.

După impunerea constrângerii, componentele vor avea atașat un simbol grafic format din două pătratele (Figura 5.28).

	Plan	Cilindru	Sferă	Con	Cerc
Plan			0	-	-
Cilindru	<b>a</b>	<b>a</b> )	-	-	-
Sferă	0	-		<b>a</b>	
Con	-	-			
Cerc	-	-			-

Tabel 1 Tipuri de selecții posibile în impunerea constrângerilor de tip contact



Figura 5.28 Aducerea în contact a două suprafețe cu comanda Contact Constraint

#### 5.4.5 Constrângeri unghiulare

Comanda *Angle Constraint* este utilizată pentru a impune un anumit unghi între două axe sau suprafețe plane (Figura 5.29). În caseta de dialog se poate opta între:

- Perpendicularitate;
- *Paralelism*, caz în care va trebui să se specifice și orientarea vectorilor normali la cele două suprafețe (*Same, Opposite, Undefined*) ca și în cazul constrângerilor de distanță liniară *Offset Constraint*;
- *Unghi diedru* (Figura 5.29) sau *unghi plan* dacă elementele geometrice selectate sunt axe sau muchii.

<b>4</b>			e >
	Constraint Properties O Perpendicularity 🖉 🔒	? ×	60
	Parallelism Name Angle.11     Angle     Supporting Elements     Planar angle     Type Component	Status	
	Plane Placuta 1 (Placuta 1.1) Plane Placuta 1 (Placuta 1.2)	Connected Connected	45°
	Sector 🗭 Sector 3 🗸 🗸 Angle 45deg		0 0 0
A A		OK Cancel	X

Figura 5.29 Impunerea unei distanțe unghiulare între două suprafețe plane

Constrângerea va fi identificată în zona grafică prin valoarea numerică a unghiului impus.

Toate aceste constrângeri por fi definite și prin intermediul comenzii *Quick Constraint* a ce va impune prima constrângere posibilă între elementele geometrice selectate.
În cazul pieselor similare, pentru care se impun aceleași constrângeri, se poate utiliza comanda

*Reuse Pattern* dacă în modelarea uneia dintre componente s-a definit o multiplicare după un anumit tipar (rectangular, circular sau definit de utilizator).Un exemplu în acest sens ar fi inserarea șuruburilor în găurile de fixare (Figura 5.30). După lansarea în execuție a comenzii, se selectează tiparul din arborele de specificații (*Rectangular Pattern*), se optează pentru păstrarea constrângerilor definite pentru primul șurub (generated Constraints) și se selectează șurubul inserat deja (*Şurub hex*). Acesta va fi multiplicat automat împreună cu constrângerile definite (Figura 5.31).



Figura 5.31 Inserarea automată a șuruburilor cu comanda Reuse Pattern

Această variantă de inserare automată a pieselor similare permite și o înlocuire facilă a componentei multiplicate cu păstrarea constrângerilor definite inițial (Figura 5.32) prin intermediul meniului contextual și alegerea opțiunii *Replace Component*.



Figura 5.32 Înlocuirea șurubului cu cap hexagonal cu un șurub cu cap cilindric

## 5.5 Analiza ansamblului

Programul permite diverse tipuri de analize ale ansamblului definit, prin intermediul comenzilor din meniul *Analyze*: gradele de libertate ale componentelor, constrângerile dintre acestea și status-ul lor, relațiile de dependență între piese și între constrângeri precum și eventualele interferențe între volumele componentelor (Figura 5.33). În funcție de selecția realizată în arborele de specificații, aceste analize pot fi globale, pentru întreg ansamblul, sau individuale, pentru o anumită componentă. O altă modalitate de a realiza aceste analize este prin intermediul meniului contextual, prin selecția componentei//subansamblului/ansamblului din arborele de specificații.



Figura 5.33 Analiza globală a constrângerilor și a gradelor de libertate

Pentru identificarea interferențelor între volumele componentelor sau a contactelor/jocurilor existente se utilizează comanda *Clash* din meniul *Analyze*. În caseta de dialog, utilizatorul va defini ce tip de analiză intenționează să realizeze (interferență/contact/ joc), valoarea numerică sau un interval de

valori precum și componentele între care se dorește obținerea informațiilor. Programul va afișa, atât în zona grafică, cât și într-o fereastră de vizualizare rezultatele analizei, evidențiind zonele prin colorare și afișarea valorilor numerice rezultate în urma analizei (Figura 5.34).



Figura 5.34 Analiza zonelor de interferență/contact/joc între componente

Tot în meniul *Analyze* se definește și tabelul de componență ce va fi utilizat în modulul *Drafting* la realizarea desenului de ansamblu. După lansarea în execuție a comenzii *Bill of Material*, utilizatorul își definește propriul format accesând opțiunea *Define Format* din caseta de dialog a comenzii și selectând informațiile ce vor fi afișate în tabel. Adăugarea/eliminarea coloanelor se realizează prin selecția proprietății respective și trecerea în câmpurile *Displayed properties/ Hidden properties* cu ajutorul săgeților dintre câmpuri (Figura 5.35).

După stabilirea tuturor proprietăților ce vor fi afișate în tabelul de componență, se poate stabili și ordinea afișării lor utilizând ultima pictogramă de sub săgeți (4).



Figura 5.35 Definirea tabelului de componență cu comanda Bill of Material

O altă operație necesară pregătirii ansamblului pentru realizarea desenului de ansamblu în modulul *Drafting* este numerotarea componentelor. Comanda *Generate Numbering* este accesibilă doar de pe bara cu instrumente *Product Structure tools* și permite identificarea componentelor prin atribuirea unui număr sau a unei litere (Figura 5.36). Această operație nu generează un rezultat vizibil în modulul *Assembly Design*.



Figura 5.36 Numerotarea componentelor cu comanda Generate Numbering

## 5.6 Crearea configurațiilor de prezentare

Pentru prezentarea ansamblului, programul oferă posibilitatea de a crea diverse configurații cu ajutorul comenzilor de pe bara cu instrumente *Scenes*. Se recomandă ca prima configurație creată să fie cea rezultată în urma asamblării componentelor, aceasta fiind și configurația utilizată în generarea desenului de ansamblu în modulul *Drafting*. În acest scop, se lansează în execuție comanda *Enhanced Scene*, se atribuie o denumire sugestivă pentru a facilita identificarea ulterioară în arborele de specificații a fiecărei configurații create, se alege opțiunea *Full* pentru a păstra neschimbată poziția componentelor și se părăsește mediul cu comanda *Exit Scene*. În arborele de specificații, se creează o categorie nouă denumită *Applicațions* unde va fi regăsită și categoria *Scenes* ce va cuprinde toate configurațiile definite de utilizator (Figura 5.37).



Figura 5.37 Definirea configurației inițiale cu comanda *Enhanced Scene* 

La definirea scenelor, programul schimbă automat fundalul zonei grafice pentru a evidenția un alt mediu de lucru și oferă câteva comenzi suplimentare ce facilitează obținerea configurațiilor sau aplicarea acestora pe ansamblul inițial: *Explode* , *Apply Scene on Assembly* ., *Apply Assembly on Scene* , *Save Viewpoint* ...

O variantă ce oferă un control mai bun al manipulării poziției componentelor ansamblului în crearea unei anumite configurații de prezentare este utilizarea compasului exact ca și în cazul asamblării, realizând selecția mai multor componente cu tasta *Ctrl*.



Figura 5.38 Crearea unei configurații prin manipularea poziției componentelor cu compasul

Prin alegerea opțiunii *Partial* în caseta de dialog *Enhanced Scene*, se vor înregistra doar modificările de poziție, afișare, proprietăți grafice sau status (activ/inactiv) definite în scena respectivă (Figura 5.39).

Manage Attribut	es Overloads for Sub Ar	ns explodat					? ×
Product select	on						Attributes management
Products	Po	osition	Hide-Show	Graphic	Activation	^	Attributes to overload or to remove for current selection:
Menghina	х						Position
Surub (Surub.1	) X						Hide-Show
Tija (Tija.1)	Х						Graphic
Opritor (Oprito	r.1) X						Node Activation
Opritor (Oprito	r.2) X						
Baza (Baza.1)							
Ans_strangere	(Ans_strangere.1) X						
Bac mobil (Bac	mobil.1)						
Surub_cap_bombat (Surub_cap							
Placuta fixare (	Placuta fixare.1)					~	Customize
							OK Cancel

Figura 5.39 Managementul atributelor componentelor într-o configurație parțială

Aceste atribute vor fi aplicate pe configurația actuală a ansamblului în zona grafică și care poate să difere de configurația inițială rezultată în urma asamblării (Figura 5.40).



Figura 5.40 Efectul opțiunii Partial în crearea configurațiilor de prezentare

Afișarea în mediul *Assembly* a diverselor configurații create sau vizualizarea acestora în mediul *Scene* se realizează cu comanda *Scene Browser* (Figura 5.41) și alegerea opțiunii dorite din caseta *Scene Browser Customization* ce va fi afișată după apăsarea butonului *Customize*.



Figura 5.41 Managementul configurațiilor create

#### 5.7 Aplicații în realizarea ansamblelor

#### 5.7.1 Asamblarea micromotorului

Pentru asamblarea micromotorului redat în Figura 5.42, se accesează modului *Assembly Design* din meniul *Start/Mechanical Design* sau *File/New/* și alegerea opțiunii *Product* din caseta de dialog afișată. Se redenumește fișierul fie prin intermediul casetei *New Part* ce va fi afișată automat la deschiderea fișierului sau prin intermediul meniului contextual, opțiunea *Properties* (Figura 5.43).

Se va insera blocul motor în fișier cu comanda *Existing Component*  $\stackrel{\frown}{\Longrightarrow}$  din meniul *Insert* sau din bara cu instrumente *Product Structure Tools* și i se vor reduce toate gradele de libertate cu comanda *Fix*  $\stackrel{\frown}{\Longrightarrow}$  din bara cu instrumente *Constraints*.

	Figura 5.42 Micromotor	termic automodele	
Prod	Center graph	Properties	? ×
LApplic	<u>R</u> eframe On	Current selection : Product1	
	Bide/Show	Product Graphic Mechanical Drafting	
	Properties Alt+Enter		
	Upen Sub-Iree		
	Copy Ctrl+C		
Part Number X	Paste Ctrl+V		
	Paste <u>S</u> pecial	Product	
New Part Number Micromotor	Delete Del	Revision	
OK Cancel	Product1 object	Definition	
		Nomenclature Source	
	Copy Instance	Description	
	Representations		
	Colortion Made		
	Selection mode		
		Define other properties	
		<	>
			More
		🔷 ОК	Apply Close

Figura 5.43 Redenumirea fișierului ansamblu

Următoarea componentă inserată în desen este arborele cotit. Se va deplasa cu ajutorul compasului în exteriorul blocului motor (translație pe axa x în Figura 5.44) și i se va impune deocamdată, doar constrângerea de coincidență de axe (coaxialitate) cu blocul motor.



Figura 5.44 Inserarea arborelui si impunerea constrângerii de coaxialitate cu comanda Coincidence Cnstraint

Pentru inserarea bielei se folosește comanda *Existing Component with Positioning* 2. Biela va fi afișată în fereastra *Smart Move*. Se bifează opțiunile *Automatic constraint creation* și *Create verified cnstraint first*. Se selectează axa alezajului din capul bielei (1) și axa fusului maneton (2) și se apasă butonul **OK** (Figura 5.45). Biela va fi poziționată automat conform constrângerii impuse. Dacă biela este poziționată cu piciorul bielei în jos, se va folosi comanda *Manipulation* pentru a roti biela în jurul axei fusului maneton (Figura 5.46)



Figura 5.45 Impunerea constrângerii de coaxialitate între bielă și fusul maneton



Figura 5.46 Rotirea bielei în jurul axei fusului maneton cu comanda Manipulation

Pentru blocarea deplasării axiale a bielei pe fusul maneton se impune, cu comanda *Offset Constraint*, o constrângere de distanță liniară între cele două suprafețe plane numerotate cu 1 și 2 în Figura 5.47. În câmpul *Offset* din caseta de dialog a comenzii, se introduce o distanță de 0.3mm. Se actualizează poziția componentelor cu comanda *Update All*.

Folosind în continuare comanda *Existing Component with Positioning*, se inserează bolțul impunând constrângerea de coaxialitate cu alezajul din piciorul bielei (Figura 5.48). Se selectează axa bolțului din fereastra *Smart Move*, apoi axa alezajului bielei. Bolțul va fi poziționat automat coaxial cu

alezajul. Se punctează cu mouse-ul în zona grafică (pasul 3) pentru definitivarea constrângerii impuse. Pentru a bloca deplasarea axială a bolțului în alezaj, se impune o constrângere de coincidență între planul median transversal al bolțului și planul median longitudinal al bielei (pașii 4-6 din Figura 5.48). Dacă piesele nu au fost modelate centrat pe sistemul de coordonate, se poate utiliza constrângerea de distanță liniară între două suprafețe plane ale celor două componente, introducând valori numerice corespunzătoare grosimii acestora.



Figura 5.47 Impunerea constrângerii de distanța liniară



Figura 5.48 Constrângerea bolțului

Tot cu comanda *Existing Component with Positioning*, se inserează pistonul impunând constrângerea de coaxialitate între axa locașului bolțului din piston și axa bolțului ( pașii 1-2 din Figura 5.50). Se selectează axa locașului bolțului din fereastra *Smart Move*, apoi axa bolțului. Pistonul va fi poziționat automat coaxial cu bolțul. Se punctează cu mouse-ul în zona grafică (pasul 3) pentru definitivarea constrângerii impuse. Pentru a bloca deplasarea axială a pistonului, se impune o constrângere de coincidență între planul median longitudinal al pistonului și planul median transversal al bolțului (pașii 4-6 din Figura 5.50). Dacă piesele nu au fost modelate centrat pe sistemul de coordonate, se poate utiliza constrângerea de distanță liniară între două suprafețe plane ale celor două componente sau între planele sistemelor de referință, introducând valori numerice corespunzătoare astfel încât să se obțină centrarea celor două piese.

Similar se procedează în inserarea și constrângerea cilindrului (Figura 5.50), radiatorului cilindrului (Figura 5.51)



Figura 5.49 Constrângerea pistonului



Figura 5.50 Constrângerea radiatorului cilindrului



Figura 5.51 Constrângerea cilindrului

Cilindrul se deplasează pe axa Z cu ajutorul compasului pentru a facilita selecția suprafețelor necesare centrării acestuia și blocării rotației în jurul axei proprii. Blocarea rotației cilindrului în jurul axei sale se realizează impunând un contact *m* între extremitatea știftului de centrare din blocul motor și canalul de centrare din cilindru (Figura 5.52).



Figura 5.52 Centrarea cilindrului

Pentru a facilita montarea rulmenților și selecția suprafețelor interioare se folosește comanda Split de pe bara cu instrumente Assemby Features sau din meniul Insert/Assembly Features. După lansarea în execuție a comenzii, se selectează planul de secțiune (pasul 2), stabilind în același timp ce parte va fi păstrată. Săgeata indică volumul ce va rămâne pe ecran și se poate modifica prin clic direct cu mouse-ul pe ea. În caseta de dialog a comenzii se selectează din lista componentelor (câmpul Possibly affected parts) acele componente pe care dorim să le secționăm și se trec cu ajutorul săgeții (4) în câmpul Affected Parts. Comanda se finalizează prin apăsarea cu butonului **OK** din caseta Split Definition (Figura 5.53).

Assembly Features	Assembly Features De Name: Assembly Spl	finition it.1	? ×	
	Name Arbore Biela Bolt Piston	Path Micromotor\Arbore .1 Micromotor\Biela.1 Micromotor\Bolt.1 Micromotor\Piston.1	3	
	Affected parts	Image: A state       Image: A state       Path		Split Definition ? × Splitting Element: zx plane OK Cancel
	Cilindru Radiator cilindru Bloc motor	Micromotor\Cilindru.1 Micromotor\Radiator cilindru. Micromotor\Bloc motor .1	1	U
	Highlight affected	parts	Cancel	

Figura 5.53 Sectionarea componentelor cu comanda Split

Rulmenții se pot descărca dintr-un catalog online, cum ar fi de exemplu catalogul disponibil la adresa <u>www.mcmaster.com</u> (<u>https://www.mcmaster.com/bearings/ball-bearings/system-of-measurement~metric/ball-bearings-8/for-shaft-diameter~7mm/for-housing-id~19mm/</u>) unde fișierele puse la dispoziția utilizatorilor pot fi descărcate cu diferite extensii, printre care și STEP. Rulmenții se vor alege în sistemul metric și în funcție de diametrul arborelui și al diametrului locașului prelucrat în blocul motor. Se recomandă schimbarea denumirii fișierelor pentru o identificare mai ușoară a fiecărui rulment în arborele de specificații.

Pentru impunerea constrângerilor se procedează similar cu cazurile precedente (coaxialitate și suprafețe în contact - Figura 5.54-Figura 5.55). Dacă una dintre componente îngreunează selecția unei suprafețe aparținând componentei conjugate, se va folosi comanda *Hide/Show* pentru a ascunde temporar componenta acoperitoare.



Figura 5.54 Constrângerea rulmentului cu diametrul interior 7mm



Figura 5.55 Constrângerea rulmentului cu diametrul interior 12mm



Figura 5.56 Constrângere de coaxialitate între piston și cilindru

Poziționarea arborelui cotit, a bielei și a pistonului în blocul motor se realizează impunând o constrângere de coaxialitate între axa pistonului și axa cilindrului cu comanda *Coincident Constraint* (Figura 5.56). Pentru restul componentelor se procedează similar (Figura 5.57-Figura 5.58).



Figura 5.57 Constrângerea chiulasei



Figura 5.58 Constrângerea radiatorului central

#### Modelarea capacului în contextul ansamblului

Pentru a exemplifica modelarea unei componente în contextul ansamblului, se expune în continuare modelarea unui capac ce va etanșa carterul blocului motor. Se dezactivează secționarea componentelor din meniul contextual și se inserează o componentă nouă, fie din meniul contextual, fie urmând secvența *Insert/New Part* (Figura 5.59). Programul oferă utilizatorului posibilitatea de a stabili originea noii componente afișând un mesaj cu opțiunile disponibile. Se poate opta ca originea componentei să coincidă cu originea sistemului implicit al fișierului ansamblu apăsând butonul **NO** sau să fie stabilită într-un punct definit anterior acestei operații sau coincidentă cu originea unei alte componente, dacă se apasă butonul **Yes**. În cazul de față, s-a ales ca originea capacului să coincidă cu originea blocului motor. În arborele de specificații va apărea o nouă componentă denumită automat *Part1* ce poate fi redenumită *Capac* prin intermediul meniului contextual,/*Properties*.

Se trece în modulul *Part Design* prin dublu clic pe denumirea componentei din arbore și se poziționează o schiță pe extremitatea blocului motor (Figura 5.60).



Figura 5.59 Dezactivarea secțiunii și inserarea unei componente noi cu comanda New Part



Figura 5.60 Modelarea componentei Capac

Se proiectează pe planul schiței conturul suprafeței cu comanda *Project 3D Elements*. Se selectează, ținând tasta Ctrl apăsată, toate contururile interioare și se transformă în linii de construcție prin clic pe pictograma *Construction/Standard Elements* de pe bara cu instrumente *Sketch* Tools (Figura

5.61). După părăsirea mediului *Sketcher*, se generează volumul capacului cu comanda *Pad* (Figura 5.62).







Figura 5.62 Generarea volumului capacului cu comanda Pad

Se generează în continuare, găurile pentru fixarea capacului precum și alte volume, în funcție de preferințele utilizatorului în ceea ce privește forma finală a componentei. O variantă relativ simplă a capacului este redată în Figura 5.63.



Figura 5.63 Forma finală a capacului

Se revine în modulul *Assembly Design* prin dublu clic pe denumirea ansamblului. Pentru fixarea capacului se va importa, fie din catalogul propriu, fie dintr-un catalog online, un șurub M3 cu dimensiuni corespunzătoare și se vor impune constrângerile necesare (coaxialitate și contact între suprafețe). Șurubul se multiplică apoi, împreună cu constrângerile definite, cu comanda *Reuse Pattern* 

(Figura 5.64) dacă în modelarea componentei, găurile de fixare au fost multiplicate după un anumit tipar *Rectangular Pattern* sau *Circlar Pattern*).



Figura 5.64 Inserarea primului șurub și multiplicarea componentei cu comanda Reuse Pattern

Un aspect extrem de important este salvarea fișierului ansamblu. În cazul ansamblelor, se recomandă întotdeauna folosirea comenzii *Save Management* din meniul *File* ce permite vizualizarea tuturor fișierelor din sesiunea curentă de lucru (Figura 5.65). Se selectează din listă fișierul ansamblu, și se salvează în directorul dorit apăsând butonul *Save As* și indicând calea de salvare. Dacă directorul în care s-a salvat fișierul diferă de directorul în care au fost salvate componentele individuale ale ansamblului, atunci se recomandă duplicarea acestor fișiere în directorul nou, apăsând butonul *Propagate directory*. Această acțiune are ca rezultat păstrarea fișierelor inițiale nealterate. În noul director se vor regăsi atât fișierul ansamblu ce va avea extensia CATProduct, cât și copiile fișierelor componentelor cu extensia CATPart.



Figura 5.65 Salvarea fișierului ansamblu cu comanda Save Management

În partea de jos a casetei de dialog *Save Management*, utilizatorul are posibilitatea de a atribui automat un prefix sau un sufix fișierelor salvate prin completarea câmpului *Pattern Name*. Acest aspect este util când se lucrează cu mai multe variante ale aceluiași ansamblu (Figura 5.66).. Dacă salvarea

Save Management			? ×
State	Name	Location	Save
New	Micromotor.CATProduct	E:\Mary\Politehnica\Materiale didactice\Carti\Indrumator m	Save As
Modified	Bloc motor.CATPart	E:\Mary\Politehnica\Materiale didactice\Carti\Indrumator m	Propagate directory
Modified	Arbore.CATPart	E:\Mary\Politehnica\Materiale didactice\Carti\Indrumator m	Reset
Open	Biela.CATPart	E:\Mary\Politehnica\Materiale didactice\Carti\Indrumator m	
Open	Bolt.CATPart	E:\Mary\Politehnica\Materiale didactice\Carti\Indrumator m	
Modified	Piston.CATPart	E:\Mary\Politehnica\Materiale didactice\Carti\Indrumator m	
Modified	Radiator cilindru.CATPart	E:\Mary\Politehnica\Materiale didactice\Carti\Indrumator m	
Modified	Cilindru.CATPart	E:\Mary\Politehnica\Materiale didactice\Carti\Indrumator m	
Modified	5972K225_BALL BEARING.CATPart	E:\Mary\Politehnica\Materiale didactice\Carti\Indrumator m	
Modified	5972K242_BALL BEARINGM.CATPart	E:\Mary\Politehnica\Materiale didactice\Carti\Indrumator m	
Modified	Chiulasa.CATPart	E:\Mary\Politehnica\Materiale didactice\Carti\Indrumator m	
Modified	Radiator.CATPart	E:\Mary\Politehnica\Materiale didactice\Carti\Indrumator m	
Modified	Capac.CATPart	E:\Mary\Politehnica\Materiale didactice\Carti\Indrumator m	
New	Surub M3.CATPart	E:\Mary\Politehnica\Materiale didactice\Carti\Indrumator m	,
<		>	
Pattern Name: Var1*	Apply Pattern 3		
0 Unsaved File(s) Left		Enable independent saves	
			OK Cancel

fișierului ansamblu s-a făcut în același director în care au fost salvate inițial fișierele componentelor, aceste operațiuni nu sunt necesare

Figura 5.66 Caseta de dialog a comenzii Save Management

Simbolurile grafice ale constrângerilor impuse între componente precum și planele de referință ale acestora se pot muta în spațiul ascuns, pentru a crește claritatea reprezentării ansamblului. Pentru aceasta, se realizează o selecție globală a tuturor planelor de referință cu ajutorul comenzii *Search* din meniul *Edit* (Figura 5.67). În caseta de dialog a comenzii, se pot seta diferite filtre de căutare. O variantă relativ facilă de selecție a unui anumit tip de element îl reprezintă folosirea opțiunii *From element* din lista afișată în câmpul *Type*, fila *General*. După selecția unui anumit tip de element din zona grafică, în cazul de față a unui plan de referință, se apasă pictograma *Search and Select* (Figura 5.68-pasul 5), acțiune ce are ca rezultat identificarea și selecția tuturor planelor de referință din zona grafică. Ascunderea elementelor selectate se face cu comanda *Hide/Show*, accesibilă de pe bara cu instrumente *View*.



Figura 5.67 Accesarea comenzii Search



Figura 5.68 Ascunderea elementelor selectate cu comanda Hide/Show

## 5.7.2 Aplicații propuse spre rezolvare

### Tema 1

Să se modeleze componentele ansamblului reprezentat în Figura 5.69 și să se realizeze asamblarea acestora în modulul *Assembly Design*.



Figura 5.70 Plăcuță fixare bază



Figura 5.71 Bac fix





Figura 5.72 Bac mobil













Figura 5.73 Dimensiuni componente menghină

### Tema 2

Să se modeleze componentele ansamblului reprezentat în Figura 5.74 și să se realizeze asamblarea acestora în modulul *Assembly Design*.



Figura 5.74 Ansamblu lagăr







Figura 5.75 Dimensiunile componentelor ansamblului lagăr

# **BIBLIOGRAFIE**

- 1. www.mcmaster.com
- 2. www.3ds.com
- 3. www.cadcim.com
- 4. www.grabcad.com
- 5. www.traceparts.com
- 6. www.3dcontentcentral.com



ISBN 978-606-35-0409-9