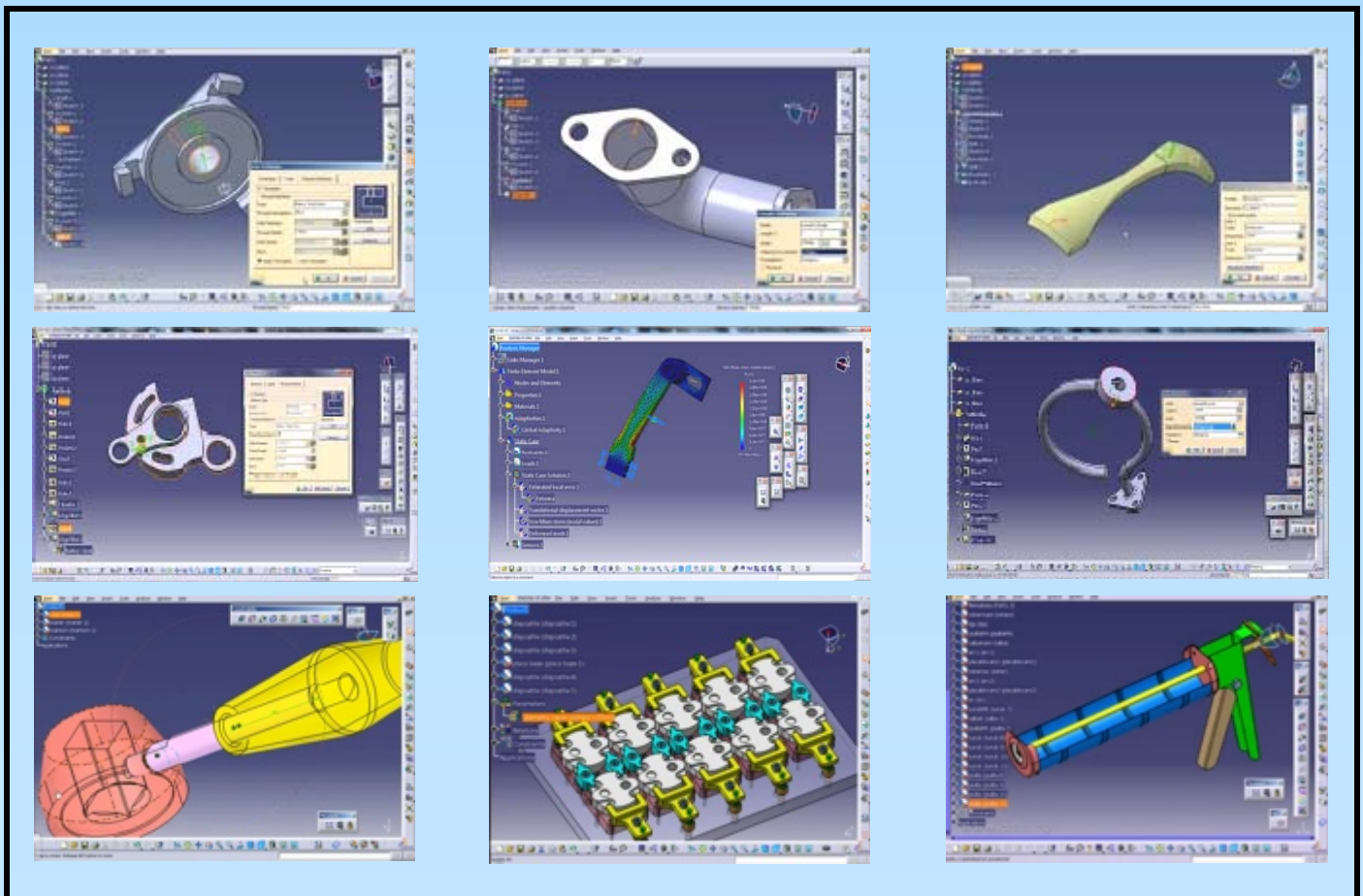


CATIA v5

= culegere de aplicații pentru activități de laborator =

Material gratuit pentru uzul studenților din universitățile tehnice cu profil mecanic



Autor:

Lector univ. dr. ing. Ionuț Gabriel GHIONEA

Universitatea Politehnica din București, Facultatea Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice
Departamentul Tehnologia Construcțiilor de Mașini <http://www.tcm.pub.ro>

v. 1.5, aprilie 2015



Contact: www.catia.ro www.ghionea.ro ionut76@hotmail.com

Ionuț Gabriel GHIONEA, născut pe 2 ianuarie 1976, a absolvit în anul 1999 Facultatea de Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Universitatea POLITEHNICA din București, specializarea Ingineria și Managementul Sistemelor de Producție. În anul universitar 1999 - 2000 a urmat și a absolvit cursurile de Studii Aprofundate în Specializarea Concepție și Fabricație Integrate cu Calculatorul. În anul 2003 a urmat un stagiu de pregătire a tezei de doctorat la Universitatea Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Metiers din Aix-en-Provence, Franța și este doctor inginer din anul 2010. Desfășoară activitate didactică din anul 2000, fiind în prezent șef de lucrări, membru al Departamentului de Tehnologia Construcțiilor de Mașini <http://www.tcm.pub.ro/>, Facultatea Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice <http://www.imst.pub.ro>, Universitatea POLITEHNICA din București <http://www.pub.ro>. Domeniile sale de competență includ: Inginerie Mecanică, Proiectare Asistată, Managementul Sistemelor Tehnologice, Tehnologii de Control Dimensional. Deține diplomele: Autodesk Certificate of Completion for AutoCAD 2000 și 2009 Update, CATIA Certified Professional CATIA V5R14 Part Design Specialist, Autodesk Digital Prototyping Essentials, Autodesk Implementation Expert Program Manufacturing, Specialist în domeniul proiectării asistate de calculator cod standard ocupațional COR 213907 ANC, AutoCAD 2012 Certified Associate, AutoCAD 2012 Certified Professional și este coautor al standardului ocupațional Operator în domeniul proiectării asistate de calculator cod COR 312204 ANC <http://www.anc.edu.ro>. A publicat, ca autor sau coautor, peste 70 de articole de specialitate și 9 cărți având ca tematică proiectarea asistată cu aplicații în inginerie mecanică, precum și numeroase alte lucrări în reviste/volume ale unor conferințe în domeniul ingineriei mecanice, din țară și străinătate. A participat în echipă la 13 contracte de cercetare științifică și de pregătire profesională.

Materialele din acest document s-au preluat de către autor din cărțile sale: <http://www.catia.ro/index.php/carti/>
Din acest motiv, numerotarea figurilor nu este într-o anumită ordine, ci în cea existentă în cărțile publicate.



Din luna martie 2015, cărțile sunt disponibile în format electronic și în magazinul [Google Play](https://play.google.com/store/books).

Toate drepturile rezervate asupra acestui material în format electronic. A se folosi doar pentru uzul studenților. Reproducerea integrală sau parțială a textului sau a figurilor este posibilă numai cu acordul prealabil scris al autorului și se pedepsește conform legilor în vigoare. Autorul nu își asumă nicio răspundere juridică, directă sau indirectă pentru eventualele pierderi pricinuite celor care folosesc informațiile din această material, datorită interpretării eronate, a aplicării superficiale, sau chiar a unor greșeli de editare ori concepție. Prin folosirea acestui material, autorul transmite numai dreptul de utilizare și informare, cu titlu gratuit, cititorul nedevenind în niciun fel proprietar al prezentului document în format electronic. Prin statutul său gratuit, materialul nu poate face obiectul vreunei tranzacții.

Cursuri de pregătire profesională:

[Specialist in domeniul proiectarii asistate pe calculator Catia V5](#)
[CATIA V5 Fundamentals](#)

Dintre clientii importanti, beneficiari ai cursurilor de proiectare asistata, se pot enumera: Alstom General Turbo Bucuresti, Continental Automotive Timisoara, UTI Security Bucuresti, Grupul Industrial Componente Pitesti, Polytechnik Sieta Cluj, Acvatot Bucuresti, Horeca Expert Constanta, Groupe Allio Franta (divizia romana), Holcim Bicaș, Santierul Naval Braila (STX Europe), Societatea Romana de Radiodifuziune Bucuresti, CEZ Craiova, Institutul de Studii si Proiectari Energetice (ISPE) Bucuresti, Canvas Construct Constanta, Rotec Buzau, Elba Timisoara, Icepronav Galati, Hidroelectrica Ramnicu Valcea, Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica si Inginerie Nucleara Magurele etc. Referinte se pot trimite la cerere.

Despre acest material cu aplicații

Materialul de față își propune familiarizarea studenților din universitățile tehnice de profil mecanic cu mediul de lucru al programului *CATIA v5*. Sunt prezentate aplicații explicite pas cu pas de modelare a pieselor, de obținere a desenelor de execuție, a ansamblurilor, a suprafețelor etc.



La final sunt oferite și câteva exemple de piese pentru lucru individual pentru evaluarea cunoștințelor acumulate, dar și unele tutoriale video.

Autorul își dorește prin acest material gratuit ca studenții să îl parcurgă integral, ca primă etapă în dezvoltarea cunoștințelor în domeniul proiectării asistate de calculator folosind *CATIA v5*. Paginile care urmează nu pot înlocui documentația oficială *Dassault Systemes* a programului și nici cărțile publicate de autor sau de colegi ai acestuia din universitățile tehnice românești.

Materialul este realizat cu sprijinul **CENIT** România (www.cenit.ro) și a centrului de pregătire profesională **Pro Management** București (www.promanagement.ro).

Ionuț Gabriel GHIONEA, aprilie 2015

Aspecte generale privind proiectarea asistată în CATIA V5

CATIA (Computer Aided Three dimensional Interactive Applications), produs al companiei Dassault Systemes este, în prezent, unul dintre cele mai utilizate sisteme integrate CAD/CAM/CAE pe plan mondial, cu aplicații în domenii diverse, de la industria construcțiilor de mașini, la cea aeronautică și de automobile. Versiunea a 5-a este disponibilă încă din anul 1999, la fiecare nouă reactualizare (*release*) fiind introduse noi module și funcționalități suplimentare, în paralel cu îmbunătățirea celor existente.

Programul *CATIA V5* furnizează o varietate largă de soluții integrate pentru a satisface toate aspectele legate de design și fabricație. Dintre numeroasele funcționalități de bază se pot aminti: concepția avansată a pieselor mecanice, realizarea interactivă a ansamblurilor, obținerea automată a proiecțiilor piesei sau ansamblului curent, posibilitatea de a proiecta în mod parametrizat etc. De asemenea, *CATIA* permite conceperea pieselor și ansamblurilor direct în trei dimensiuni, fără a desena întâi planșele în reprezentare bidimensională.

Începând cu versiunea 5, *CATIA* începe să utilizeze din ce în ce mai des noțiunea de prototip virtual. Acest termen desemnează ansamblul datelor informatice care permit manipularea unui obiect virtual, creat pe calculator, în același mod cu un obiect real. Se poate, astfel, testa rezistența sa la diverse solicitări, verifica dacă un ansamblu este sau nu demontabil, asigura că mobilitatea componentelor, unele față de altele, nu generează coliziuni etc. În cazul prototipului virtual obținut în *CATIA*, orice modificări pe care proiectantul le aplică asupra acestuia sunt ușor de realizat, atât datorită flexibilității instrumentelor de lucru puse la dispoziție, cât și modului de proiectare complet parametrizată.

CATIA are o structură modulară, ceea ce asigură o mare versatilitate, trecerea de la un modul la altul se face rapid, cu posibilitate de editare continuă a entității aflate în lucru, fără pierdere de informație și fără a fi necesară transformarea explicită, de către utilizator, a formatului de fișier, specific fiecărui modul.

Deși numărul modulelor implementate în *CATIA* este foarte mare, câteva dintre acestea pot fi considerate ca fiind de bază, permițând realizarea aproape a oricărui tip de piesă sau ansamblu din domeniul construcțiilor de mașini:

a. *CATIA Sketcher* – creează schița unui profil în două dimensiuni, fiind un punct de plecare obligatoriu în procesul de obținere a unui obiect tridimensional;

b. *CATIA Part Design* – se utilizează la concepția pieselor mecanice în trei dimensiuni. Se recomandă utilizarea acestui modul împreună cu *CATIA Sketcher*;

c. *CATIA Assembly Design* – permite generarea unui ansamblu de piese utilizând diverse constrângeri mecanice pentru poziționarea acestora și stabilirea contactelor de suprafețe;

d. *CATIA Drafting* – posedă instrumentele necesare pentru a obține desenele de execuție ale pieselor și ansamblurilor create.

e. *CATIA Knowledge Advisor* – sprijină utilizatorul în proiectarea parametrizată, utilizând instrumente specifice, precum: formule, parametri, reguli și reacții, activate numai în urma îndeplinirii unei condiții stabilite în prealabil.

Aplicația 1. Crearea unui profil pentru o piesă de tip placă

În această aplicație se trasează profilul din care, prin extrudare într-o operație ulterioară, se va obține o piesă de tip placă, de formă pătrată.

Pentru generarea corectă și rapidă a profilului se utilizează câmpurile de valori disponibile în bara de instrumente *Sketch Tools*. Se trasează și se constrânge un pătrat (*Rectangle*), prezentat în figura 2.81, cu latura de 70 mm.

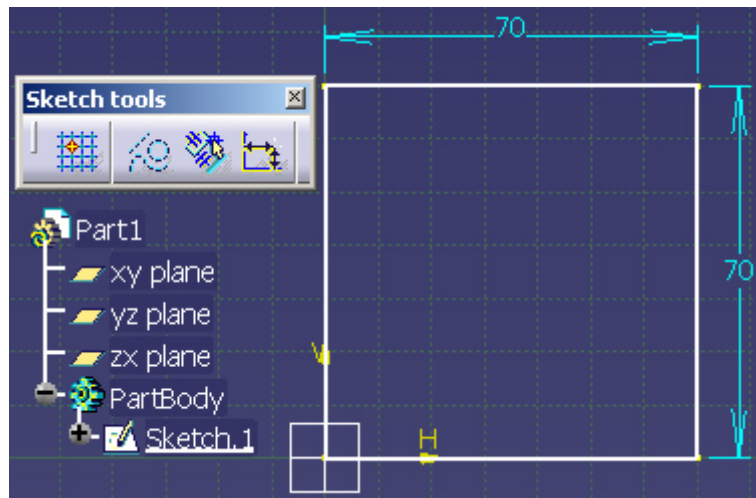


Fig. 2.81. Trasarea și constrângerea pătratului

Cu ajutorul instrumentului de schițare *Corner* se racordează laturile pătratului, folosind o metodă *Trim All Elements* care înlătură capetele liniilor între care se creează racordarea. Raza de racordare se consideră egală cu 12 mm, obținându-se profilul din figura 2.82.

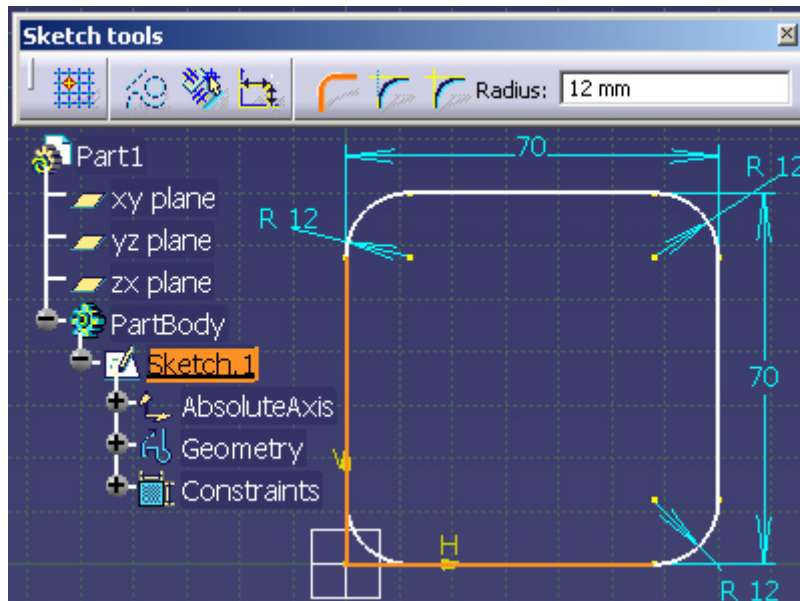


Fig. 2.82. Racordarea laturilor pătratului

Se observă că, odată cu racordarea laturilor, în schiță apar patru puncte, reprezentând centrele arcelor de cerc ale racordării. În aceste puncte se consideră (constrângere de coincidență) centrele a patru cercuri care, în urma unei extrudări ulterioare, definesc găurile de prindere ale piesei. Cercurile sunt identice și au diametrul de 12 mm.

În figura 2.83 este reprezentat profilul în momentul constrângerii complete. Se constrânge fiecare element în parte cu ajutorul instrumentului de constrângere *Constraint*.

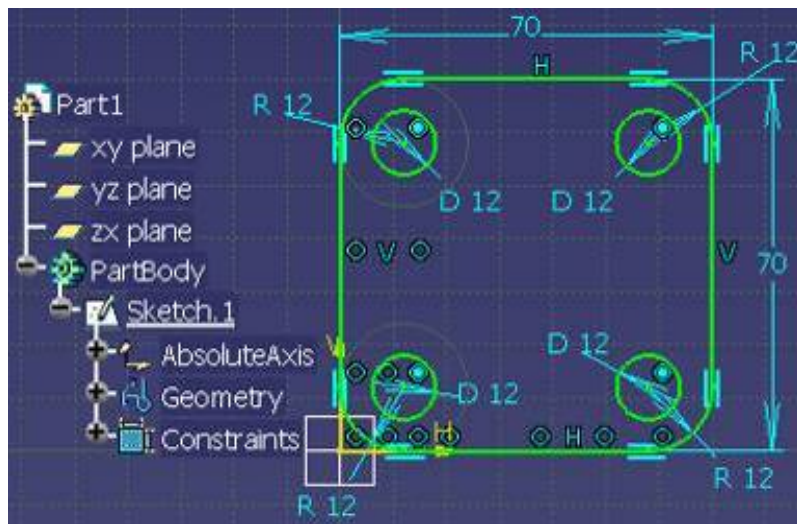


Fig. 2.83. Constrângerea completă a profilului

Astfel, se adaugă în schiță constrângeri de coincidență între centrele cercurilor și centrele arcelor de racordare, constrângeri de tangență între laturile profilului și arcele de racordare, constrângeri de orizontalitate și verticalitate a laturilor profilului etc. Constrângerile dimensionale și geometrice ale profilului sunt complete în momentul în care, pe ecran, acesta își schimbă culoarea din alb în verde deschis. În figura 2.84 este reprezentat corpul tridimensional al piesei, obținut prin extrudare cu ajutorul instrumentului de modelare *Pad* din modulul CATIA Part Design.

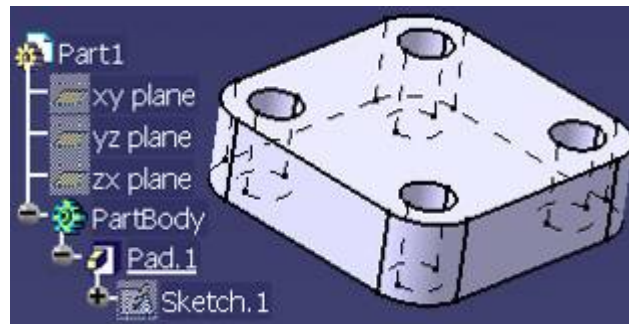


Fig. 2.84. Corpul tridimensional al piesei

Aplicația 2. Crearea unei flanșe cilindrice

În general, pentru reprezentarea flanșelor, în desenul de execuție se folosesc două proiecții: o secțiune longitudinală, în care apare grosimea flanșei, forma găurilor de prindere (netede, filetate, străpunse, înfundate), modul de îmbinare al flanșei cu piesa, și o vedere laterală (frontală), din care rezultă forma flanșei, numărul și dispunerea găurilor de prindere.

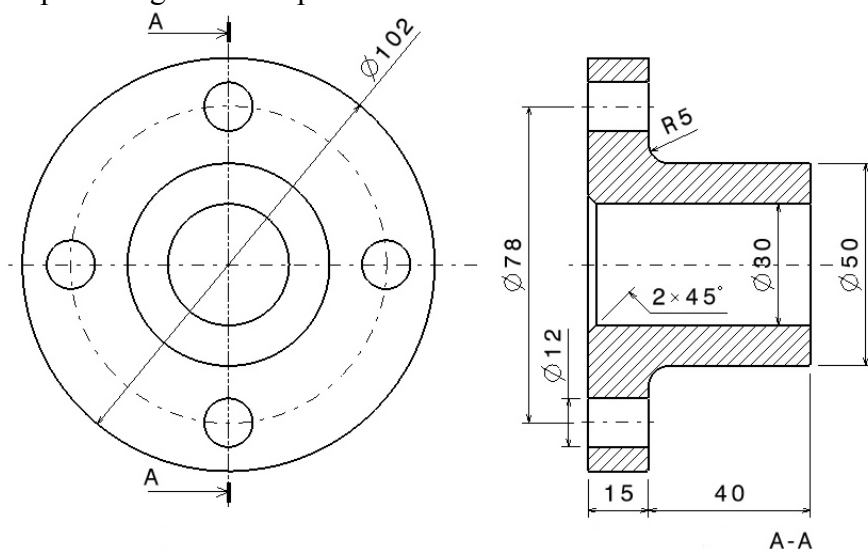


Fig. 3.131. Desenul de execuție al flanșei

La flanșele cilindrice, pătrate și triunghiulare, centrele găurilor de prindere sunt situate pe un cerc, denumit cerc purtător, cu originea în centrul geometric al flanșelor. Flanșele cilindrice pot avea un număr impar de găuri, dispuse unghiular echidistant, cu centrele pe un cerc purtător.

În această aplicație se prezintă etapele obținerii flanșei al cărei desen de execuție este în figura 3.131. Două din găurile de prindere sunt situate în planul de secționare. Dacă găurile de prindere nu sunt situate în planul respectiv, acestea se rabat în planul de secționare și se reprezintă cu linie punct subțire peste hașuri.

Reprezentarea flanșei cilindrice din exemplul analizat se realizează utilizând instrumentele de modelare *Pad*, *Circular Pattern*, *Hole*, *Pocket*, *Chamfer* și *Edge Fillet*.

Pentru reprezentarea flanșei, în modulul CATIA Sketcher, în planul XY se trasează un cerc, având centrul în originea sistemului de coordonate și, prin constrângere, diametrul de 102 mm (figura 3.132).

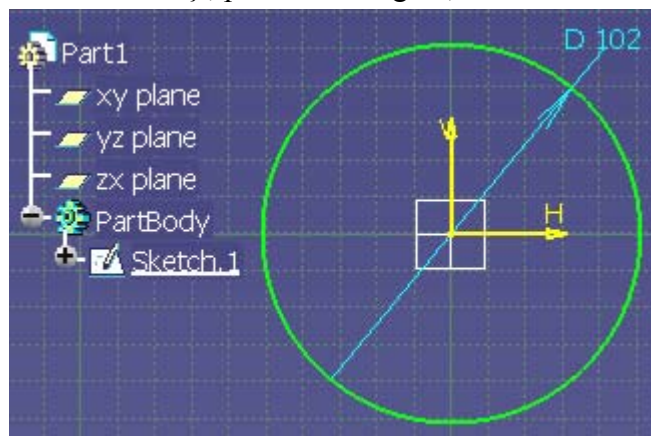


Fig. 3.132. Trasarea și constrângerea cercului

Utilizând instrumentul de modelare *Pad* din modulul CATIA Part Design se extrudează cercul, cu o valoare de 15 mm, obținându-se un cilindru (*Pad.1*). Se selectează suprafața plană superioară a acestuia, apoi, în modulul CATIA Sketcher se trasează un nou cerc (*Sketch.2*), concentric cu primul (*Sketch.1*), de diametru 50 mm. Cu ajutorul instrumentului de modelare *Pad* se extrudează și acest cerc cu o valoare de 40 mm, în același sens cu prima extrudare (figura 3.133). Rezultă, astfel, un al doilea cilindru (*Pad.2*), poziționat deasupra primului.

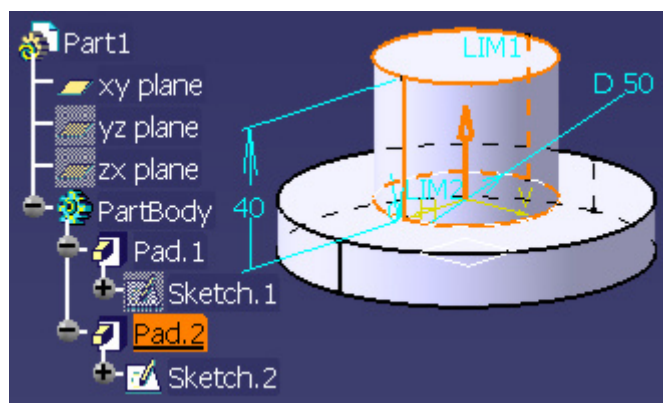


Fig. 3.133. Reprezentare a două corpuri componente ale piesei flanșă

În continuare, în corpul flanșei se execută o gaură centrală, coaxială cu cei doi cilindri (*Pad.1* și *Pad.2*). Astfel, se selectează suprafața plană superioară a corpului flanșei și se apasă pictograma "*Hole*". În fereastra de dialog "*Hole Definition*" se stabilește tipul găurii ca fiind "*Up To Next*", cu diametrul de 30 mm (figura 3.134).

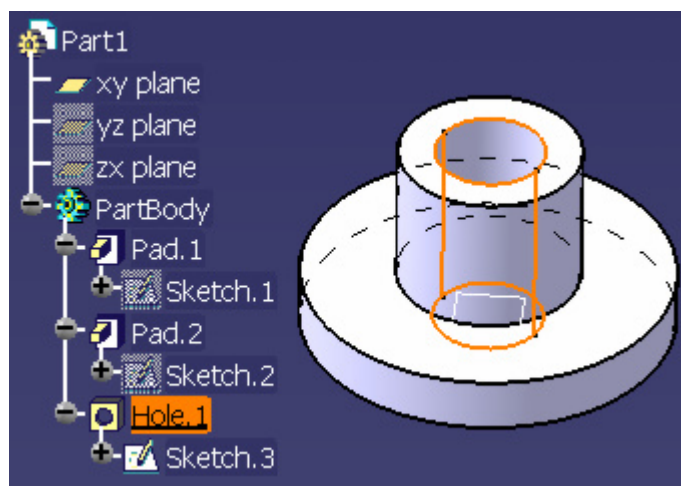


Fig. 3.134. Executarea găurii centrale străpunse în corpul flanșei

Pentru a executa găurile de prindere ale flanșei, se selectează suprafața plană superioară a primului cilindru (*Pad.1*), apoi în modulul CATIA Sketcher se trasează un cerc (*Sketch.4*), cu diametrul de 12 mm, cu centrul poziționat la 39 mm (raza cercului purtător) față de axa orizontală de simetrie a corpului flanșei (figura 3.135).

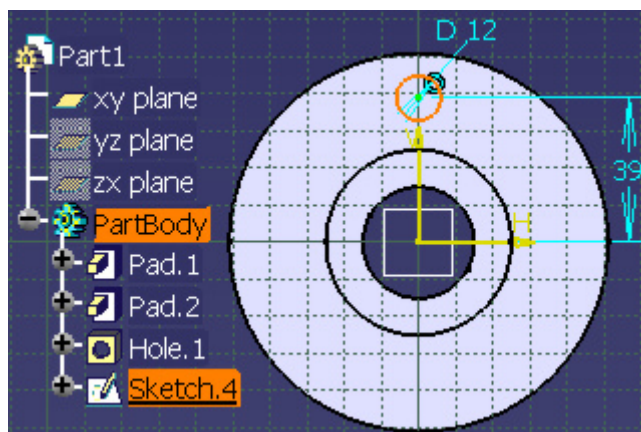


Fig. 3.135. Crearea și poziționarea primei găuri de prindere a flanșei

Utilizând instrumentul de modelare *Pocket* din modulul CATIA Part Design, se extrage din corpul flanșei, pe toată grosimea, o gaură având ca profil cercul desenat anterior (*Sketch.4*). Pentru a simplifica modul de creare a celorlalte trei găuri de prindere se selectează această primă gaură și se copiază circular (*Circular Pattern*), la 90° (*Angular Spacing*), în patru exemplare (*Instances*) pe aceeași suprafață plană superioară a cilindrului *Pad.1* (figura 3.136). Centrele acestora se situează pe cercul purtător cu diametrul de 78 mm.

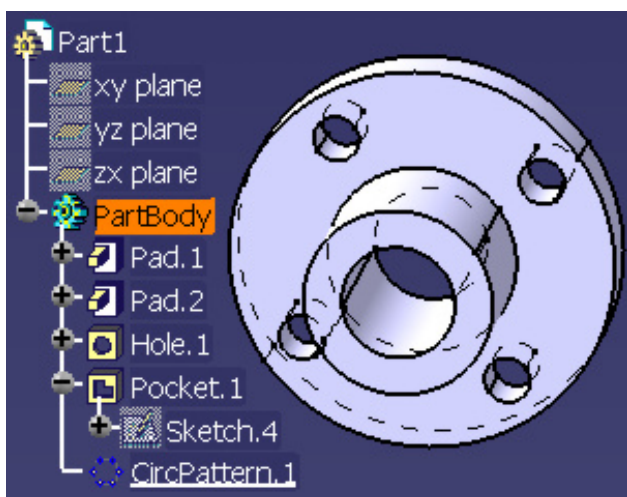


Fig. 3.136. Crearea și poziționarea găurilor de prindere ale flanșei



Fig. 3.137. Modelul final al flanșei

Asupra corpului flanșei se mai execută două operații: una de teșire ($2 \times 45^{\circ}$) a muchiei găurii centrale și una de racordare (R5) a celui de-al doilea cilindru (*Pad.2*) la primul cilindru (*Pad.1*).

Modelul final al corpului rezultat, în reprezentare tridimensională, este cel din figura 3.137. Pentru verificare, cu ajutorul modulului CATIA Drafting se realizează o secțiune A-A longitudinală, obținându-se desenul de execuție, din figura 3.131.

Cotele care se înscriu pe desenul de execuție al unei flanșe sunt: diametrul cercului purtător al centrelor, diametrul găurilor de prindere, diametrul exterior al flanșei, diametrul găurii centrale, grosimea flanșei, raza de rotunjire a colțurilor flanșei etc.

Pentru proiectarea corectă a flanșelor sunt importante următoarele recomandări: raza de rotunjire a colțurilor flanșelor (pătrate, triunghiulare, romboidale, dreptunghiulare etc.) să fie egală cu diametrul găurii de prindere, centrul de racordare fiind comun cu centrul găurii de prindere. La flanșele de orice formă, pentru asigurarea condițiilor de rezistență, grosimea materialului cuprins între gaură și marginea flanșei trebuie să fie cel puțin egală cu raza găurilor de prindere.

Aplicația 3. Crearea unei biele

În lanțurile cinematice principale mecanice, cu mișcare rectilinie alternativă, se folosesc ca mecanisme cu autoînversare, mecanismul cu bielă-manivelă și mecanismul cu culisă oscilantă. Astfel, acestea transformă mișcarea circulară continuă în mișcare rectilinie alternativă.

Mecanismul cu bielă-manivelă este format din: batiu, manivelă, bielă și culisă, având în structură trei cuple de rotație și o cuplă de translație. Biela este elementul în mișcare de rototranslație.

În această aplicație se prezintă metodologia de modelare a unei biele (figura 3.146).

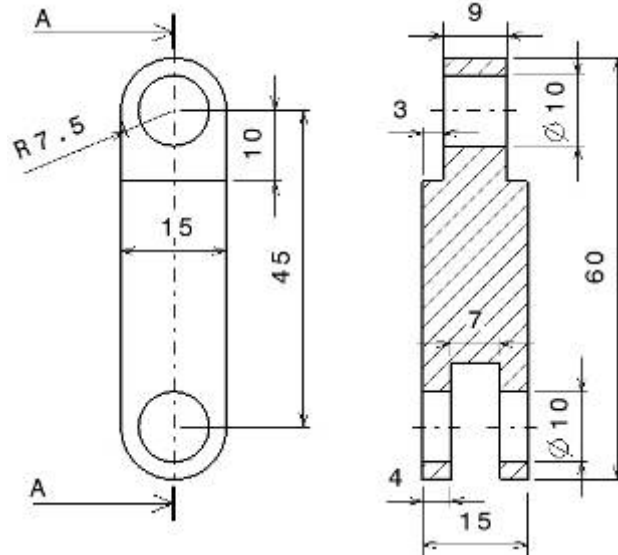


Fig. 3.146. Desenul de execuție al bielei

Utilizând modulul CATIA Sketcher, în planul XY se trasează, cu ajutorul instrumentului de schițare *Elongated Hole*, profilul *Sketch.1* din figura 3.147. Acesta are centrul geometric în originea sistemului de coordonate și, prin constrângere, următoarele valori: distanța între centrele semicercurilor de la capete, de 45 mm, distanțele între aceste centre și centrul geometric al profilului, de 22,5 mm și lățimea profilului, de 15 mm.

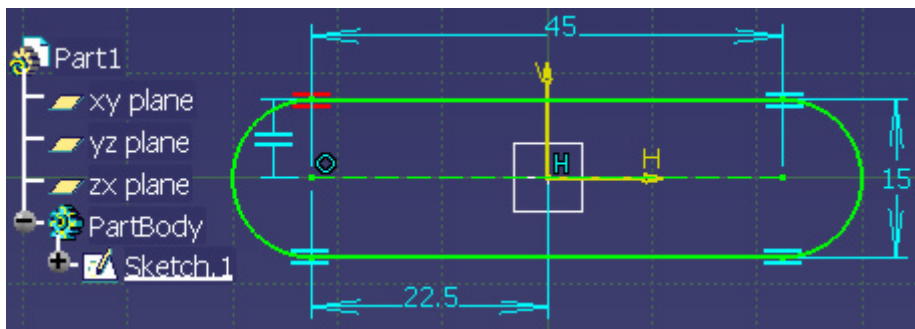


Fig. 3.147. Trasarea și constrângerea profilului

Se extrudează acest profil cu o valoare de 15 mm, utilizând instrumentul de modelare *Pad* din modulul CATIA Part Design și se obține corpul (*Pad.1*), reprezentat în figura 3.148.

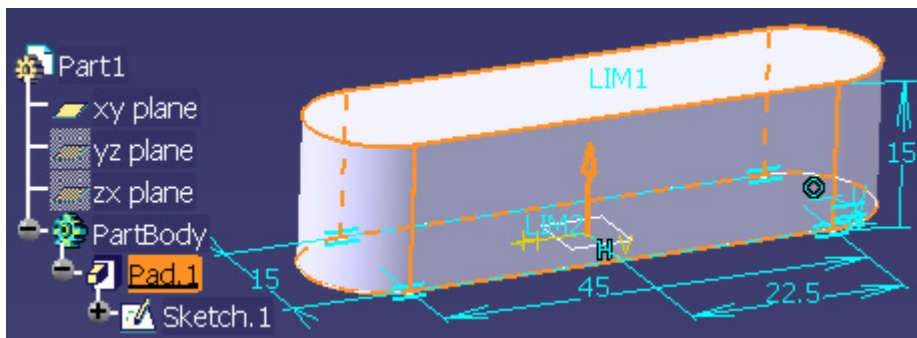


Fig. 3.148. Extrudarea profilului

Din meniul [Insert] -> [Body] se mai adaugă în arborele de specificații un corp (*Body.2*). Astfel, în planul ZX, perpendicular pe planul XY, utilizând modulul CATIA Sketcher, se desenează și se constrânge un dreptunghi (*Sketch.2*), poziționat la unul dintre capetele primului corp, așa cum rezultă din figura 3.149.

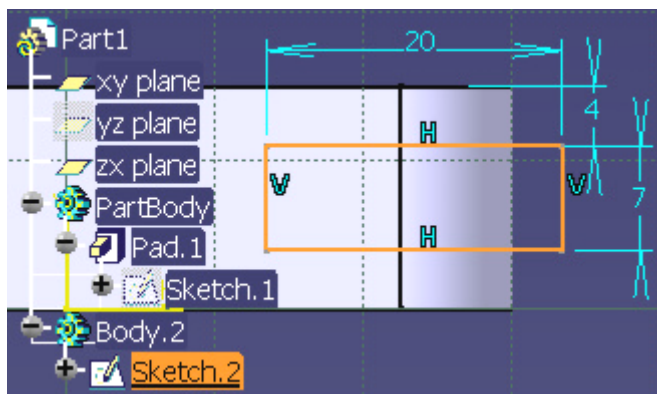


Fig. 3.149. Adăugarea și constrângerea profilului pentru corpul *Body.2*

Profilul dreptunghiular (*Sketch.2*) se extrudează cu o valoare de câte 10 mm, de ambele părți ale planului ZX, bifând opțiunea "Mirrored extent" din fereastra de dialog "Pad Definition". Se obține, astfel, al doilea corp, *Pad.2* (figura 3.150).

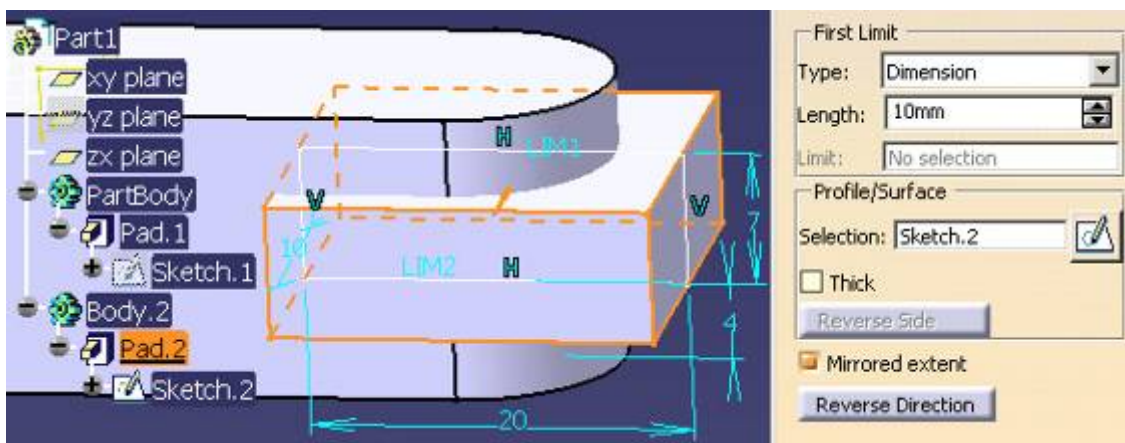


Fig. 3.150. Extrudarea profilului dreptunghiular



Fig. 3.151. Extragerea corpului *Body.2* din corpul *PartBody*

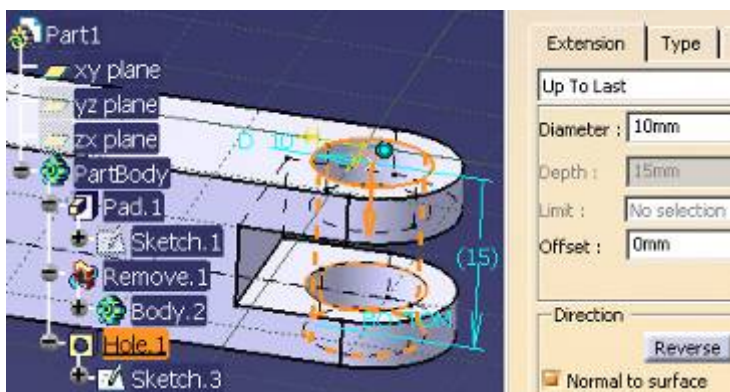


Fig. 3.152. Executarea primei găuri de prindere la un capăt al bielei

Cele două corpuri, prezente în arborele de specificații, sunt perpendiculare și vor fi utilizate împreună într-o operație booleană. În continuare, cu ajutorul instrumentului de modelare booleană *Remove*, se extrage corpul *Body.2* (*Pad.2*) din corpul *PartBody* (*Pad.1*), și, ca urmare, rezultă corpul din figura 3.151.

Se selectează suprafața superioară a copului *PartBody* (cea care se află în planul XY) și se apasă pictograma "Hole", iar în fereastra de dialog "Hole Definition" se stabilește adâncimea găurii ca fiind "Up To Last", cu diametrul de 10 mm și axa normală pe suprafață (figura 3.152).

Centrul găurii (*Hole.1*) se află în planul XY și se poziționează prin constrângere de concentricitate cu semicercul profilului *Sketch.1*. La celălalt capăt al bieiei, în planul ZX, perpendicular pe planul XY, utilizând modulul CATIA Sketcher, se desenează și se constrâng două dreptunghiuri identice, figura 3.153.

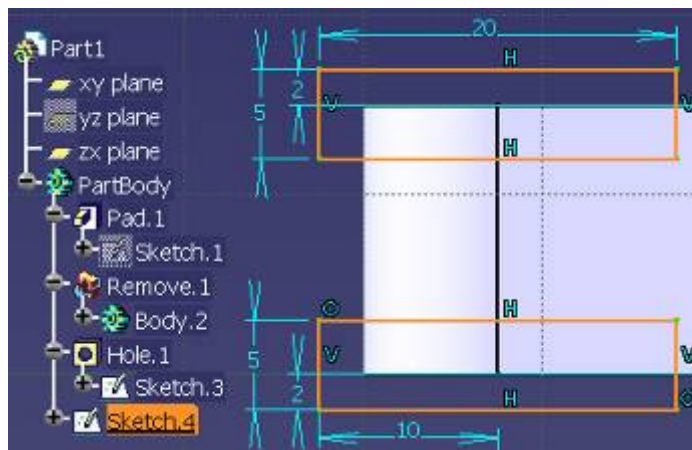


Fig. 3.153. Crearea și constrângerea dreptunghiurilor de extragere

Dreptunghiurile respective (*Sketch.4*) se vor utiliza împreună cu instrumentul de modelare *Pocket* pentru a extrage volumele corespunzătoare de material din corpul bieiei (figura 3.154).

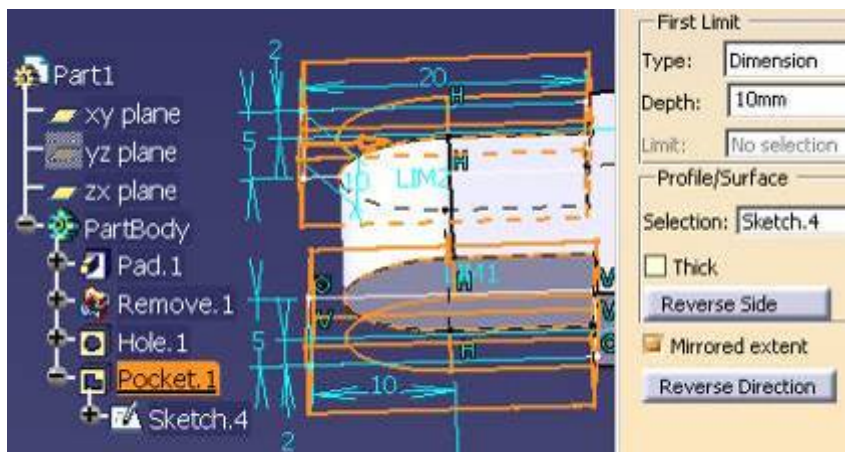


Fig. 3.154. Extragerea *Pocket* a dreptunghiurilor din corpul bieiei

Se impune următoarea precizare: în cazul primei extrageri a unui dreptunghi din corpul bieiei (figura 3.150), s-a utilizat un corp suplimentar (*Body.2*), ca element într-o operație booleană. În al doilea caz, (figura 3.153), s-au extras două dreptunghiuri din corpul bieiei, dar cu ajutorul instrumentului de modelare *Pocket*, fără a mai apela la două corpuri suplimentare. Deși rezultatele sunt similare, metoda de extragere *Pocket* este mai simplă și mai rapidă. După îndepărtarea volumului de material, prin metoda *Pocket*, și la acest capăt se execută o gaură de prindere.

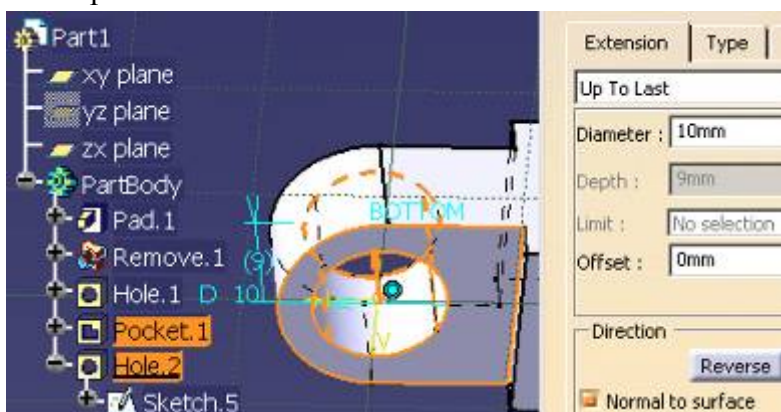


Fig. 3.155. Executarea în corpul bieiei a celei de-a doua găuri de prindere

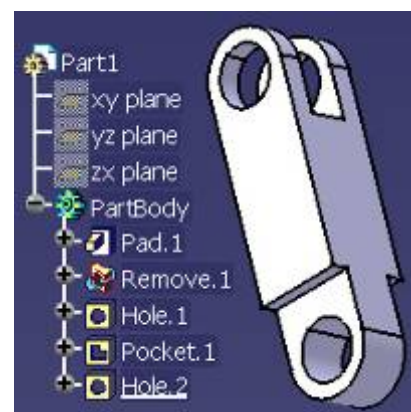


Fig. 3.156. Corpul final al bieiei

Se selectează fața plană a corpului bielei (obținută prin îndepărtarea materialului) și se apasă pictograma "Hole", iar în fereastra de dialog "Hole Definition" se stabilește adâncimea găurii ca fiind "Up To Last", cu diametrul de 10 mm și normală pe suprafață (figura 3.155). Centrul găurii (Hole.2) se află pe fața plană selectată și a fost poziționat prin constrângere de concentricitate cu semicercul profilului *Sketch.1*. În urma tuturor operațiilor efectuate în această aplicație rezultă corpul final al bielei, reprezentat în figura 3.156.

Pentru crearea bielei din această aplicație, au fost folosite instrumentele de modelare *Pad*, *Hole*, *Remove* și *Pocket*, așa cum rezultă și din arborele de specificații.

Aplicația 4. Modelarea unei piese de tip suport

În aplicație se prezintă etapele modelării tridimensionale a piesei având desenul de execuție în figura 3.1. Se observă că sunt oferite cinci proiecții, două vederi ortogonale, două secțiuni și o vedere izometrică.

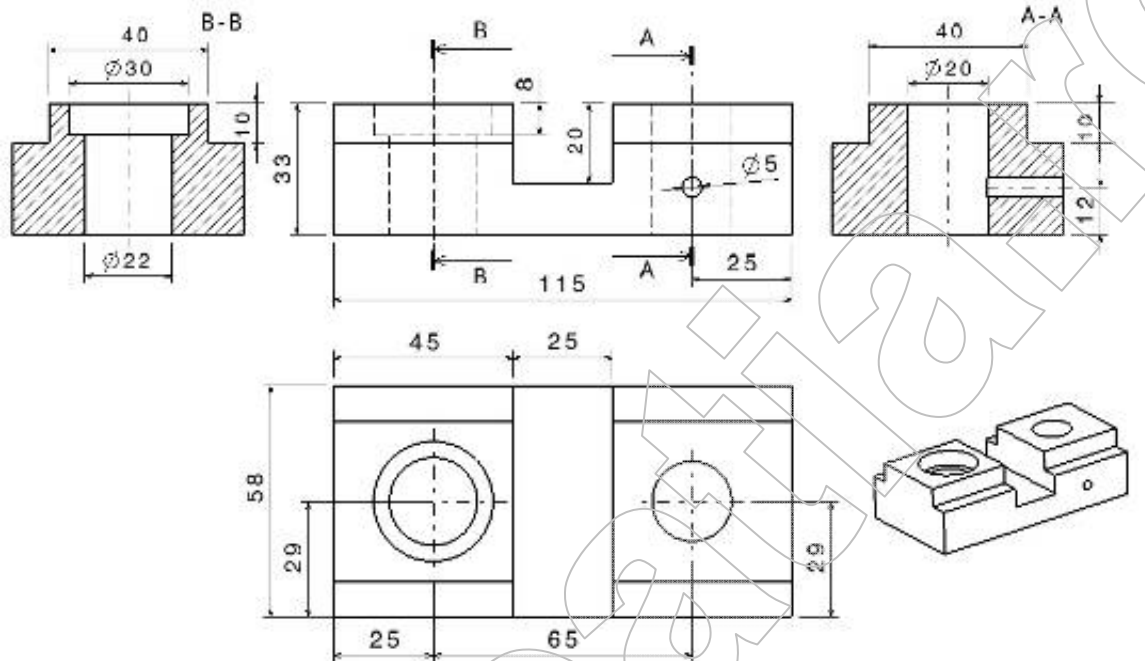


Fig. 3.1

În prima etapă, se folosește modulul *CATIA Sketcher* pentru a trasa profilul unui dreptunghi de dimensiuni 115×58 mm în planul *XY* ales din arborele de specificații. Accesarea modulului se face din meniul *Start -> Mechanical Design -> Sketcher* (fig. 3.2). Utilizatorul alege planul de lucru efectuând *click* pe simbolul acestuia sau din lista prezentă în arbore (fig. 3.3).

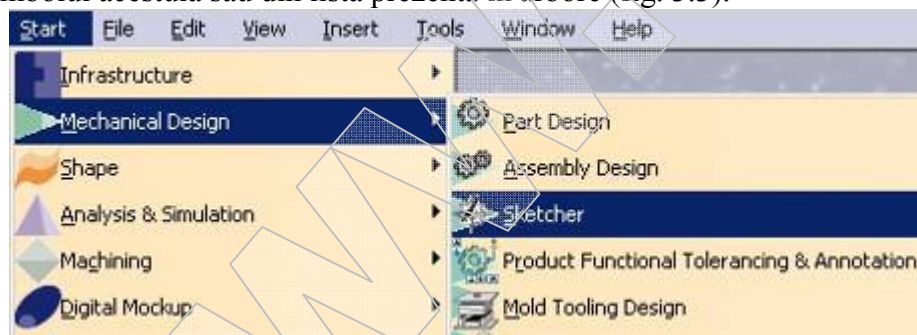


Fig. 3.2

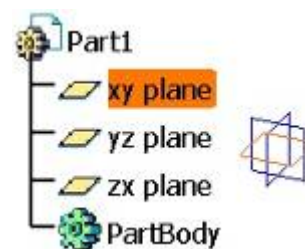


Fig. 3.3

În plan se desenează profilul dreptunghiului folosind instrumentul de schițare *Rectangle* de pe bara *Profile*. Acest profil se constrânge la dimensiunile prescrise, cu ajutorul instrumentului *Constraint* de pe bara cu același nume. Pentru simplificarea explicațiilor, profilul se constrânge, de asemenea, simetric față de axele *H* și *V*. Astfel, se selectează multiplu (cu tasta *Ctrl* apăsată) linia verticală din stânga, linia verticală din dreapta, axa *V* (în această ordine, întâi elementele care se doresc a se constrânge simetric și apoi elementul față de care să fie simetric) și se apasă pictograma *Constraints Defined in Dialog Box*. În fereastra de dialog *Constraint Definition* (fig. 3.4) se bifează opțiunea *Symmetry*, apoi se repetă operația și pentru muchiile orizontale ale dreptunghiului, definindu-le și pe acestea simetric față de axa *H*. De asemenea, se constrâng dimensiunile dreptunghiului, la valorile din figură. În figura 3.4 se observă pictograma instrumentului *Rectangle* și schița constrânsă, dar și simbolurile specifice constrângerilor.

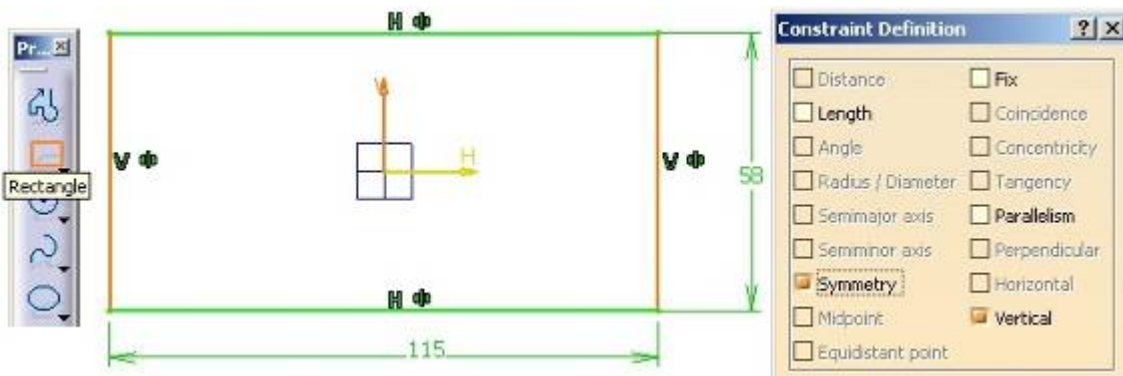


Fig. 3.4



Fig. 3.5

Se apasă pictograma *Exit workbench* (fig. 3.5) pentru a face trecerea între modulele *CATIA Sketcher* și *CATIA Part Design*. În acesta din urmă, se folosește instrumentul de modelare *Pad* pentru a extruda profilul trasat anterior. Astfel, în figura 3.6, în fereastra de dialog *Pad Definition*, în zona *First Limit*, în câmpul *Type* se alege opțiunea *Dimension*, iar în câmpul *Length* se introduce valoarea de 33 mm. În câmpul *Selection* al zonei *Profile/Surface* se selectează din arborele de specificații schița *Sketch.1*.

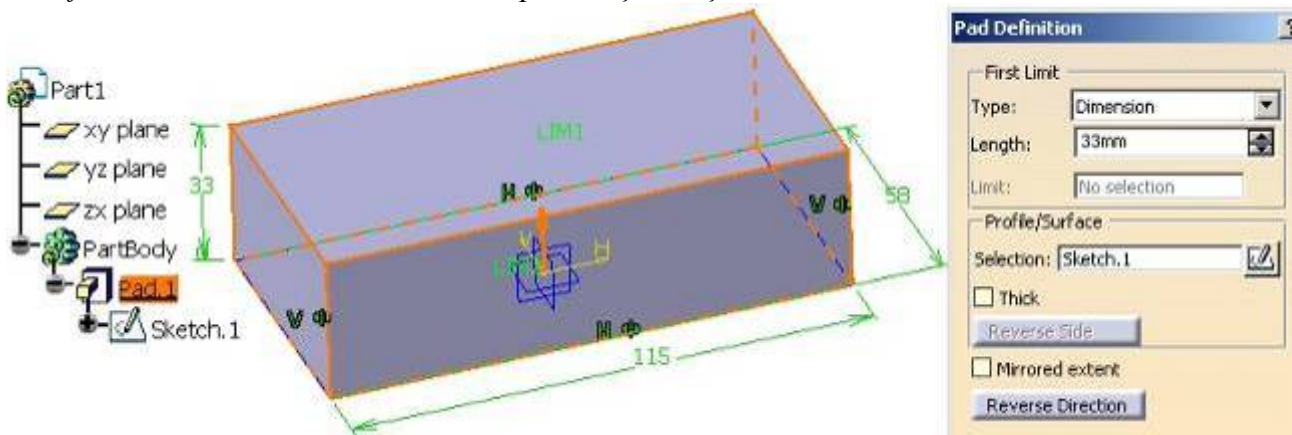


Fig. 3.6

În urma extrudării rezultă un prim solid de formă paralelipipedică. Utilizatorul va selecta suprafața sa superioară și apoi va face *click* pe pictograma *Sketch* (fig. 3.7). În schița nou creată se trasează un alt dreptunghi de dimensiuni 115×9 mm, constrâns față de muchiile feței.



Fig. 3.7



Fig. 3.8

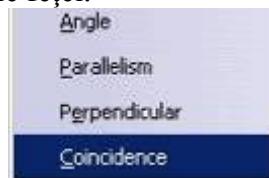


Fig. 3.9



Fig. 3.10

Constrângerile sunt de tip coincidență; astfel, se activează pictograma *Constraint* (fig. 3.8), se selectează o latură a dreptunghiului, muchia corespondentă, se apasă butonul dreapta al *mouse*-ului, iar din meniul contextual disponibil (fig. 3.9) se alege opțiunea *Coincidence*. Lățimea se stabilește la valoarea de 9 mm. Pentru a nu repeta trasarea unui dreptunghi identic, se selectează dreptunghiul creat anterior, se apasă pictograma *Mirror* (fig. 3.10), apoi axa *H*. Rezultatul dispunerii celor două dreptunghiuri și simbolurile specifice constrângerilor aplicate se observă în figura 3.11.

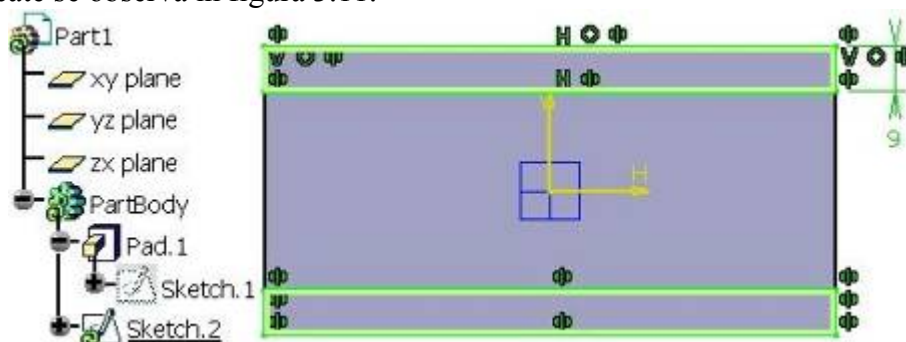


Fig. 3.11

În modulul *CATIA Part Design* se utilizează instrumentul de modelare *Pocket* pentru a elimina două volume de formă paralelipipedică pe baza profilelor trasate anterior. Astfel, în figura 3.12, în fereastra de dialog *Pocket Definition*, în zona *First Limit*, în câmpul *Type* se alege opțiunea *Dimension*, iar în câmpul *Depth* se introduce valoarea de 10 mm. În câmpul *Selection* al zonei *Profile/Surface* se selectează din arborele de specificații schița *Sketch.2*. În previzualizarea din figură se observă și volumele care sunt înlăturate.

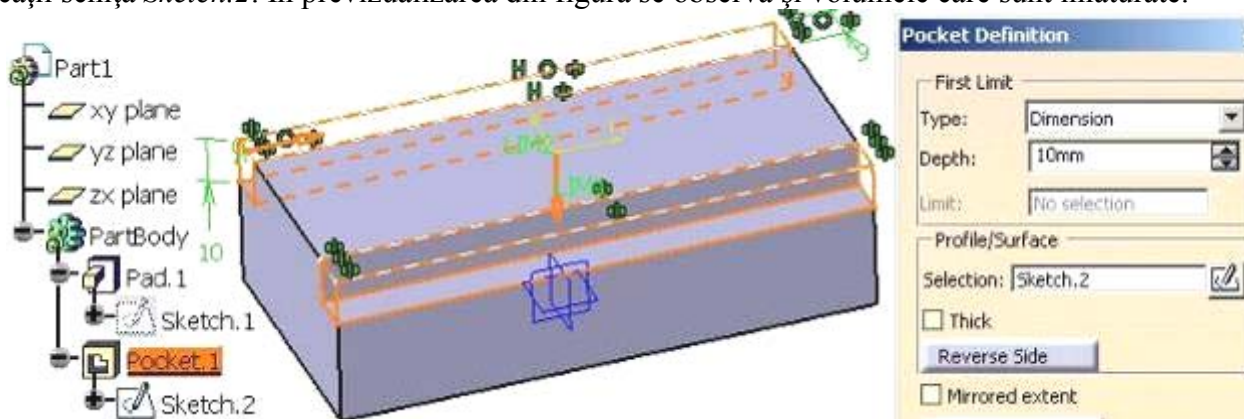


Fig. 3.12

Se selectează din nou fața superioară a piesei, se apasă pictograma *Sketch* pentru a iniția schița *Sketch.3* în care se va trasa un dreptunghi de dimensiuni 25×58 mm, constrâns față de muchiile feței, dar și simetric față de axa *V* (fig. 3.13).

Folosind instrumentul *Pocket* se extrage un volum paralelipipedic pe adâncimea (*Depth*) de 20 mm (fig. 3.14). În arborele de specificații apare elementul *Pocket.2*.

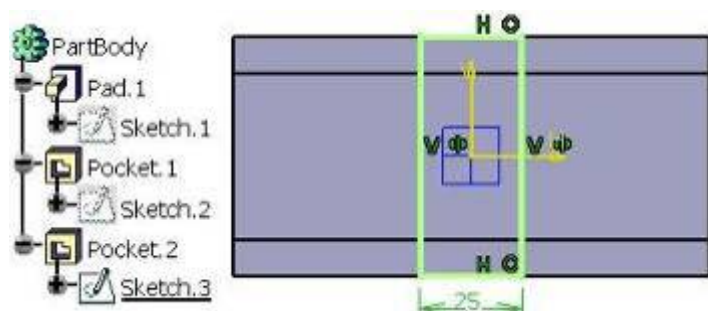


Fig. 3.13

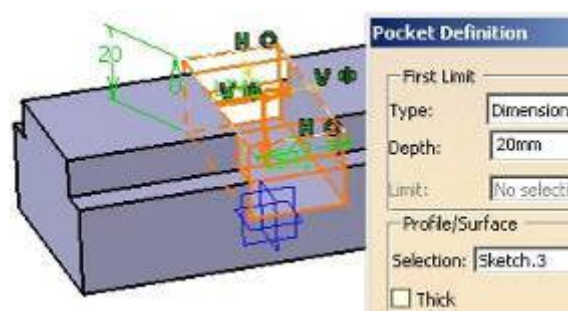


Fig. 3.14

În urma acestei operații *Pocket*, fața superioară plană este, practic, împărțită în două suprafețe. Se selectează cea din stânga și se apasă pictograma instrumentului *Hole*. În fereastra de dialog *Hole Definition* (fig. 3.15), în *tab-ul Extension* se selectează adâncimea găurii ca fiind străpunsă (*Up To Next*), se stabilește diametrul (*Diameter*) la 22 mm, apoi se apasă pictograma *Sketch* pentru a-i poziționa centrul.

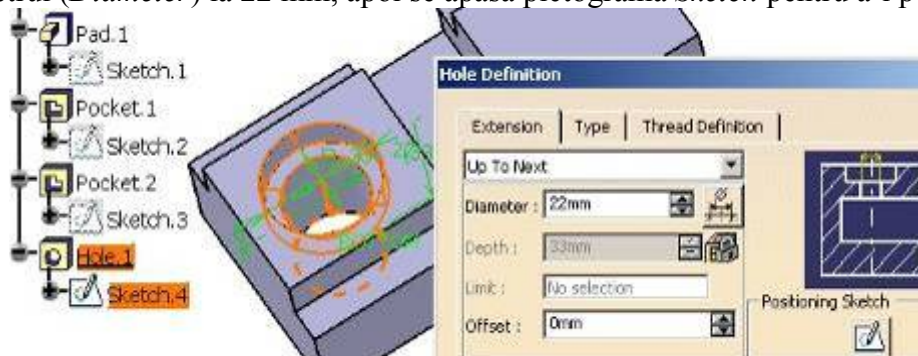


Fig. 3.15

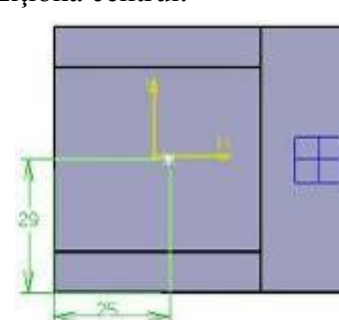


Fig. 3.16

Astfel, în figura 3.16 se observă constrângerile de distanță stabilite în schița găurii (*Sketch.4*). După ce revine în fereastra de dialog *Hole Definition*, utilizatorul accesează *tab-ul Type* (fig. 3.17) și alege o gaură alezată (*Counterbored*) din lista derulantă, având diametrul de 30 mm și adâncimea de 8 mm.

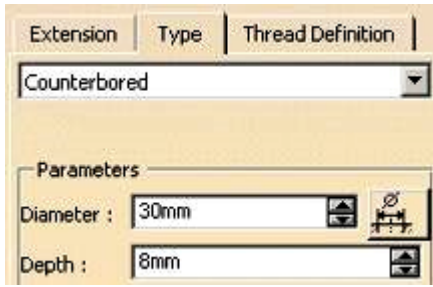


Fig. 3.17

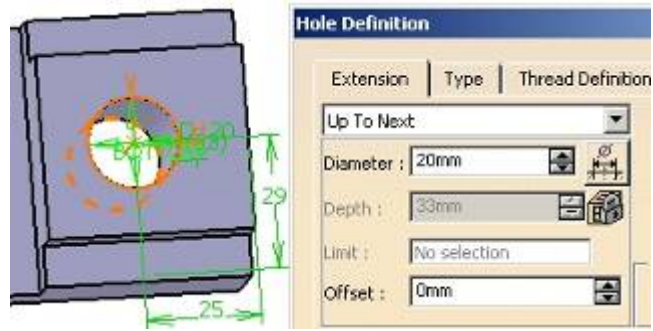


Fig. 3.18

Odată încheiată definirea tipului primei găuri, se poate trece la cea de-a doua, creată și poziționată în mod similar, pe cea de-a doua suprafață plană superioară (fig. 3.18) a piesei. Tipul găurii este *Simple*, străpunsă (*Up To Next*) și are diametrul de 20 mm.

Piesa mai prezintă o gaură (v. fig. 3.1), având centrul pe una dintre fețele laterale. Diametrul acesteia este de 5 mm, simplă, străpunsă până întâlnește gaura creată anterior. Astfel, de aici rezultă motivul pentru care gaura de diametru 20 mm a fost creată înainte.

În figura 3.19 este prezentată etapa creării ultimei găuri, arborele de specificații și forma finală a piesei.

Programul *CATIA* permite în orice moment al modelării modificarea tipului găurilor, poziționarea centrelor și toți parametrii asociați.

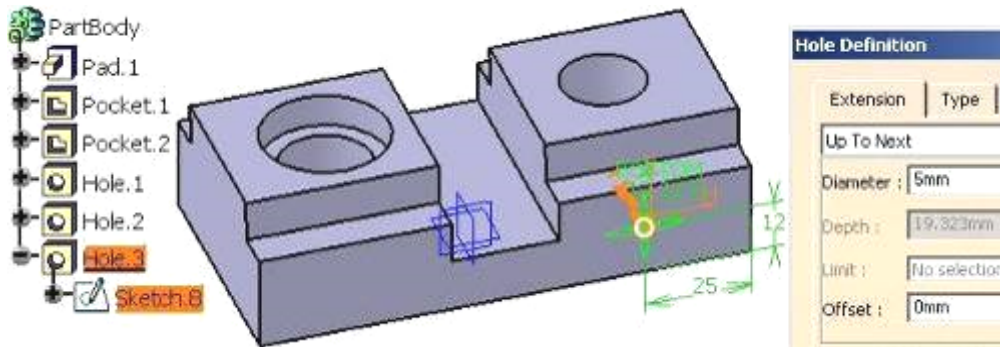


Fig. 3.19

Aplicația 5. Crearea unui corp de robinet

În această aplicație se prezintă modul de obținere a unui corp de robinet (figura 3.157) cu cep. Semifabricatul din care se prelucrează piesa respectivă se obține prin turnare.

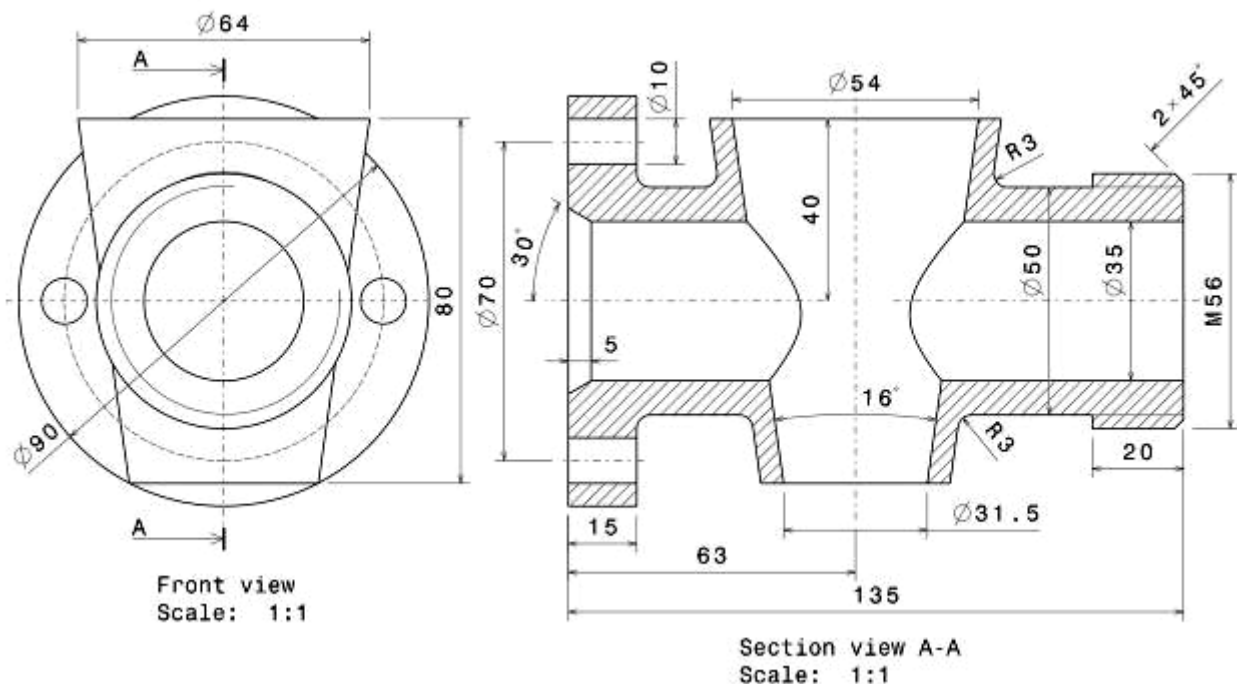


Fig. 3.157. Desenul de execuție al corpului de robinet

În modulul CATIA Sketcher, pe planul XY (figura 3.158), se trasează un cerc, având centrul în originea sistemului de coordonate și, prin constrângere, diametrul de 90 mm.

Utilizând instrumentul de modelare *Pad* din modulul CATIA Part Design se extrudează cercul, cu o valoare de 15 mm, obținându-se un cilindru *Pad.1*, reprezentând corpul flanșei de prindere.



Fig. 3.158. Obținerea primului cilindru (corpul flanșei)

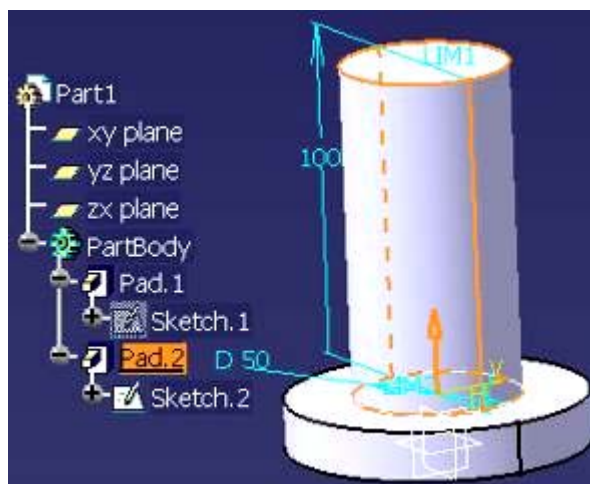


Fig. 3.159. Obținerea celui de-al doilea cilindru din corpul robinetului

Se selectează suprafața plană superioară a cilindrului respectiv, apoi, în modulul CATIA Sketcher se trasează un cerc (*Sketch.2*), concentric cu primul (*Sketch.1*), de diametru 50 mm. Cu ajutorul instrumentului de modelare *Pad* se extrudează și acest cerc cu o valoare de 100 mm, în același sens cu prima extrudare. Rezultă, astfel, un al doilea cilindru (*Pad.2*), poziționat ca în figura 3.159. La capătul superior al celui de-al doilea cilindru (*Pad.2*) se creează un alt cilindru (*Pad.3*), cu diametrul de 56 mm și înălțimea de 20 mm, pe care se execută un filet metric de prindere (M56), cu ajutorul instrumentului de modelare *Thread/Tap* (figura 3.160).

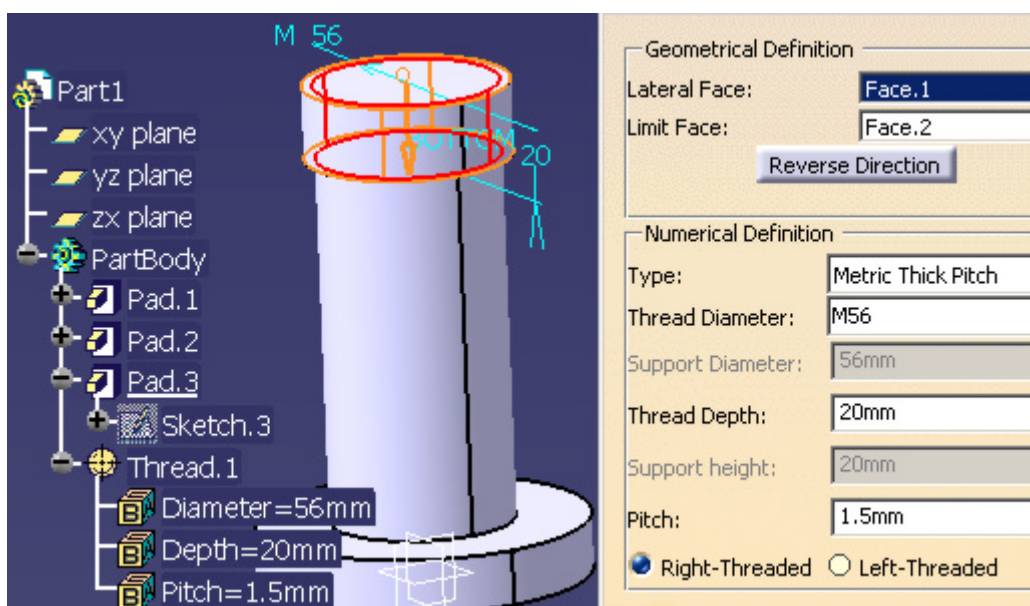


Fig. 3.160. Executarea filetului de prindere pe capătul corpului robinetului

Din meniul [Insert] -> [Body] se adaugă în arborele de specificații un corp (*Body.2*) care va fi utilizat într-o operație booleană cu primul corp (*PartBody*). Astfel, în planul ZX, perpendicular pe planul XY, utilizând modulul CATIA Sketcher, se desenează și se constrânge un paralelogram (*Sketch.4*). De asemenea, în aceeași schiță se trasează și o axă de simetrie (instrumentul *Axis* – linie punct), orizontală, aflată la distanța de 63 mm față de capătul cu flanșă al corpului de robinet. De reținut că într-o schiță poate exista doar o singură axă.

Între axă, paralelogram și corpul *PartBody* se adaugă constrângeri de poziție și de paralelism, așa cum rezultă din figura 3.161.

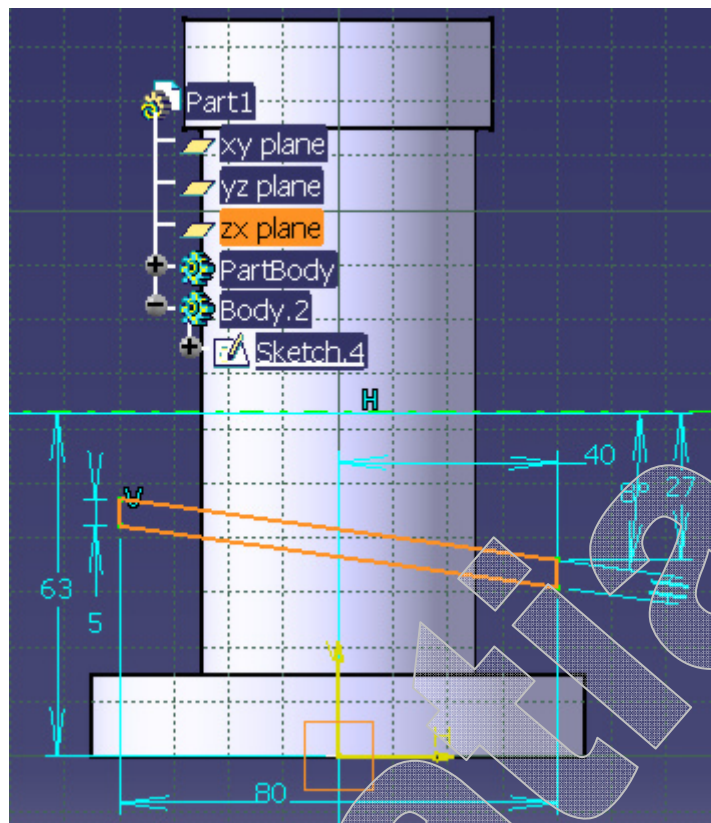


Fig. 3.161. Crearea și constrângerea paralelogramului

Paralelogramul creat anterior se folosește pentru a obține un trunchi de con, prevăzut cu alezaj conic (figura 3.162), prin rotirea sa completă (360°) în jurul axei trasată anterior. În acest scop se utilizează instrumentul de modelare *Shaft* din modulul CATIA Part Design.

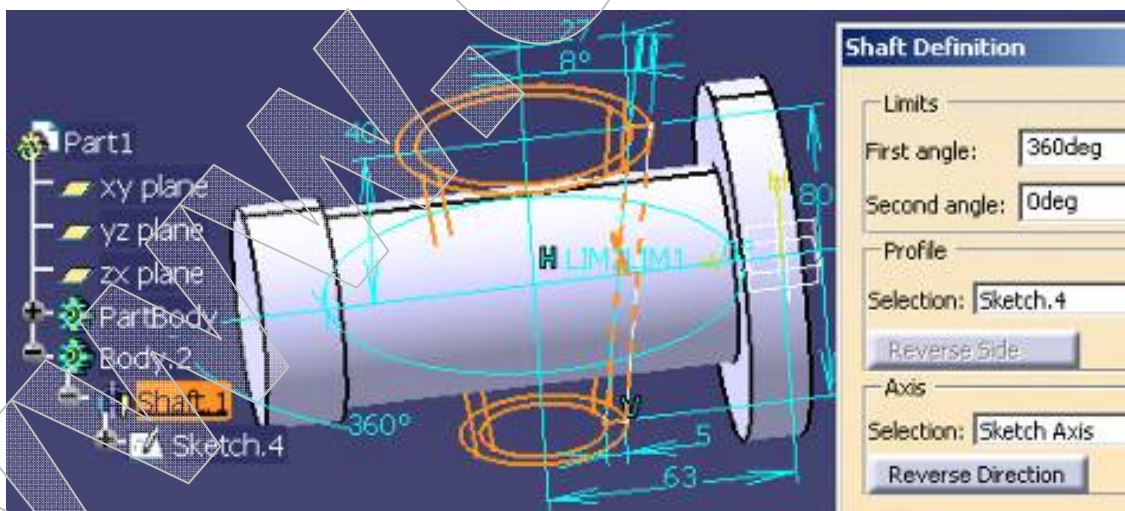


Fig. 3.162. Generarea trunchiului de con prin rotirea *Shaft* a paralelogramului

În continuare, trunchiul de con creat se intersectează cu cilindrul *Pad.2*, punând în comun un anumit volum de material. Acesta trebuie înlăturat pentru a îndeplini rolul funcțional al corpului de robinet. Astfel, se utilizează instrumentul de modelare *Union Trim* din bara de instrumente *Boolean Operations*.

În fereastra de dialog "*Trim Definition*", în câmpul "*Trim:*" se selectează trunchiul de con (*Body.2*), iar câmpul "*With:*" conține corpul cu care se realizează intersecția (*PartBody*). În câmpul "*Faces to remove:*" se selectează suprafața superioară a corpului ce reprezintă volumul de material ce se dorește a fi înlăturat, iar câmpul "*Faces to keep:*" conține suprafața exterioară a trunchiului de con (figura 3.163).



Fig. 3.163. Extragerea volumului de material pus în comun de cele două corpuri

În urma acestei operații rezultă alezajul conic, poziționat perpendicular pe axa corpului de robinet.

În continuare, se creează încă un alezaj, cilindric, orizontal, de diametru 35 mm, obținut cu ajutorul instrumentului de modelare *Hole*, în interiorul celor trei cilindri (*Pad.1*, *Pad.2* și *Pad.3*), așa cum rezultă din figura 3.164. De asemenea, la capătul dinspre flanșa de prindere, alezajul respectiv se teșește $5 \times 30^\circ$.

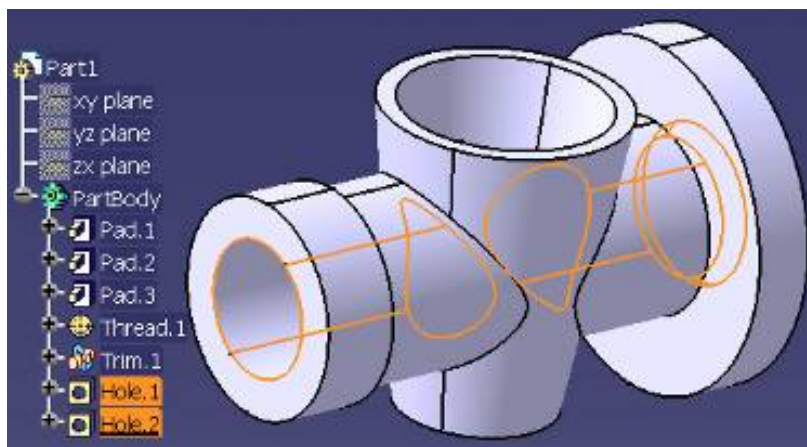


Fig. 3.164. Realizarea găurii orizontale în corpul robinetului

Pe cilindrul *Pad.1*, reprezentând flanșa de prindere, se execută patru găuri de diametru 10 mm (figura 3.165), dispuse echidistant pe un cerc purtător cu diametrul de 70 mm. Găurile se creează cu ajutorul instrumentului de modelare *Hole*, iar copierea și dispunerea, cu instrumentul de modelare *Circular Pattern* (4 găuri dispuse radial la 90°).

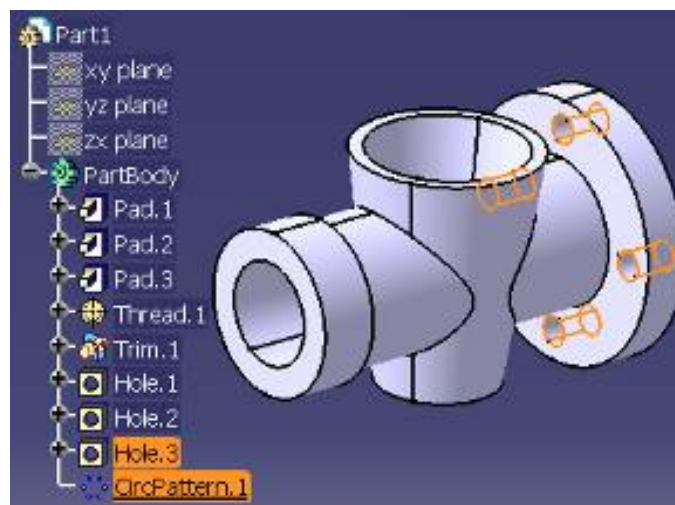


Fig. 3.165. Executarea găurilor de prindere ale flanșei

Pentru a finaliza corpul de robinet, se teșește (instrumentul de modelare *Chamfer*) muchia care conține începutul filetului și se racordează (instrumentul de modelare *Edge Fillet*) toate muchiile de intersecție între trunchiul de con, cilindrul *Pad.2* și flanșa *Pad.1*, rezultând modelul final al corpului de robinet (figura 3.166).

Aplicația 6. Crearea unei piese de tip racord

Piesa aleasă pentru modelare în această aplicație este compusă din corpuri cu forme similare, orientate în plane perpendiculare. Semifabricatul din care se execută piesa se obține prin turnare. Desenul de execuție al piesei este reprezentat în figura 3.138.

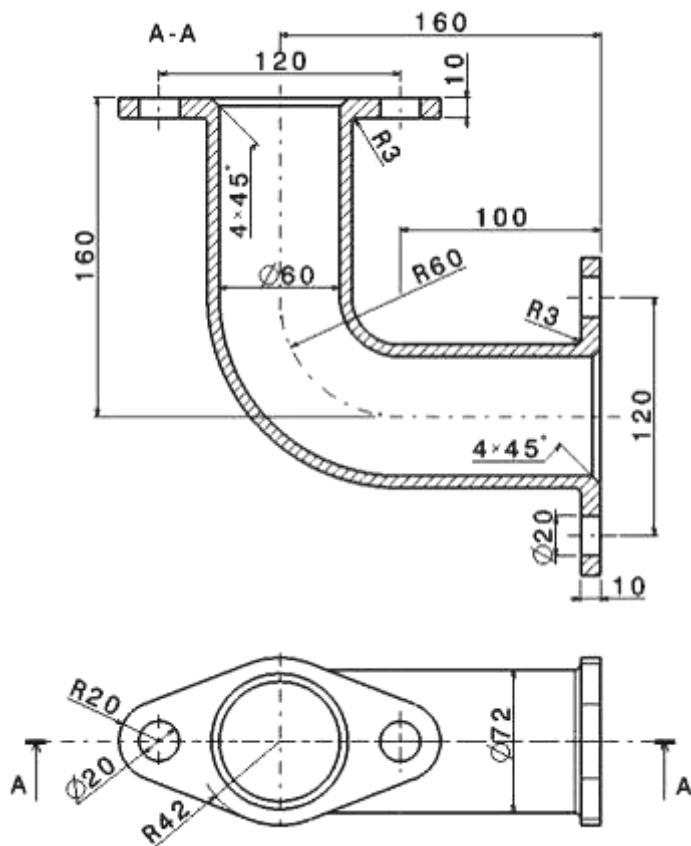


Fig. 3.138. Desenul de execuție al piesei de tip racord

Modelarea începe cu crearea flanșei de prindere de la bază. Astfel, în modulul CATIA Sketcher, în planul XY se trasează cinci cercuri, în pozițiile și cu diametrele indicate în figura 3.139.

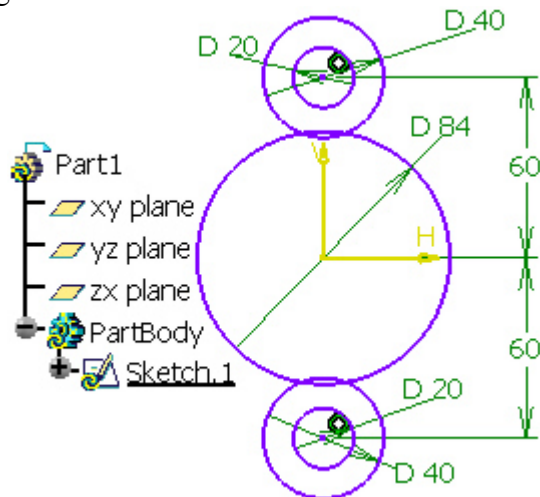


Fig. 3.139. Trasarea cercurilor

Pentru a obține profilul din figura 3.140 se trasează patru linii tangente la cercurile exterioare și se înlătură, prin aplicarea instrumentului *Quick Trim*, arcele de cerc care nu mai sunt necesare.

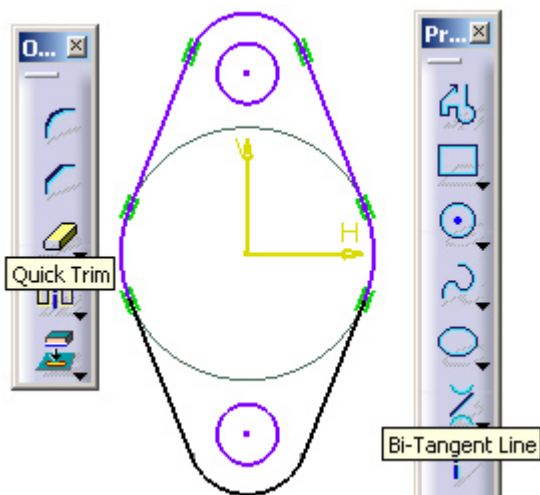


Fig. 3.140. Trasarea profilului flanșei

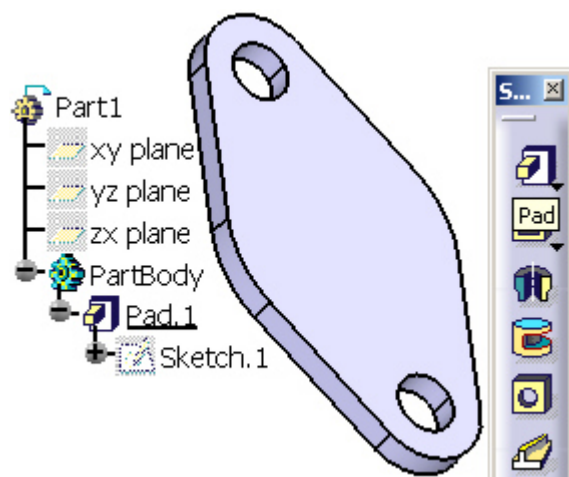


Fig. 3.141. Extrudarea profilului

Pentru a simplifica trasarea celor patru linii tangente la cercuri se utilizează instrumentul de schițare *Bi-Tangent Line*, constrângerile de tangență și coincidență fiind adăugate automat de program. În figura 3.141 este prezentat rezultatul extrudării *Pad* pe 10 mm a profilului.

În planul YZ, perpendicular pe planul XY în care a fost trasat primul profil, se desenează două linii perpendiculare, fiecare cu lungimea de 160 mm. Cele două linii se racordează la o rază de 60 mm, utilizând instrumentul de schițare *Corner*, așa cum rezultă din figura 3.142.

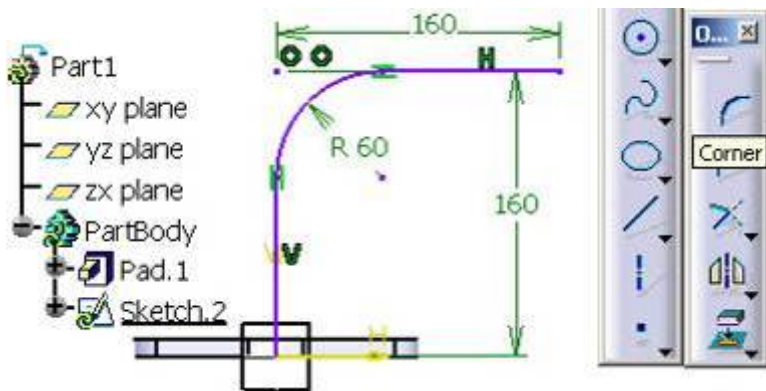


Fig. 3.142. Trasarea și racordarea liniilor

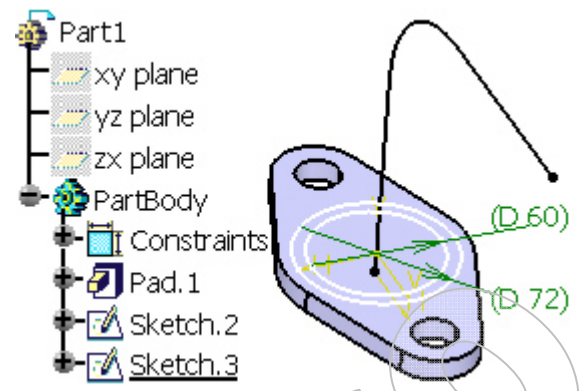


Fig. 3.143. Trasarea cercurilor concentrice

Pe fața superioară a flanșei de prindere se trasează două cercuri de diametre 60 mm și 72 mm, concentrice cu cercul de diametru 84 mm, trasat în figura 3.139. Se observă că profilul "Sketch.2", constituit din liniile racordate trasate anterior este perpendicular pe cercurile concentrice (figura 3.143). Profilul "Sketch.2" va servi drept cale de extrudare Rib pentru cercuri ("Sketch.3").

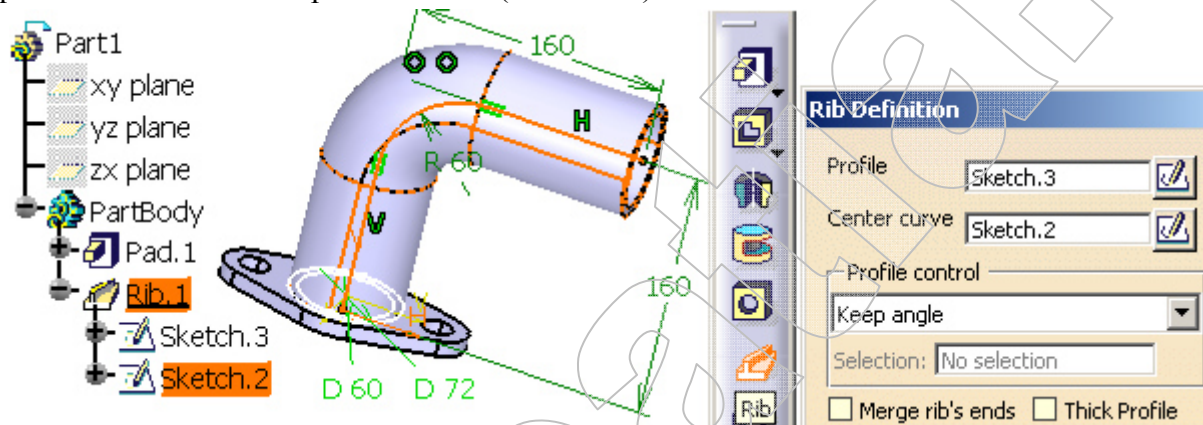


Fig. 3.144. Extrudarea Rib a cercurilor de-a lungul profilului format din cele două linii racordate

În urma extrudării Rib rezultă un tub (figura 3.144), care face un unghi de 90° . Tubul respectiv este gol, determinat de diametrele celor două cercuri care se află în aceeași schiță ("Sketch.3"). În urma extrudării, volumul mai mic este extras automat din volumul mai mare.

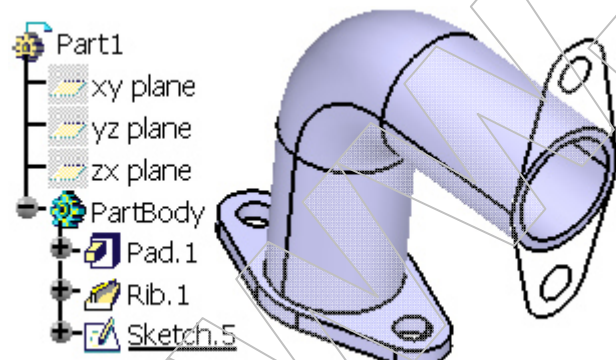


Fig. 3.145. Desenarea profilului celei de-a doua flanșe de prindere

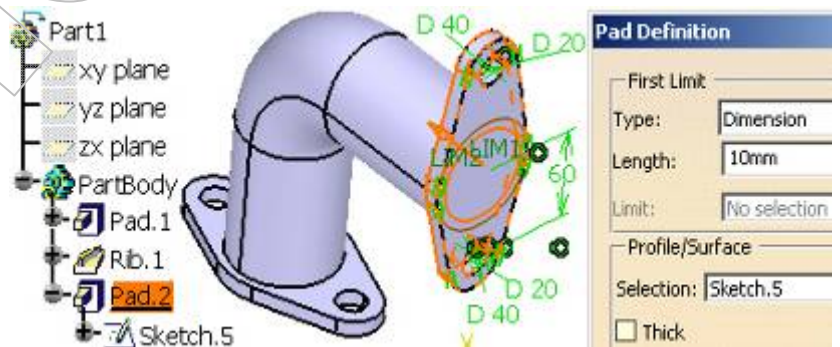


Fig. 3.146. Extrudarea celei de-a doua flanșe de prindere

Din figura 3.145 rezultă că în planul feței libere a tubului s-a trasat un profil pentru cea de-a doua flanșă de prindere a racordului. Acest profil se extrudează pe o distanță de 10 mm în lungul tubului, dar în partea în care se află acesta (figura 3.146).

Flanșele de prindere acoperă pe distanța de 10 mm tubul și interiorul său. Pentru a înlătura acest inconvenient și a asigura racordului rolul funcțional, în flanșele de prindere se execută câte o găură (Hole) cu diametrul de 60 mm, adânci de 10 mm, coaxiale tubului (figura 3.147).

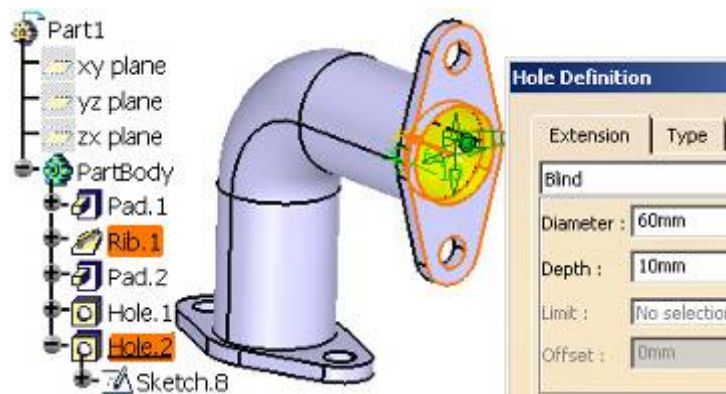


Fig. 3.147. Crearea găurilor de la capetele racordului

În ultima etapă a modelării piesei de tip racord se utilizează instrumentele *Chamfer* și *Edge Fillet* pentru a teși ($4 \times 45^\circ$), respectiv racorda (R 3) anumite muchii ale piesei respective, conform desenului de execuție. Modelul final obținut este prezentat în figura 3.148.

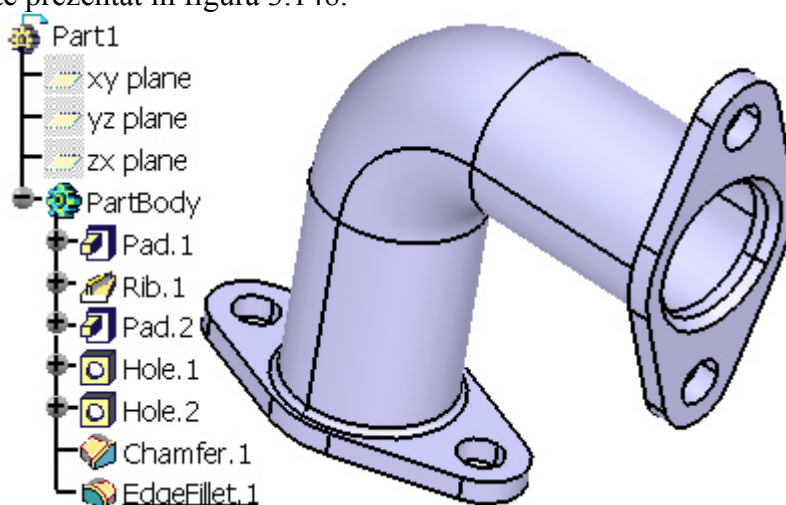


Fig. 3.148. Modelul final al racordului

Aplicația 7. Modelarea unei piese de tip piuliță

În aplicație se prezintă etapele modelării tridimensionale ale piesei cu desenul de execuție în figura 3.35.

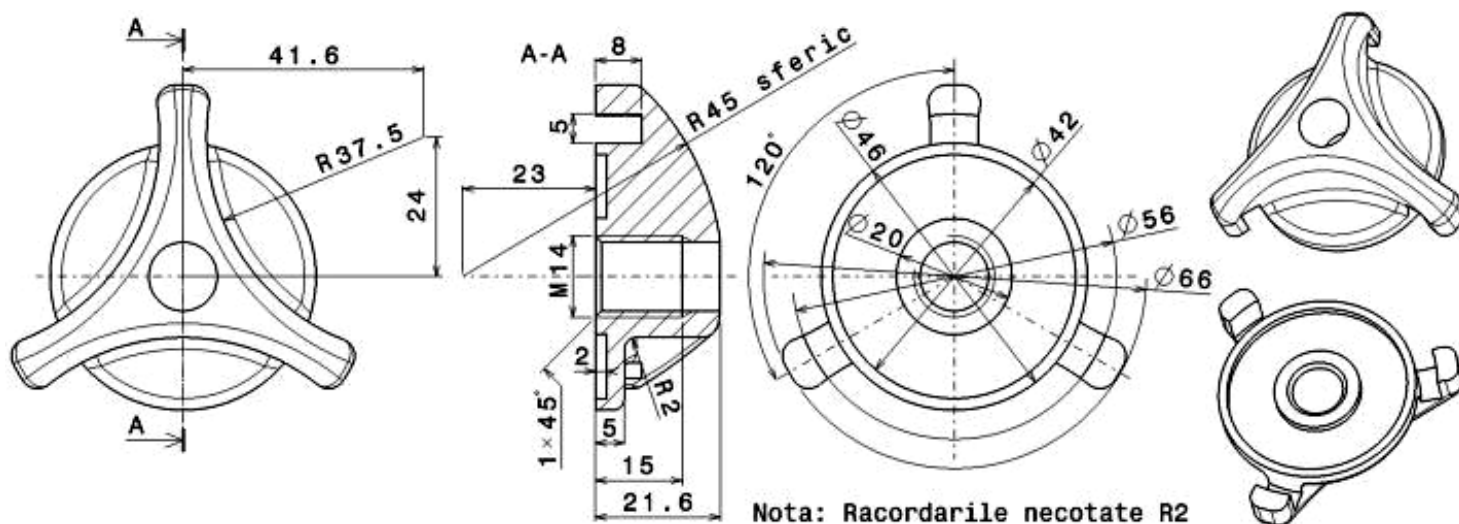


Fig. 3.35

Se observă că sunt definite cinci proiecții, patru vederi (două ortogonale și două izometrice) și o secțiune. Vederile izometrice au rol foarte important pentru înțelegerea corectă a formei tridimensionale a piesei. Piesa este de tip piuliță, având rolul de a fixa și a strânge o roată a unui ansamblu. Datorită acestei funcții și pentru a fi cât mai ușor de folosit, piesa nu are forma clasică hexagonală.

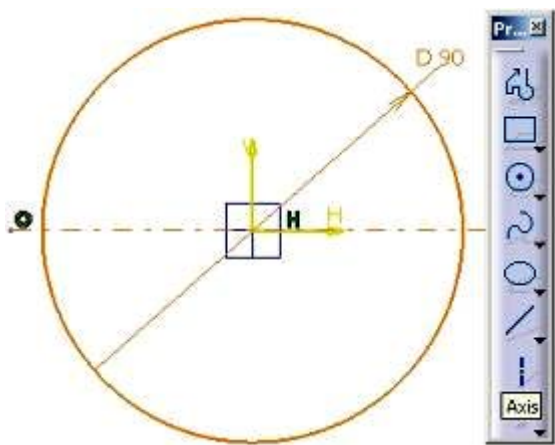


Fig. 3.36

În planul XY , într-o schiță nou creată (modulul *CATIA Sketcher*) se desenează un cerc de diametru 90 mm (fig. 3.36) cu ajutorul instrumentului *Circle*, apoi o linie orizontală de axă (instrumentul *Axis*).

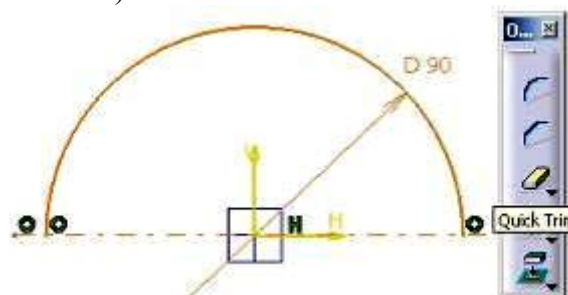


Fig. 3.37

Într-o schiță nu poate exista decât o singură linie de axă, dacă utilizatorul mai adaugă una, aceasta devine linie de axă, iar prima se transformă în linie de construcție ajutătoare. Linia de axă este utilizată pentru a crea corpuri solide de revoluție, rotind un profil închis în jurul său. Ca un caz particular, profilul poate să nu fie închis, dar trebuie să formeze cu linia de axă o zonă închisă.

Astfel, semicercul de jos al cercului se înlătură folosind instrumentul *Quick Trim*. Așa cum rezultă din figura 3.37, linia de axă unește cele două capete ale semicercului păstrat în urma editării. De asemenea, se observă constrângerile de coincidență între linia de axă, centrul arcului de cerc și axa orizontală H .

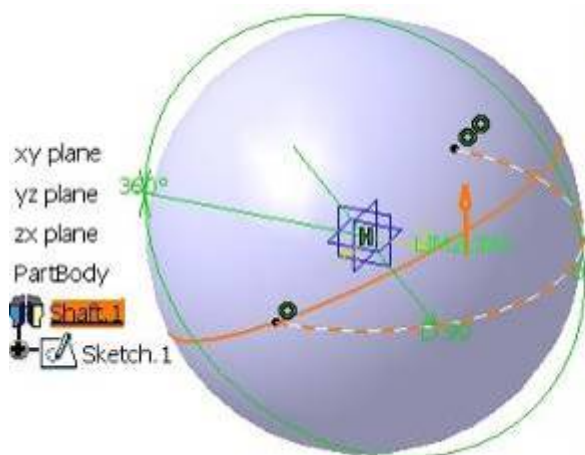


Fig. 3.38



Fig. 3.39

În *CATIA Part Design*, cu ajutorul instrumentului *Shaft*, are loc o rotire a semicercului în jurul axei existente în schiță (*Sketch Axis*), cu un unghi de 360^0 (*First Angle*), adăugând volum. Se construiește în acest fel o sferă de diametru 90 mm (fig. 3.38).

În planul YZ , prin centrul sferei, se trasează un dreptunghi astfel încât latura sa orizontală superioară să se afle deasupra axei H la o distanță de 28 mm. Celelalte laturi au lungimi oarecare, dar dreptunghiul trebuie să cuprindă în interior gabaritul sferei (fig. 3.39).

Folosind instrumentul *Pocket* se intersectează și se taie sfera cu volumul paralelipipedic creat pe baza dreptunghiului. În figura 3.40, în fereastra de dialog *Pocket Definition*, se alege tipul *Dimension*, valoarea de 45 mm în câmpul *Depth* și se bifează opțiunea *Mirrored extent* pentru ca paralelipipedul să se creeze de o parte și de alta a planului care conține schița acestuia.

Rezultatul intersecției este o calotă sferică, de rază 45 mm, având fața plană la distanța de 28 mm deasupra planului XY .

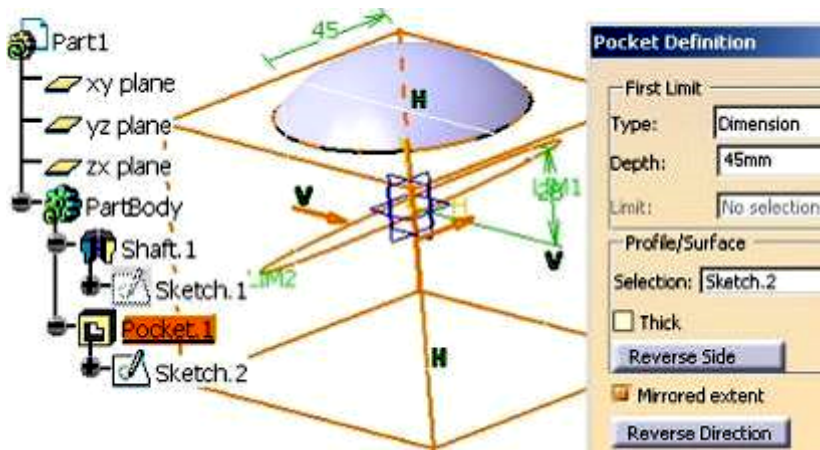


Fig. 3.40

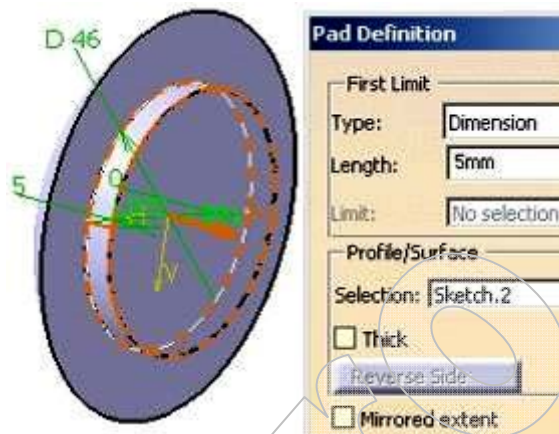


Fig. 3.41

Pe această față plană, concentric cu cercul de muchie, se trasează un cerc de diametru 46 mm, care este extrudat pe distanța de 5 mm, cu ajutorul instrumentului *Pad*, rezultatul fiind prezentat în figura 3.41.

Se selectează din nou fața plană a calotei sferice și se desenează într-o nouă schiță un cerc de diametru 75 mm, constrâns la 41.6 mm față de axa *V* și la 24 mm față de axa *H* (fig. 3.42).

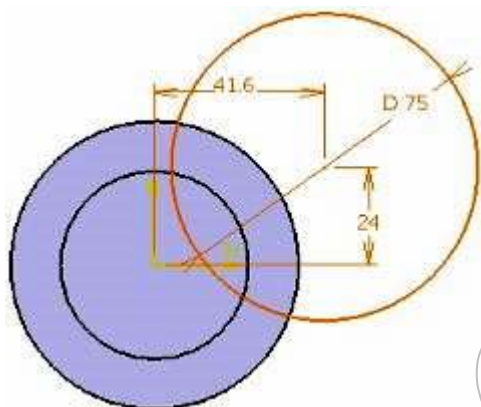


Fig. 3.42

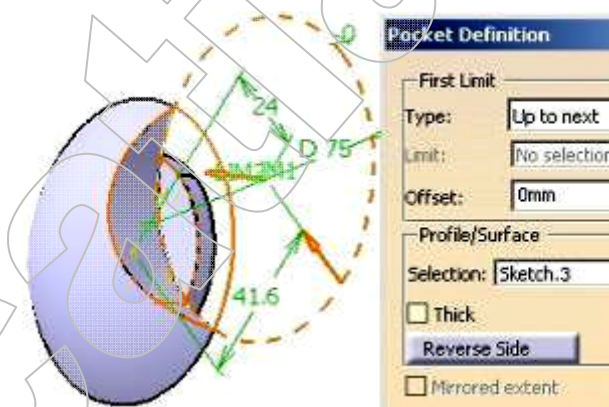


Fig. 3.43

Cercul este folosit de instrumentul *Pocket* pentru a extrage un volum din calotă, așa cum se observă în figura 3.43. În arborele de specificații se adaugă elementele *Sketch.3* și *Pocket.2*.

Extragerea *Pocket* se dispune circular pe circumferința sferei în trei locații, aflate la unghiuri de 120°. În acest scop se aplică instrumentul *Circular Pattern* de pe bara *Transformation Features*.

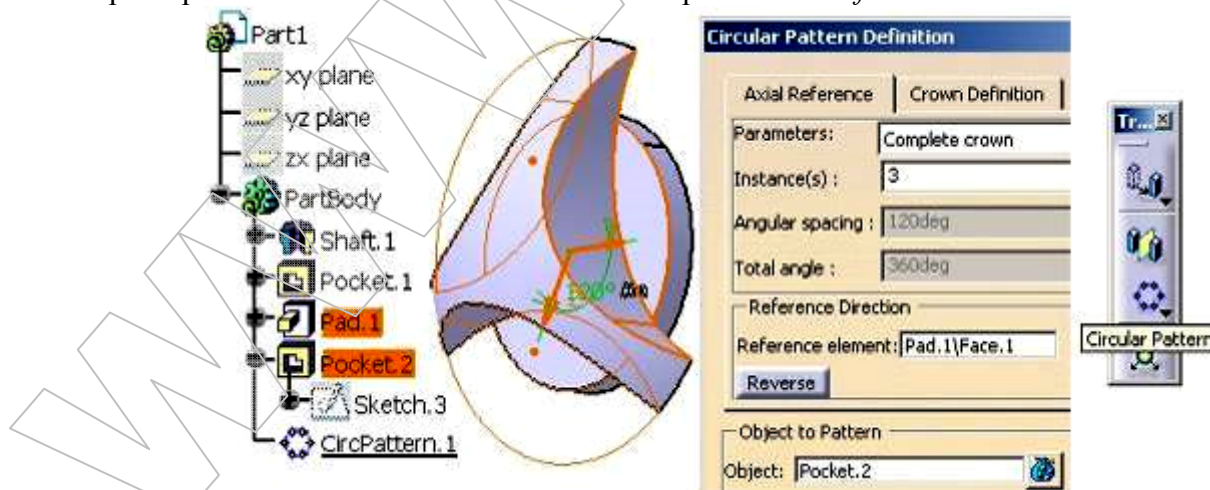


Fig. 3.44

Astfel, în fereastra de dialog *Circular Pattern Definition* (fig. 3.44), în câmpul *Parameters* se alege opțiunea *Complete Crown*, numărul de instanțe este 3, se alege ca element de referință suprafața cilindrică creată la baza calotei, apoi se selectează în arborele de specificații elementul *Pocket.2* pentru dispunerea circulară. Având în vedere opțiunea aleasă și numărul de instanțe, cele două câmpuri de unghiuri (*Angular Spacing* și *Total Angle*) sunt needitabile, valorile lor fiind completate automat de program.

Pe fața plană de la baza elementului de formă cilindrică se creează două cercuri concentrice, primul este coincident cu cercul de muchie al feței (diametru de 46 mm), iar celălalt are diametrul de 56 mm (fig. 3.45).

Cele două cercuri sunt folosite, apoi, într-o extragere *Pocket* pe distanța de 8 mm înspre calota sferică. Se va extrage, astfel, doar volumul aflat între cele două cercuri, rezultatul fiind prezentat în figura 3.46.

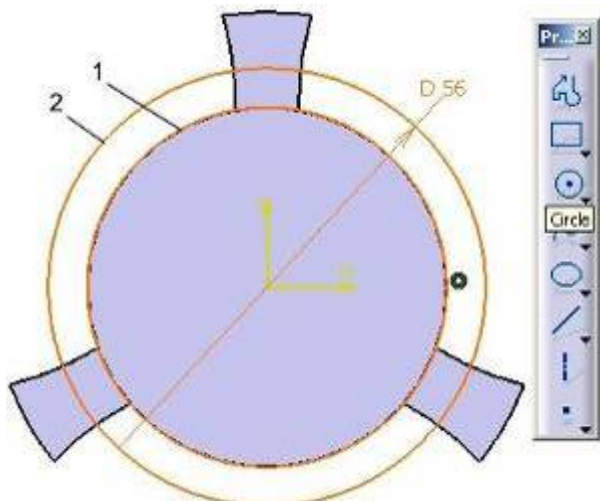


Fig. 3.45

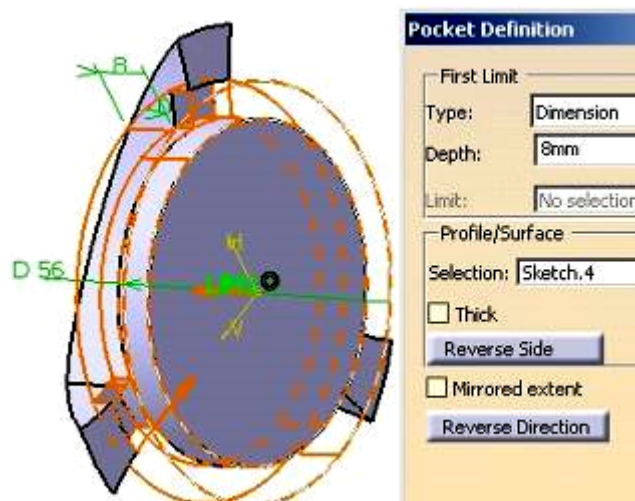


Fig. 3.46

Se selectează aceeași față plană a bazei cilindrice, se inițiază o nouă schiță în care se trasează un cerc de diametru 66 mm, concentric cu cercul de muchie al feței (fig. 3.47).

În fereastra de dialog *Pocket Definition* din figura 3.48 se observă tipul *Dimension* și distanța de 10 mm. Se poate considera orice valoare astfel încât volumul de extragere să depășească suprafața sferică a calotei.

Având în vedere că profilul utilizat în operație este un cerc, în mod implicit, *Pocket* va extrage un volum cilindric definit de contur în interiorul cercului. Apăsarea butonului *Reverse Side* va conduce la o extragere a unui volum definit în exteriorul cercului, dar în interiorul unui paralelipiped creat automat de program.

În figură se observă volumul de extragere și modul în care se taie corpul piesei, la exteriorul acesteia. Sunt editate, practic, capetele celor trei proeminențe identice ale piesei.

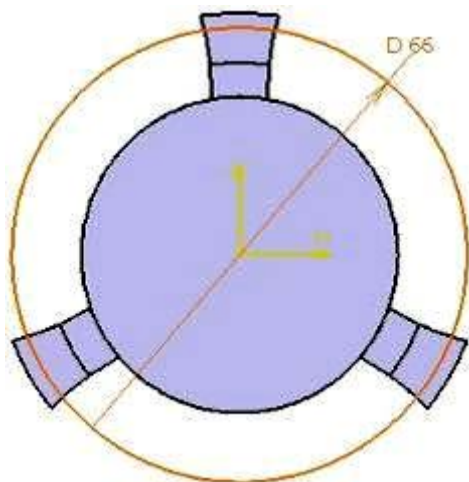


Fig. 3.47

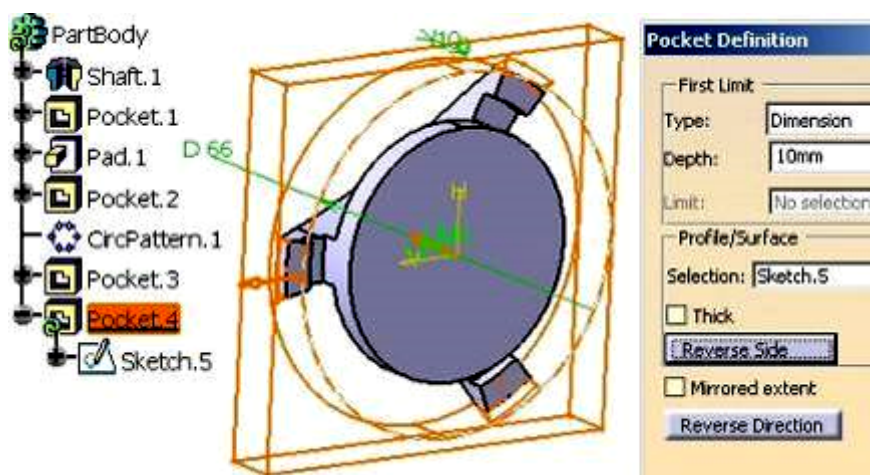


Fig. 3.48

În etapa următoare, se selectează una dintre suprafețele plane ale unei astfel de proeminențe, la baza sa și se redesenează (patru arce de cerc) profilul acesteia.

Cu ajutorul instrumentului *Arc* (fig. 3.49) se creează arcele de cerc respective și se adaugă constrângeri de coincidență între acestea și muchiile feței. Desigur, capetele arcelor care nu sunt necesare se înlătură folosind instrumentul *Quick Trim*, apoi profilul respectiv se extrudează (*Pad*) pe distanța de 5 mm conform figurii 3.50.

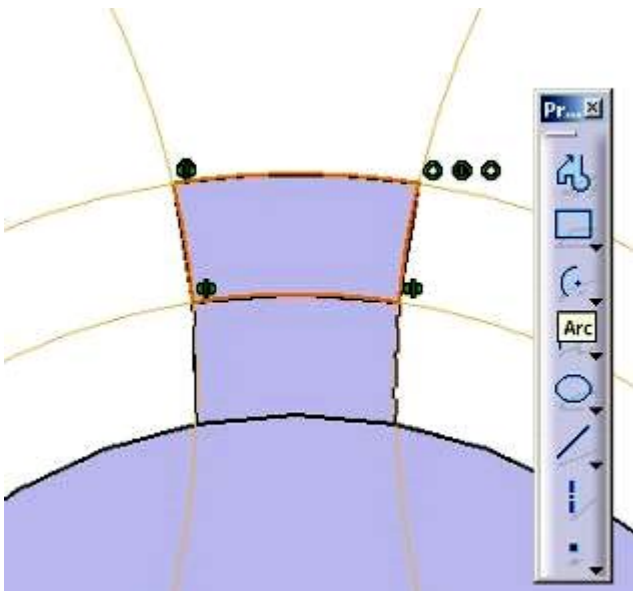


Fig. 3.49

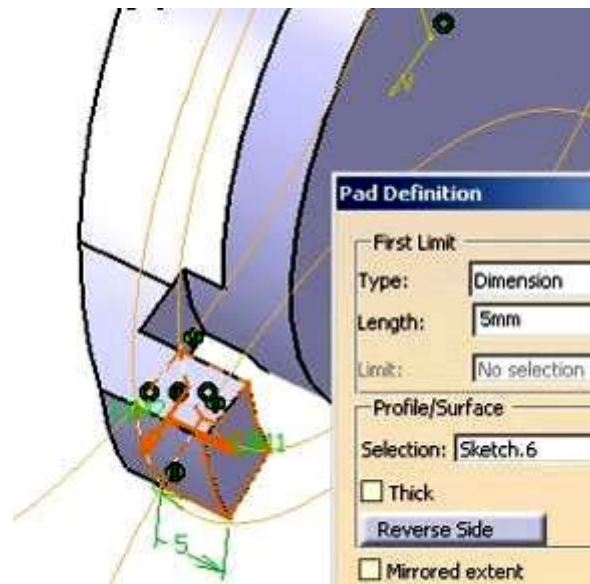


Fig. 3.50

Volumul astfel obținut se multiplică și se dispune circular în trei locații față de axa piesei, pentru fiecare dintre cele trei proeminențe. Modul de aplicare, prin instrumentul *Circular Pattern*, setările și rezultatul sunt afișate în figura 3.51.

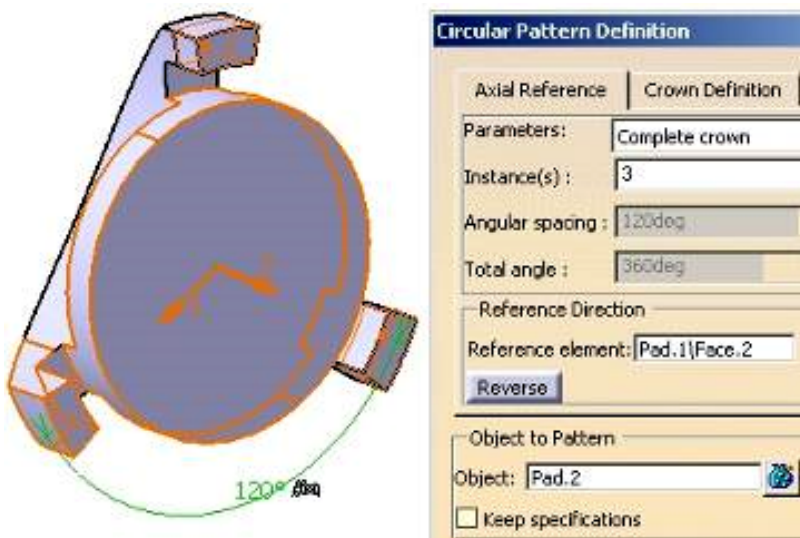


Fig. 3.51

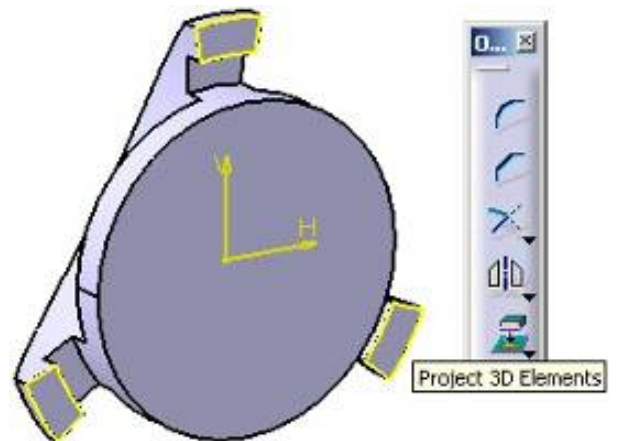


Fig. 3.52

O altă variantă de obținere a profilurilor pentru extrudare este prin folosirea în cadrul unei schițe a instrumentului *Project 3D Elements* de pe bara de instrumente *Operation*.

Astfel, se alege o suprafață plană sau un plan, se inițiază o schiță, se apasă pictograma respectivului instrument și se face efectiv *click* pe o față a unui element tridimensional. Geometria acestuia se proiectează în planul selectat anterior, în care se află și schița, profilul rezultat fiind reprezentat cu culoare galbenă.

Spre exemplu, în figura 3.52 se observă trei profile proiectate chiar în planul fețelor plane ale proeminențelor. Obținerea acestora este mult mai simplă și rapidă decât cea folosită anterior când utilizatorul a redesenat unul dintre aceste profile. Odată profilele prezente în noua schiță, se aplică direct extrudarea *Pad*, fără a mai fi necesară multiplicarea *Circular Pattern*.

Urmează etapa în care se racordează muchiile aflate pe suprafața superioară a calotei, pe cilindrul de la baza acesteia și pe cele trei proeminențe, utilizând instrumentul *Edge Fillet* aflat pe bara *Dress-Up Features*. În fereastra de dialog *Edge Fillet Definition* se introduce valoarea razei (câmpul *Radius*: 2 mm) și se selectează muchiile în câmpul *Object(s) to fillet* (fig. 3.53).

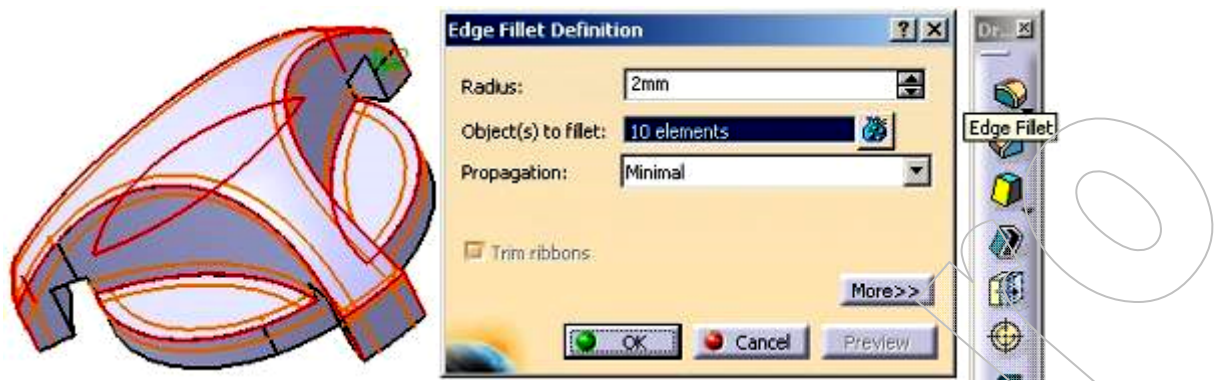


Fig. 3.53

Pe suprafața plană de la baza elementului cilindric se formează o schiță în care se trasează două cercuri concenrice, de diametre 20 mm, respectiv, 42 mm (fig. 3.54). Cele două cercuri vor fi necesare într-o operație de extragere *Pocket* pe distanța de 2 mm (fig. 3.55).

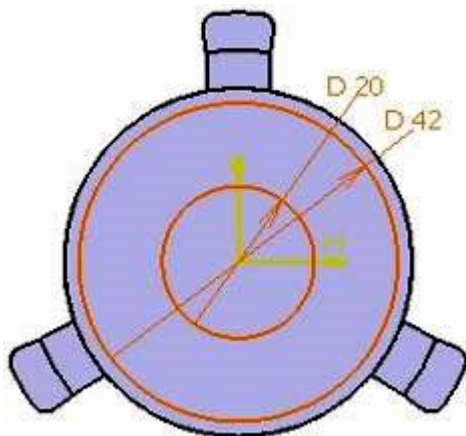


Fig. 3.54

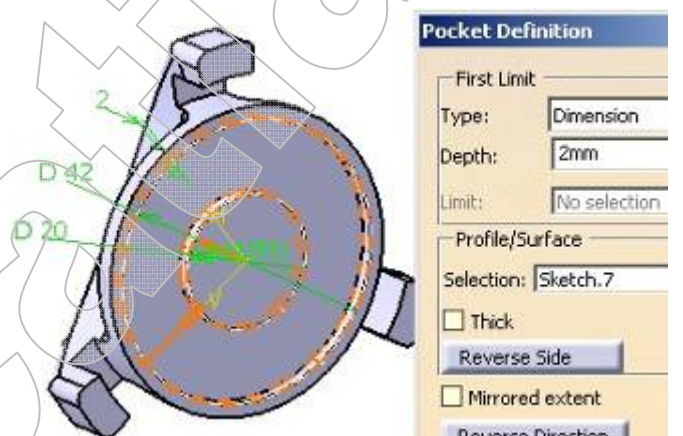


Fig. 3.55

Conform desenului de execuție, piesa prezintă și o gaură centrală străpunsă și filetată M14. Se activează instrumentul *Hole*, se selectează suprafața plană de pe porțiunea cilindrică rămasă în urma extragerii *Pocket* și se poziționează centrul găurii în centrul cercului de muchie.

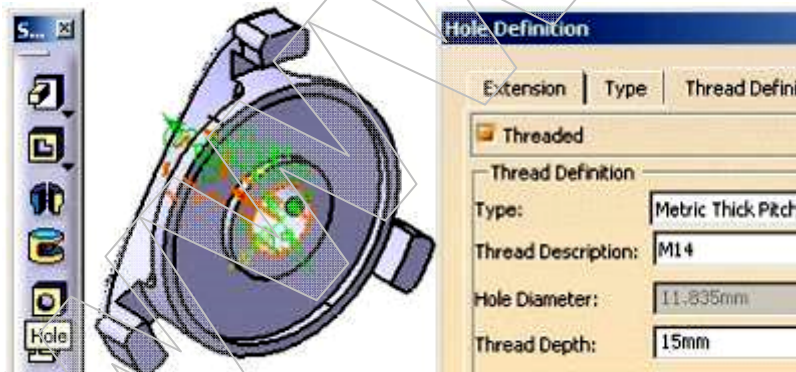


Fig. 3.56

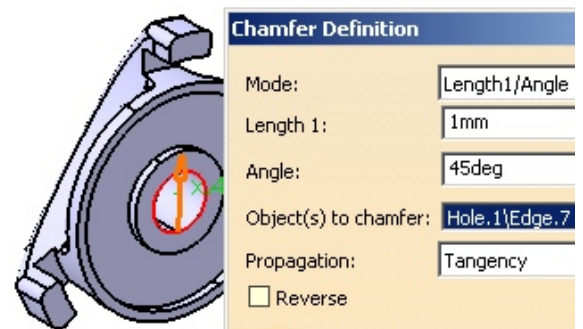


Fig. 3.57

În fereastra de dialog *Hole Definition* (fig. 3.56), în *tab-ul Extension* se alege tipul *Up To Last*, ceea ce conduce la o gaură străpunsă, apoi, în *tab-ul Thread Definition* se bifează opțiunea *Threaded*, iar în zona *Thread Definition*, în câmpul *Type* se alege *Metric Thick Pitch*, în câmpul *Thread Description* se alege un filet M14, valoarea câmpului *Hole Diameter* se completează automat, iar în câmpul *Thread Depth* se adaugă adâncimea filetului, de 15 mm. Filetul nu este vizibil pe reprezentarea tridimensională din figură, ci doar în proiecțiile desenului de execuție, creat în modulul *CATIA Drafting*.

Modelarea piesei se încheie cu realizarea unei teșituri $1 \times 45^\circ$ cu ajutorul instrumentului *Chamfer* de pe bara de instrumente *Dress-Up Features*. Se selectează muchia, se apasă pictograma respectivă și se introduc valorile în câmpurile *Length 1* și *Angle* (fig. 3.57).

Aplicația 8. Piesă de legătură

În această aplicație se prezintă într-o succesiune de reprezentări, fără explicații (figurile 3.233...3.242), principalele etape ale modelării piesei având desenul de execuție în figura 3.232.

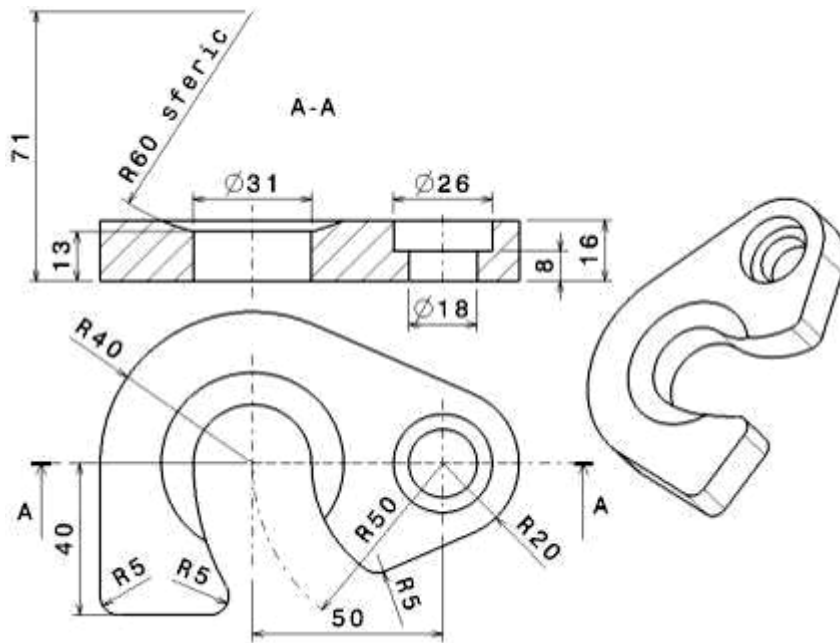


Fig. 3.232.

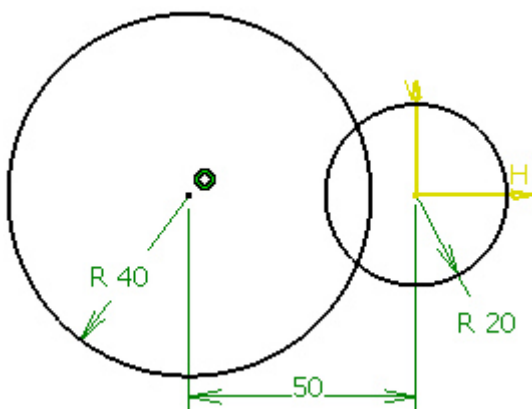


Fig. 3.233.

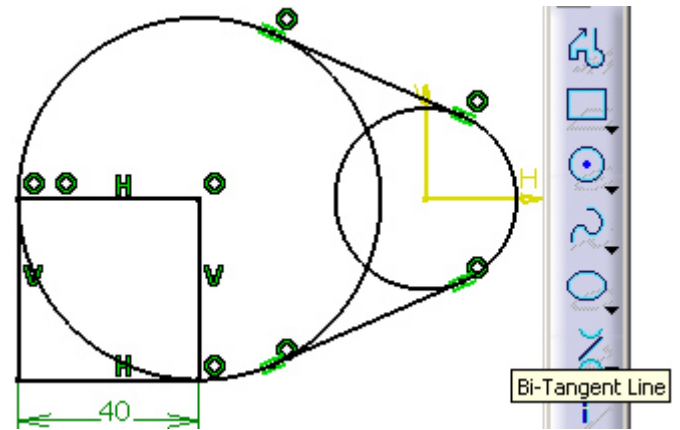


Fig. 3.234.

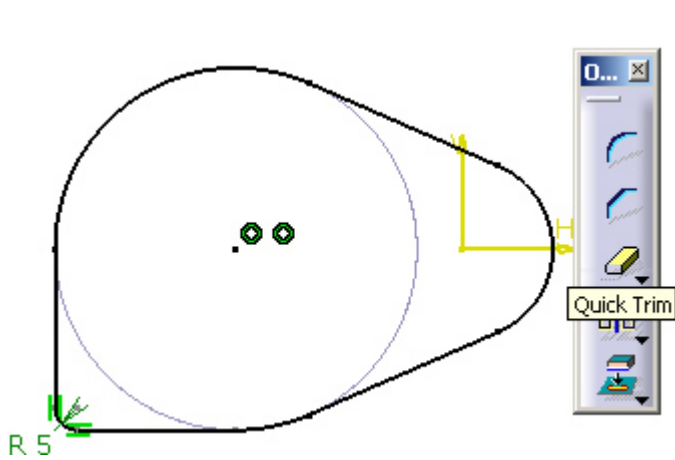


Fig. 3.235.

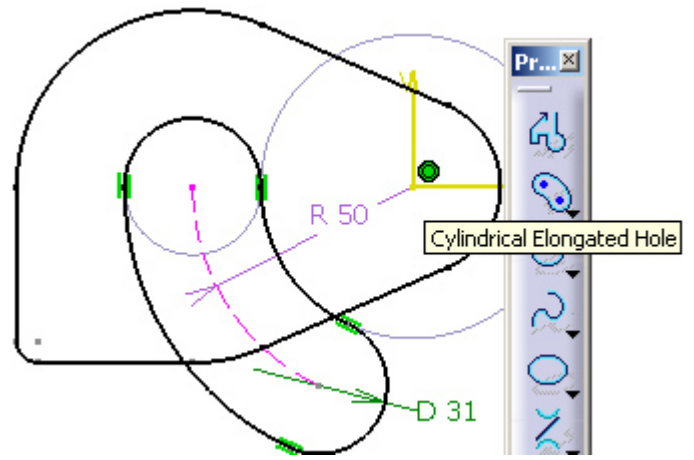


Fig. 3.236.

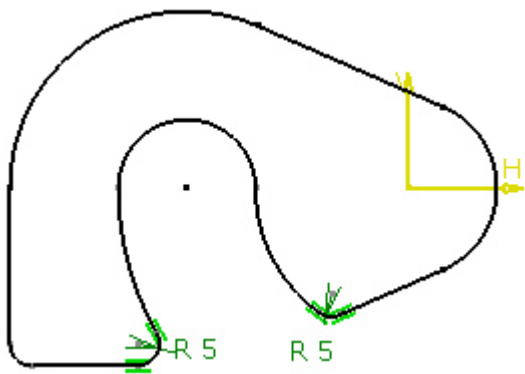


Fig. 3.237.

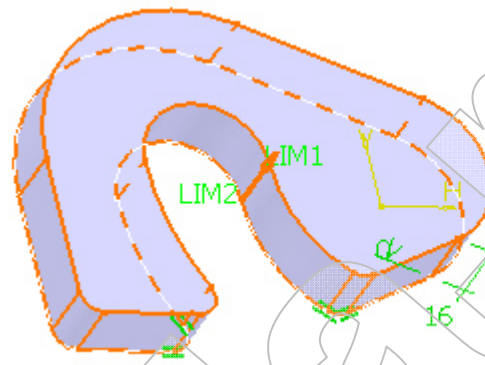


Fig. 3.238.

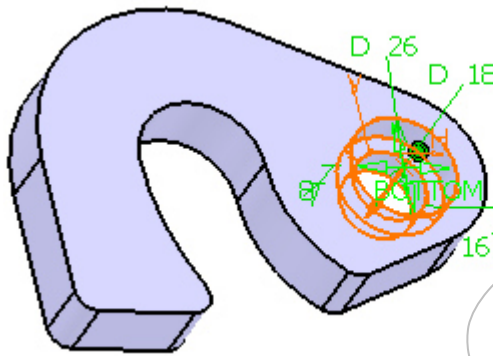
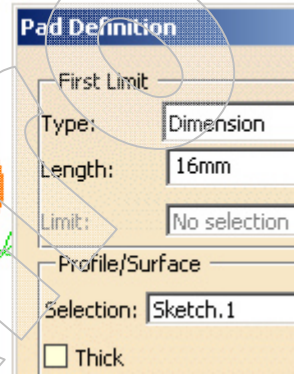


Fig. 3.239.

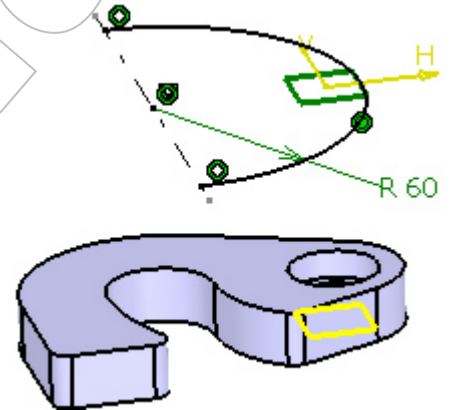
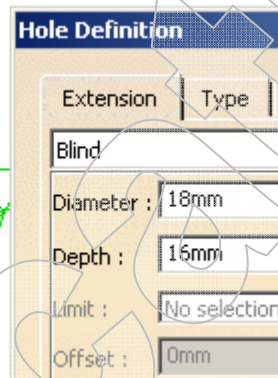


Fig. 3.240.

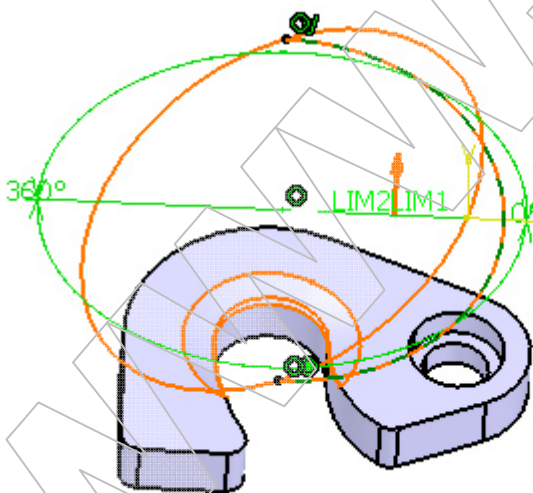


Fig. 3.241.

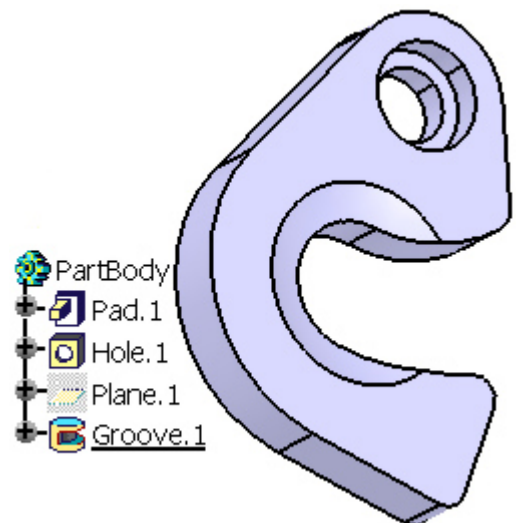
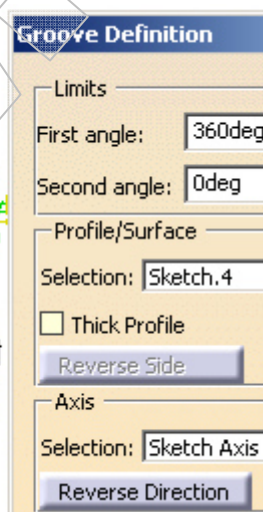


Fig. 3.242.

Aplicația 9. Piesă Suport Inel

În aplicație se prezintă într-o succesiune de reprezentări, fără explicații (figurile 3.244...3.255), principalele etape ale modelării piesei cu desenul de execuție în figura 3.243.

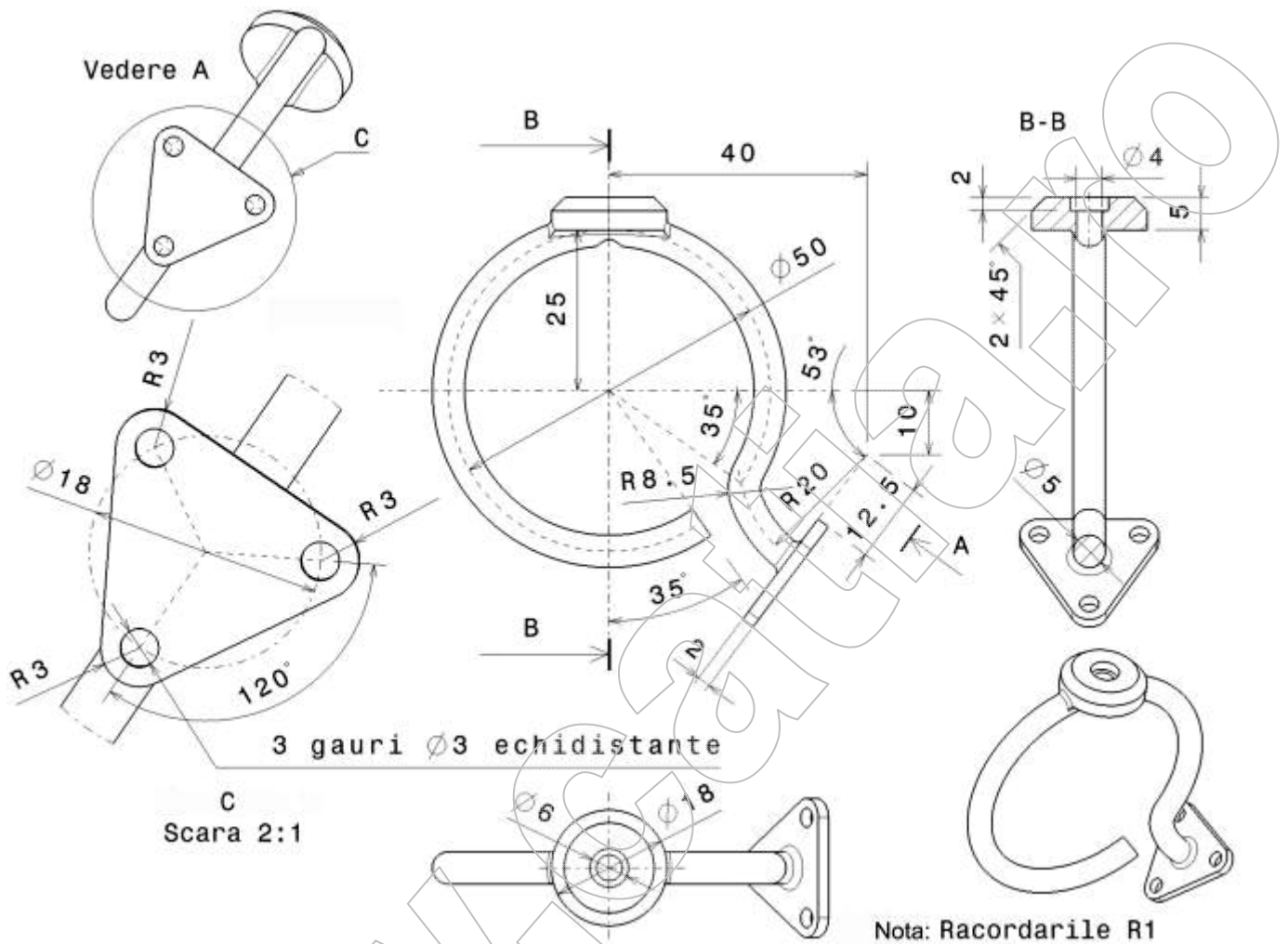


Fig. 3.243.

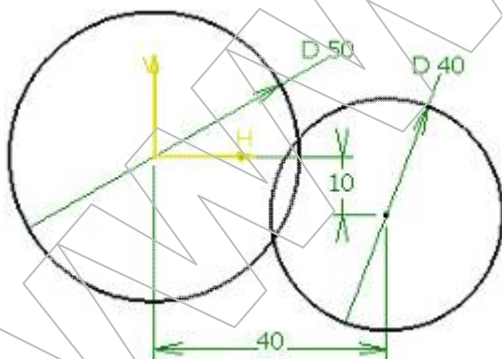


Fig. 3.244.

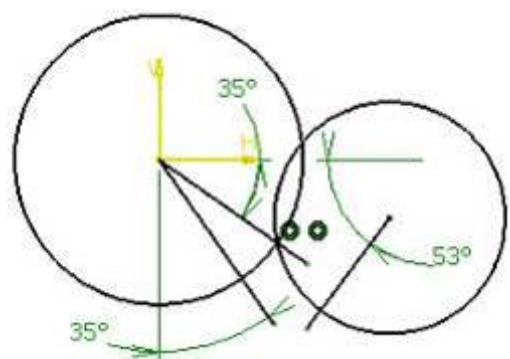


Fig. 3.245.

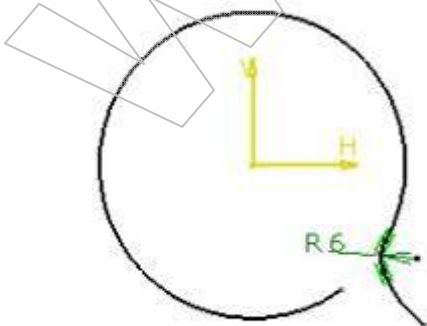


Fig. 3.246.

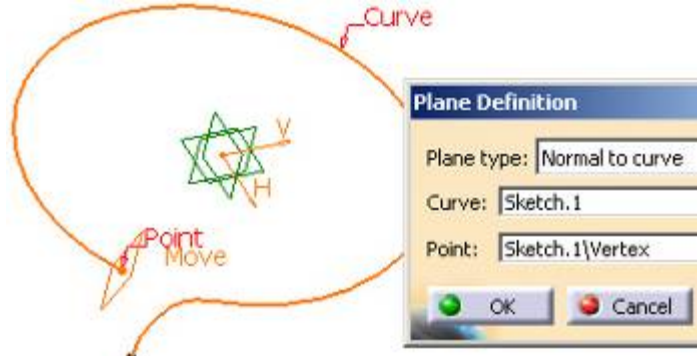


Fig. 3.247.

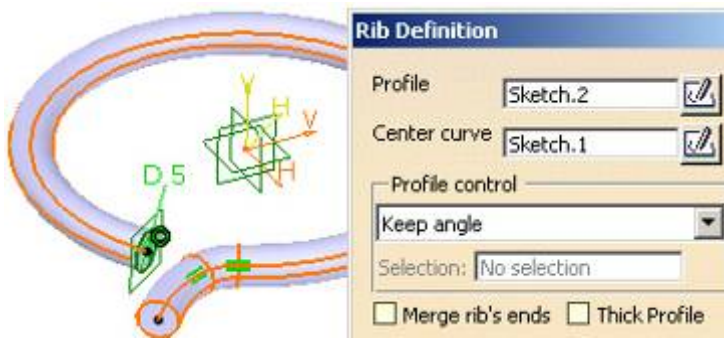


Fig. 3.248.

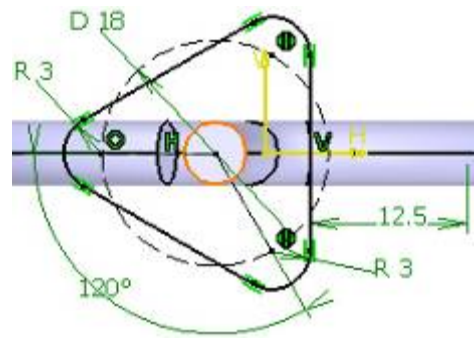


Fig. 3.249.

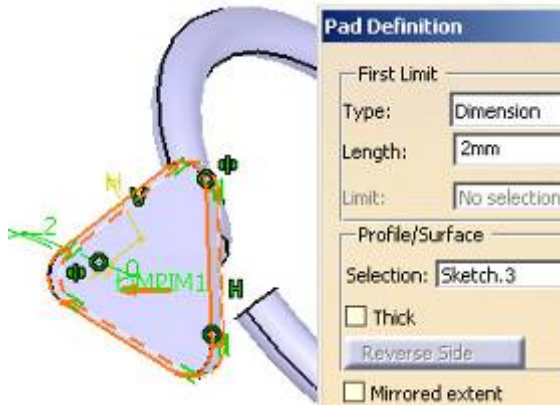


Fig. 3.250.

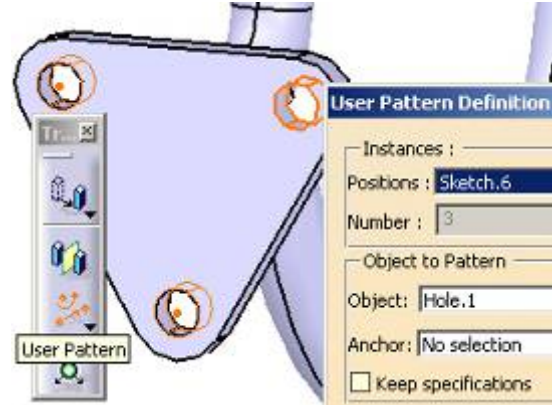


Fig. 3.251.

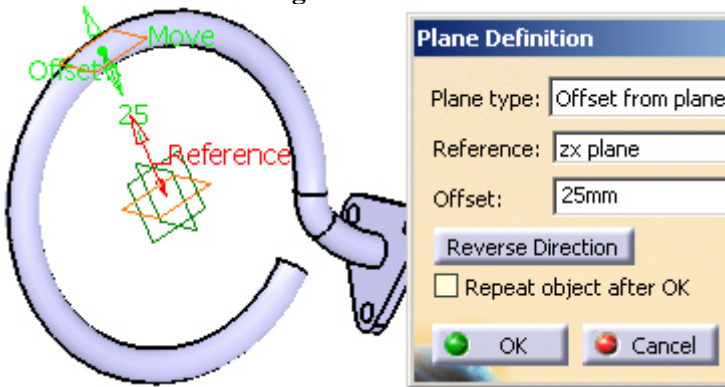


Fig. 3.252.

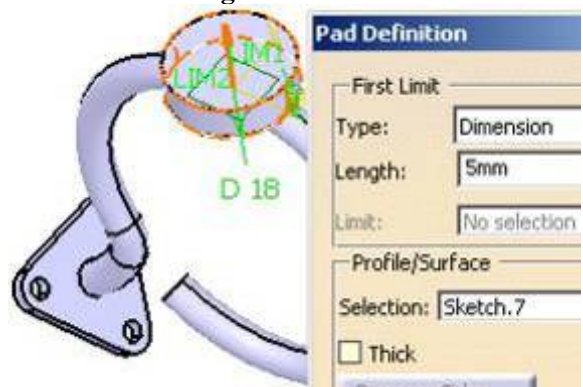


Fig. 3.253.

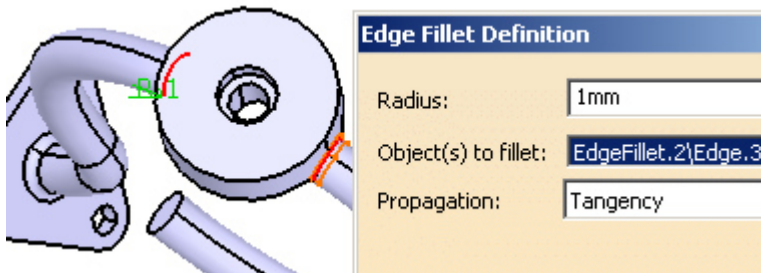


Fig. 3.254.

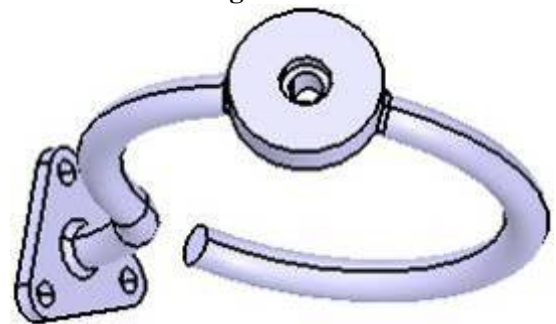


Fig. 3.255.

Aplicația 10. Roată de clichet

În aplicație se prezintă într-o succesiune de reprezentări (figurile 3.284...3.301), fără explicații, principalele etape ale modelării piesei cu desenul de execuție în figura 3.283.

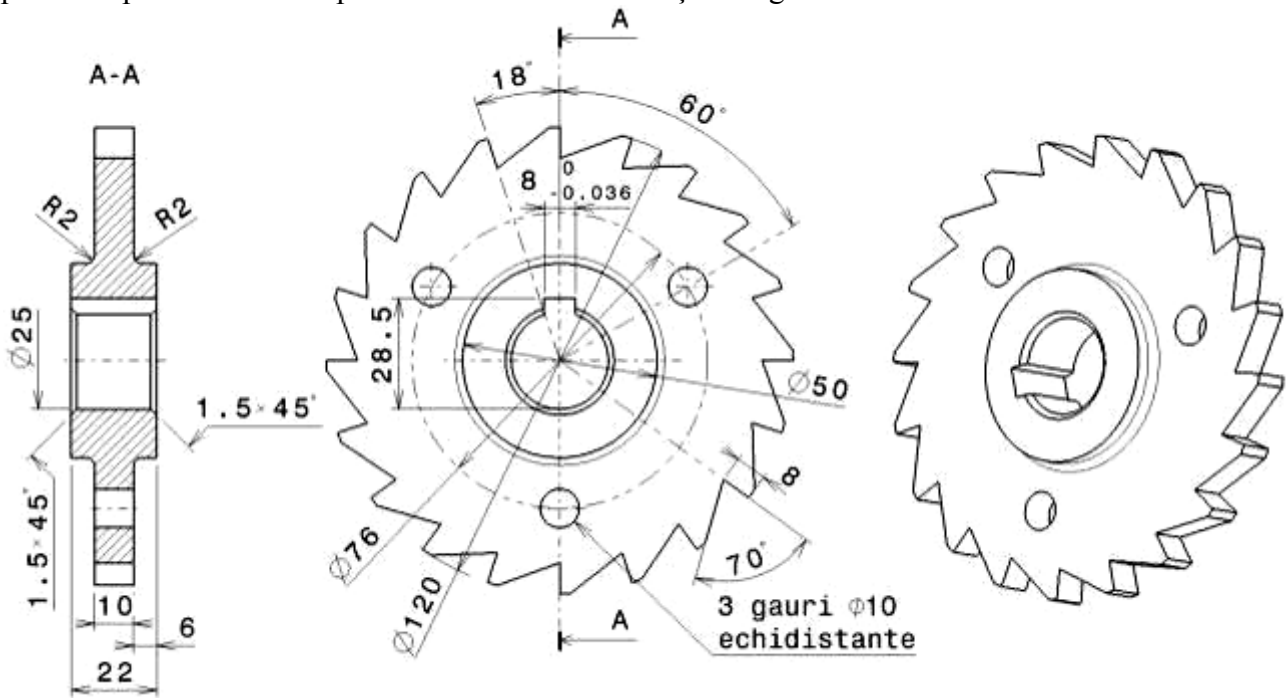


Fig. 3.283.

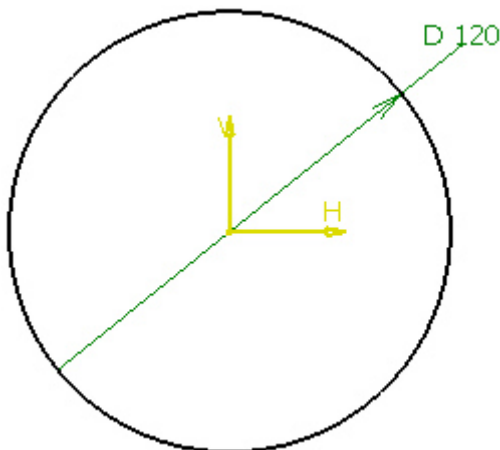


Fig. 3.284.

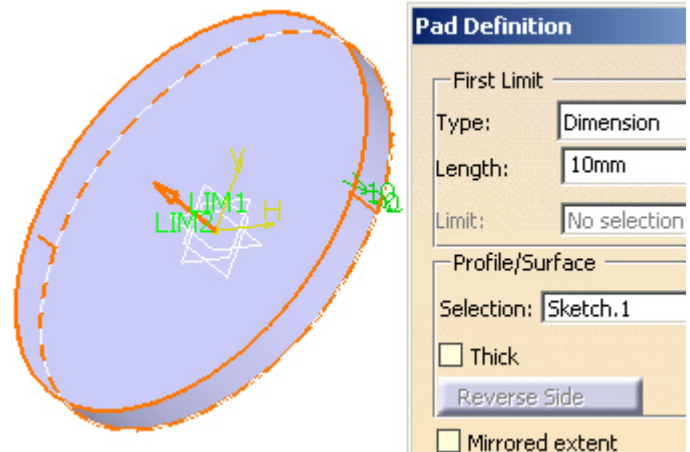


Fig. 3.285.

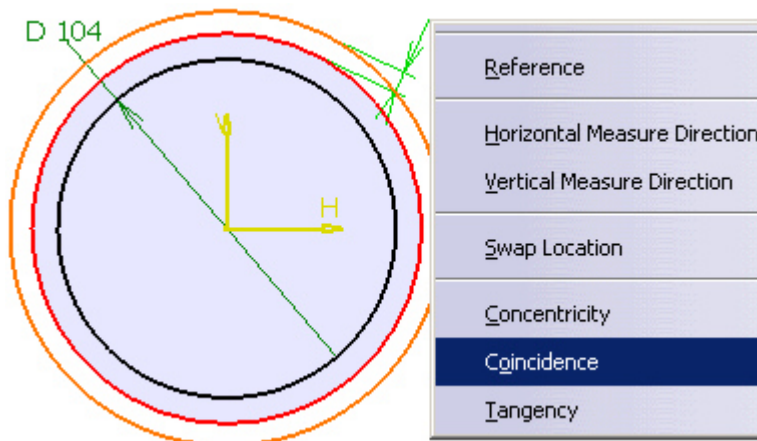


Fig. 3.286.

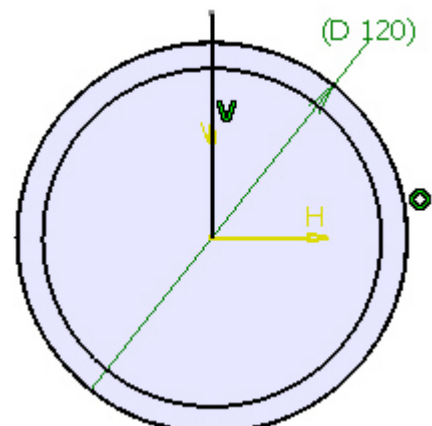


Fig. 3.287.

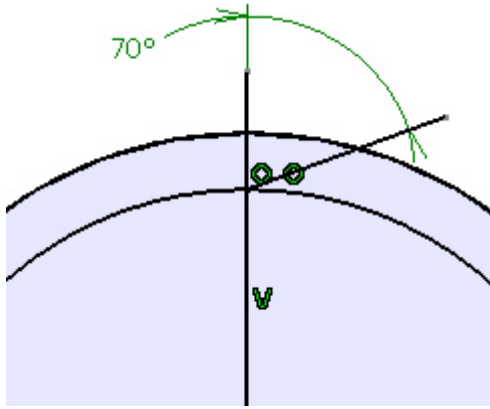


Fig. 3.288.

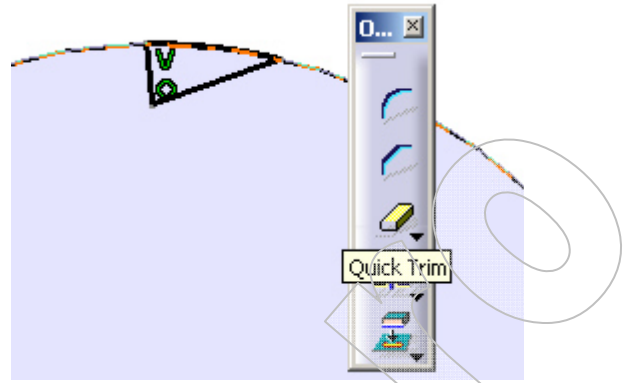


Fig. 3.289.

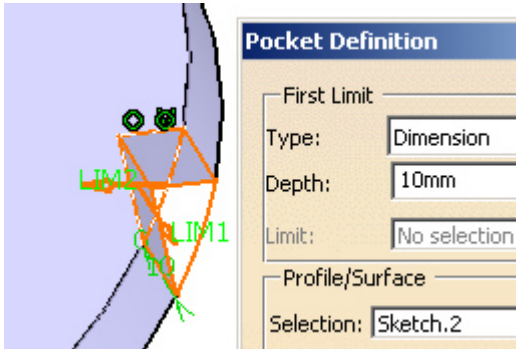


Fig. 3.290.

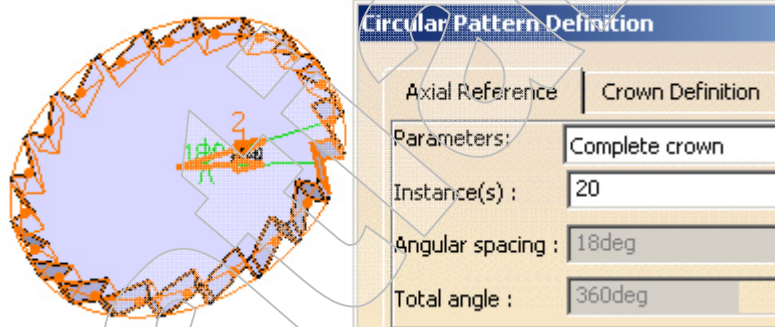


Fig. 3.291.

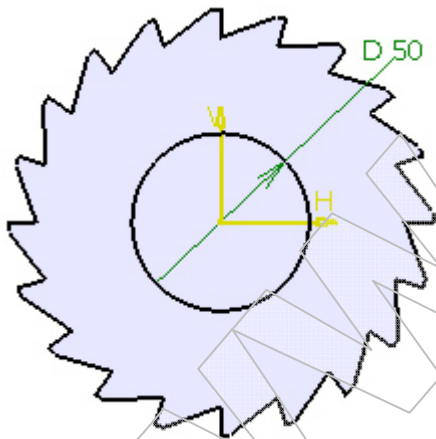


Fig. 3.292.

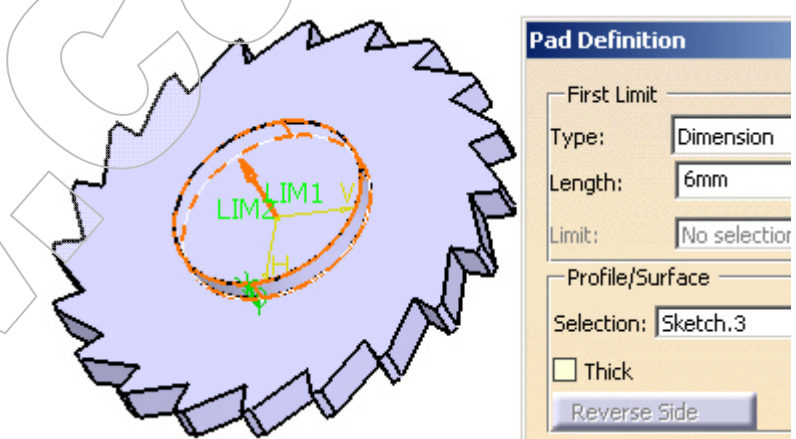


Fig. 3.293.

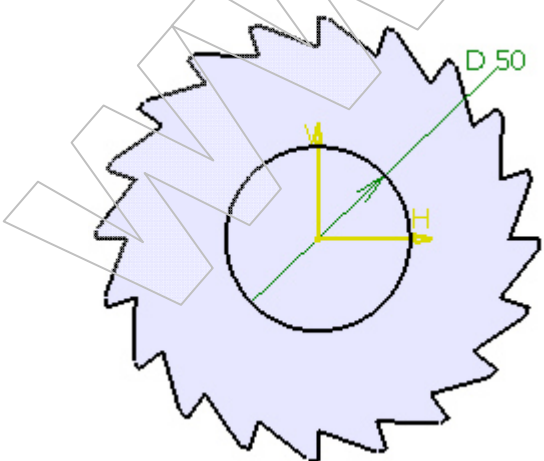


Fig. 3.294.

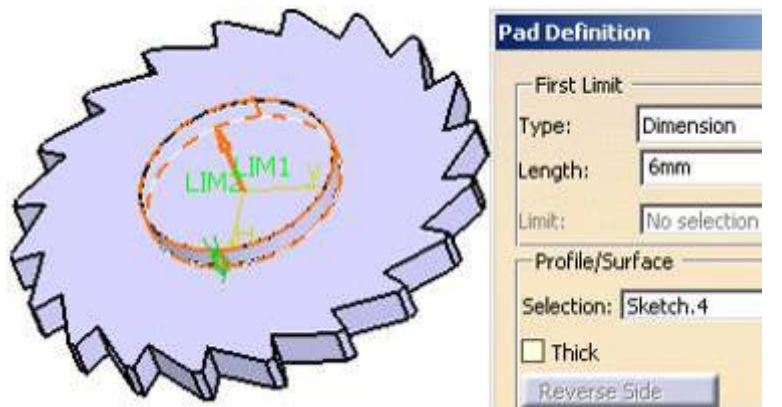


Fig. 3.295.

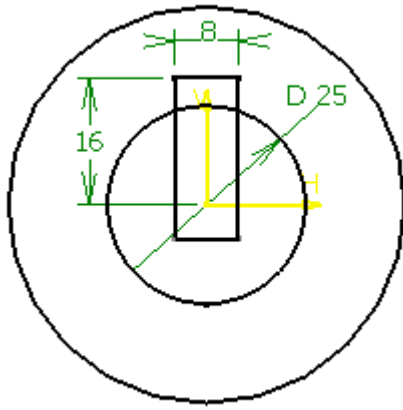


Fig. 3.296.

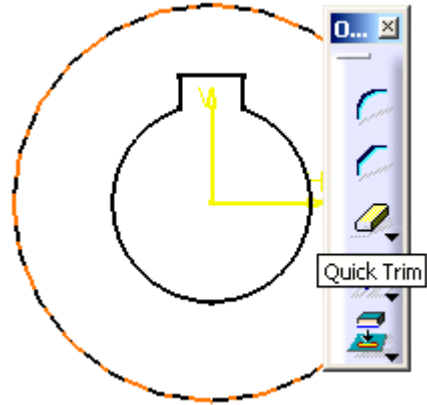


Fig. 3.297.



Fig. 3.298.

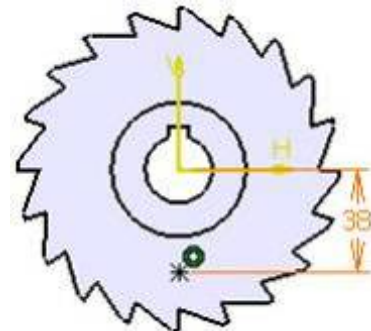


Fig. 3.299.

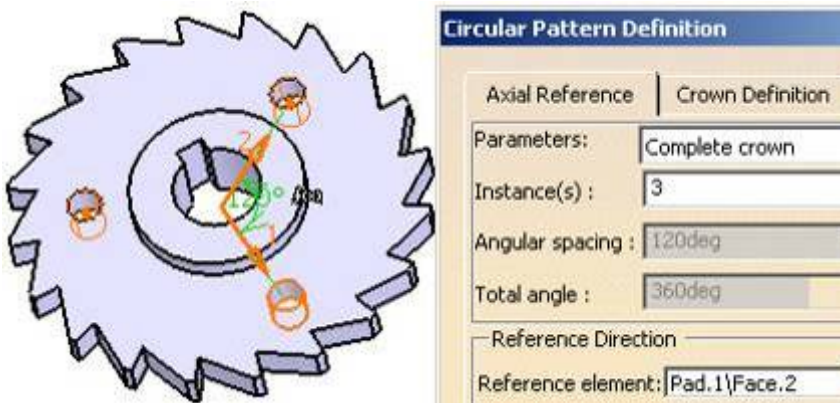


Fig. 3.300.

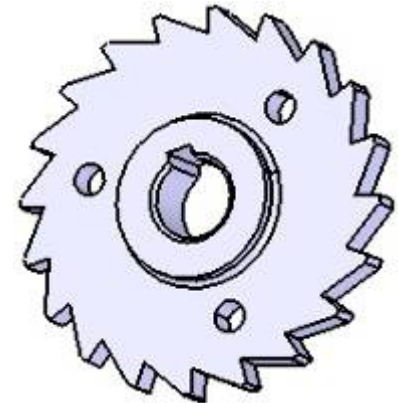
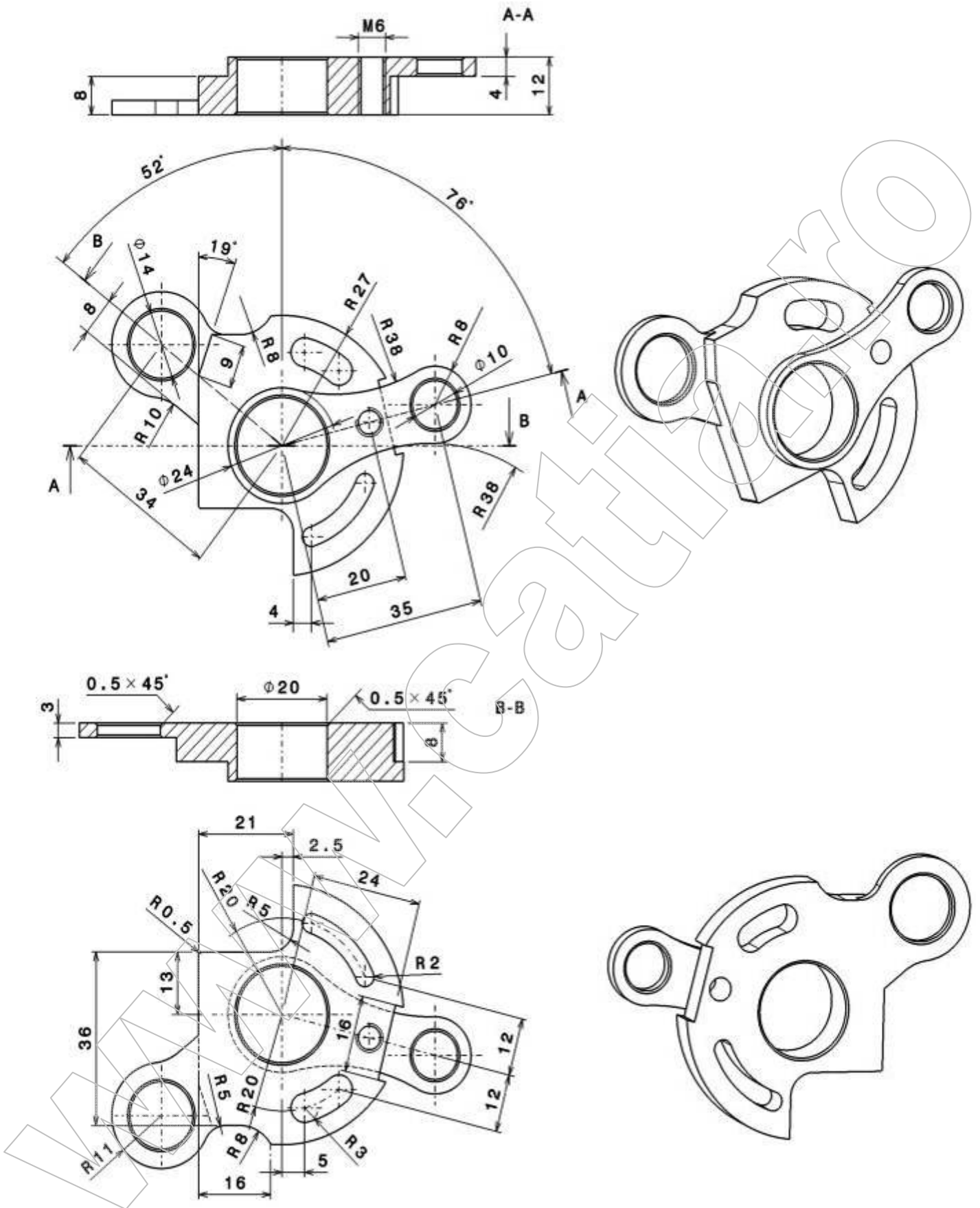
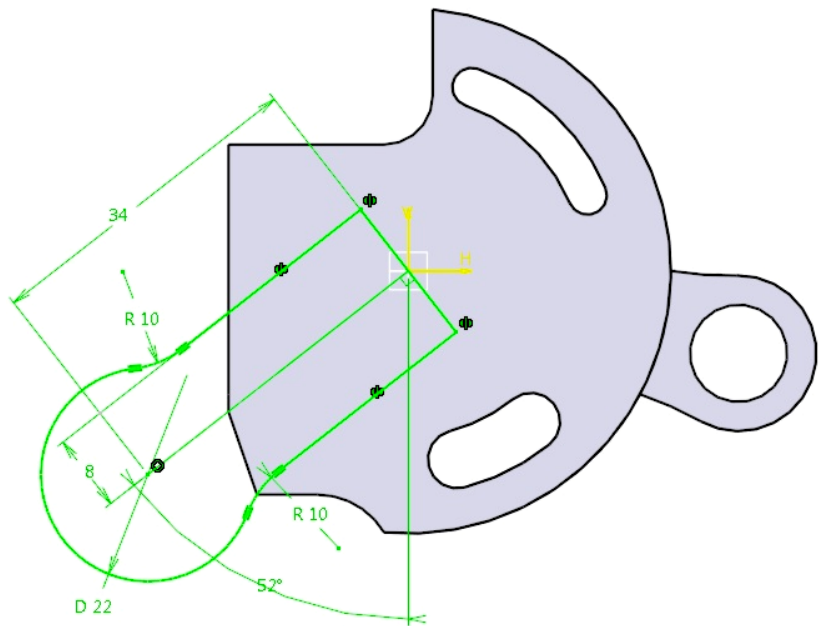
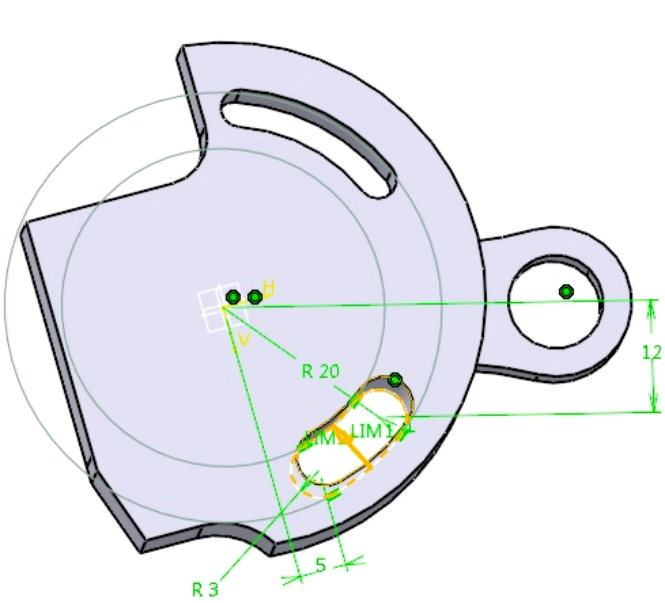
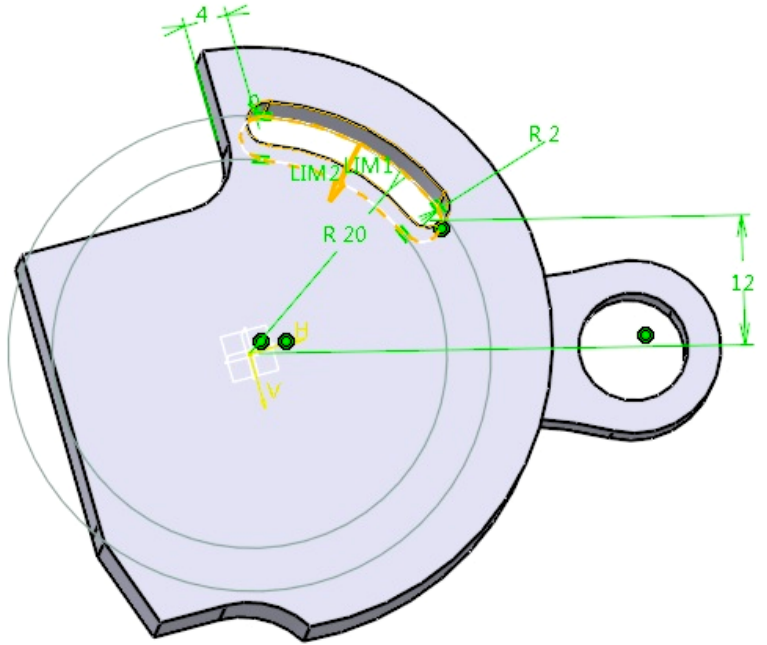
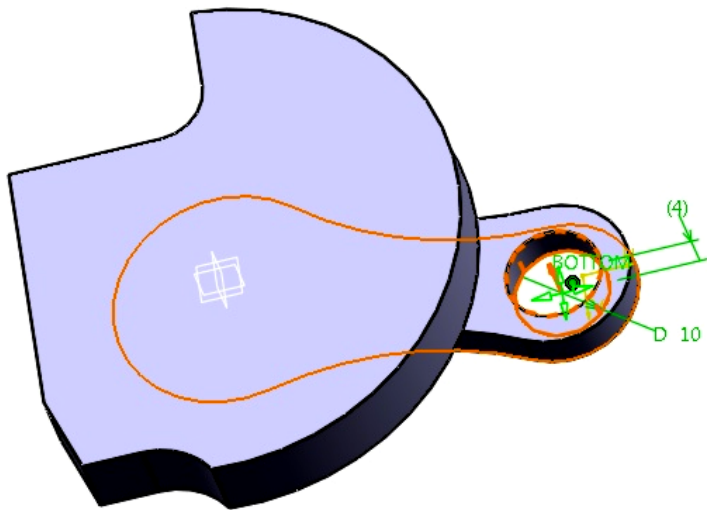
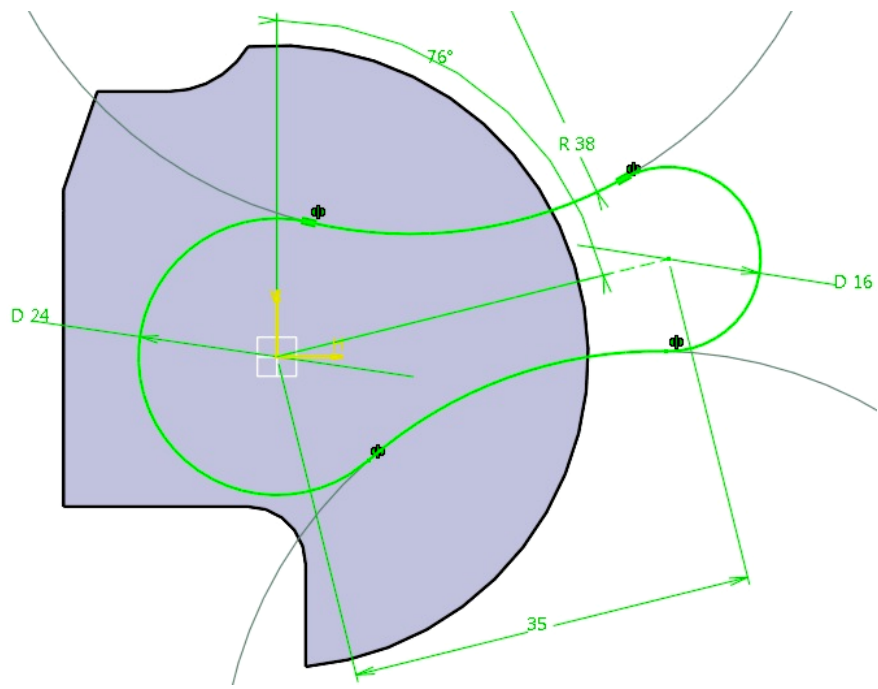
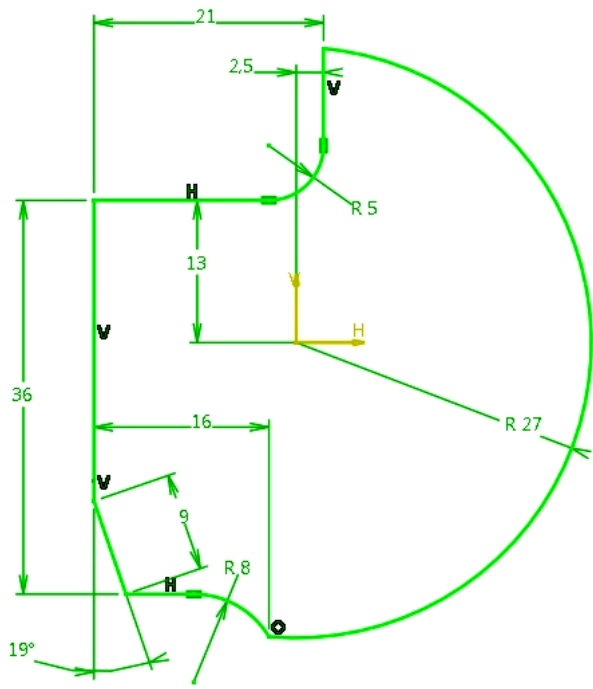
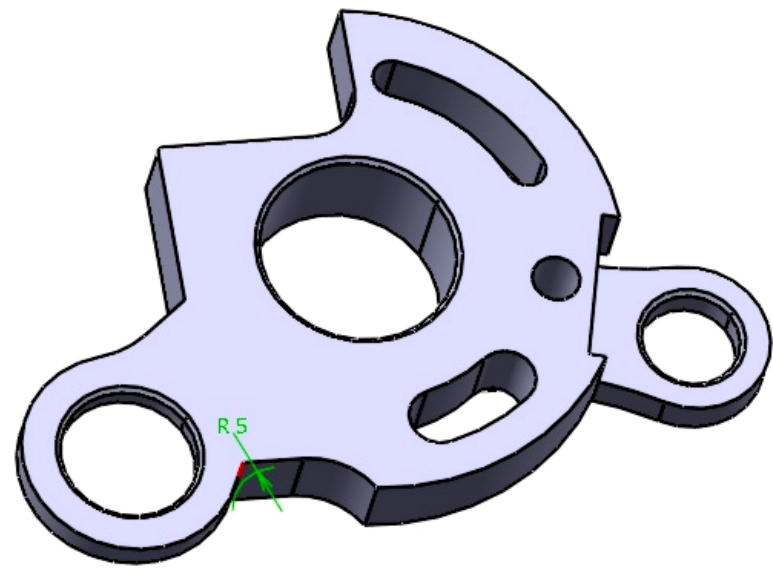
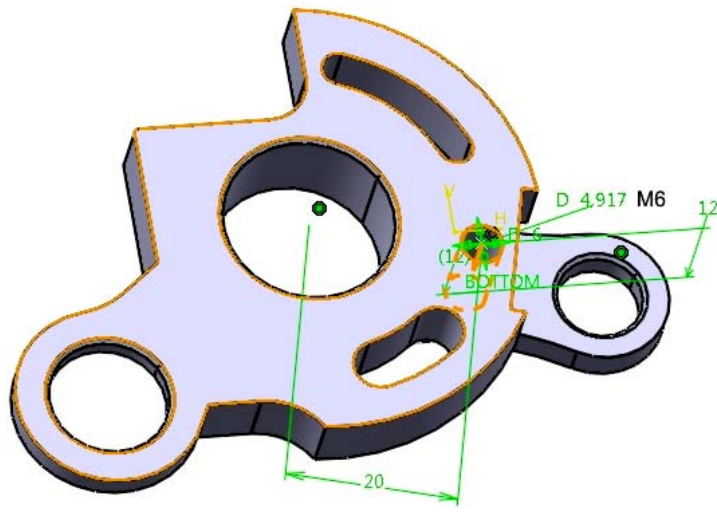
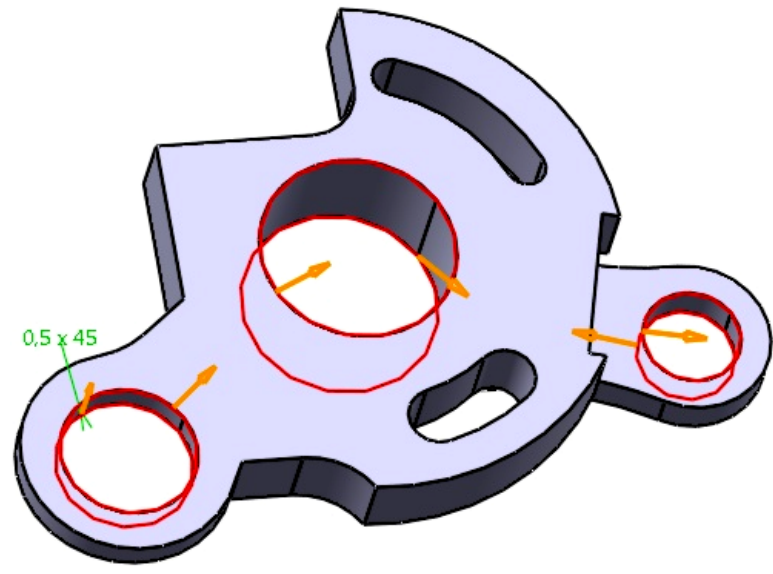
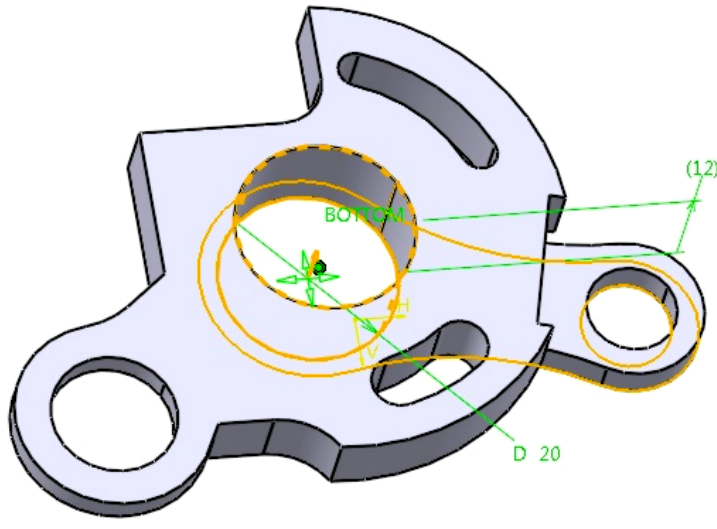
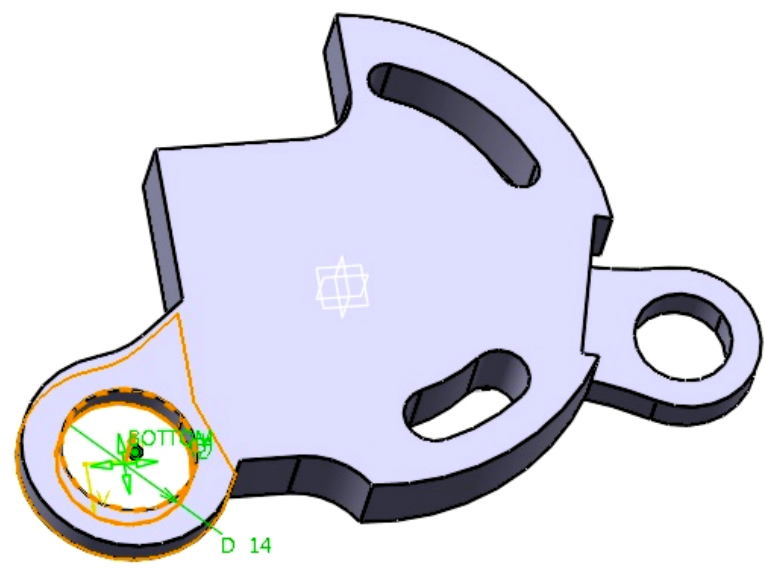
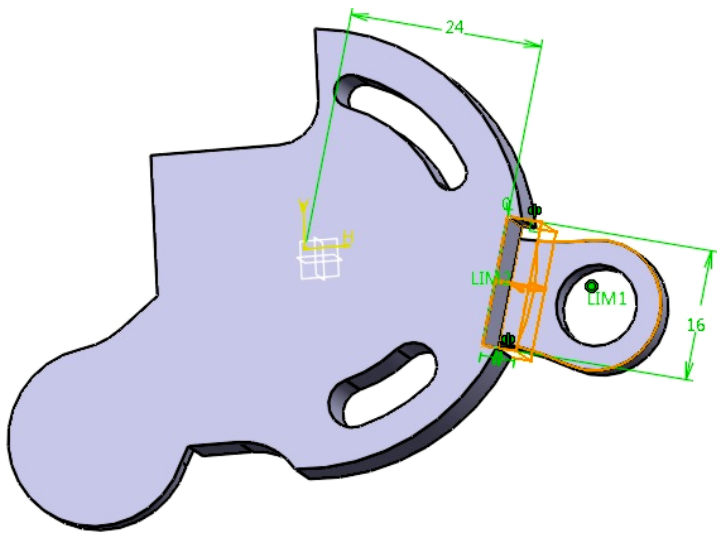


Fig. 3.301.

Aplicația 11. Piesă Suport Rotativ







Aplicația 12. Asamblarea unei manete cu locaș pătrat

Ansamblul analizat în această aplicație este denumit “manetă cu locaș pătrat”, fiind un ansamblu normalizat, destinat acționării manuale a unor elemente, și anume: roți dințate baladoare, cuplaje mecanice, sisteme de strângere/desfacere.

Există și variante cu locaș hexagonal, cu piuliță filetată, cu pană sau caneluri. Pentru acționarea manetei este prevăzut un mâner cu manșon. Mânerul se assemblează prin filetare în corpul tronconic al manetei.

În figura 4.24 sunt prezentate trei proiecții ortogonale (două vederi și o secțiune), dar și una izometrică ale ansamblului respectiv în poziție de lucru.

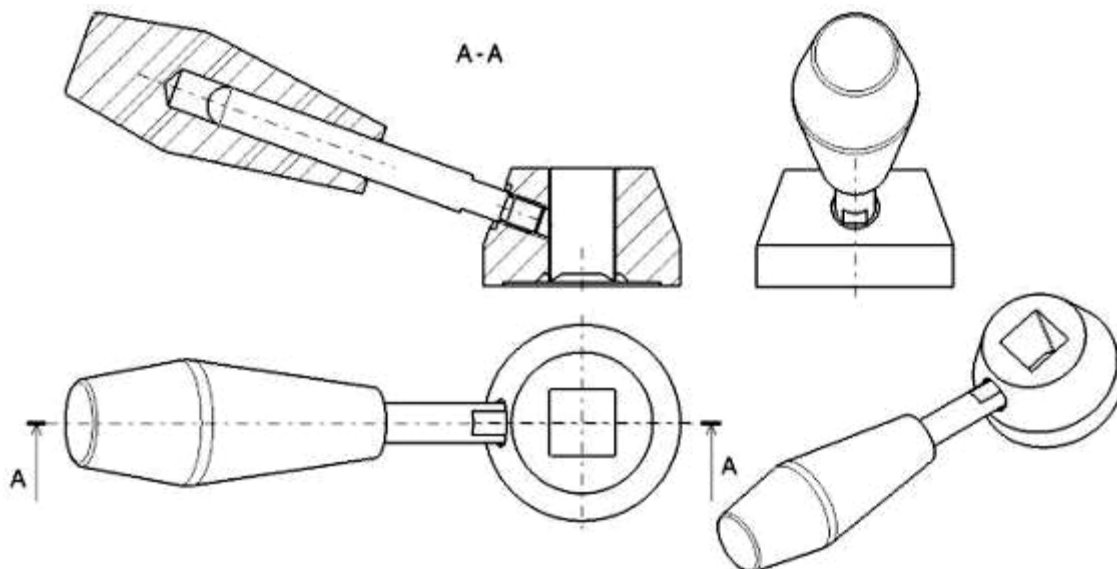


Fig. 4.24. Proiecții ale ansamblului manetă

Prima componentă inserată în ansamblu este corpul tronconic al manetei, urmat de mânerul acesteia. Pentru asamblare, între axa găurii filetate executate în corpul manetei și axa corpului de formă cilindrică al mânerului se adaugă o constrângere de coincidență (*Coincidence Constraint*), apoi se apasă pictograma "Update" pentru a poziționa cele două componente (figura 4.25).

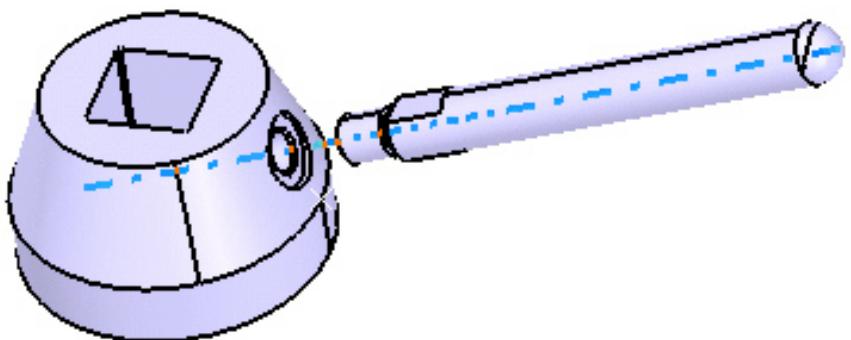


Fig. 4.25. Stabilirea constrângerii de coincidență

Alături de această constrângere, se mai utilizează una de contact (*Contact Constraint*) între două suprafețe plane, și anume: suprafața plană lamată a găurii filetate din corpul manetei și suprafața plană frontală a mânerului, aflată în spatele filetelui (figura 4.26).

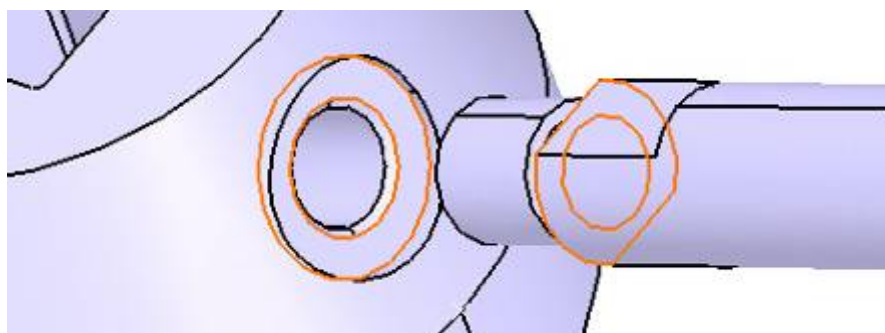


Fig. 4.26. Stabilirea constrângerii de contact de suprafață

În urma aplicării celor două constrângeri, mânerul se assemblează prin filetare în corpul manetei. Pentru a avea o vedere mai bună asupra acestei asamblări, corpul tronconic poate fi vizualizat transparent (figura 4.27), utilizând cursorul "Transparency" din zona "Graphic" (figura 4.28) a meniului contextual "Properties", disponibil prin apăsarea butonului dreapta al mouse-ului când acesta se află deasupra corpului respectiv.

De asemenea, din zona "Graphic" se alege și culoarea dorită pentru fiecare componentă a ansamblului. Schimbarea culorii este recomandată, în special, în cazul ansamblurilor complexe, cu multe elemente, pentru a le diferenția cu ușurință.

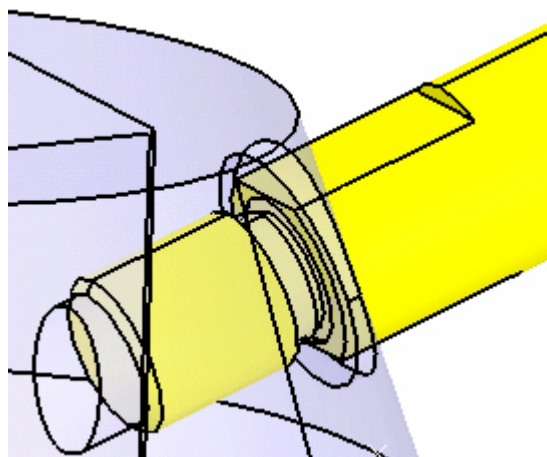


Fig. 4.27. Vizualizare transparentă a corpului

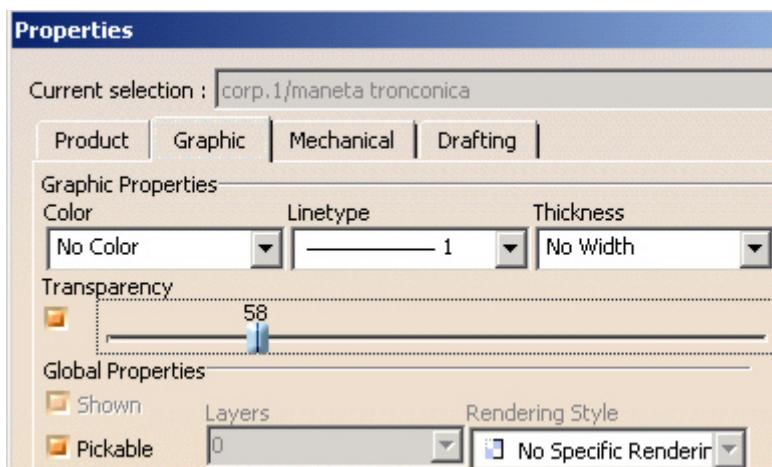


Fig. 4.28. Cursorul de stabilire a transparenței

Ultima componentă inserată în ansamblu este manșonul mânerului, executat din aluminiu. Pentru o corectă poziționare se utilizează două constrângeri, una de coincidență (*Coincidence Constraint*) și una de distanță liniară (*Offset Constraint*).

Astfel, între axa mânerului și axa găurii executate în corpul manșonului se aplică o constrângere de coincidență. De asemenea, așa cum rezultă din figura 4.29, între centrul capătului sferic al mânerului și suprafața plană frontală de început a găurii din manșon se stabilește constrângerea de distanță liniară de 40 mm.

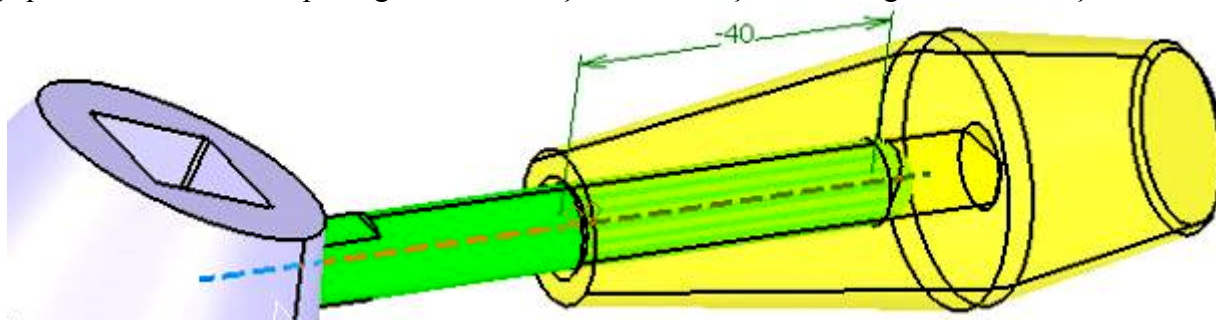


Fig. 4.29. Stabilirea constrângerilor de coincidență și de distanță liniară între mâner și manșon



Fig. 4.30. Arborele de specificații al ansamblului

În urma aplicării corecte a tuturor constrângerilor, componentele ansamblului se poziționează în conformitate cu condițiile impuse.

În figura 4.30 este prezentat arborele de specificații al ansamblului considerat în aplicație. Se observă componentele acestuia, dar și cele patru constrângeri stabilite. De asemenea, alături de fiecare constrângere, între paranteze, este vizibilă și perechea de componente între care există respectiva constrângere.

Desenele de execuție ale componentelor ansamblului sunt reprezentate în continuare, și anume: corpul tronconic al manetei (figura 4.31), mânerul (figura 4.32) și manșonul (figura 4.33).

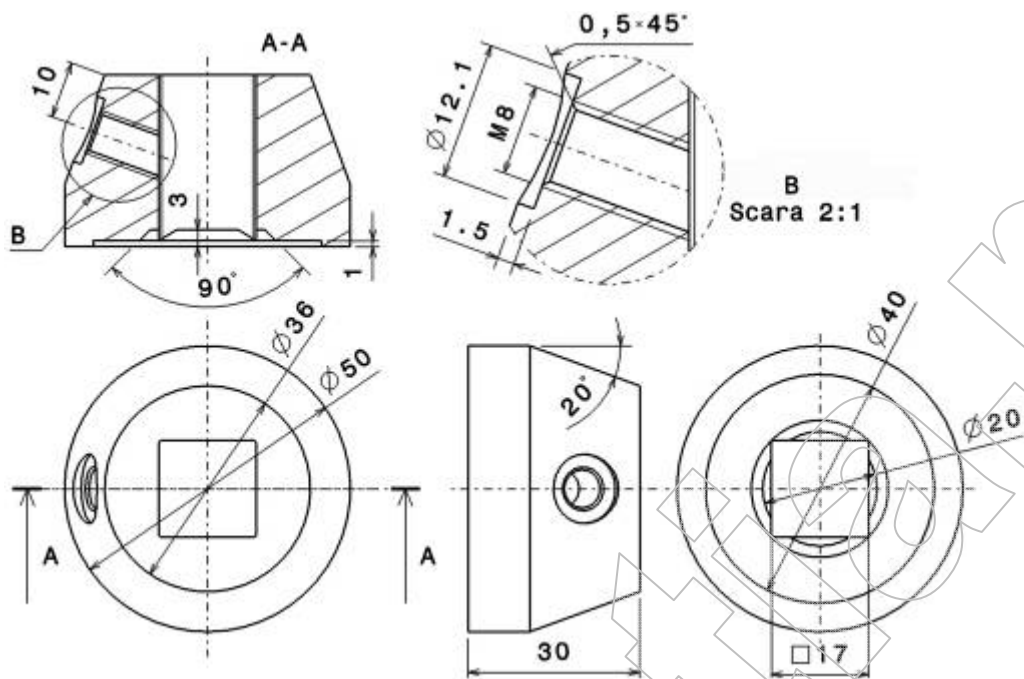


Fig. 4.31. Corpul tronconic al manetei

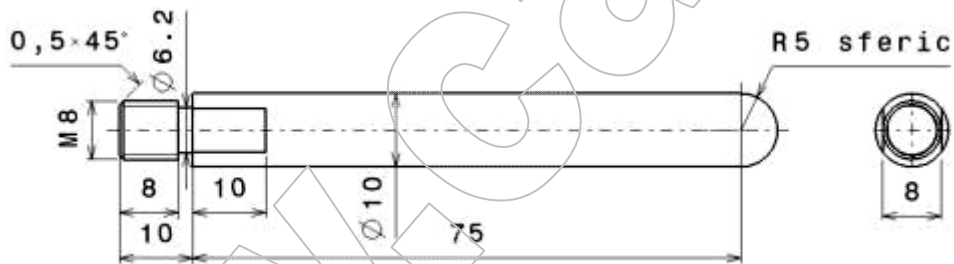


Fig. 4.32. Mănerul

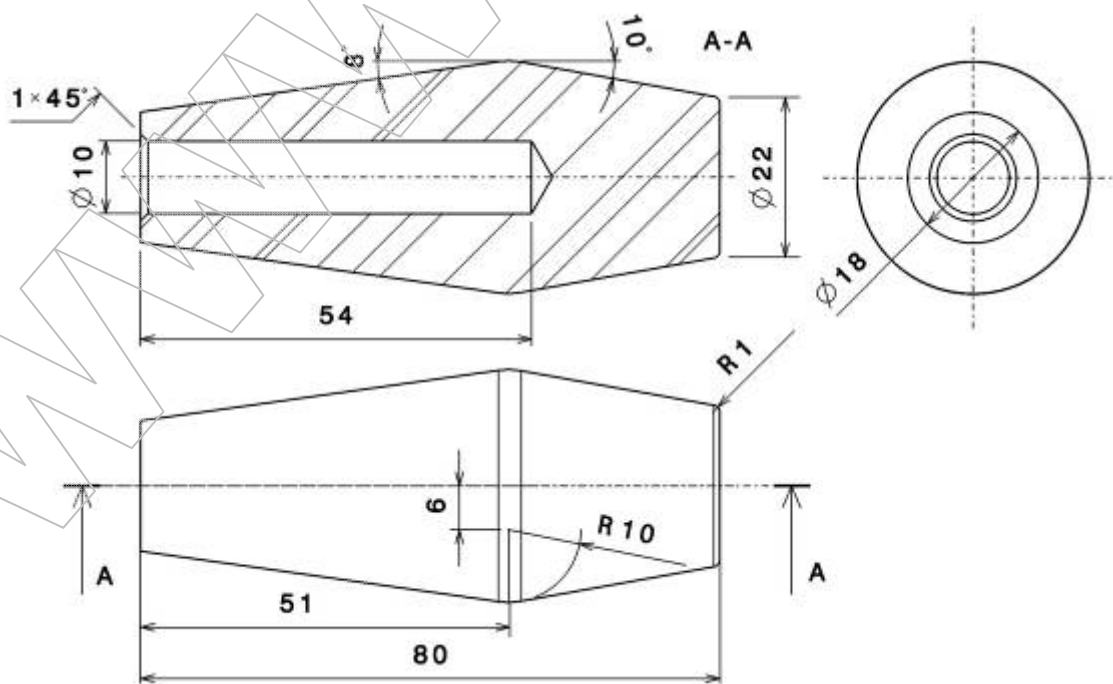


Fig. 4.33. Manșonul

Aplicația 13. Asamblarea unui dispozitiv de control dimensional

În aplicație se consideră un ansamblu format din 12 componente diferite, și anume: arbore, pană paralelă, bucășă cu bridă, bucășă de ghidare, suport, placă de susținere, inel distanțier, inel de siguranță, șaibă de asamblare, șurub cu cap hexagonal $M8 \times 25$, patru șuruburi cu locaș hexagonal $M8 \times 20$ și două știfturi cilindrice $\varnothing 8 \times 32$. Din punct de vedere funcțional, ansamblul considerat poate face parte dintr-un dispozitiv de control dimensional. Componentele enumerate asigură rolul funcțional al ansamblului considerat: mișcare de oscilare a bucășei fixate de arbore. Componenta principală o reprezintă arborele, care la un capăt este lăgăruit în suport, iar la celălalt este liber.

Lăgărul cu alunecare se realizează în suport prin intermediul unei bucășe. Preluarea gradului de libertate pe direcție axială a arborelui este asigurată de inelul de siguranță fixat pe arbore și de inelul distanțier.

La capătul liber, pe arbore se assemblează bucășă cu bridă folosind o pană paralelă. Această bucășă este fixată axial cu șurub și șaibă de asamblare. Suportul se poate fixa în trei poziții diferite pe placa de susținere, pe direcția axei arborelui prin intermediul a câte două știfturi cilindrice și a patru șuruburi cu locaș hexagonal.

În figura 4.49 sunt reprezentate patru proiecții ale ansamblului, indicându-i poziția de funcționare.

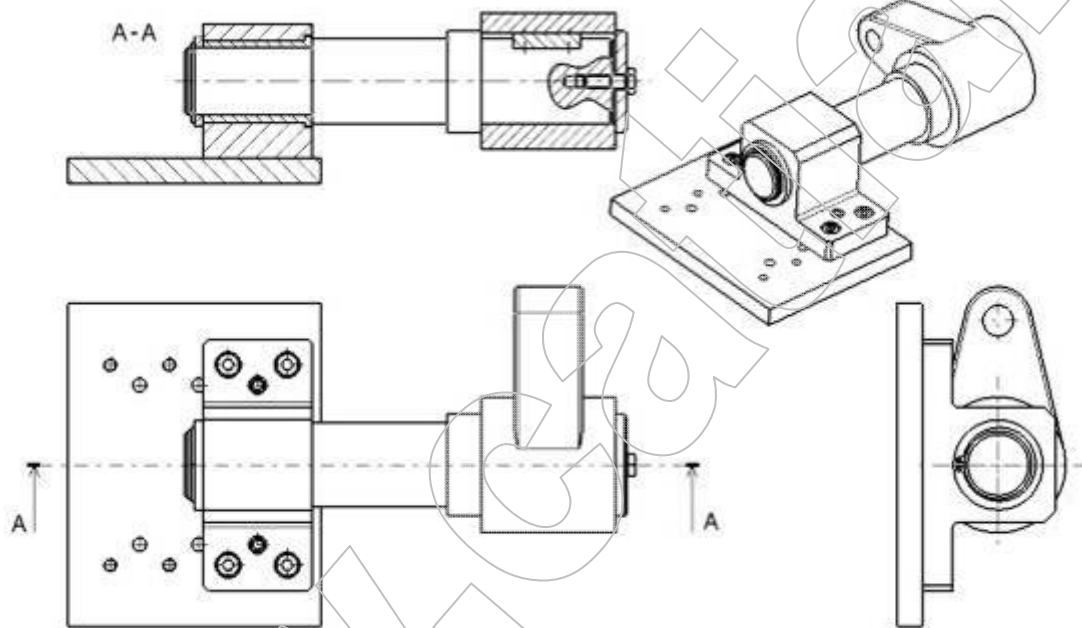


Fig. 4.49. Proiecții ale ansamblului montat

Prima componentă inserată în ansamblu este arborele, urmat de pana paralelă (figura 4.50). Aceasta se poziționează în canalul de pană, frezat în arbore, utilizând constrângeri de contact între suprafețele plane, respectiv, semicirculare ale penei și canalului de pană.

Pentru asamblarea bucășei cu bridă la cele două componente existente, arborele și pana, sunt necesare următoarele constrângeri: o constrângere de coincidență între axa arborelui și axa bucășei, o constrângere de contact între o suprafață plană laterală a penei și o suprafață plană laterală a canalului de pană executat în bucășă, dar și o constrângere de contact între suprafața plană din dreapta a treptei arborelui și suprafața plană din stânga a bucășei (figura 4.51).

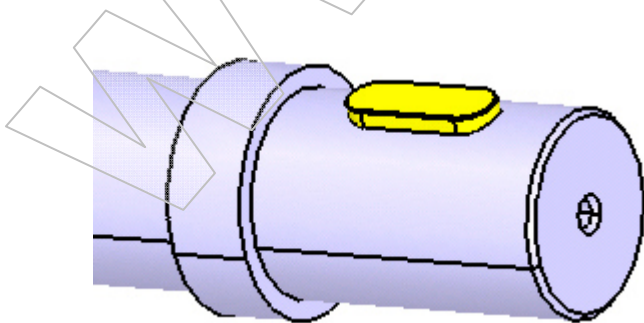


Fig. 4.50. Inserarea arborelui și penei în ansamblu

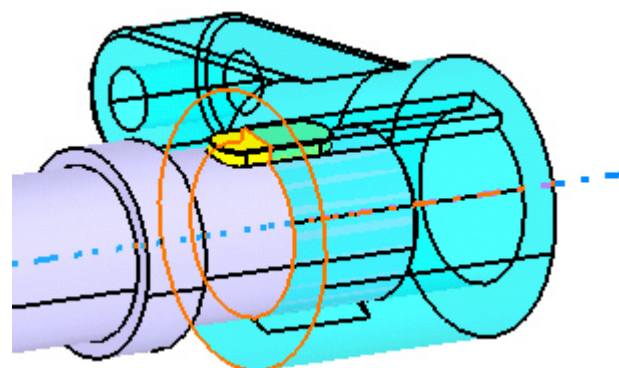


Fig. 4.51. Inserarea bucășei cu bridă în ansamblu

Bucșa cu bridă se fixează axial pe arbore cu șaiba de asamblare și șurubul M8 × 25 cu cap hexagonal. Acesta, fiind standardizat, poate fi importat din catalogul implicit al programului CATIA cu ajutorul opțiunii "Catalog Browser" din meniul [Tools] (figura 4.52).

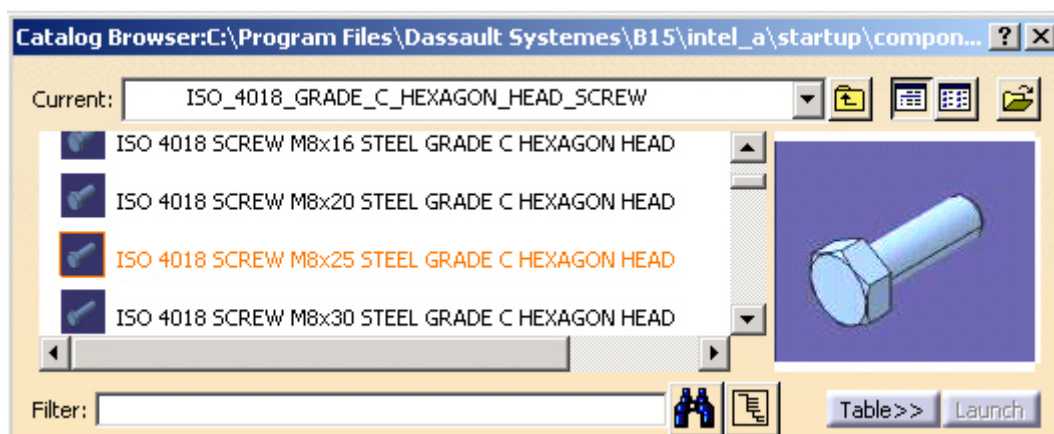


Fig. 4.52. Inserarea șurubului din catalogul programului

Pentru o poziționare corectă a șaibei de asamblare și a șurubului se utilizează constrângeri de coincidență între axele acestora și axa arborelui, apoi constrângeri de contact între suprafața plană din dreapta a bucșei cu bridă (figura 4.53) și suprafața plană din stânga a șaibei, respectiv, între suprafața plană din dreapta a șaibei și suprafața plană de strângere a șurubului ales.

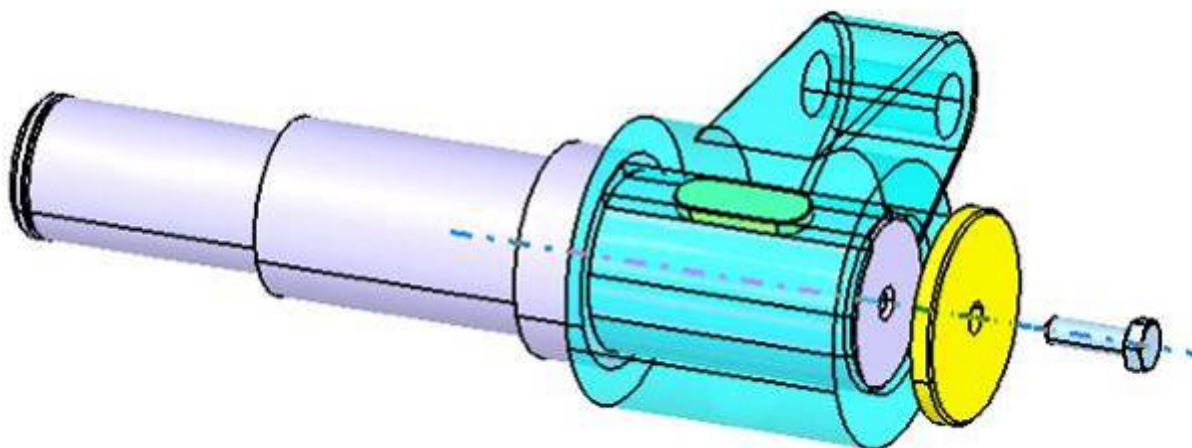


Fig. 4.53. Fixarea axială a bucșei cu bridă în ansamblu

Se inserează în ansamblu suportul și bucșa de ghidare, apoi se re poziționează cu compasul.

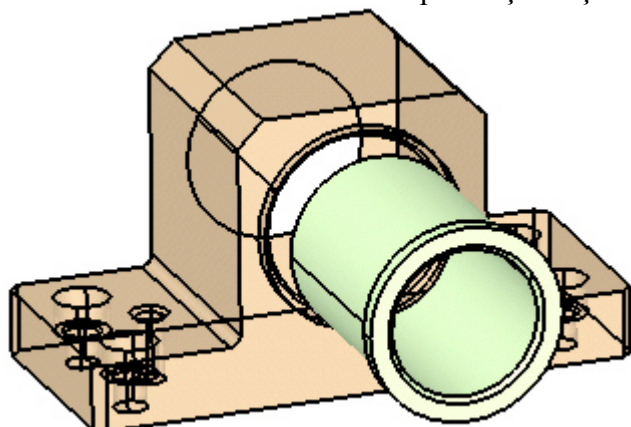


Fig. 4.54. Fixarea bucșei de ghidare în suport

Bucșa de ghidare se orientează și se introduce în alezajul suportului. Pentru aceasta, axa bucșei trebuie să coincidă cu axa alezajului din suport, iar gulerul său să fie în contact cu suprafața plană a găurii lărgite a suportului (figura 4.54).

Următoarele componente care se assemblează sunt suportul și placa de susținere, cu ajutorul a patru șuruburi cu locaș hexagonal M8 × 20 și a două știfturi cilindrice Ø8 × 32. Atât șuruburile, cât și știfturile, sunt elemente standardizate și pot fi importate din catalogul implicit al programului, ca în cazul anterior.

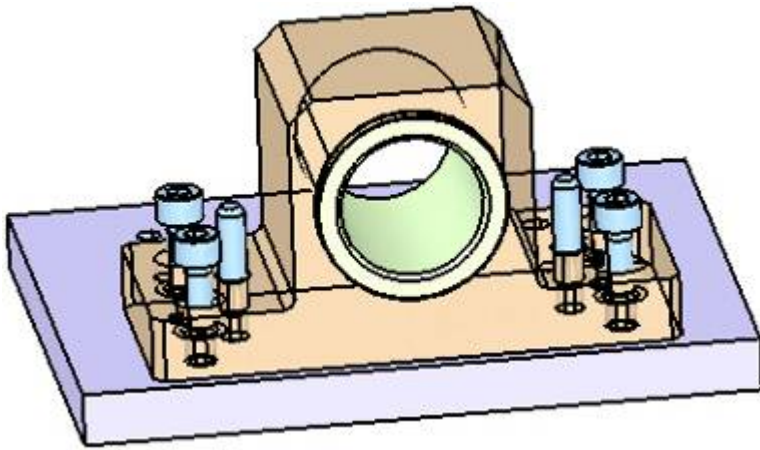


Fig. 4.55. Fixarea suportului pe placa de susținere

Suportul se poate fixa pe placa de susținere în trei poziții (figura 4.55), condițiile de asamblare fiind următoarele:

a. contact între suprafața plană a plăcii de susținere și suprafața plană de așezare a suportului;

b. coincidență între axele șuruburilor, axele găurilor de trecere din suport și axele găurilor filetate din placa de susținere;

c. contact între suprafețele plane ale locașurilor pentru șuruburi, prelucrate în suport și suprafețele plane de strângere ale capetelor șuruburilor $M8 \times 20$;

d. coincidență între axele știfturilor și axele găurilor pentru știft, executate în suport și în placa de susținere.

Capătul din stânga al arborelui se orientează și se assemblează cu suportul în alezajul bucșei de ghidare, fixată în suport, așa cum rezultă din figura 4.56.

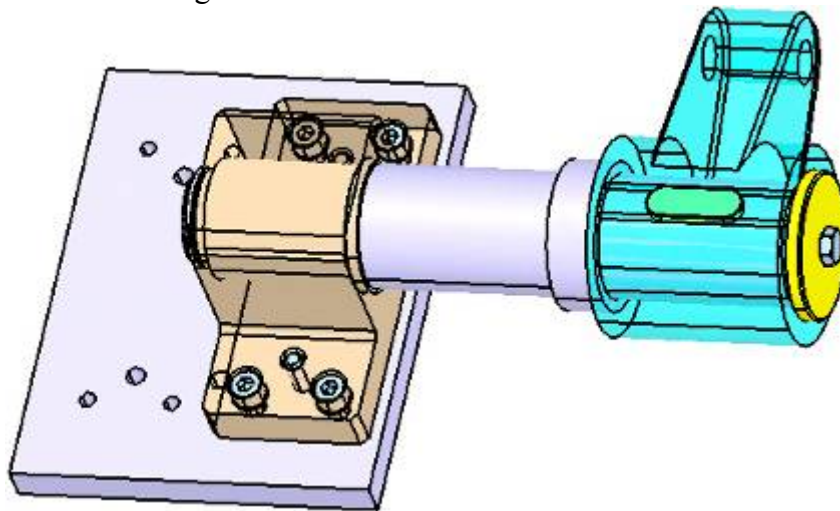


Fig. 4.56. Asamblarea arborelui cu suportul prin intermediul lagărului

Asamblarea este posibilă numai dacă se respectă următoarele constrângeri:

a. axa arborelui să coincidă cu axa bucșei de ghidare și, implicit, cu axa găurii executate în suport;

b. suprafața plană a gulerului bucșei de ghidare să fie în contact cu suprafața plană din stânga a treptei arborelui.

Pentru fixarea arborelui în suport se folosește un inel distanțier și un inel elastic de siguranță. În acest scop, se stabilesc constrângeri de coincidență între axele inelelor și axa arborelui (figura 4.57). Inelul distanțier se aduce în contact, pe suprafața plană, cu bucșa de ghidare fixată în suport, iar inelul de siguranță se montează la capătul arborelui în canalul circular prelucrat la dimensiuni indicate în STAS.

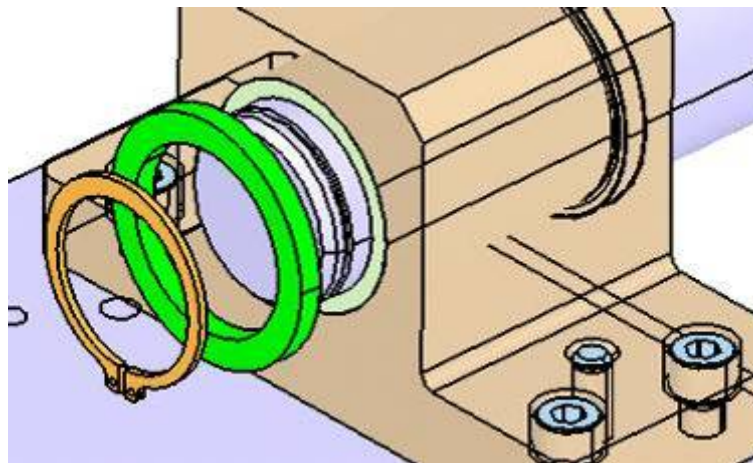


Fig. 4.57. Fixarea arborelui în suport

Desenele de execuție ale componentelor ansamblului sunt reprezentate în continuare, și anume: arbore (figura 4.58), bucă cu bridă (figura 4.59), suport (figura 4.60), placă (figura 4.61), bucă de ghidare (figura 4.62), inel distanțier (figura 4.63), inel de siguranță (figura 4.64), șaibă de asamblare (figura 4.65) și pană paralelă (figura 4.66).

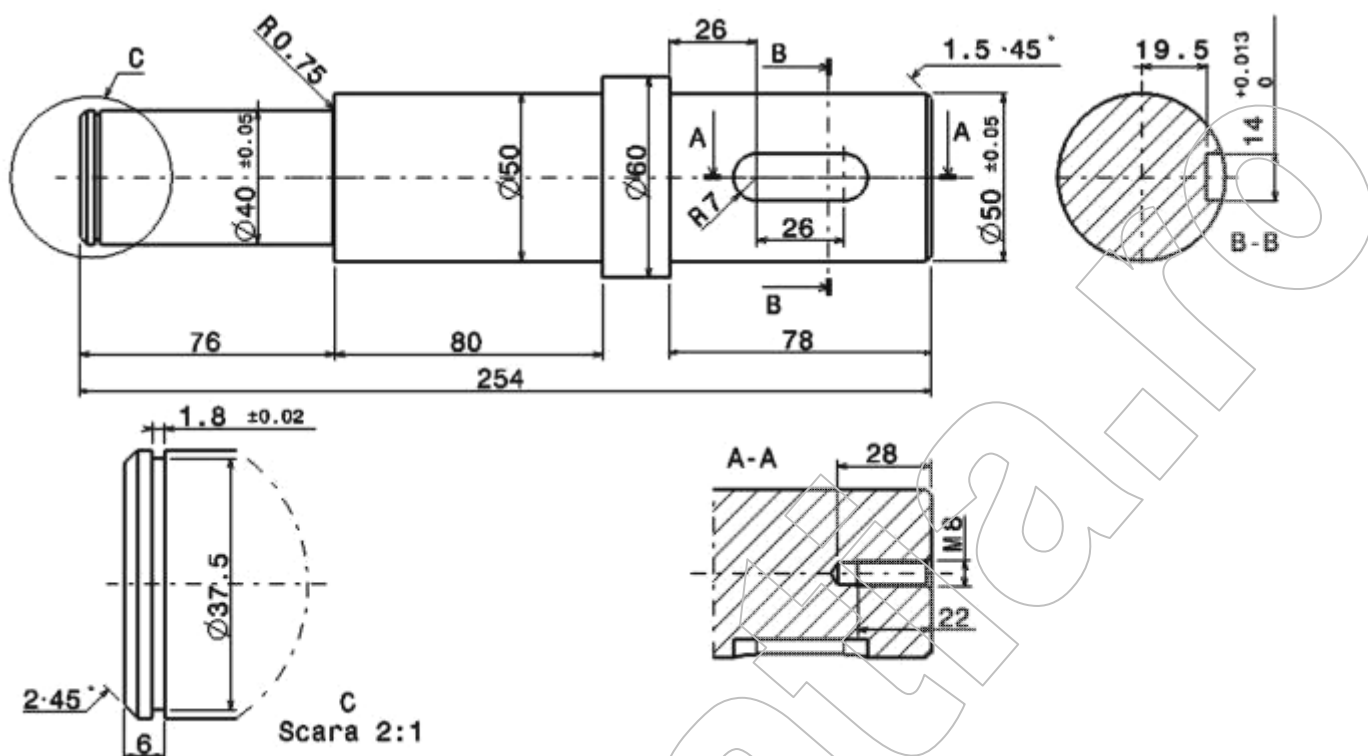


Fig. 4.58. Arborele de susținere

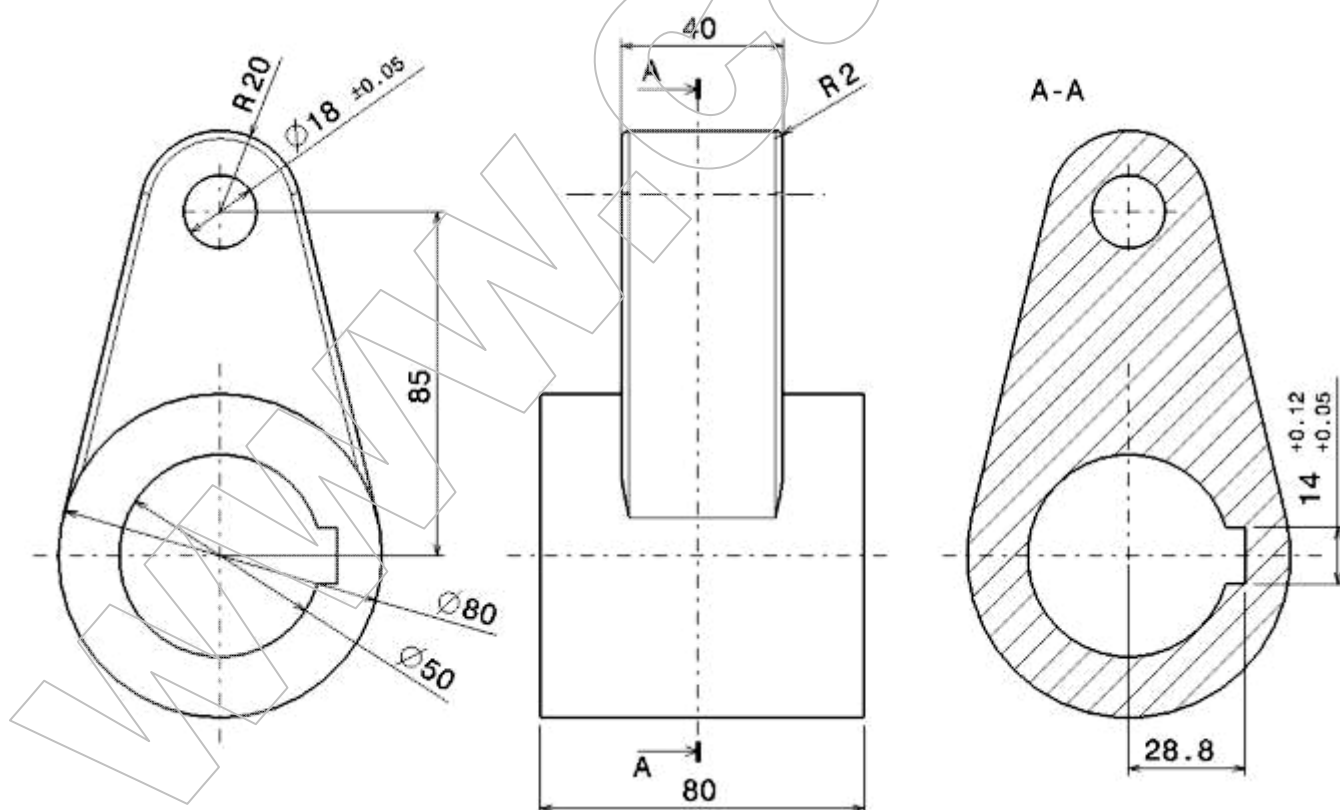


Fig. 4.59. Bucă cu bridă

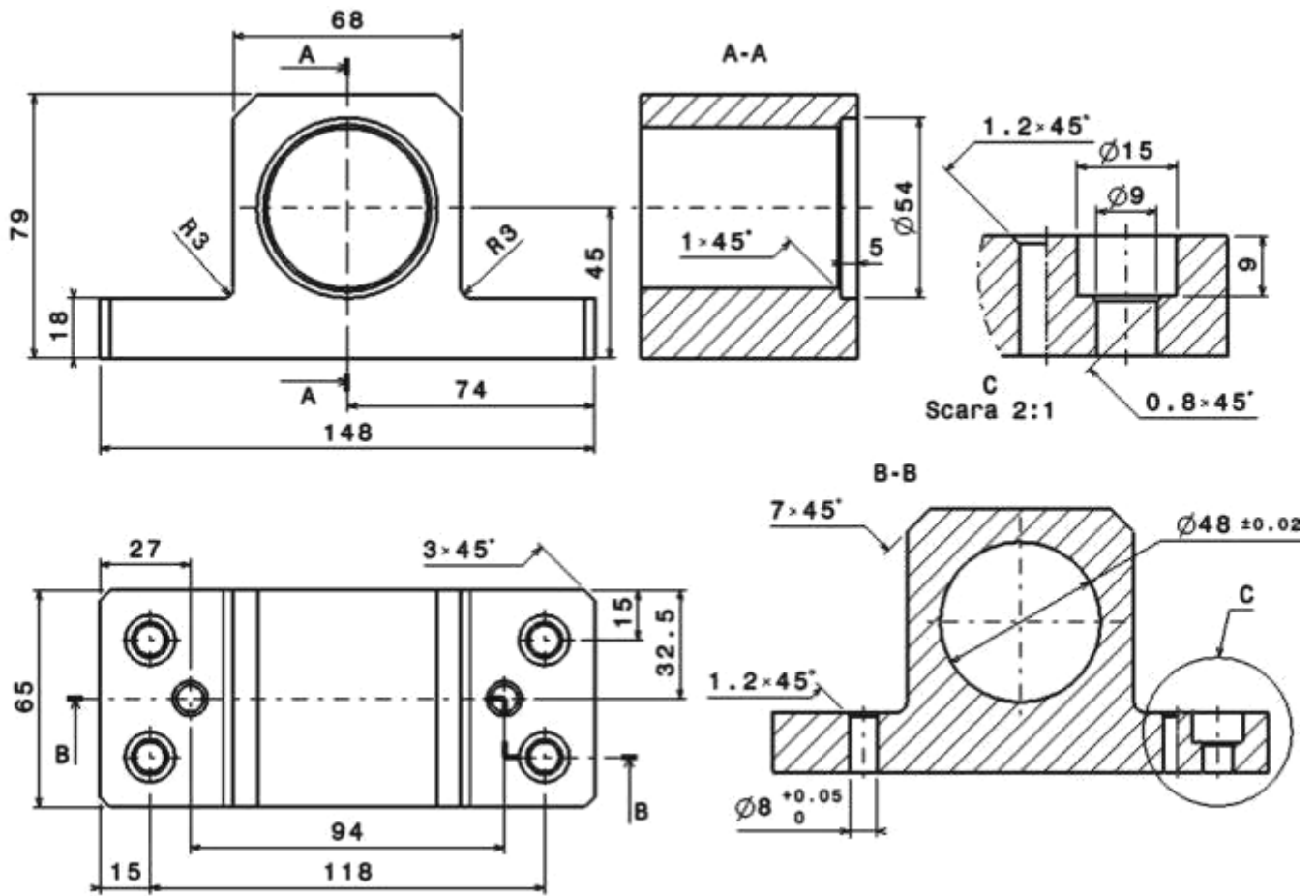


Fig. 4.60. Suportul

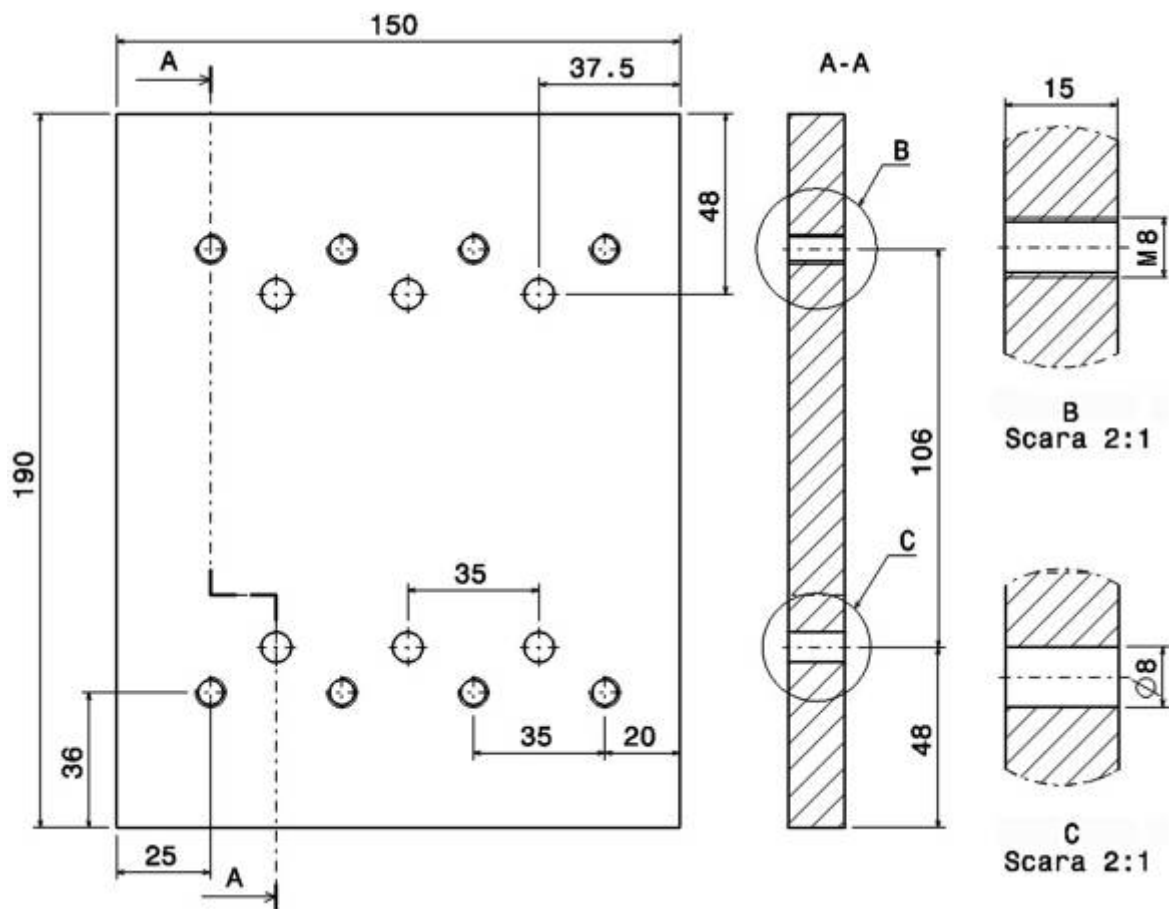


Fig. 4.61. Placa de bază

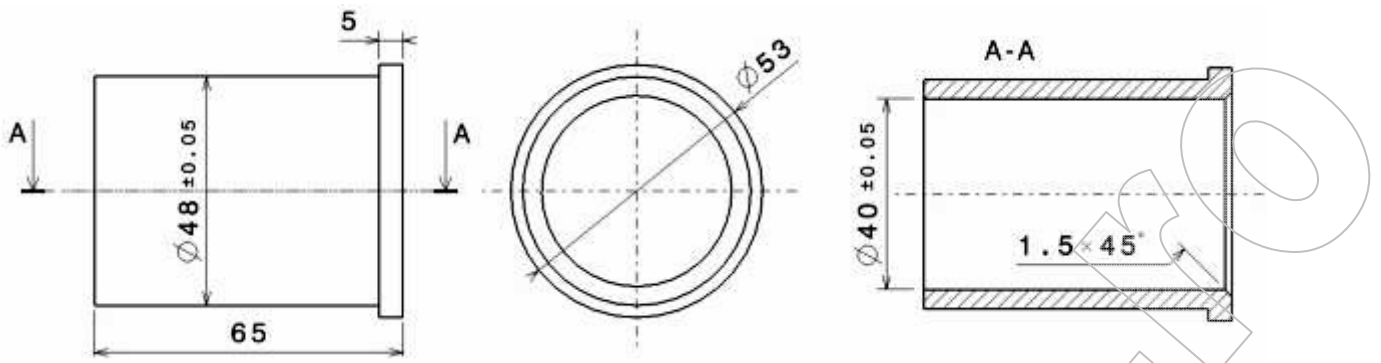


Fig. 4.62. Bucșa de ghidare

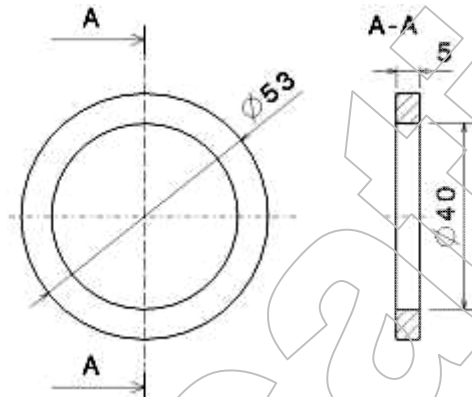


Fig. 4.63. Inelul distanțier

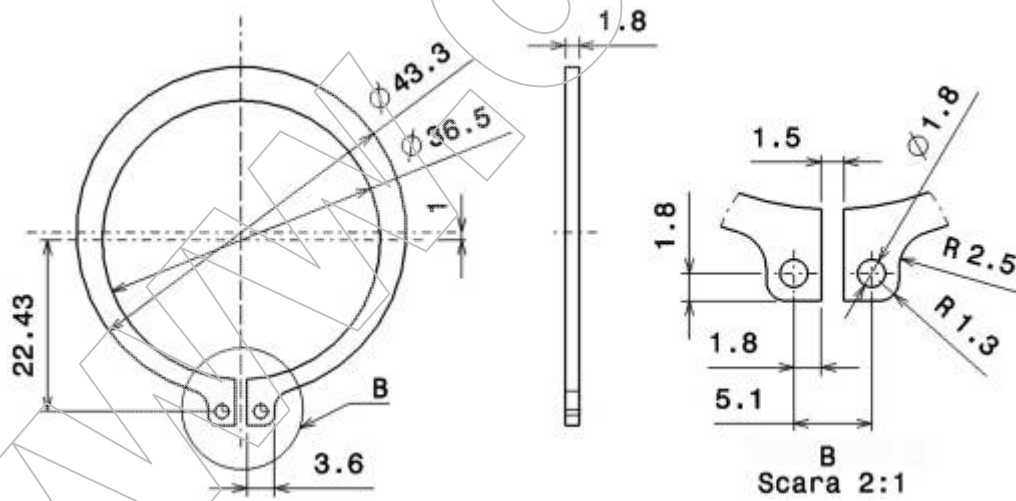


Fig. 4.64. Inelul de siguranță

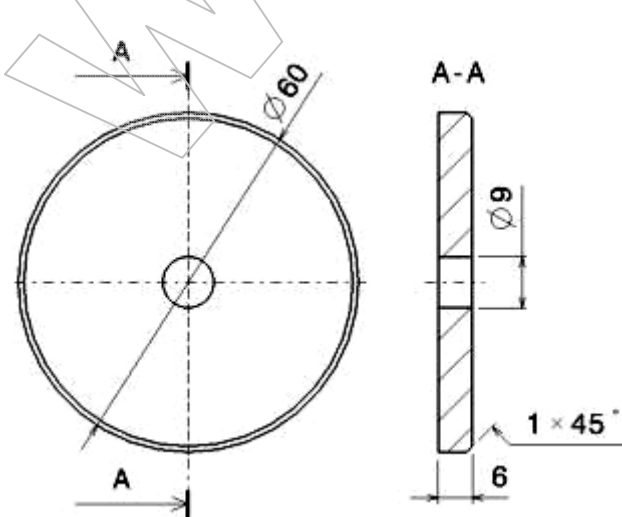


Fig. 4.65. Șaiba de asamblare

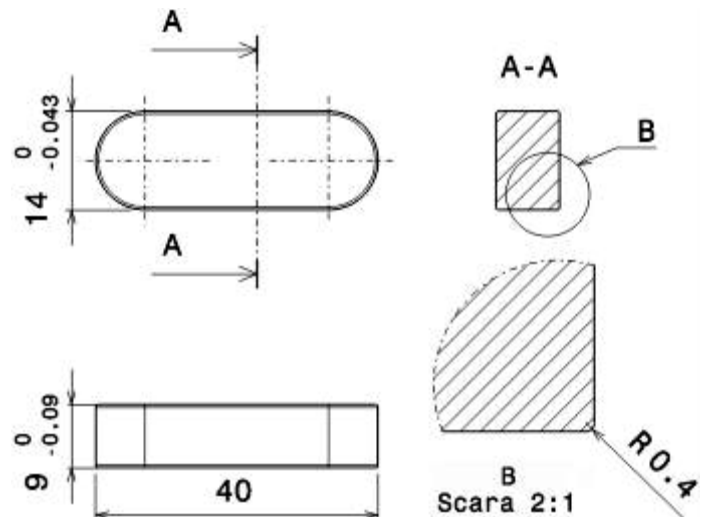


Fig. 4.66. Pana paralelă

Explodarea unui ansamblu are ca efect separarea și deplasarea componentelor sale în poziții apropiate de cea în care sunt asamblate. Aplicarea acestei operații dă posibilitatea utilizatorului de a vedea toate componentele în reprezentare neasamblată.

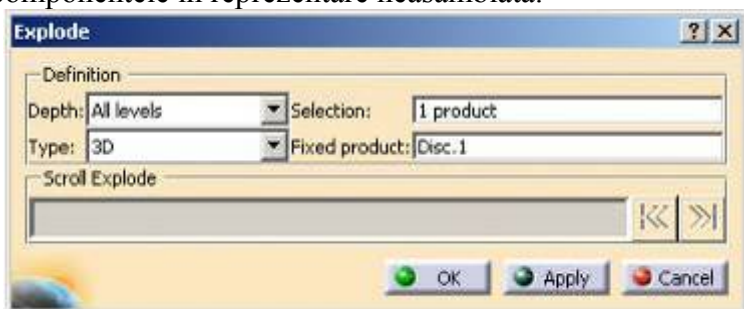


Fig. 4.90. Selectarea parametrilor pentru explodarea ansamblului

În acest scop, se utilizează instrumentul *Explode*, conținut în bara *Move*, și se afișează fereastra de dialog “*Explode*”, în care utilizatorul selectează ansamblul considerat (câmpul “*Selection*”), componenta fixă, față de care se face explodarea (câmpul “*Fixed product*”), nivelul (câmpul “*Depth*”) și tipul acesteia (câmpul “*Type*”), așa cum rezultă din figura 4.90.

Astfel, pentru exemplele alese, s-a stabilit că explodarea se face la toate nivelele (*All levels*), fiind de tip 3D, componentele deplasându-se liber în spațiul tridimensional.

În cazul în care tipul explodării se alege ca fiind constrâns (*Constrained*), vor fi luate în considerare constrângerile de coincidență axă-axă și plan-plan, iar componentele ansamblului se vor deplasa, păstrându-și, totuși, orientarea impusă, așa cum rezultă din figura 4.91 pentru ansamblul “Dispozitiv de control dimensional” și din figura 4.92 pentru ansamblul “Suport portscule”.

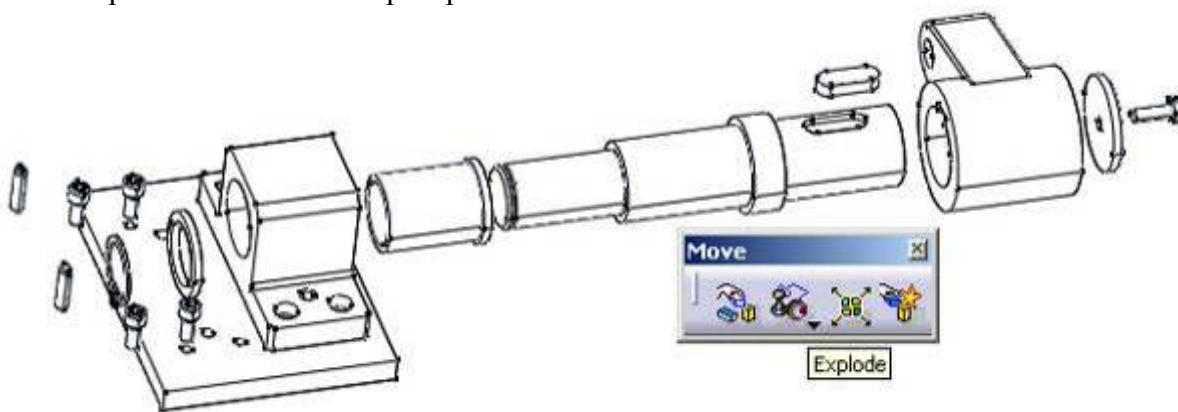
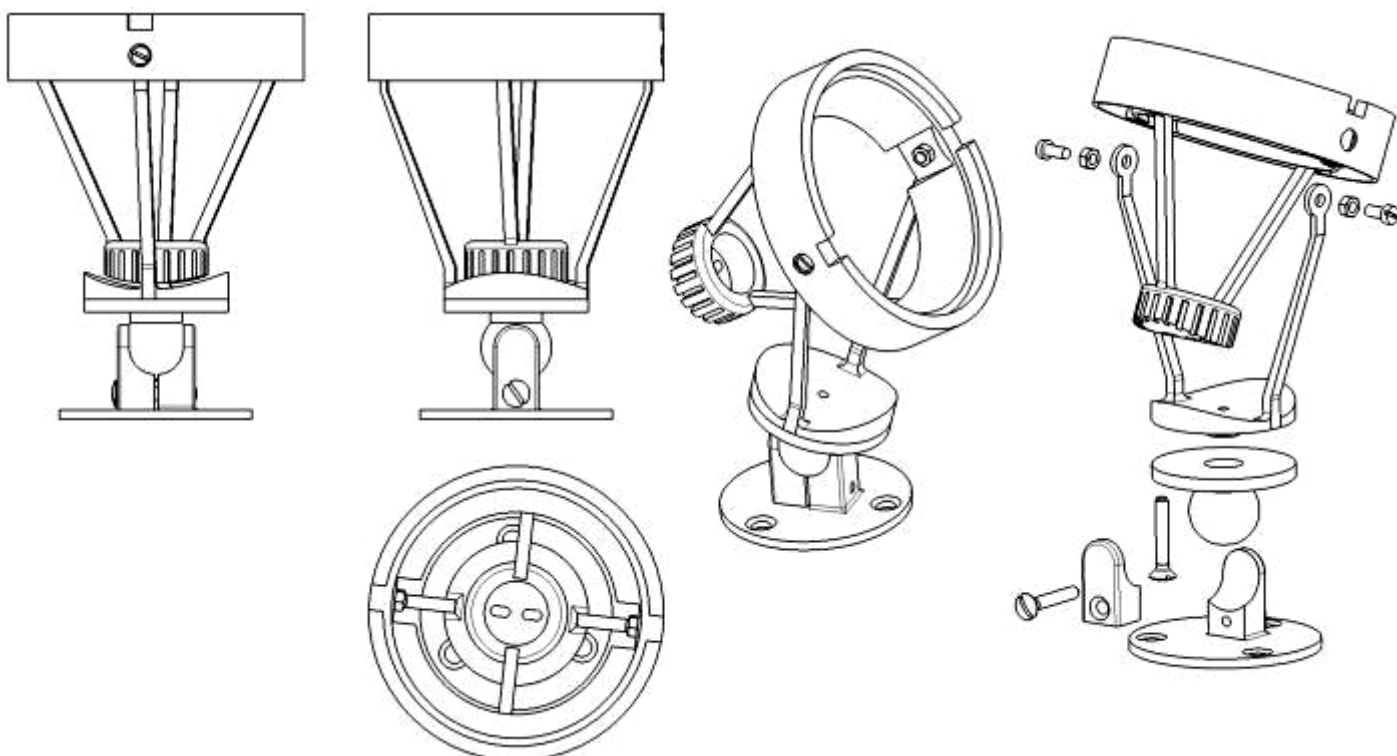
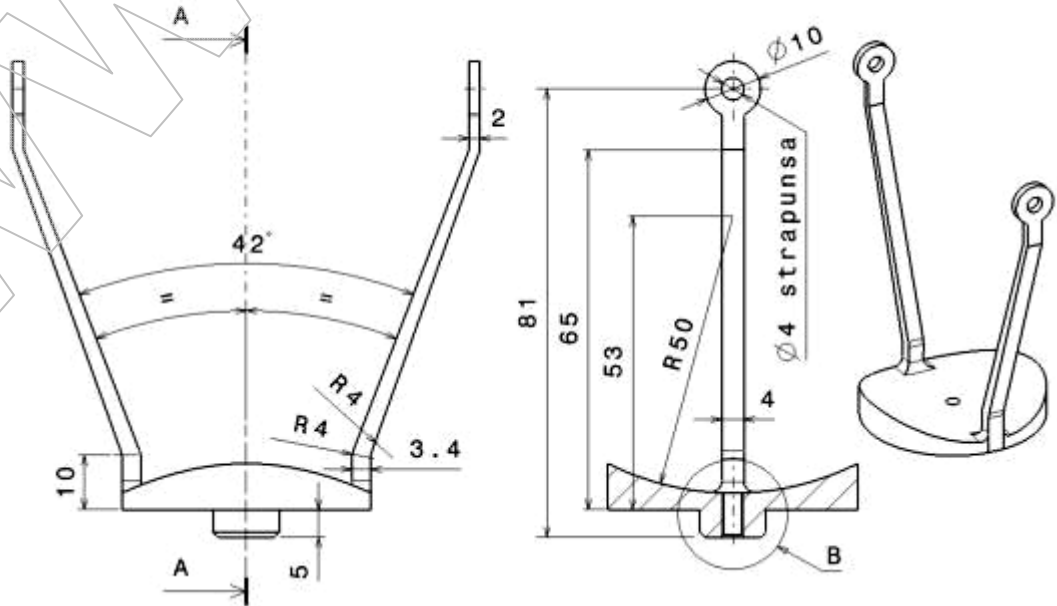
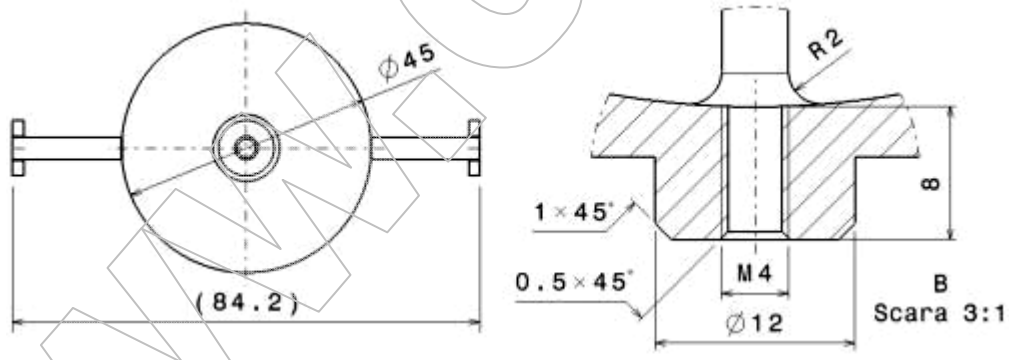
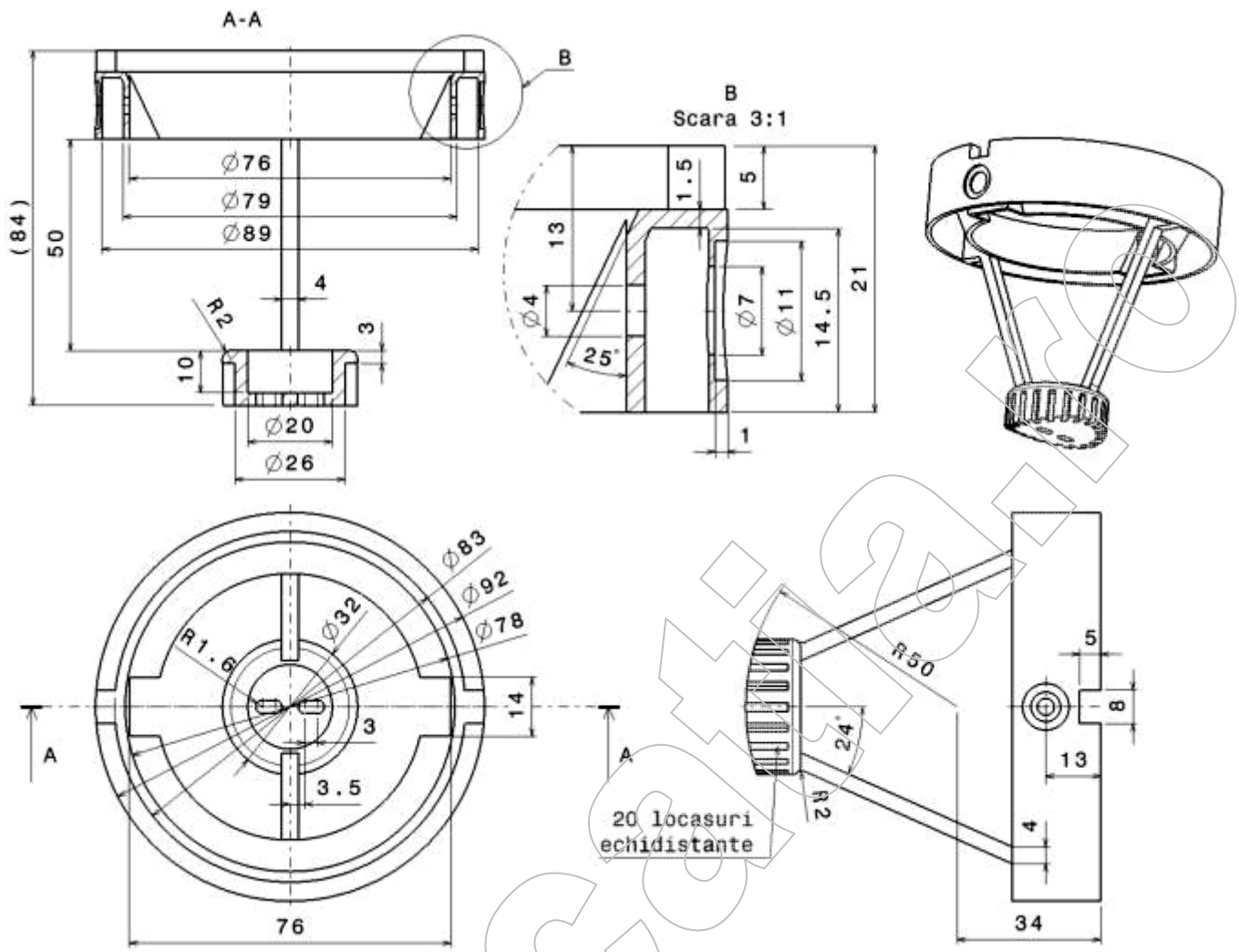


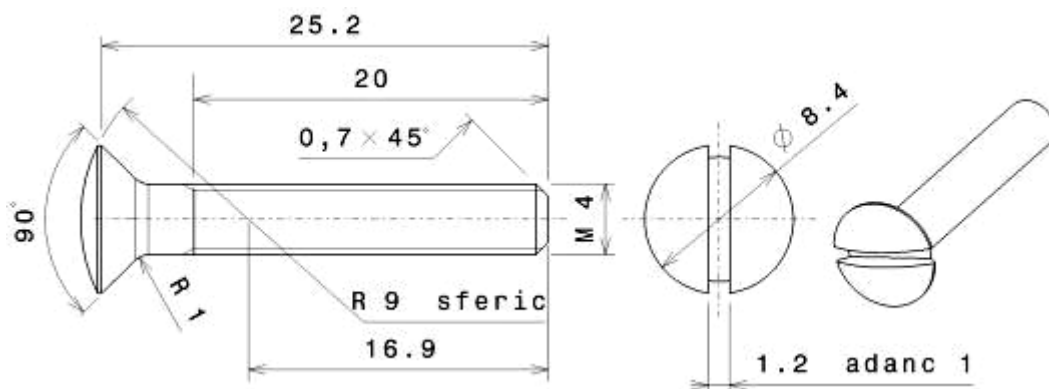
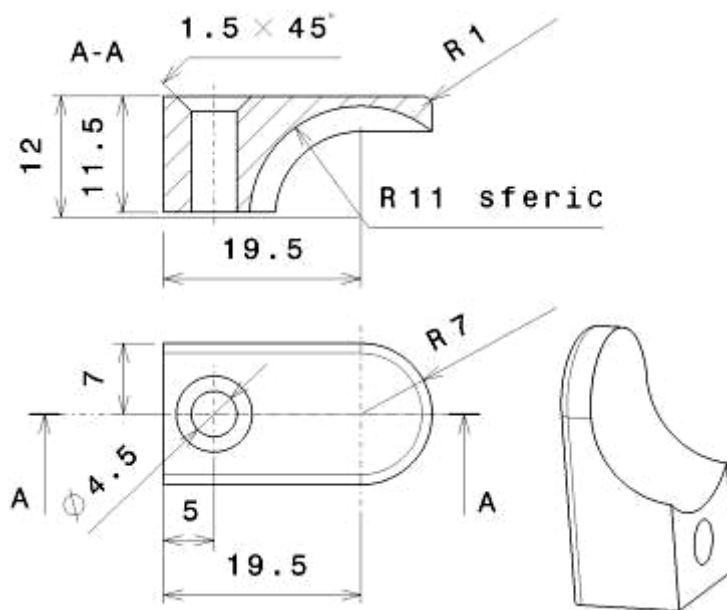
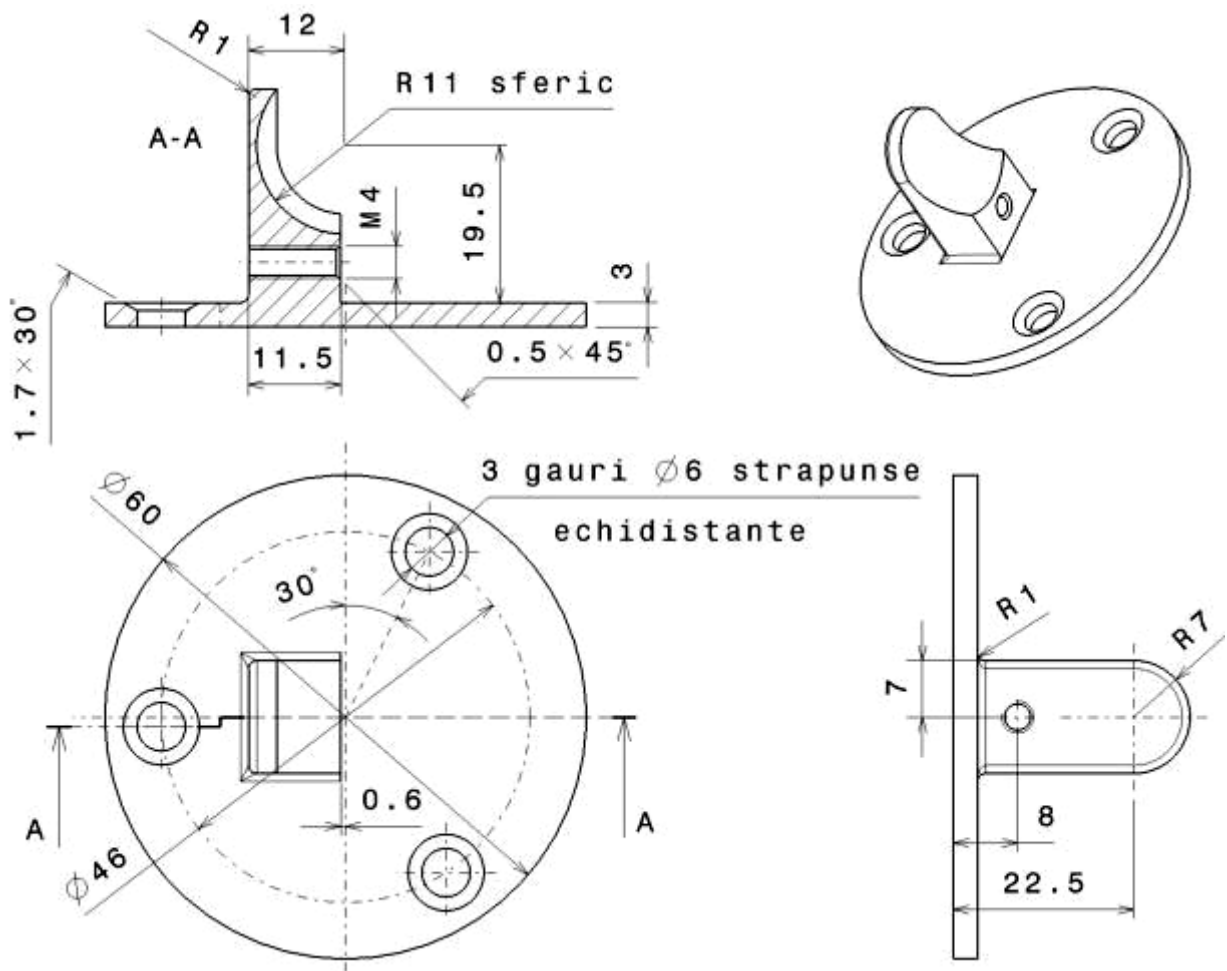
Fig. 4.91. Explodarea ansamblului “Dispozitiv de control dimensional”

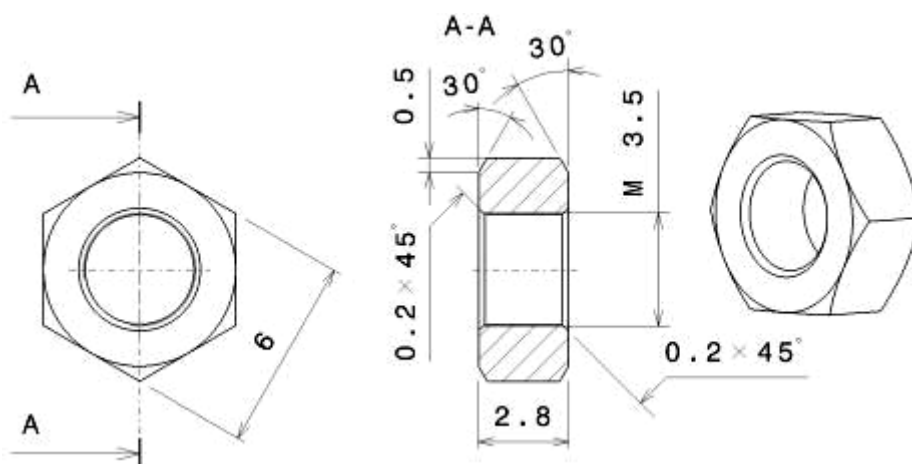
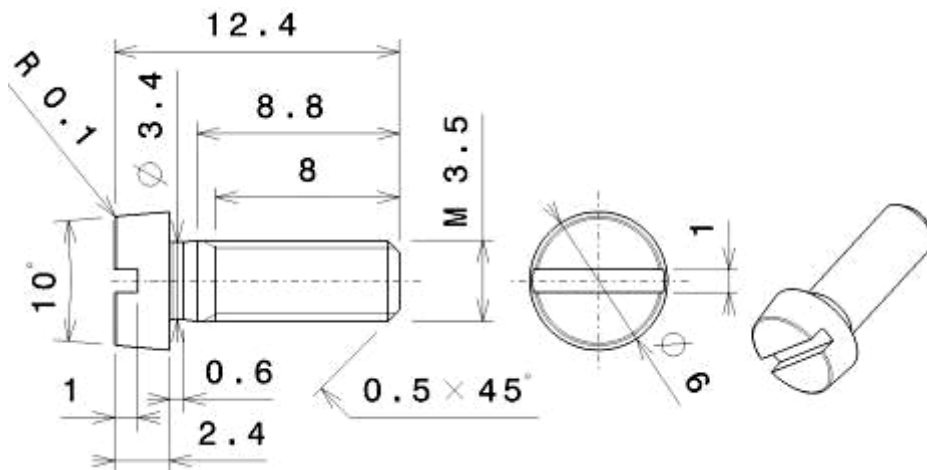
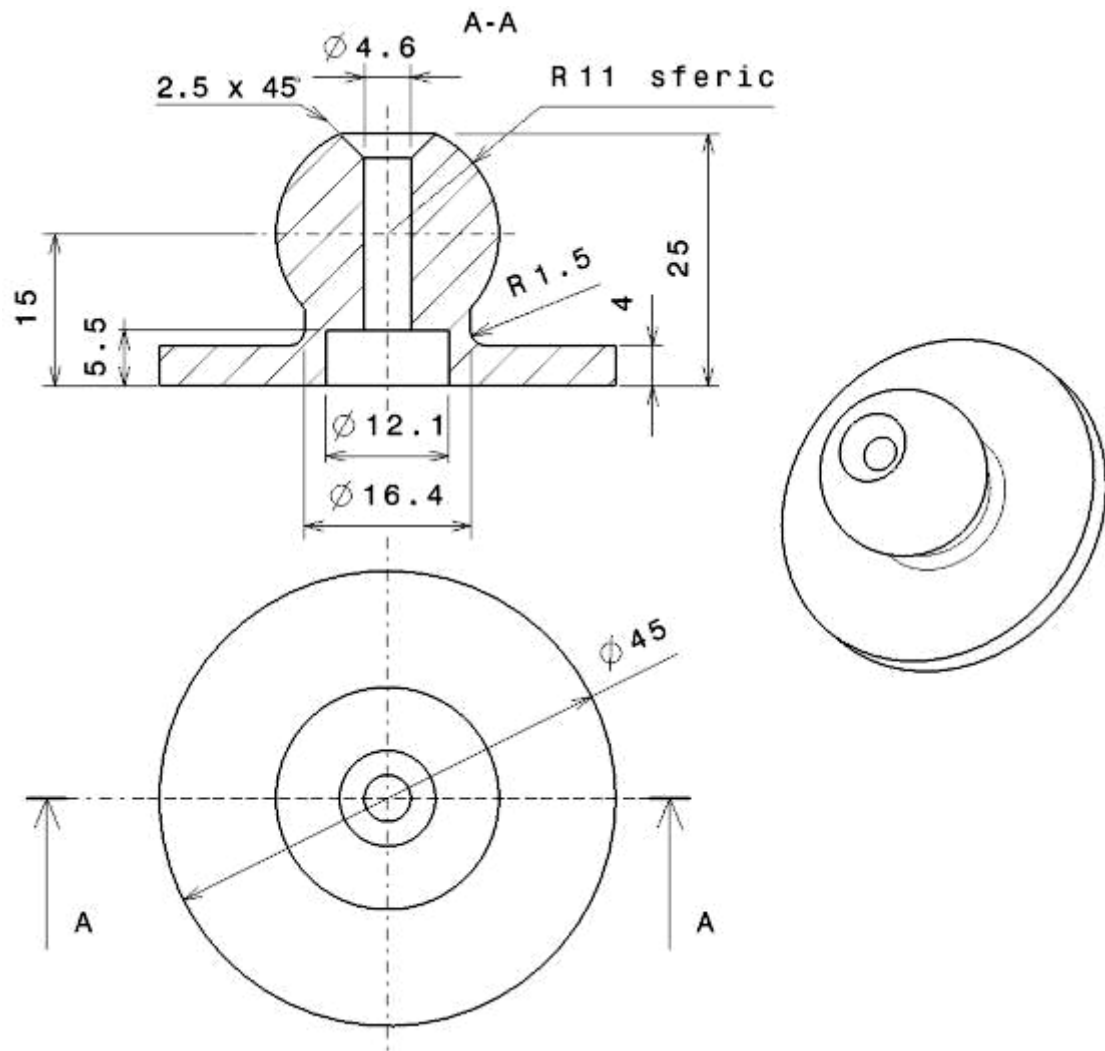
Aplicația 14. Modelarea și asamblarea unui proiector – temă individuală

Modelați, denumiți și asamblați componentele proiectorului reprezentat în figura de mai jos.









Aplicația 15. Obținerea desenului de execuție pentru o piesă

Se consideră o piesă de tip bucășă cu flanșă, modelată tridimensional în modulul *CATIA Part Design* și reprezentată în figura 3.158. Pe parcursul aplicației, acestei piese i se va crea desenul de execuție, piesa rămânând deschisă în modulul *CATIA Part Design*.

Fereastra de dialog *New Drawing Creation* se accesează din meniul *Start -> Mechanical Design -> Drafting*. Prima etapă constă în alegerea standardului pentru înscrierea cotelor, a dimensiunii planșei (*Sheet*), orientarea și scara acesteia, așa cum se observă în figura 3.159.

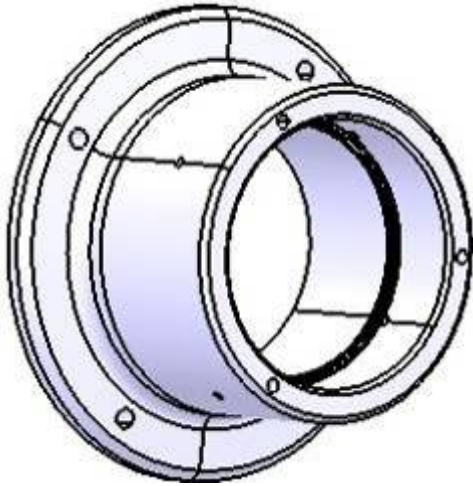


Fig. 3.158

Astfel, luând în considerare dimensiunile piesei, se va considera formatul *A3 ISO* (297×420 mm), orientat *Landscape*, la scara 1:1.

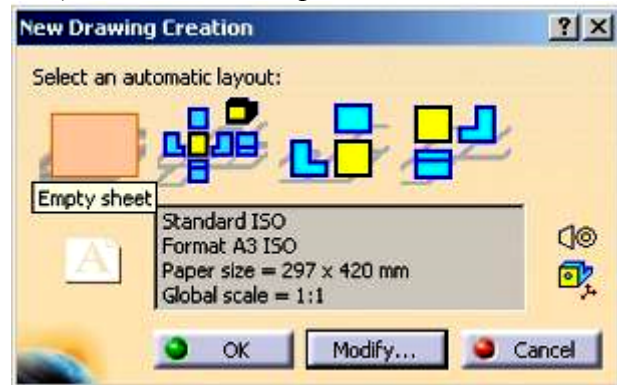


Fig. 3.159

Orice modificări asupra planșei de lucru se pot realiza apăsând butonul *Modify...*. Dintre cele patru sisteme de proiecție propuse de program, în acest caz se alege *Empty sheet*, iar în etapele următoare ale aplicației utilizatorul va crea manual proiecțiile și secțiunile necesare. Prin apăsarea butonul *OK* se confirmă caracteristicile alese și se lansează în execuție modulul *CATIA Drafting*, afișându-se o planșă albă de lucru.

Pentru început, se inserează o primă proiecție folosind pictograma *Front View* aflată pe bara de instrumente *Views* sau disponibilă în meniul *Insert -> Views -> Projections*. După activarea acesteia, programul cere selectarea unui plan de referință pe un element tridimensional al piesei (*Select a reference plane on a 3D geometry*).



Fig. 3.160

Selectarea se poate realiza numai în modulul în care a fost creat modelul 3D, în cazul aplicației considerate fiind ales *CATIA Part Design*.

Astfel, din meniul *Window* (figura 3.160) se alege fișierul cu extensia *Part*, în urma selecției, utilizatorul fiind trimis la modelul 3D și, astfel, are posibilitatea de a selecta un element al acestuia. Selecția poate include orice față plană a piesei, unul dintre planele predefinite *XY*, *YZ* sau *ZX*, dar și oricare dintre planele construite cu rol ajutător (*Plane.1*, *Plane.2* etc.).

Nu se pot selecta axe de rotație, suprafețe cilindrice, conice, sferice, fețe înclinate, muchii etc.

Pentru a ușura selectarea, programul pune la dispoziția utilizatorului o modalitate de previzualizare 2D/3D a acesteia (fig. 3.161). În urma selecției, se face trecerea automată înapoi între modulele programului.

Astfel, pe planșă de lucru este inserată proiecția rezultată (în vedere 3D) din selecția anterioară, încadrată într-un chenar de culoare verde deschis, cu linie întreruptă. Cu ajutorul acestuia, utilizatorul are posibilitatea de a poziționa proiecția oriunde pe planșă. De asemenea, există și varianta rotirii proiecției cu ajutorul manipulatorului, așa cum rezultă din figura 3.162.

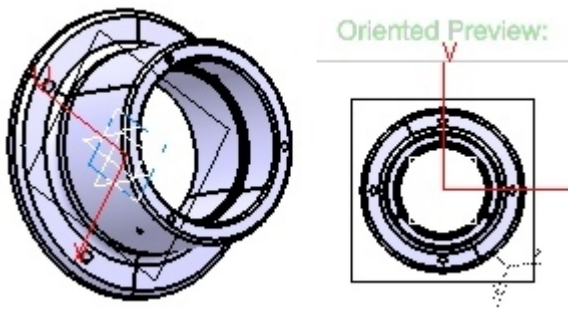


Fig. 3.161

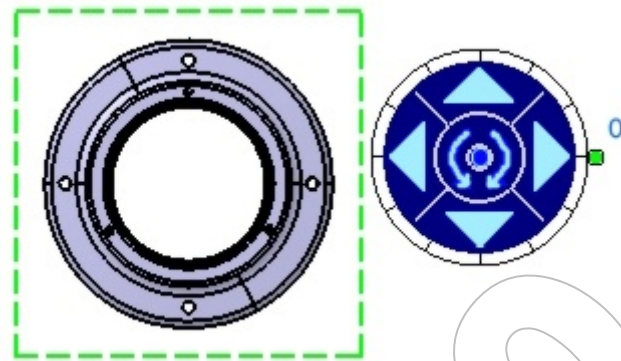


Fig. 3.162

Inserarea efectivă a proiecției se încheie odată cu efectuarea unui *click* cu *mouse*-ul într-o zonă liberă a planșei. Proiecția este încadrată în acest moment într-un chenar roșu, care semnifică faptul că este activă.

De asemenea, în interiorul chenarului apare un sistem de axe, numele și scara proiecției (*Front View, Scale 1:1*). Acestea și sistemul de axe pot fi înlăturate, dacă nu sunt necesare, efectuând *click* dreapta cu *mouse*-ul pe fiecare, iar din meniul contextual apărut se alege opțiunea *Hide/Show* (figura 3.163).

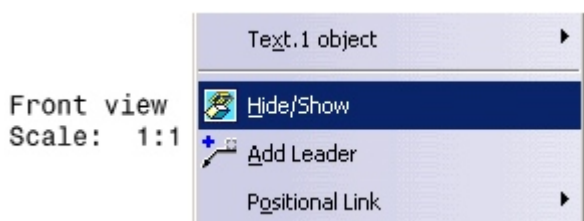


Fig. 3.163

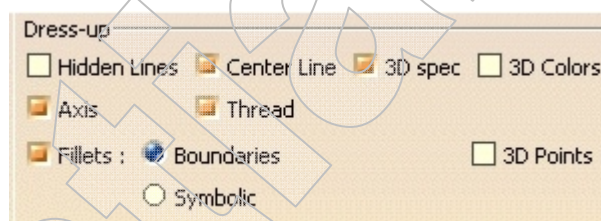


Fig. 3.164

În unele cazuri, de pe proiecția obținută lipsesc axele de simetrie, centrele găurilor, simbolurile pentru filete etc., dar acestea se pot adăuga prin bifarea opțiunilor corespunzătoare (fig. 3.164) în fereastra de dialog *Properties*, accesând meniul contextual al portului de vedere.

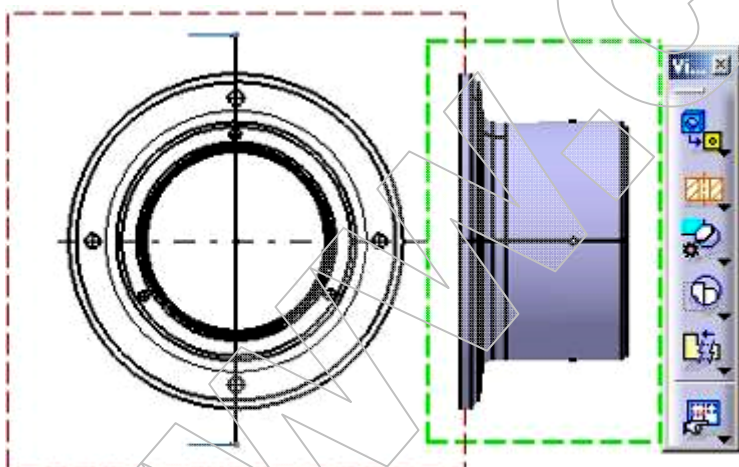


Fig. 3.165

Acest traseu reprezintă, în fapt, unul sau mai multe plane de secționare. În cazul aplicației considerate s-a ales un traseu vertical, format dintr-un singur plan care taie diametral piesa, așa cum se prezintă în figura 3.165. S-a ales acest traseu deoarece intersectează mai multe găuri simple și filetate, pentru a le evidenția diametrele și limitele.

Punctul de start al traseului de secționare se alege în lungul axei verticale a proiecției, în afara piesei, iar al doilea, diametral opus, de asemenea, în afara piesei. Acest al doilea punct al traseului este și punctul final, dar, pentru a fi recunoscut ca atare, utilizatorul trebuie să efectueze un dublu *click* cu *mouse*-ul în poziția aleasă. Având, astfel, traseul definit și deplasând cursorul *mouse*-ului spre dreapta, pe planșă devine vizibilă secțiunea realizată, dar în vedere tridimensională, pentru a fi poziționată.

Odată aleasă poziția, proiecția 3D devine secțiune în reprezentare bidimensională. Hașurarea secțiunii este făcută automat de către program, dar, în unele cazuri, este necesar ca utilizatorul să intervină pentru a

Având pe planșă prima proiecție *Front View*, pe baza acesteia se obțin celelalte proiecții, fie că sunt secțiuni sau vederi. Pentru secțiune se folosește pictograma *Offset Section View*, aflată pe bara de instrumente *Views* sau disponibilă în meniul *Insert -> Views -> Sections*.

Programul permite numai secționarea proiecțiilor active și actualizate (pictograma *Update*).

Secțiunea se realizează prin alegerea unui traseu de secționare în trepte sau frânt.

modifica unghiul hașurii, pasul acesteia, tipul și grosimea liniei cu care a fost trasată etc. Această editare se realizează din meniul contextual apărut în urma efectuării unui *click* dreapta pe hașură și alegerea opțiunii *Properties* (figura 3.166).



Fig. 3.166

Este posibil ca, în cazul hașurilor decalate, aflate de o parte și de alta a unui plan, să se șteargă o porțiune de hașură și să se creeze alta cu ajutorul instrumentului de proiectare *Area Fill*, situat în bara de instrumente *Dress Up* și în meniul *Insert* -> *Dress-up*.

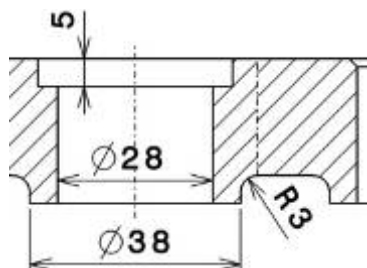


Fig. 3.167

Acest instrument hașurează o zonă închisă, hașura are, de regulă, aceleași caracteristici cu cea care a fost înlăturată anterior. Pentru a fi decalată față de cea aflată de cealaltă parte a planului de secționare, trebuie modificat parametrul *Offset*, la o valoare recomandată de jumătate din cea prezentă în câmpul parametrului *Pitch* (pasul hașurii). În figura 3.167 se prezintă un exemplu de hașură decalată. Orice actualizare a secțiunii respective va retrasa și porțiunea de hașură înlăturată, de aceea se recomandă izolarea secțiunii accesând opțiunea *Isolate* din meniul contextual.

În urma obținerii și poziționării inițiale a secțiunii se observă că aceasta se mai poate deplasa doar pe direcție orizontală (stânga-dreapta) pentru a păstra corespondența de proiecții cu vederea din care a fost creată. Pentru definirea completă a piesei mai este necesară o vedere, care se obține proiectând secțiunea spre dreapta cu ajutorul pictogramei *Projection* aflată pe bara de instrumente *Views* sau disponibilă în meniul *Insert* -> *Views* -> *Projections*.

O tendință modernă în proiectarea asistată o reprezintă inserarea unei vederi izometrice alături de proiecțiile ortogonale ale piesei. Aceasta se poziționează, în general, în dreapta celorlalte proiecții și asigură o mai bună înțelegere a formei piesei descrise.

Vederea izometrică se obține prin intermediul pictogramei *Isometric*. Astfel, în figura 3.168 sunt prezente două vederi ortogonale, una izometrică și o secțiune, suficiente pentru a defini geometria piesei. În mod implicit, fiecare proiecție este însoțită de numele și scara de reprezentare, informații care nu sunt obligatorii dacă se consideră o scară unitară pentru desenul de execuție. În anumite cazuri (secțiuni, detalii, proiecții la altă scară etc.), se recomandă păstrarea informațiilor și, eventual, editarea textului în limba română efectuând dublu *click* cu *mouse*-ul pe zona în care se află informația. Conform normelor desenului tehnic, dacă la reprezentarea la o anumită scară a unei piese, o parte a sa nu apare destul de clar, se utilizează proiecția în detaliu.

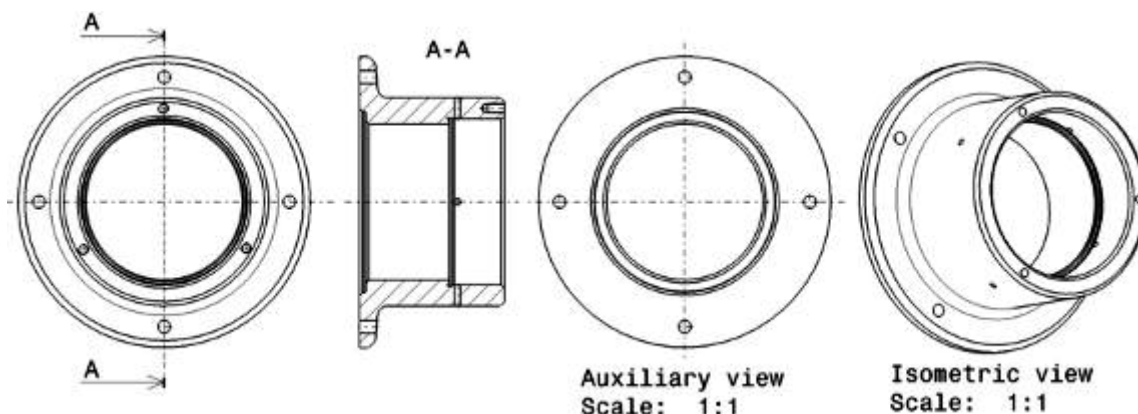


Fig. 3.168

Acesta se reprezintă separat, la o scară mărită, în vedere sau în secțiune, proiecția fiind delimitată prin linie-punct subțire. Porțiunea la care se referă detaliul se încadrează într-un cerc trasat cu linie continuă, marcat printr-o literă majusculă și o săgeată frântă, cu vârful pe cerc. Aceeași literă majusculă se înscrie și în interiorul detaliului, împreună cu scara la care s-a reprezentat acesta. De obicei, pentru o mai ușoară citire a desenului, detaliul la scară mărită se poziționează în apropierea proiecției de care aparține (fig. 3.169). Având în vedere

geometria piesei și dimensiunile acesteia, se observă că sunt necesare două vederi de tip detaliu (B și C), preluate de pe secțiuni. Pentru a le obține, secțiunea trebuie să devină activă, apoi se utilizează pictograma *Detail View* de pe bara *Views* sau disponibilă în meniul *Insert -> Views -> Details*.

Spre deosebire de proiecțiile de tip vedere și secțiune prezentate anterior, al căror chenar era de formă rectangulară, vederile de tip detaliu pot avea orice formă sau circulară. Implicit, scara vederii detaliului este 2:1, dar aceasta se poate schimba cu alte scări standard (3:1, 4:1 etc.) în funcție de mărimea elementelor geometrice care se doresc a fi vizualizate și cotate.

În urma adăugării detaliilor, desenul de execuție al piesei se completează conform figurilor 3.169 a,b. Detaliile sunt la scări diferite și a fost modificat textul din zona de scriere a informațiilor.

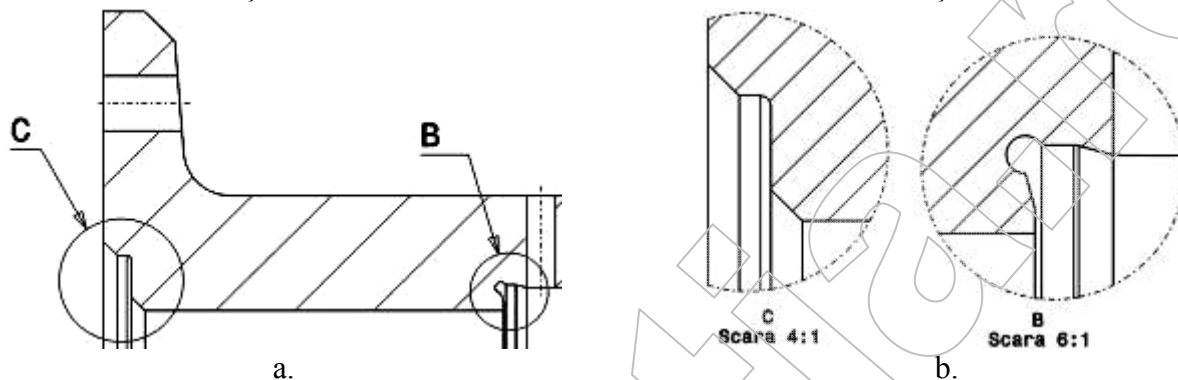


Fig. 3.169

Etapa creării proiecțiilor (vederi, secțiuni, detalii) s-a încheiat, fiind urmată de adăugarea cotelor. La începutul cotării se activează proiecția respectivă. Se recomandă cotarea cu prioritate a vederilor deoarece aceasta presupune un număr mai mic de cote și apoi a secțiunii și a detaliilor, unde, alături de cote, se înscriu și anumite condiții de rugozitate și de toleranțe.

Se începe cotarea cu vederea principală, obținută inițial prin proiecția *Front View* a modelului tridimensional al piesei, adăugându-se două cote de diametru, împreună cu toleranțele stabilite, o cotă unghiulară și o adnotare (ex: 3 găuri M5 echidistante).

Pentru a cota cele trei găuri filetate M5, dispuse echidistant pe suprafața superioară frontală a piesei, este necesară trasarea unui cerc de diametru 90 mm, cu centrul pe axa piesei, având dispuse pe circumferința sa centrele găurilor filetate. Trasarea acestui cerc se realizează cu ajutorul pictogramei *Circle* de pe bara de instrumente *Geometry Creation* sau disponibilă în meniul *Insert -> Geometry Creation -> Circles and Ellipse*.

Cercul este trasat implicit cu linie continuă groasă, dar aceste caracteristici se pot modifica accesând meniul său contextual (*click* dreapta cu *mouse*-ul pe circumferința cercului, se alege opțiunea *Properties*, apoi din zona *Edges* se stabilește tipul de linie 4 și grosimea 1). Cercul și fereastra sa de proprietăți sunt reprezentate parțial în figura 3.170.

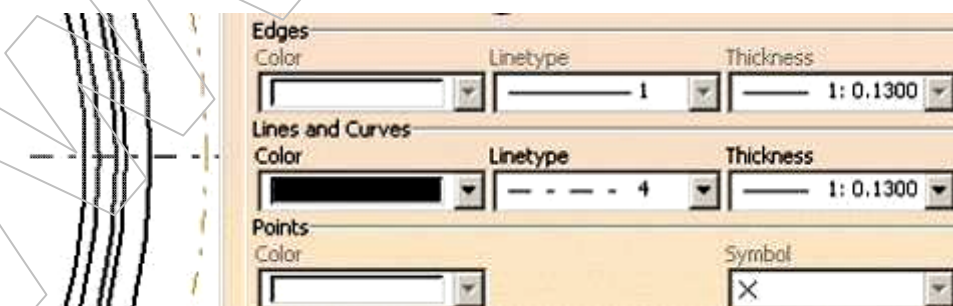


Fig. 3.170

Folosind pictograma *Diameter Dimensions* aflată pe bara de instrumente *Dimensions* sau disponibilă în meniul *Insert -> Dimensioning -> Dimensions* se cotează diametrul de gabarit al piesei (140 mm) și diametrul cercului purtător al găurilor filetate (fig. 3.171).

Pentru a adăuga și condițiile de toleranță ($\pm 0,1$) se selectează fiecare cotă în parte, din bara de instrumente *Dimension Properties*, în câmpul *Tolerance Description* se alege opțiunea *Tol_Num2*, apoi în câmpul *Tolerance* se înscrie valoarea ± 0.10 .

Înscrierea toleranțelor se mai poate efectua pentru fiecare cotă în parte din meniul contextual al acesteia. În figura 3.172 este afișată fereastra de dialog *Properties*, *tab*-ul *Tolerance*, în câmpurile *Upper value* și *Lower value* fiind introduse valorile 0.1 mm, respectiv, -0.1 mm.

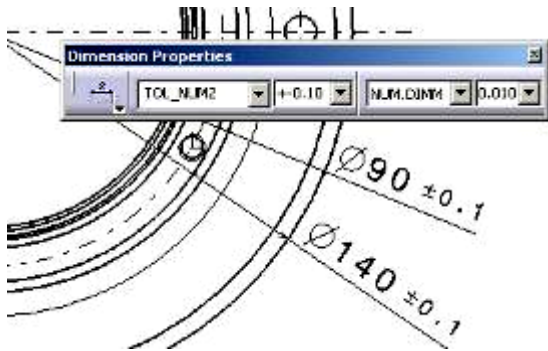


Fig. 3.171

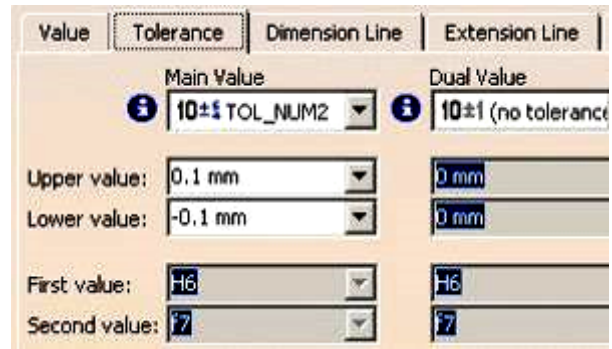


Fig. 3.172

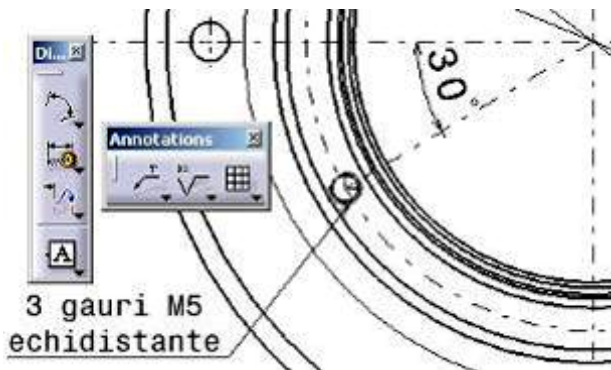


Fig. 3.173

Pentru a insera în desen cota unghiulară este necesară trasarea unei linii ajutătoare având capetele pe axa piesei, respectiv, în centrul uneia dintre cele trei găuri filetate.

Utilizând apoi pictograma *Angle Dimensions* se adaugă cota unghiulară de 30° între această linie și axa de simetrie orizontală a piesei (fig. 3.173).

În aceeași figură se observă și adnotarea aplicată cu ajutorul pictogramei *Text with Leader* de pe bara de instrumente *Annotations*.

Cota unghiulară împreună cu adnotarea sunt necesare pentru a atrage atenția în desenul de execuție asupra faptului că sunt 3 găuri filetate M5 dispuse echidistant pe circumferința unui cerc purtător (la unghiuri egale de 120°).

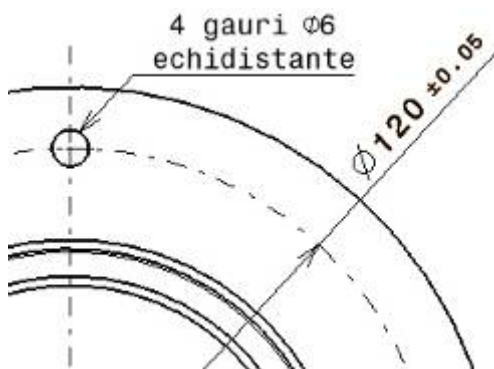


Fig. 3.174

În mod similar, folosind aceleași pictograme și convenții se cotează a doua vedere ortogonală a piesei, dispusă în dreapta secțiunii (vezi fig. 3.168), fiind obținută din aceasta.

Pe vedere se adaugă întâi un cerc purtător al găurilor Ø6, caracteristicile sale se modifică urmând exemplul prezentat anterior în figura 3.170.

Vederea conține doar cota de diametru a acestui cerc, împreună cu toleranța prescrisă ($\text{Ø}120 \pm 0,05$) și adnotarea care specifică faptul că pe flanșa de prindere a piesei sunt prezente 4 găuri Ø6 dispuse echidistant (fig. 3.174).

Următoarea proiecție prezentată pentru cotare este secțiunea A-A (fig. 3.175), care conține numeroase cote de diametru, dimensiuni liniare, teșituri, condiții de toleranță, de rugozitate.

Pe secțiune sunt deja prezente două detalii, create într-o etapă anterioară. De la stânga spre dreapta se adaugă toate cotele de diametru tolerate ale alezajului în trepte al piesei. Chiar dacă de această dată selecția nu mai este un element circular, ci două linii paralele, programul recunoaște cota de tip diametru și o tratează în consecință.

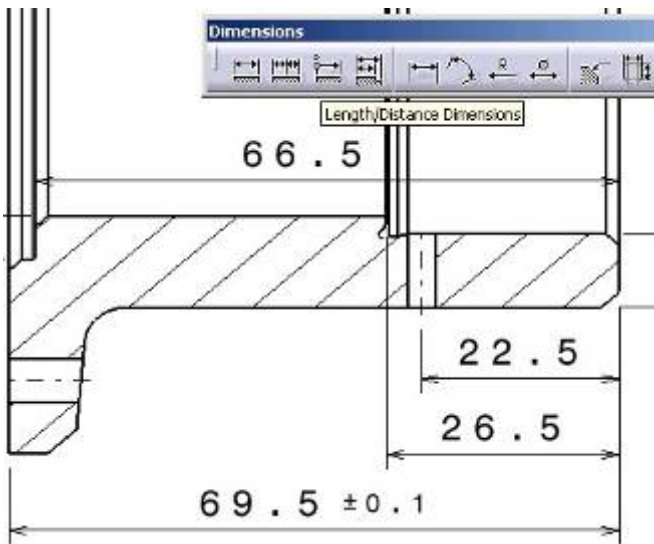


Fig. 3.175

Dimensiunile liniare se inserează în desen folosind pictograma *Length/Distance Dimensions*, aflată pe bara de instrumente *Dimensions* sau disponibilă în meniul *Insert -> Dimensioning -> Dimensions*.

În figura 3.175 sunt reprezentate exemple de cote liniare, care indică valoarea lungimii piesei, adâncimi ale unor alezaje centrale și lungimea de poziționare a găurilor radiale.

Celelalte cote liniare (grosimea flanșei, a găurilor filetate și filetului etc.) se adaugă în mod similar.

Poziționarea cu acuratețe pe verticală a liniei de cotă și pe orizontală a valorii acesteia se realizează folosind manipulatorii.

În continuare, desenul de execuție al piesei în secțiune se completează cu alte două tipuri de cote: pentru teșituri și racordări, reprezentate în figura 3.176.

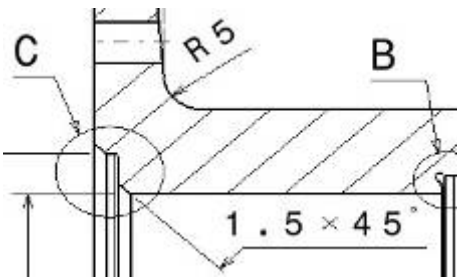


Fig. 3.176

Astfel, teșiturile și racordările se cotează cu ajutorul pictogramelor *Chamfer Dimensions*, respectiv *Radius Dimensions*, aflate pe bara de instrumente *Dimensions* sau disponibile în meniul *Insert -> Dimensioning -> Dimensions*.

În cazul teșiturilor se selectează efectiv linia de trecere între două suprafețe concurente. Orientarea cotei se poate face orizontal, înclinat sau vertical, în funcție de poziția teșiturii în desen.

Stabilirea acestei orientări se realizează din meniul contextual al cotei respective, în *tab-ul Dimension Line*, din care se alege *Two parts* în câmpul *Representation*, apoi *Horizontal* sau *Vertical* din câmpul *Orientation* (fig. 3.177).

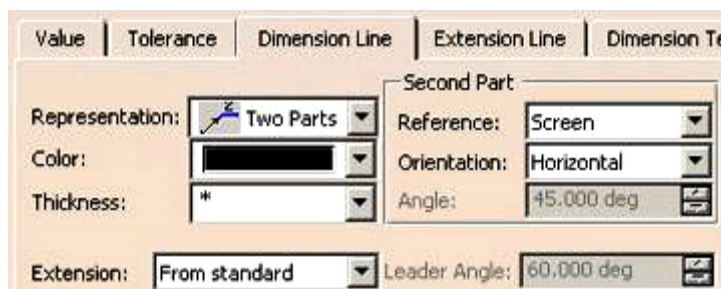


Fig. 3.177

În cazul racordărilor, având activă pictograma *Radius Dimensions* se selectează arcul de cerc dintre suprafețele racordate și se poziționează cota de tip R_x , în care R reprezintă cotă radială, iar x valoarea acesteia.

Pe proiecția de tip secțiune se adaugă în următoarea etapă condițiile de rugozitate ale unor suprafețe, în funcție de rolul funcțional al acestora.

Conform *SR ISO 4287-1:1993*, rugozitatea reprezintă ansamblul microneregularităților (față de o suprafață geometrică ideală) a suprafeței rezultate dintr-un procedeu tehnologic de prelucrare și care nu sunt abateri de formă. Rugozitatea suprafeței se exprimă prin unul sau mai mulți parametri (R_a – abaterea medie aritmetică a profilului, R_z – înălțimea neregularităților în 10 puncte alese arbitrar, R_y – înălțimea maximă a profilului etc.).

Pentru indicarea pe desenul de execuție a valorii rugozității suprafețelor, se precizează valoarea numerică a parametrului rugozitate, care indică valoarea considerată maximă admisibilă, precedată de simbolul aferent parametrului respectiv. Valoarea rugozității înscrisă pe desenul de execuție se consideră valoarea corespunzătoare stării finale a suprafeței respective, inclusiv tratamentele termice, termochimice sau acoperirile electrochimice, de lustruire, vopsire, lăcuire etc.



La prescrierea unei rugozități pentru o suprafață se au în vedere: influența rugozității asupra caracteristicilor funcționale ale produsului din care face parte reperul considerat (precizia dimensională, cerințe privind asamblarea, durabilitatea, aspectul), influența asupra costului produsului (cheltuielile de fabricație cresc odată cu prescrierea și îndeplinirea unor condiții tehnice specifice).

Pentru notarea stării suprafeței, programul *CATIA* utilizează diferite simboluri, afișate în figura 3.178, astfel, de sus în jos: simbol de bază, simbol derivat pentru suprafețe prelucrate cu îndepărtare de material și simbol derivat pentru suprafețe la care se interzice îndepărtarea de material.

Fig. 3.178

Pentru a înscrie rugozitatea pe anumite suprafețe ale piesei, se va considera parametrul de profil R_a , indicând suprafața și valoarea sa, cu ajutorul pictogramei *Roughness Symbol*, aflată pe bara de instrumente *Annotations* sau disponibilă în meniul *Insert -> Annotations -> Symbols*.

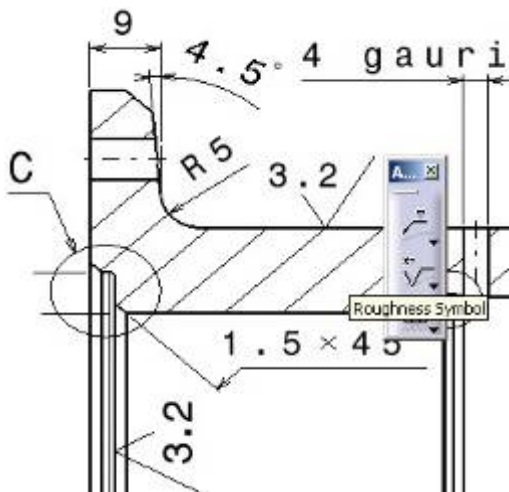


Fig. 3.179

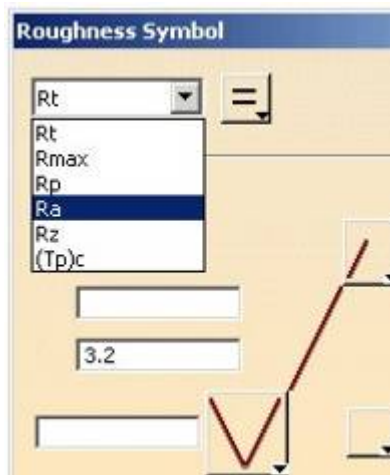


Fig. 3.180

În figura 3.179 se prezintă un exemplu de adăugare și orientare a rugozității, iar în figura 3.180 fereastra de dialog *Roughness Symbol* din care utilizatorul selectează parametrul de rugozitate, simbolul și valoarea acesteia.

Cotarea secțiunii se încheie cu adăugarea condițiilor de precizie geometrică. Acestea sunt necesare deoarece calitatea produselor din construcția de mașini, dar nu numai, depinde de precizia geometrică a suprafețelor acestora, precum și de poziția corectă a elementelor componente. Ca și dimensiunile, forma geometrică a suprafețelor este impusă prin documentația tehnică de execuție.

Datorită imperfecțiunii sistemului tehnologic de lucru (mașină-unealtă MU – dispozitive D – scule S – verificatoare V – piesa P), precum și neuniformității procesului de prelucrare (uzura diferitelor elemente ale MU, precizie cinematică necorespunzătoare, erori de reglare, parametrii regimului de așchiere necorespunzători, vibrații ale MU sau ale sculei etc.) apar abateri de la forma geometrică teoretică ideală, denumite abateri geometrice. Acestea au o influență negativă asupra funcționării și comportării în exploatare a produselor.

Conform *STAS 5730/1-75*, abaterile geometrice ale suprafețelor se clasifică în: abateri de formă, ondulații, striatiuni și rizuri, smulgeri de material, pori, goluri etc. Abaterile de formă se manifestă în forme variate, astfel, în loc să se obțină o suprafață cilindrică, aceasta rezultă conică, o suprafață cu secțiune circulară (teoretic) poate avea, în fapt, cu secțiune ovală sau poligonală.

Dacă pe desenele de execuție nu se fac precizări cu privire la abaterile de formă, piesele pot fi executate cu abateri de formă cuprinse în câmpul de toleranță al dimensiunilor nominale.



În funcție de precizia formei geometrice, *STAS 7384-85* prevede următoarele abateri: de la planeitate (convexitate, concavitate), de la cilindricitate (conicitate, formă șa, formă butoi, formă curbă), de la forma dată a suprafeței, de la rectilinitate (concavitate, convexitate), de la circularitate (ovalitate, poligonalitate).

În funcție de precizia poziției relative se prevede: abatere de la concentricitate, de la coaxialitate și de la simetrie.

În funcție de orientarea diferitelor suprafețe se prescrie, după caz: abatere de la paralelism, de la perpendicularitate și de la înclinare.

De asemenea, sunt prevăzute abateri privind: bătaile diferitelor suprafețe sau profile: abatere de bătaie circulară (radială sau frontală), abatere de bătaie totală (radială sau frontală) și abatere de la forma dată a profilului.

În figura 3.181 se indică simbolurile acestor abateri de formă, așa cum sunt prezente în program, în fereastra de dialog *Geometrical Tolerance*, disponibilă prin apăsarea pictogramei cu același nume de pe bara de instrumente *Dimensioning* sau din meniul *Insert -> Dimensioning -> Tolerancing*.

Datele privind toleranțele geometrice se înscriu într-un dreptunghi, denumit cadru de toleranță, trasat cu linie subțire, împărțit în două sau trei compartimente în care se indică simbolul caracteristicii toleranțate, valoarea toleranței, litera sau literele de identificare a bazei (bazelor) de referință, după caz.

Cadrul de toleranță se leagă de elementul tolerat (suprafața la care se referă toleranța) printr-o linie de indicație, dreaptă sau frântă, terminată prin săgeată.

Toleranța geometrică se măsoară în direcție paralelă cu cea indicată de săgeată, cu excepția cazului în care este precedată de simbolul de diametru \varnothing . În cazul în care toleranța unui element este indicată în raport cu o bază de referință, aceasta se indică printr-o literă identică cu cea înscrisă în cadrul de toleranță.

Litera de identificare a bazei de referință se înscrie într-un cadru pătrat care se leagă de baza de referință printr-o linie de indicație sprijinită de bază. Baza de referință se adaugă folosind pictograma *Datum Feature* de pe bara de instrumente *Dimensioning*.

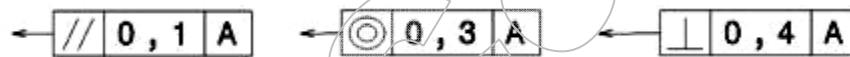


Fig. 3.182

În figura 3.182 sunt prezentate trei exemple de toleranțe geometrice: de paralelism, de concentricitate și coaxialitate, respectiv, de perpendicularitate.

În unele cazuri, cadrul de toleranță se poate lega direct de baza de referință printr-o linie de indicație, ceea ce conduce la neutilizarea literei de referință.

Revenind la desenul de execuție considerat, pe secțiune se adaugă o bază de referință notată cu D în interiorul alezajului central de diametru nominal 75 mm, celelalte suprafețe cilindrice (alezajul central interior de diametru 80 mm și exteriorul piesei de diametru 100 mm) având toleranțe geometrice de concentricitate de 0,01 mm față de baza de referință D (figura 3.183).

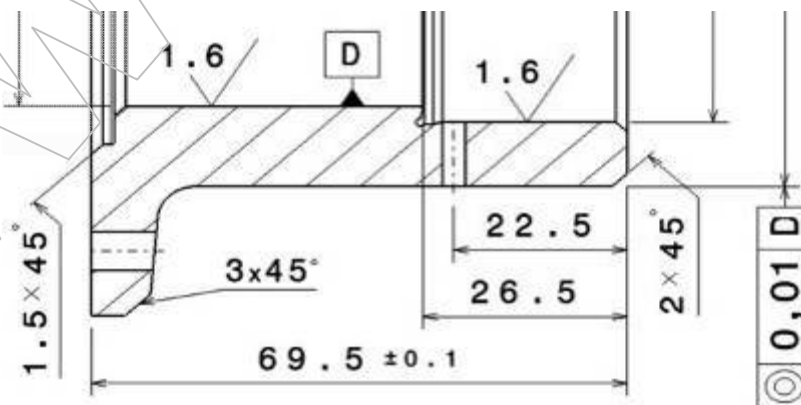


Fig. 3.183

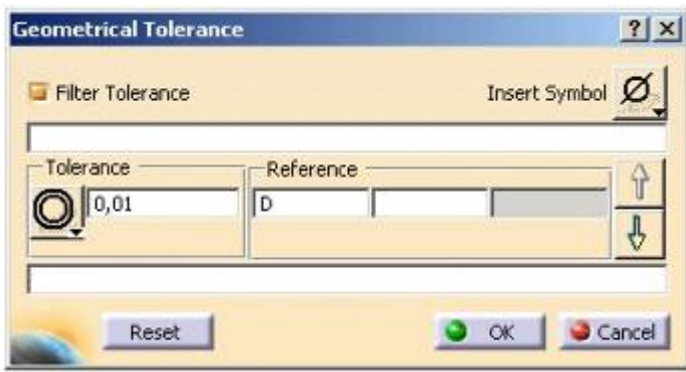


Fig. 3.184

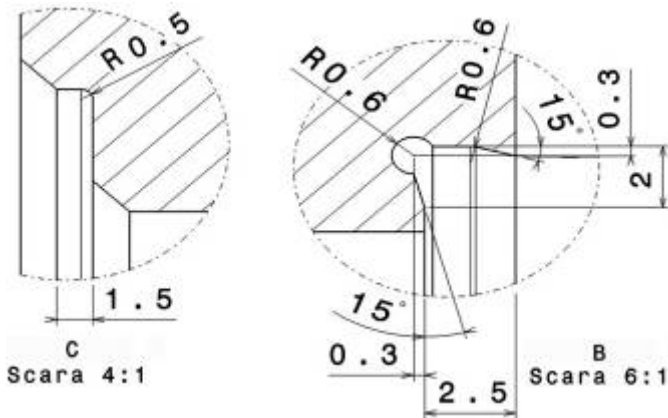


Fig. 3.185

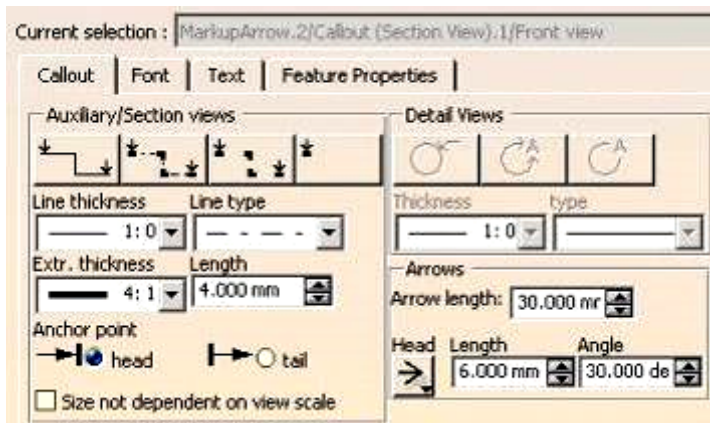


Fig. 3.186

Schimbarea dimensiunii vârfurilor săgeților liniilor de cotă, a separatorului "x" prezent în cota teșiturilor etc. se realizează prin editarea unor parametri ai standardului ISO (meniul *Tools* -> *Standards* -> *Category: Drafting*, aflați în fișierul *iso.xml*, disponibil pentru modificare doar după rularea programului *CATIA* în mod *Administrator*.

Ca o paranteză, rularea programului *CATIA* în mod *Administrator* se realizează modificând *shortcut*-ul pictogramei de lansare în:

"C:\Program Files\Dassault Systemes\B15\intel_a\code\bin\CNEXT.exe" -admin

Desigur, în funcție de locația în care a fost instalat programul, unele elemente prezentate mai sus se schimbă. Apoi, în *folder*-ul de instalare se creează un director denumit *Admin* (conform figurii 3.187). Se apasă butonul *Start* al sistemului de operare *Windows* și se accesează secvența *Programs* -> *CATIA P3* -> *Tools* -> *Environment Editor*. În fereastra de dialog apărută, în dreptul variabilelor *CATReferenceSettingPath* și *CATCollectionStandard* se execută *click* dreapta cu *mouse*-ul și se alege opțiunea *Edit variable* din meniul contextual disponibil. În câmpul editabil al fiecărei variabile se adaugă: *C:\Program Files\Dassault Systemes\B15\intel_a\admin* (fig. 3.188).

Astfel, în fereastra de dialog *Geometrical Tolerance* se completează câmpurile *Tolerance Feature modifier*, *Tolerance Value* și *Primary Datum Text*, așa cum rezultă din figura 3.184.

Implicit, cadrul de toleranță este orientat orizontal, dar, conform figurii 3.183, este nevoie să fie afișat vertical. Orientarea se modifică din meniul contextual al cadrului, zona *Text*, câmpul *Orientation*.

Ultimele proiecții ale aplicației care se cotează sunt cele două detalii B și C (vezi fig. 3.169,b). Tipurile de cote sunt liniare, de diametru, unghiulare și radiale, inserarea acestora pe desen se realizează în mod similar celor de pe secțiune. În figura 3.185 se observă formele geometrice ale elementelor detaliilor și cotele acestora.

În funcție de dimensiunile elementelor aflate în desenul de execuție se aleg dimensiunile fontului și a vârfurilor săgeților liniilor de cotare.

Pentru stabilirea dimensiunii elementelor planului de secționare se accesează meniul său contextual, *tab*-ul *Callout*, câmpurile *Arrows* și *Auxiliary/Section views*, afișate în figura 3.186.

Acestea se referă la: săgețile care indică direcția de proiecție, traseul de secționare evidențiat cu linie punct mixtă, adică sub forma unei reprezentări cu linie punct subțire cu segmentele de capăt și segmentele de schimbare a direcției trasate cu linie continuă groasă).

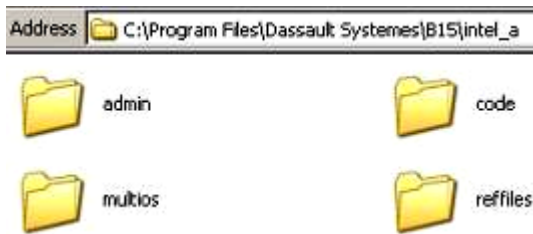


Fig. 3.187

CATW3ResourcesPath	C:\Program Files\Dassault Systemes\B15\intel_a\docs
CATReferenceSettingPath	C:\Program Files\Dassault Systemes\B15\intel_a\admin
CATUserSettingPath	CSIDL_APPDATA\DassaultSystemes\CATSettings
CATCollectionStandard	C:\Program Files\Dassault Systemes\B15\intel_a\admin
CATTemp	CSIDL_LOCAL_APPDATA\DassaultSystemes\CATTemp
CATMetasearchPath	DSKEY_TMPDIR
CATW3PublishPath	DSKEY_TMPDIR
CATSharedWorkbookPath	DSKEY_TMPDIR

Fig. 3.188

Odată pornit în mod *Administrator*, *CATIA* permite utilizatorului modificarea unui număr foarte mare de parametri, spre exemplu: dimensiunea vârfurilor săgeților liniilor de cotă (fig. 3.189).

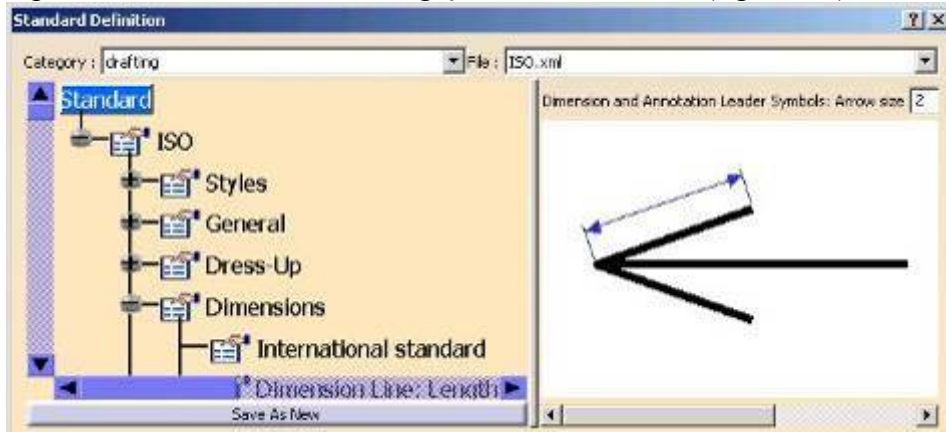


Fig. 3.189

Pentru a finaliza desenul de execuție al piesei considerate este necesară crearea în formatul *A3 ISO* a unui chenar și indicator. Trecerea din zona proiecțiilor în zona planșei se realizează prin intermediul meniului *Edit*, opțiunea *Background*, iar înapoi, din zona planșei în cea a proiecțiilor cu opțiunea *Working Views* a aceluiași meniu. Astfel, în zona planșei, din meniul *Insert* -> *Drawing* se alege opțiunea *Frame and Title Block* pentru inserarea chenarului și indicatorului, alese dintre cele predefinite, puse la dispoziție de program (fig. 3.190).

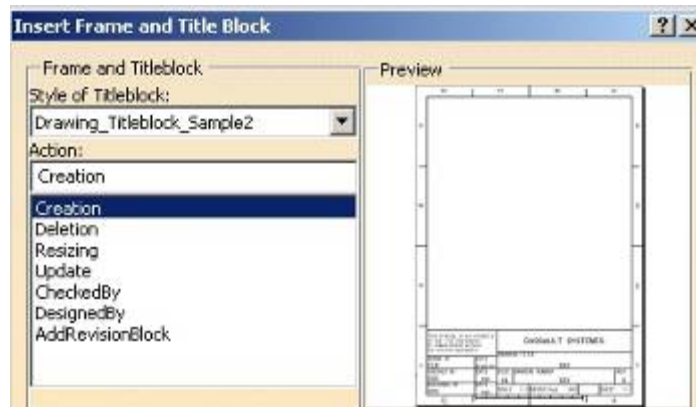


Fig. 3.190

În final, se prezintă desenul de execuție al piesei, așa cum rezultă din figura 3.191.

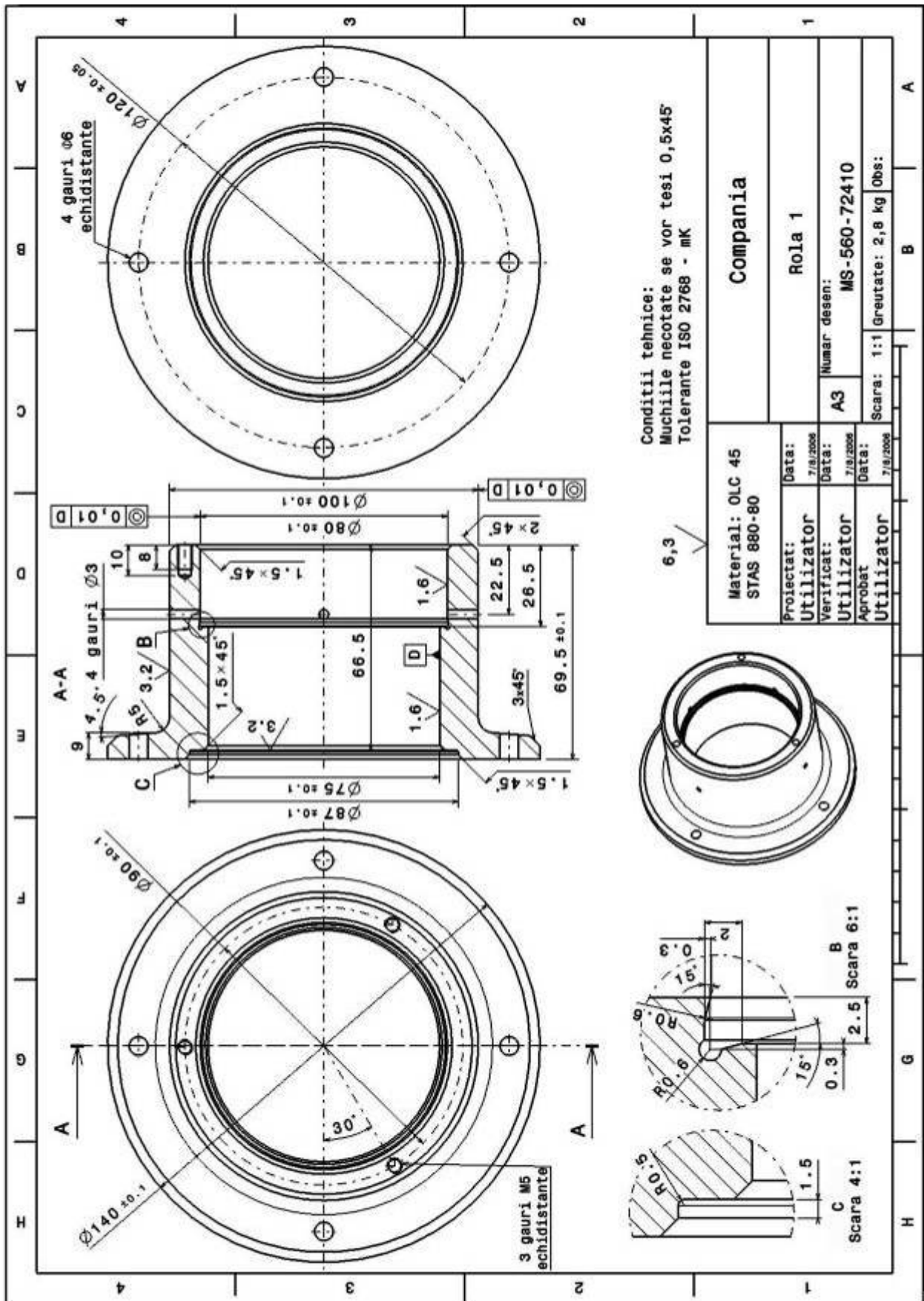


Fig. 3.191

Aplicația 16. Modelarea unei piese de tip capac din tablă

În aplicație se prezintă etapele modelării tridimensionale ale unei piese din tablă, obținută printr-un procedeu de deformare plastică, având desenul de execuție în figura 3.145. Se observă că sunt oferite patru proiecții: o vedere ortogonală, o secțiune, o vedere desfășurată și o proiecție izometrică. În această aplicație se va utiliza modulul *CATIA Generative Sheetmetal Design*.

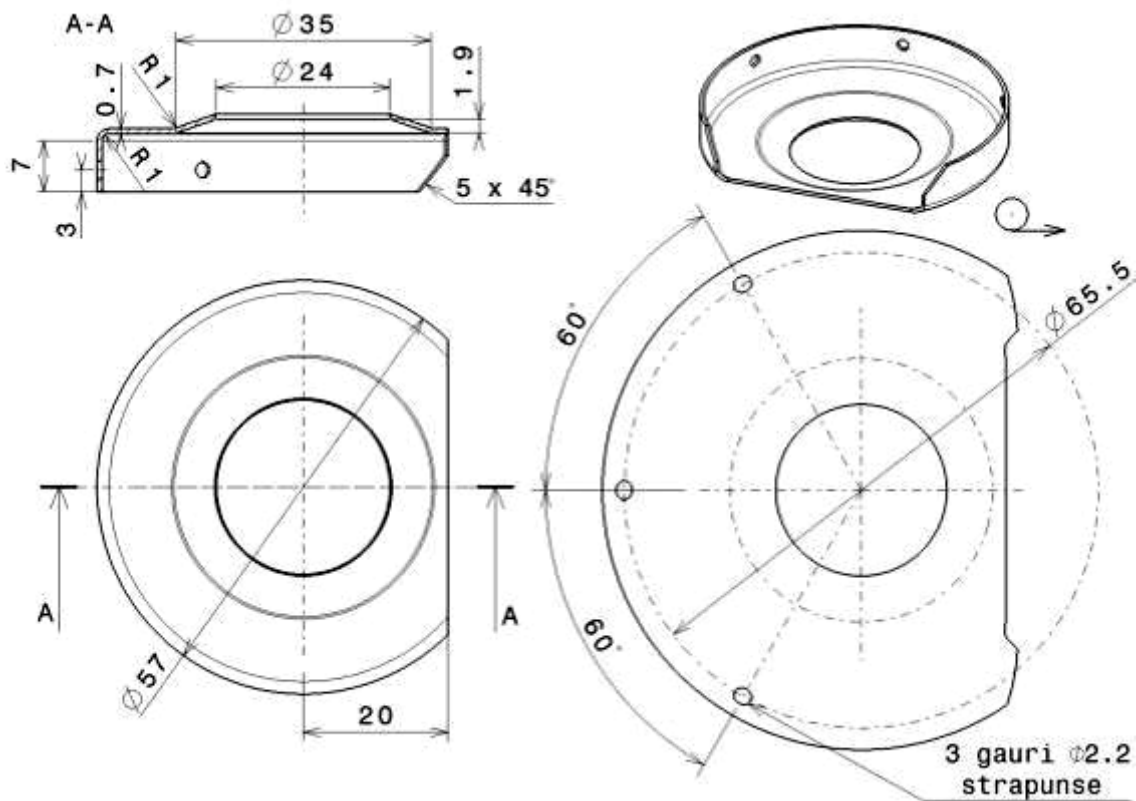


Fig. 3.145

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

Într-o schiță a planului XY se desenează un cerc de diametru 53.6 mm (fig. 3.147), având centrul în originea sistemului de coordonate. Valoarea acestuia se obține scăzând din dimensiunea de 57 mm dublul grosimii tablei (2×0.7 mm) și dublul valorii razei de îndoire (2×1 mm).

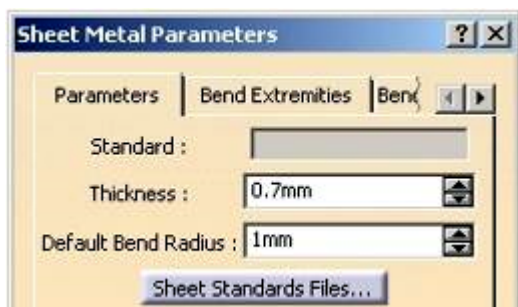


Fig. 3.146

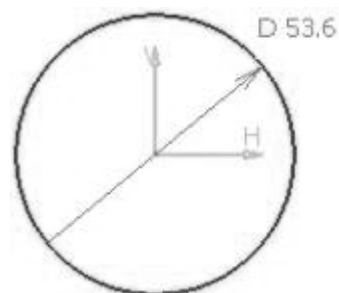


Fig. 3.147

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

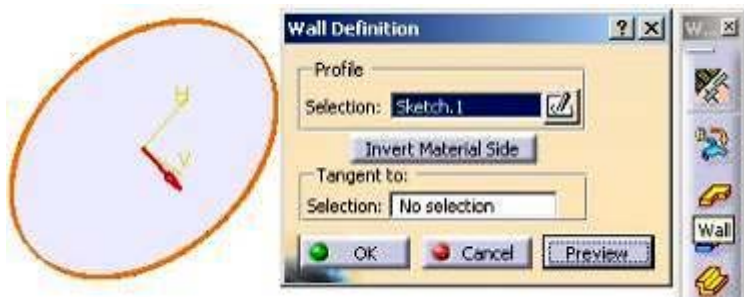


Fig. 3.148

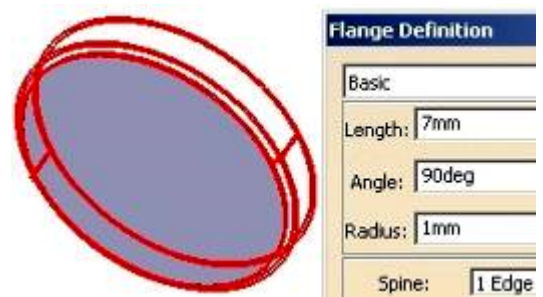


Fig. 3.149

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

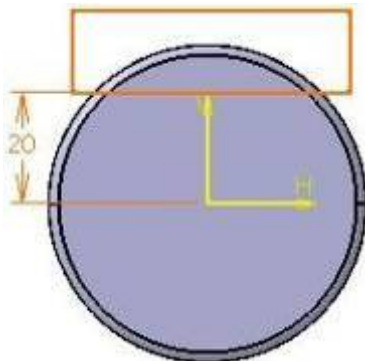


Fig. 3.150

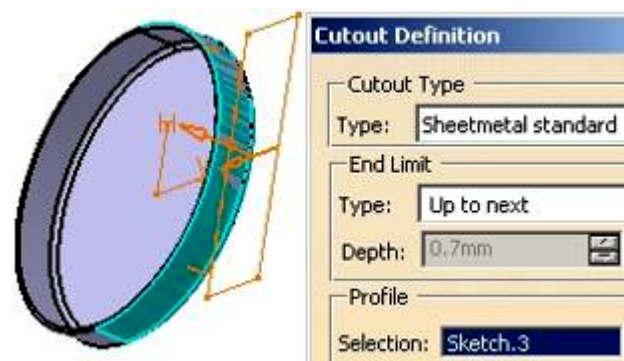


Fig. 3.151

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

Astfel, într-o schiță a planului *XY* se desenează un dreptunghi la 20 mm față de axa orizontală *H* (fig. 3.150). Dimensiunile acestuia nu sunt importante atât timp cât pe lungime și pe lățime depășește circumferința piesei.

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

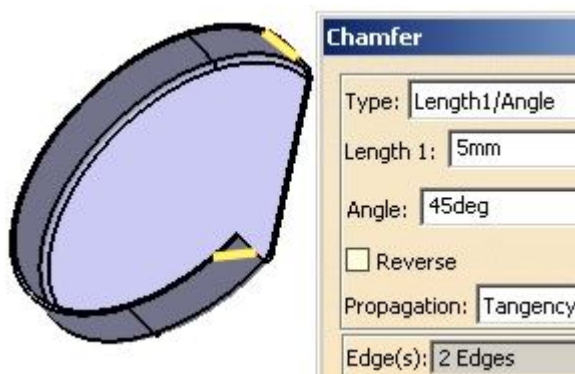


Fig. 3.152

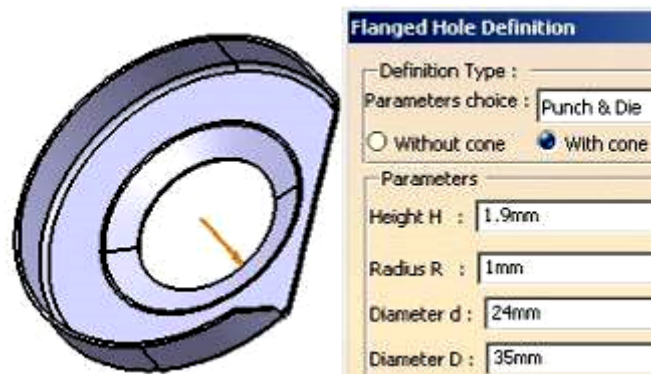


Fig. 3.153

Rezultatul acestei decupări se prezintă în figura 3.152. De asemenea, în aceeași figură se observă și fereastra de dialog a instrumentului *Chamfer*, asemănător instrumentului cu același nume din modulul *CATIA Part Design*. Se realizează, astfel, două teșiri $5 \times 45^\circ$ ale colțurilor capetelor bordurii, rezultate în urma decupării.

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

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

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

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

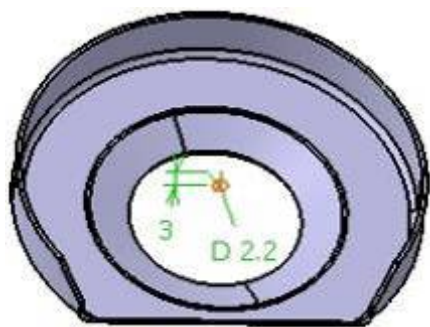


Fig. 3.154

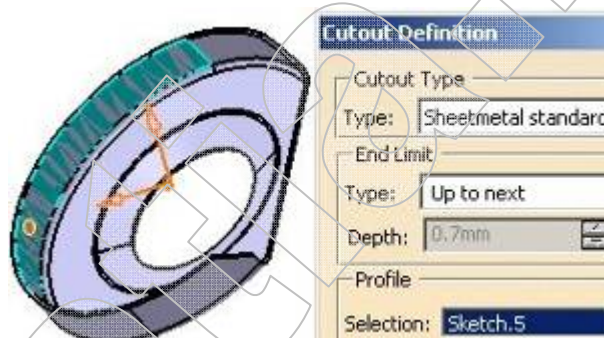


Fig. 3.155

Cercul este implicat într-o decupare cu ajutorul instrumentului *Cut Out*. Astfel, în fereastra de dialog din figura 3.155, se alege tipul (*Type*) ca fiind *Sheetmetal Standard*, iar limita *Up to next*. Se obține, astfel, o primă gaură, dispusă la mijloc, pe peretele îndoit al piesei. Gaura se multiplică spre stânga (fig. 3.156), apoi spre dreapta (fig. 3.157) la câte 60° , utilizând instrumentul *Circular Pattern* de pe bara *Transformations*. Pentru o corectă poziționare a găurilor multiplicare, în fereastra de dialog *Circular Pattern Definition* se apasă butonul *More>>>* și se bifează opțiunea *Radial Alignment of Instance(s)*.

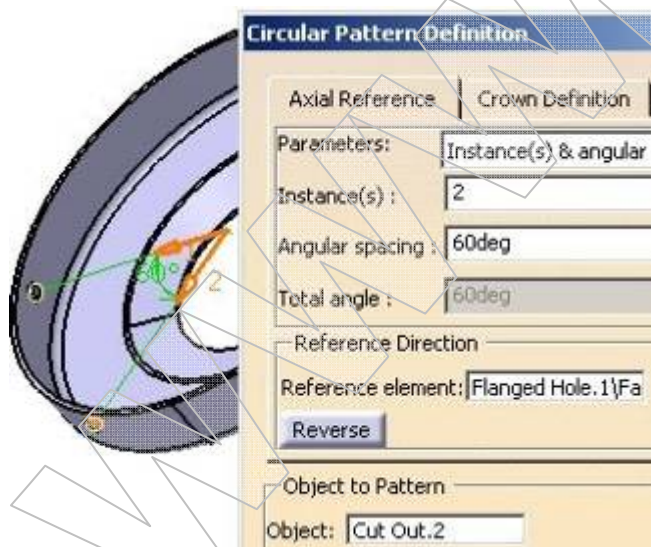


Fig. 3.156

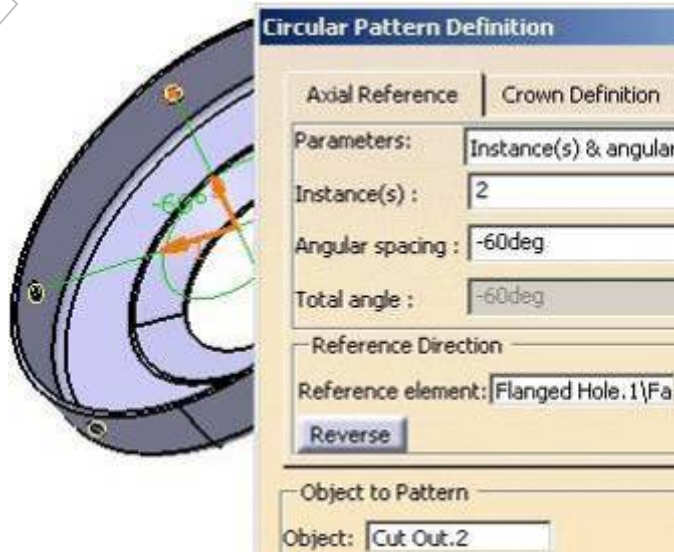


Fig. 3.157

Aplicația 17. Modelarea unei piese cu perete cilindric, din tablă

În aplicație se consideră o piesă din tablă având desenul de execuție în figura 8.134.

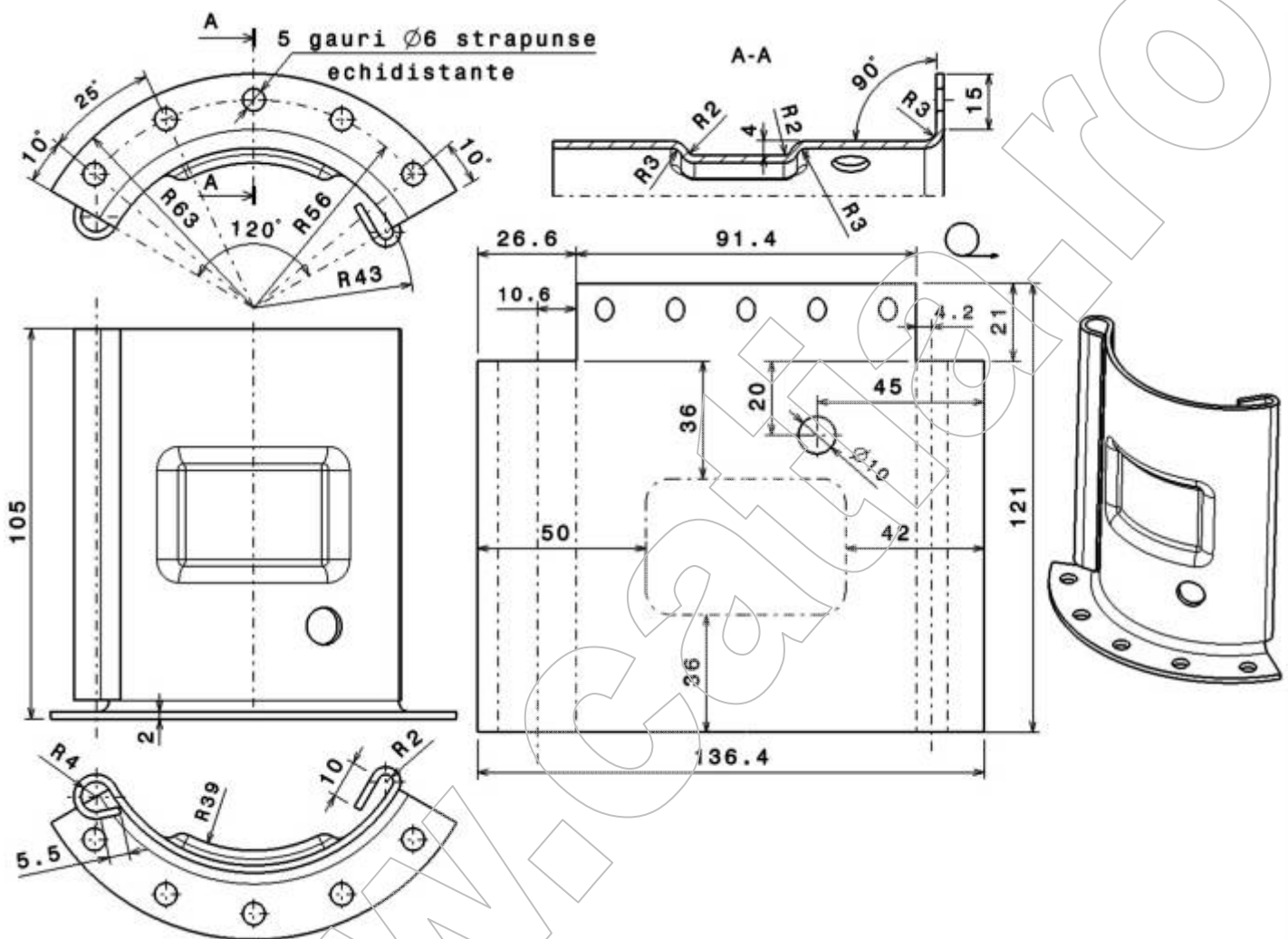


Fig. 8.134. Desenul de execuție și desfășurata piesei

La prima analiză a desenului de execuție se observă existența unei suprafețe ambutisate și a unei perforări, ambele dispuse pe o suprafață curbă.

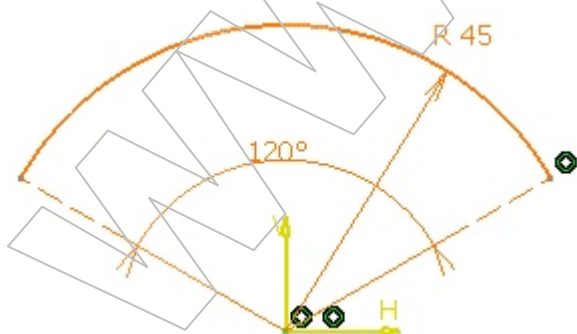


Fig. 8.135. Trasarea schiței

În prima etapă se stabilește grosimea peretelui din tablă (*Thickness*) de 2 mm și raza minimă de îndoire (*Default Bend Radius*) de 2 mm.



Sheet Metal Parameters



Rolled Wall

În modulul CATIA Sketcher se trasează un arc de cerc de rază 45 mm și unghiul la centru de 120° (figura 8.135).

Folosind această schiță și instrumentul de modelare *Rolled Wall*, cu setările din fereastra de dialog "*Rolled Wall Definition*", se obține un perete rulat din tablă (figura 8.136).

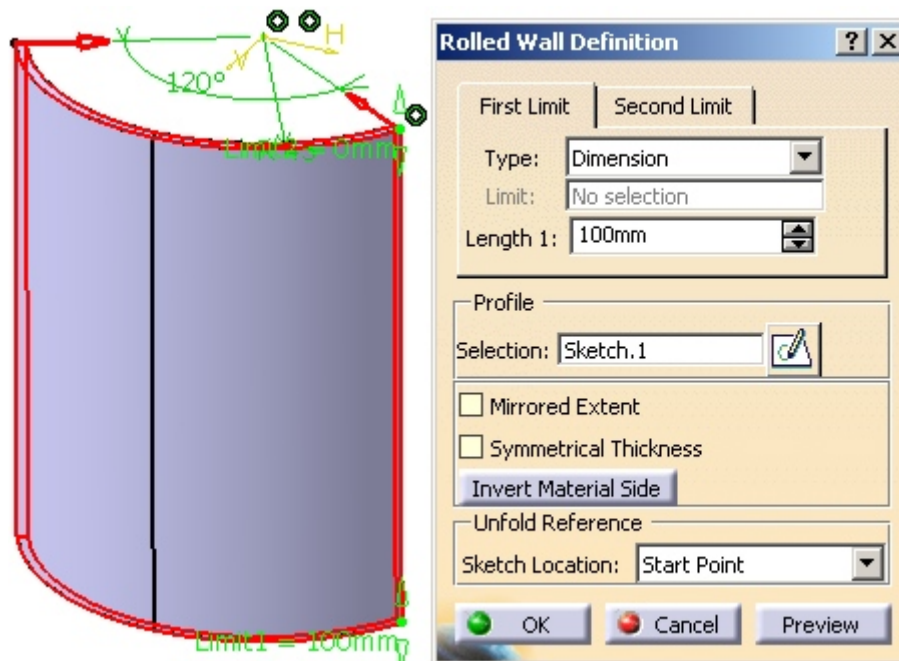


Fig. 8.136. Obținerea peretelui rulat

În câmpul "Type" se alege tipul de expandare "Dimension", iar în câmpul "Length 1" utilizatorul introduce valoarea acesteia: 100 mm. Rezultatul este un perete din tablă de formă cilindrică, despărțit vizual la mijloc printr-o linie.

Pe marginile acestui perete se pot crea îndoiri și tăieri, realizate prin instrumentele *Flange* și *Cut Out*. Pentru orice alte operații, peretele rulat trebuie desfășurat, se aplică respectivul instrument (perforare, ambutisare, găurire etc.), apoi se rulează la forma inițială.



Piesa prezintă două îndoiri *flange*, create cu ajutorul instrumentelor *Hem* și *Tear Drop*, pe muchiile laterale (dreapta, respectiv, stânga) ale peretelui rulat din figura 8.136.

Activarea instrumentului *Hem* conduce la deschiderea ferestrei de dialog "Hem Definition", reprezentată în figura 8.137. Se selectează muchia, apoi, în câmpul "Length" se stabilește lungimea noului perete din tablă (10 mm), iar în câmpul "Radius" raza de racordare (2 mm) dintre cei doi pereți.

Utilizarea instrumentului *Tear Drop* este similară (figura 8.138), în fereastra de dialog "Tear Drop Definition" sunt prezente aceleași opțiuni, dar se introduc alte valori (*Length* = 5,5 mm și *Radius* = 4 mm). Rezultatele îndoirilor sunt previzualizate în figurile respective.

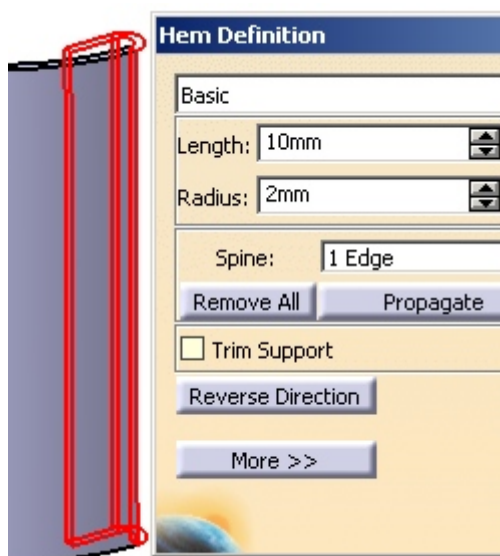


Fig. 8.137. Îndoirea Hem

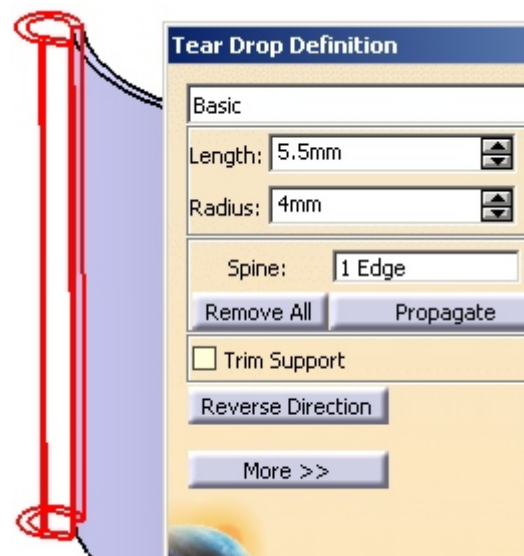
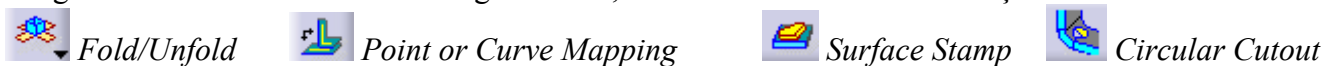


Fig. 8.138. Îndoirea Tear Drop

Pentru a modela ambutisarea de formă rectangulară, peretele rulat din tablă trebuie desfășurat (instrumentul *Fold/Unfold*), pe suprafața sa se trasează o schiță, *Sketch.3* (în modulul CATIA Sketcher), având constrângerile dimensionale indicate în figura 8.139, conform cu desenul de execuție.



Se observă că desfășurata peretelui conține și desfășuratele celor două îndoiri create în etapa anterioară, profilul dreptunghiular fiind constrâns și față de muchiile plane ale acestora.

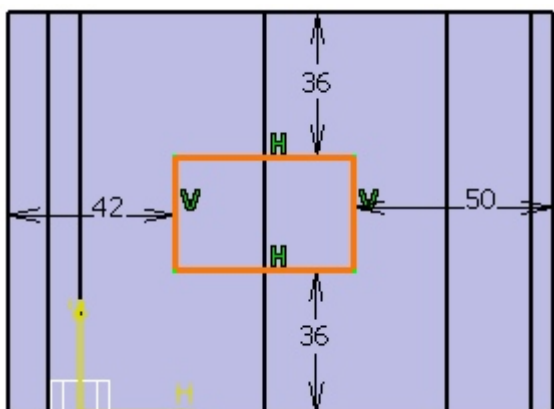


Fig. 8.139. Trasarea profilului ambutisării

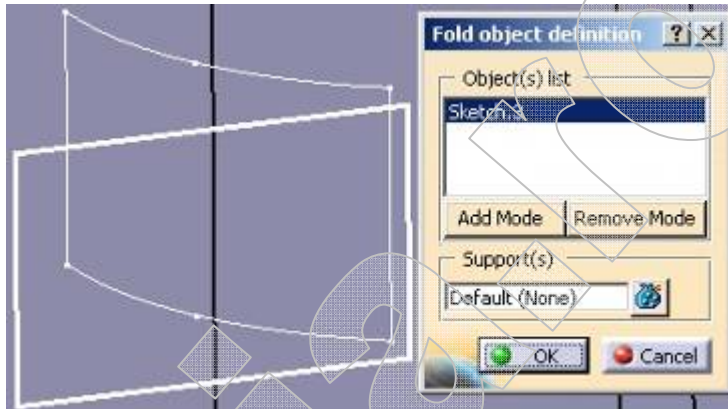


Fig. 8.140. Proiectarea profilului pe suprafața rulată a peretelui

Având peretele în reprezentare desfășurată și profilul dreptunghiular trasat pe suprafața sa, se aplică instrumentul *Point or Curve Mapping*, pentru a afișa fereastra de dialog "Fold object definition". În câmpul "Object(s) list" se selectează schița *Sketch.3*, rezultând imediat proiecția acesteia pe suprafața peretelui, ca și cum acesta ar fi în reprezentare rulată, de lucru. În figura 8.140 este afișată fereastra de dialog respectivă în care profilul dreptunghiular este reprezentat în desfășurată, cu linie groasă, iar profilul proiectat pe suprafața rulată cu linie subțire. De asemenea, în arborele de specificații este adăugat și elementul "Folded curve.1".

Folosind instrumentul *Surface Stamp* se creează ambutisarea pe suprafața rulată. În fereastra de dialog "Surface Stamp Definition", în câmpul "Profile" se selectează elementul "Folded curve.1", în câmpul "Height H" se introduce valoarea de 4 mm, reprezentând adâncimea ambutisării. Valorile numerice aflate în câmpurile "Radius" indică razele sale de racordare. Figura 8.141 prezintă parametrii ambutisării conform desenului de execuție, dar și o vedere de lucru asupra acesteia.

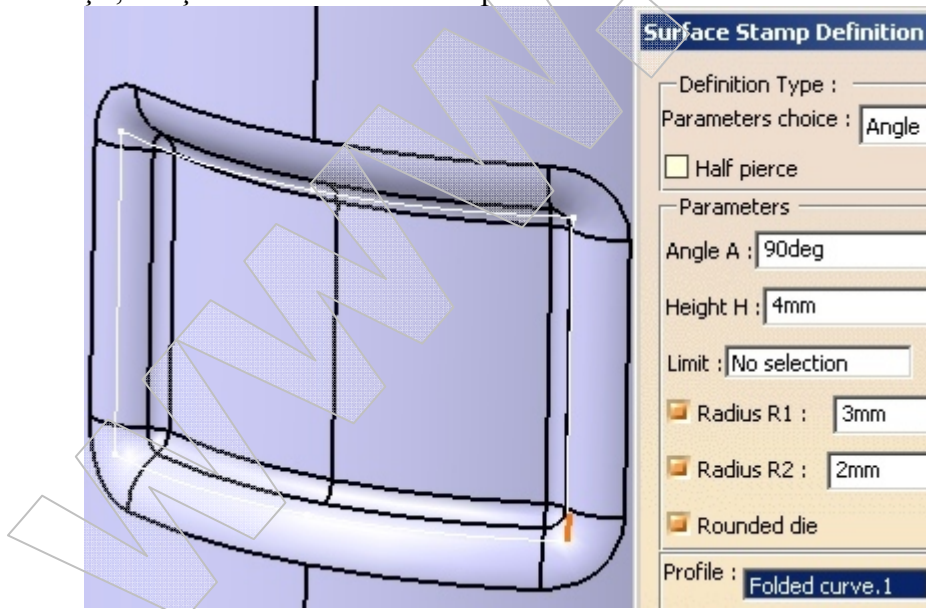


Fig. 8.141. Crearea ambutisării pe suprafața rulată a peretelui

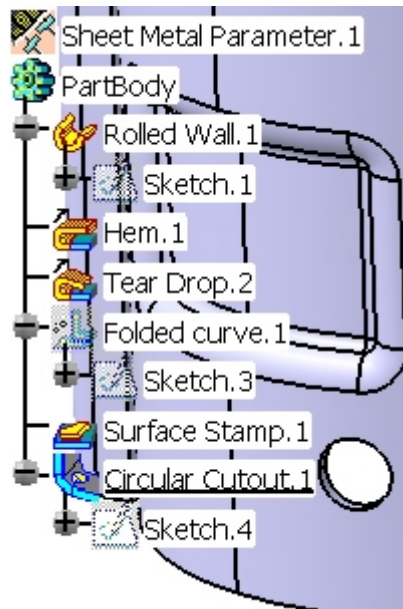


Fig. 8.142. Arborele de specificații

Pentru a obține perforarea executată în suprafața curbă, rulată, a peretelui se utilizează instrumentul *Circular Cutout*. Aplicarea sa se poate face și direct pe suprafața rulată, dar pentru o poziționare corectă a centrului găurii este necesară prezența fie a unui punct creat și poziționat anterior (operație dificilă), fie a unei suprafețe plane. Pentru a o obține, utilizatorul va aplica încă o dată instrumentul *Fold/Unfold* desfășurând piesa din tablă.

Se activează instrumentul *Circular Cutout* și se selectează suprafața desfășurată, punctul de selecție reprezentând centrul inițial al găurii. Schimbarea poziției acestuia se realizează prin editarea (dublu *click*) elementului de tip schiță (*sketch*), disponibil în arborele de specificații sub elementul "*Circular Cutout.1*" (figura 8.142).

În mod asemănător trasării profilului dreptunghiular din figura 8.139, se poziționează centrul găurii pe suprafața desfășurată, conform desenului de execuție, apoi se revine cu piesa în forma rulată, o porțiune din aceasta fiind vizibilă în figura 8.142. Evident, din acest moment perforarea nu mai are formă cilindrică.

La bază, piesa mai prezintă un perete îndoit, pe care sunt dispuse cinci perforări. Crearea peretelui se realizează cu ajutorul instrumentului *Flange*, o perforare cu instrumentul *Cut Out*, iar dispunerea radială a acestora prin intermediul instrumentului *Circular Pattern*.

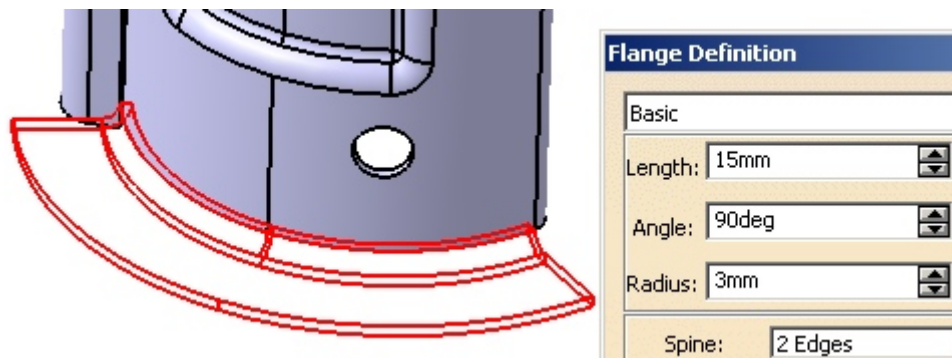


Fig. 8.143. Modelarea peretelui îndoit de la baza piesei

În figura 8.143 se observă fereastra de dialog "*Flange Definition*", parametrii creării peretelui îndoit (lungime de 15 mm, unghi de 90° , rază de racordare de 3 mm), dar și forma circulară pe care o are peretele îndoit nou creat.

Pe suprafața plană a acestui perete se poziționează un cerc cu diametrul de 6 mm (figura 8.144), respectând condițiile din desenul de execuție. Asupra cercului se aplică instrumentul *Cut Out*, rezultând prima perforare.

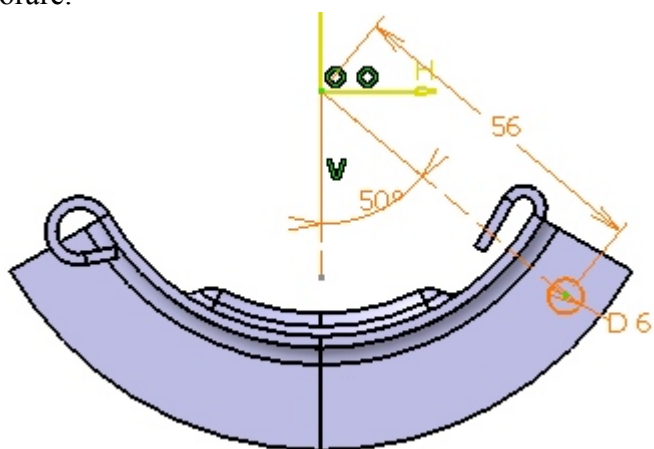


Fig. 8.144. Poziționarea perforării circulare

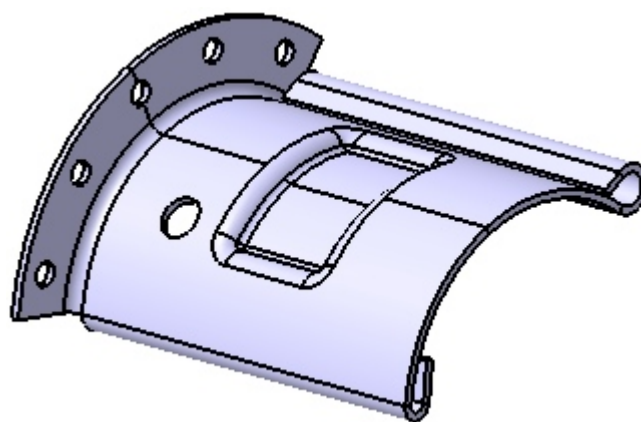


Fig. 8.145. Modelul final al piesei

Perforările sunt identice, dispuse echidistant pe un arc de cerc cu raza de 56 mm. Sunt mai multe metode de a le obține, dar cea mai simplă este prin utilizarea instrumentului *Circular Pattern*, axa de dispunere radială fiind cea a suprafeței rulate. În figura 8.145 se prezintă dispunerea acestor perforări și modelul final al piesei.

Aplicația 18. Modelarea unei piese ornament

În aplicație se prezintă etapele de modelare cu ajutorul suprafețelor și apoi de transformare în solid a unei piese de tip ornament destinată a fi aplicată pe unele obiecte. Datorită formei sale complexe, se vor folosi numeroase instrumente de creare, combinare și editare a suprafețelor.

Piesa ornament este afișată ortogonal și izometric în figura 3.346.

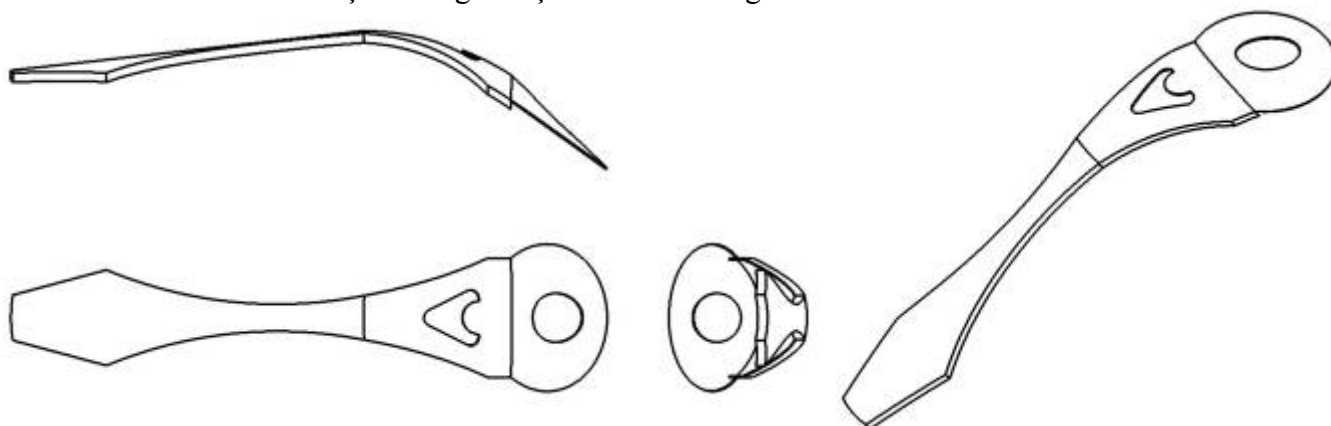


Fig. 3.346

Aplicația se inițiază în modulul *CATIA Wireframe and Surface Design* cu inserarea din meniul *Insert* a unui set geometric, denumit *set1*. Într-o schiță *Sketch.1* din planul *YZ* se trasează un arc de cerc cu raza de 10 mm, centrul și capetele sale aflându-se la 7 mm sub axa *H* a sistemului de coordonate, conform figurii 3.347.

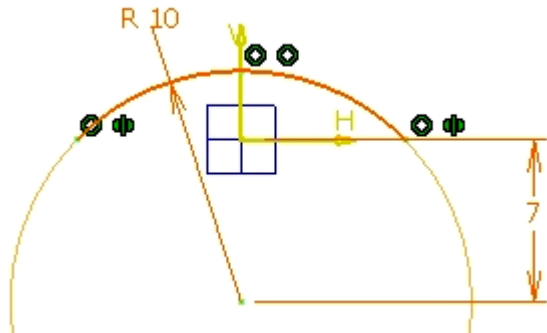


Fig. 3.347

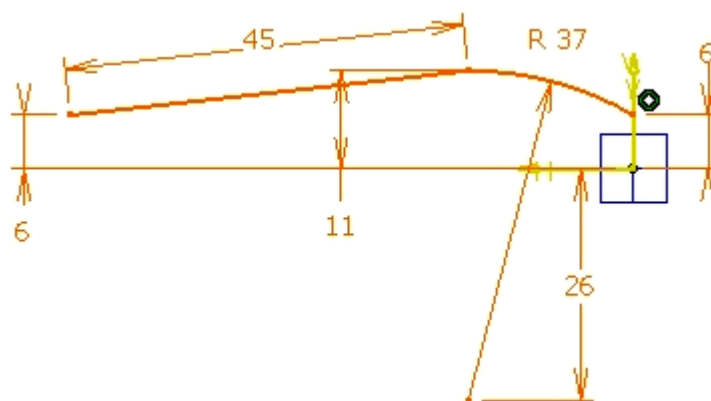


Fig. 3.348

Într-o altă schiță (*Sketch.2*) reprezentată în planul *ZX* se desenează un profil format dintr-un segment de dreaptă de 45 mm și un arc de cerc de rază 37 mm. Din figura 3.348 rezultă și celelalte dimensiuni ale schiței și se observă că toate sunt în referință cu sistemul de coordonate.

Cele două profile din schițe sunt perpendiculare; astfel că prin folosirea instrumentului *Sweep* de pe bara *Surfaces* se extrudează, ca suprafață, arcul de cerc de-a lungul profilului.

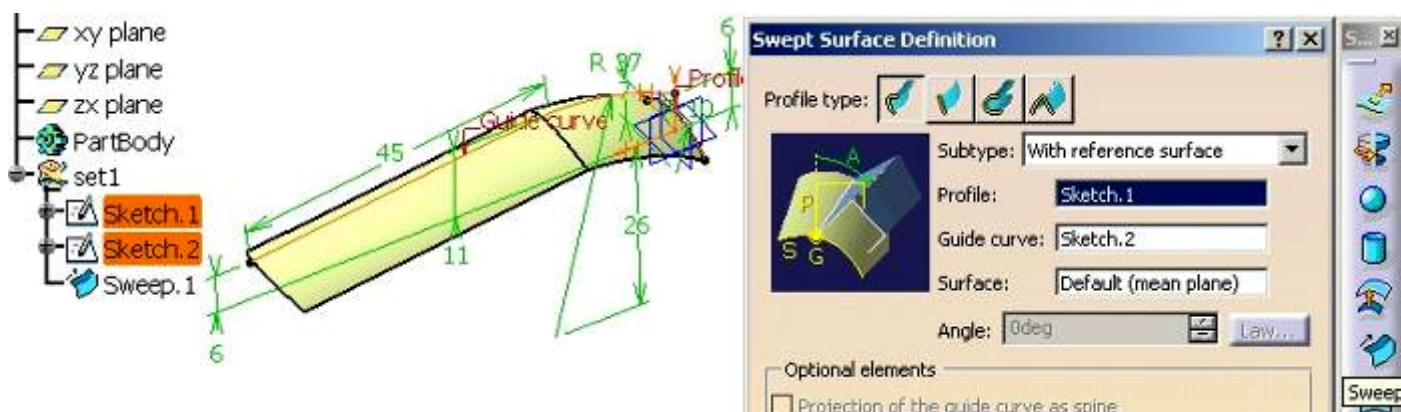


Fig. 3.349

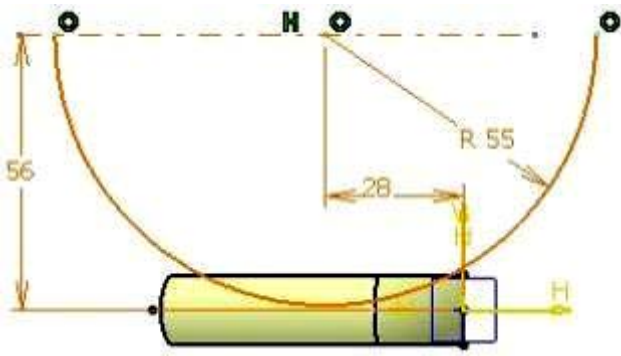


Fig. 3.350

Astfel, în fereastra de dialog *Swept Surface Definition* din figura 3.349, în câmpul *Profile* se selectează arcul de cerc (*Sketch.1*), iar în câmpul *Guide curve* profilul (*Sketch.2*).

Se obține, astfel, suprafața *Sweep.1* evidențiată pe desen și în arborele de specificații.

Într-o schiță *Sketch.3* aflată în planul *XY* se desenează un semicerc de rază 55 mm (fig. 3.350). Prin centrul său trece o axă de rotație (instrumentul *Axis*), distanța între aceasta și axa *H* a sistemului de coordonate fiind de 56 mm.

Centrul semicercului se află la 28 mm în stânga axei verticale *V* a sistemului. Schița este rotită în jurul axei, trasate anterior, cu ajutorul instrumentului *Revolve* de pe bara *Surfaces*.

În fereastra de dialog *Revolution Surface Definition*, în câmpul *Profile* se selectează schița *Sketch.3*, iar pentru axa de revoluție, câmpul *Revolution axis* se completează automat fiindcă programul a detectat existența liniei de axă în schiță. Limitele unghiulare din câmpurile *Angular Limits* se introduc de către utilizator, rezultatul fiind cel din figura 3.351. Arborele de specificații se completează automat cu elementul de tip suprafață *Revolute.1*.

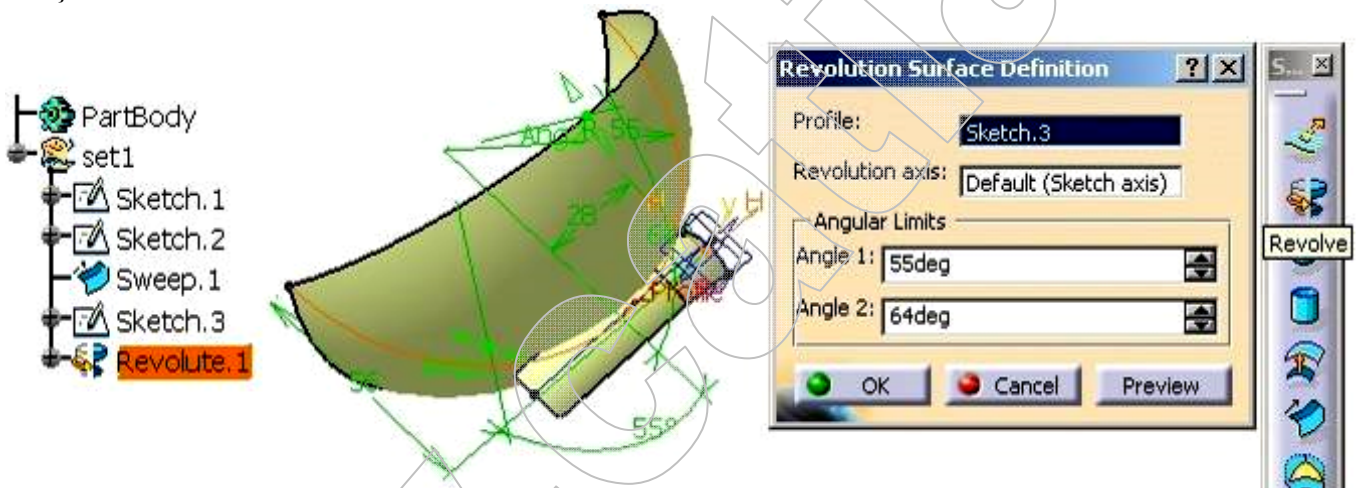


Fig. 3.351

Între cele două suprafețe (*Sweep.1* și *Revolute.1*) se stabilește o operație de intersecție cu ajutorul instrumentului *Split* de pe bara de *Operations*. Astfel, în fereastra de dialog *Split Definition* (fig. 3.352), elementul care va fi tăiat (*Sweep.1*) se selectează în câmpul *Element to cut*, iar elementul care realizează tăierea (*Revolute.1*) în câmpul *Cutting elements*.

Ca rezultat, din suprafața *Sweep.1* a fost înlăturată o anumită zonă, iar elementul *Split.1* apare în arborele de specificații.

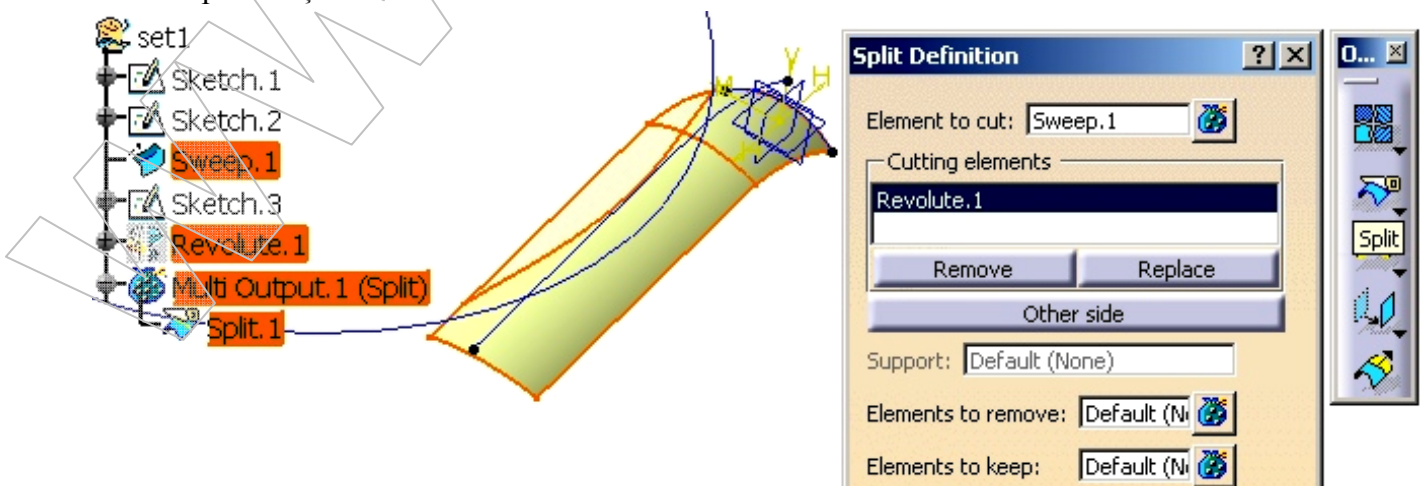


Fig. 3.352

În mod similar, într-o schiță *Sketch.4* aflată în planul *XY* se desenează un semicerc de rază 55 mm (fig. 3.353). Acesta este, de asemenea, implicat într-o operație *revolve* rezultând suprafața *Revolute.2* (fig. 3.354).

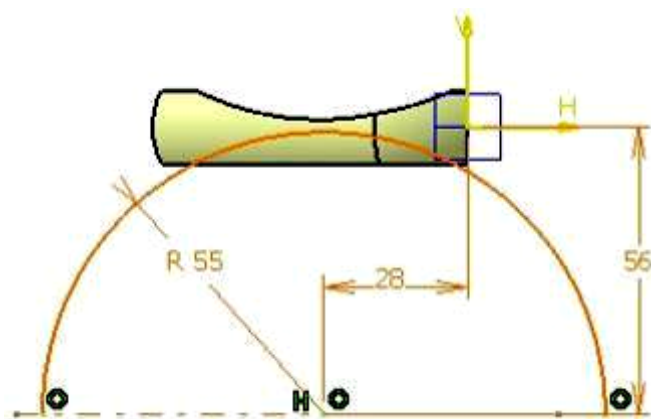


Fig. 3.353

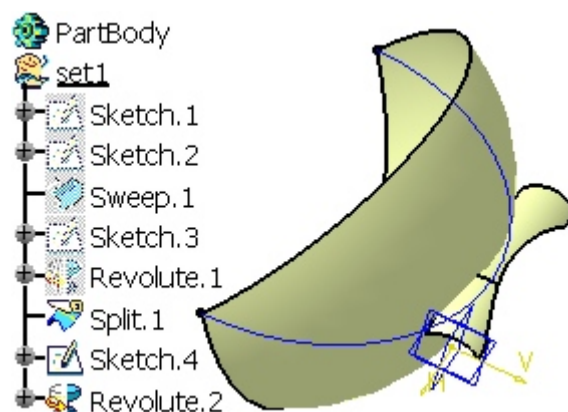


Fig. 3.354

În urma unei operații de intersecție *split* între suprafețele *Split.1* și *Revolute.2*, din piesă se mai înlătură o porțiune, simetrică celei înlăturate anterior. Arborele de specificații se completează și cu elementul *Split.2* (fig. 3.355).

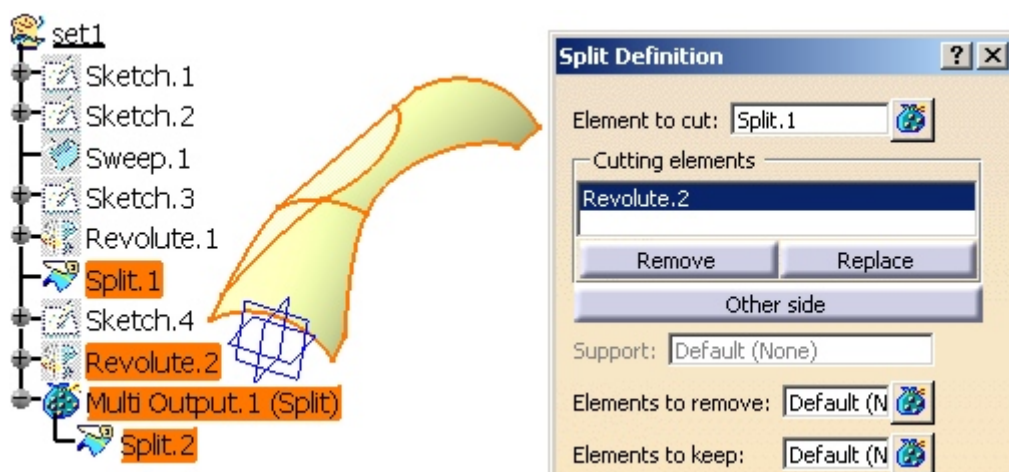


Fig. 3.355

În schița *Sketch.5* a planului *XY* se desenează un profil format dintr-o linie înclinată la 15° față de axa orizontală a sistemului de coordonate, având capătul din dreapta la 45 mm de axa verticală și la 7 mm de axa orizontală (fig. 3.356).

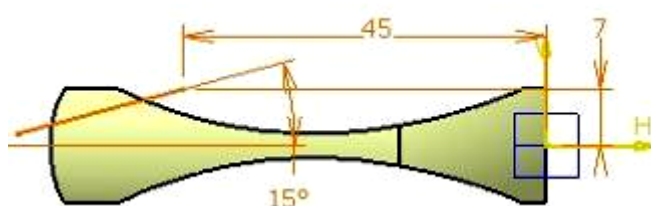


Fig. 3.356

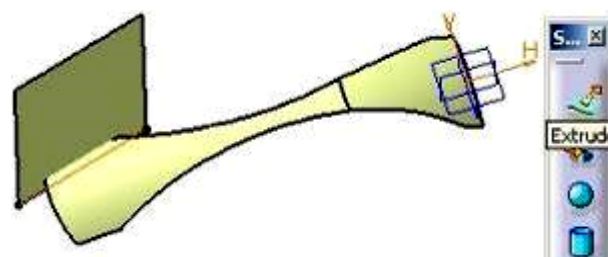


Fig. 3.357

Folosind instrumentul *Extrude* de pe bara *Surfaces* se extrudează linia (fig. 3.357) pentru a forma o suprafață (*Extrude.1*) care să intersecteze suprafața deja existentă. Suprafața obținută prin extrudare are rolul de a tăia suprafața piesei prin intermediul instrumentului *Split*. Din această intersecție, rezultă o suprafață nouă, denumită *Split.3*.

Analog, într-o schiță *Sketch.6* a planului *XY* se desenează o linie simetrică față de cea din figura 3.356, la rândul ei, linia se extrudează (*Extrude.2*), suprafața sa având rol de a tăia suprafața rezultată *Split.3*, conform selecției din câmpurile ferestrei de dialog *Split Definition* din figura 3.358. Rezultatul, *Split.4*, este prezentat, de asemenea, în figură. Elementele amintite mai sus se regăsesc în arborele de specificații. Se observă că unele elemente (schițe și suprafețe) au fost ascunse manual de către utilizator sau automat de program.

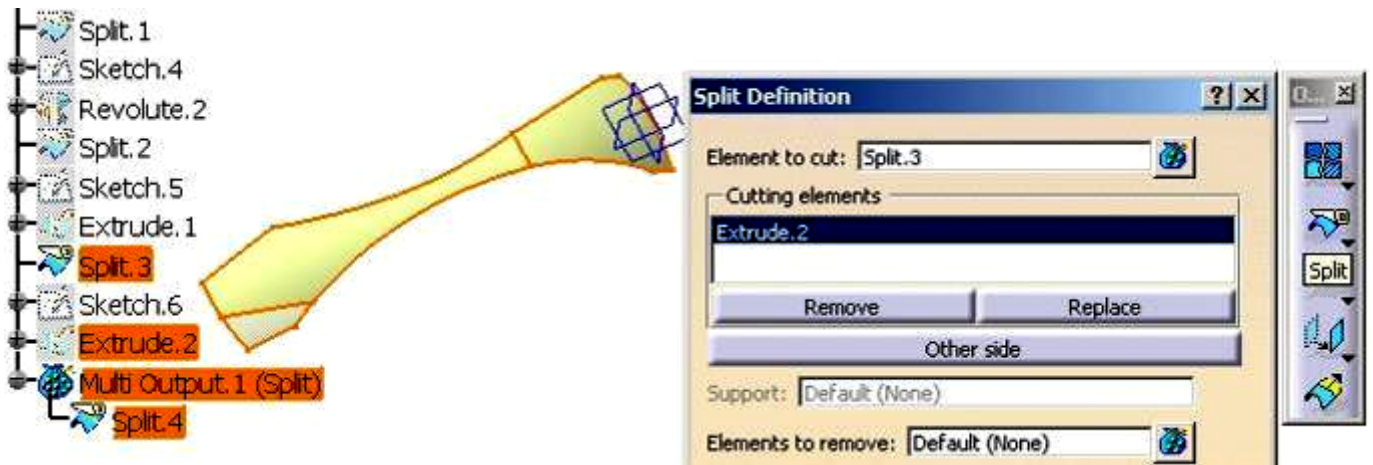


Fig. 3.358

În planul ZX se creează o nouă schiță (*Sketch.7*), în care se trasează o linie tangentă la muchia curbă din stânga a suprafeței *Split.4* și este coincidentă cu originea sistemului de coordonate (fig. 3.359). Lungimea sa, de 22 mm, este aleasă aleatoriu de utilizator. Figura prezintă elementele componente ale schiței, printre care și constrângerile geometrice și dimensionale.

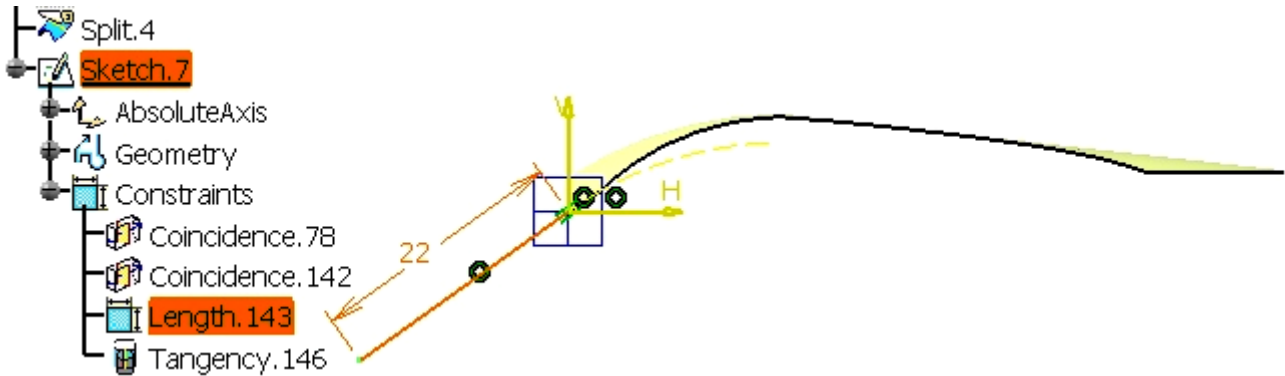


Fig. 3.359

Cu ajutorul instrumentului *Plane* de pe bara *Wireframe* se inserează un nou plan (denumit *Plane.1*). Poziționarea și orientarea sa impun deschiderea ferestrei de dialog *Plane Definition* din figura 3.360, în care, în câmpul *Plane type*, se alege opțiunea *Through three points*, apoi, în câmpurile *Point* se selectează trei puncte, astfel: *Point 1* și *Point 2* aparțin schiței *Sketch.1*, fiind colțurile din planul YZ ale suprafeței piesei, iar *Point 3* este capătul de jos al liniei (*Sketch.7*).

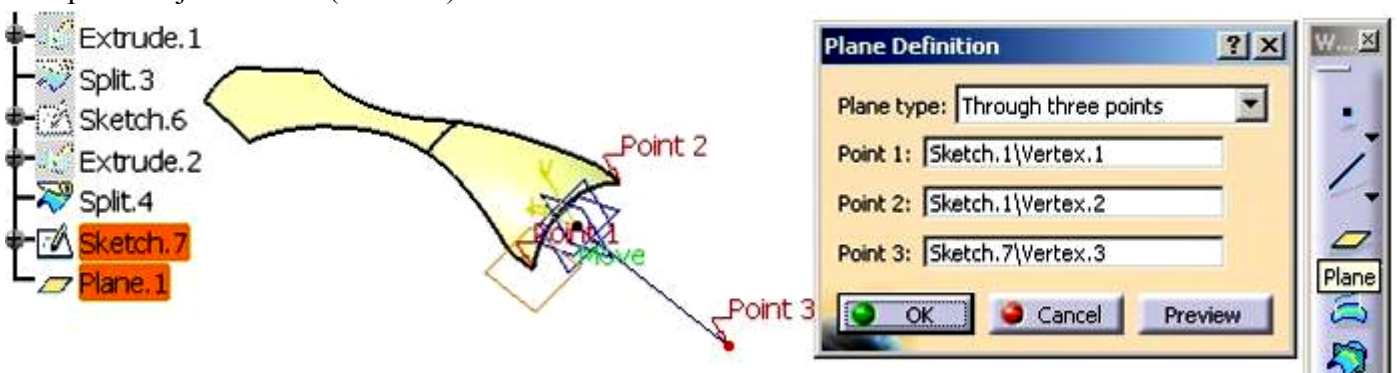


Fig. 3.360

Practic, linia a avut doar rolul de a ajuta la crearea planului și poate fi ascunsă odată cu apariția acestuia în arborele de specificații.

În acest plan, în schița *Sketch.8*, se desenează un arc de cerc folosind instrumentul *Three Point Arc Starting With Limits* de pe bara *Profile*. Capetele arcului coincid cu punctele *Point 1* și *Point 2* ale suprafeței, iar raza se alege de 9 mm (fig. 3.361).

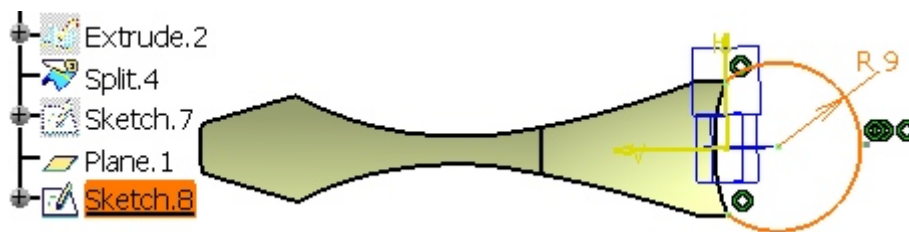


Fig. 3.361

Prin intermediul instrumentului *Blend* de pe bara *Surfaces* se construiește o suprafață între profilul schiței *Sketch.8* și cel al schiței *Sketch.1*. Astfel, în fereastra de dialog *Blend Definition* din figura 3.362, în câmpul *First curve* se selectează *Sketch.8*, iar în câmpul *Second curve* se selectează *Sketch.1*. O alegere mai ușoară a acestor două schițe se poate realiza prin *click* pe elementele respective ale arborelui de specificații.

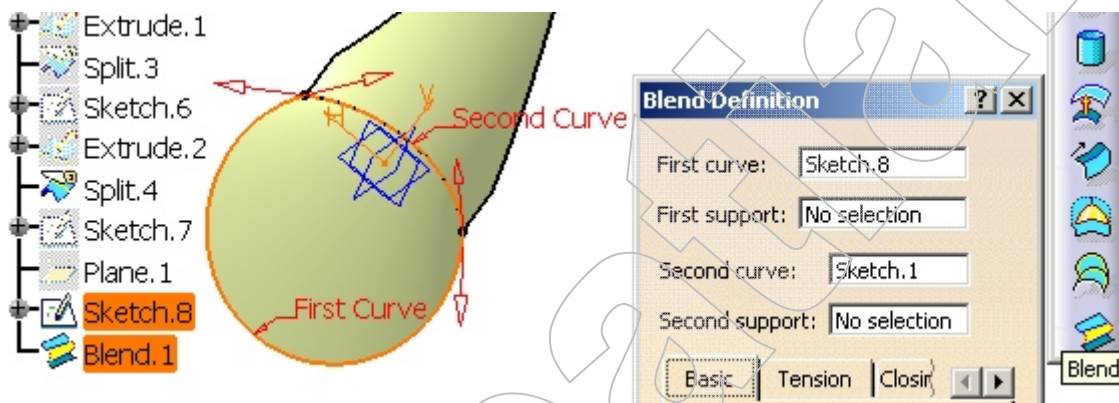


Fig. 3.362

Figura conține, de asemenea, și reprezentarea suprafeței obținute (*Blend.1*), cele două profile ale schițelor fiind indicate explicit.

Din proiecțiile ortogonale ale piesei (fig. 3.346) se observă că aceasta prezintă unele muchii îndoite, la exteriorul suprafeței *Split.4*. Separarea muchiilor de suprafață se realizează cu ajutorul instrumentului *Boundary* de pe bara *Operations*.

În fereastra de dialog *Boundary Definition* (fig. 3.363), în câmpul *Propagation type*, se alege opțiunea *Point continuity*, în câmpul *Surface edge* se selectează una dintre muchiile suprafeței, iar în câmpurile *Limit1* și *Limit2* se indică cele două limite până la care să se facă separarea muchiei, se observă că punctele sunt chiar la intersecția suprafeței *Split.4* cu suprafața *Blend.1*.

În urma apăsării butonului *Preview*, muchia separată de suprafață este evidențiată în culoare verde deschis, cu linie groasă, elementul *Boundary.1* completând arborele de specificații.



Fig. 3.363

Muchia, astfel obținută, se extrudează pe o distanță de 1 mm folosind instrumentul *Extrude* de pe bara *Surfaces*. În fereastra de dialog *Extruded Surface Definition* din figura 3.364, în câmpul *Profile* se selectează muchia *Boundary.1*, la direcția de extrudare se alege axa Z (cu *click* dreapta în câmpul *Direction*), tipul (*Type*) extrudării este *Dimension*, iar distanța de 1 mm se introduce de către utilizator. Rezultatul este o suprafață (*Extrude.3*), vizibilă pe reprezentarea geometrică din figură și prezentă în arborele de specificații (extins, împreună cu parametrii asociați).

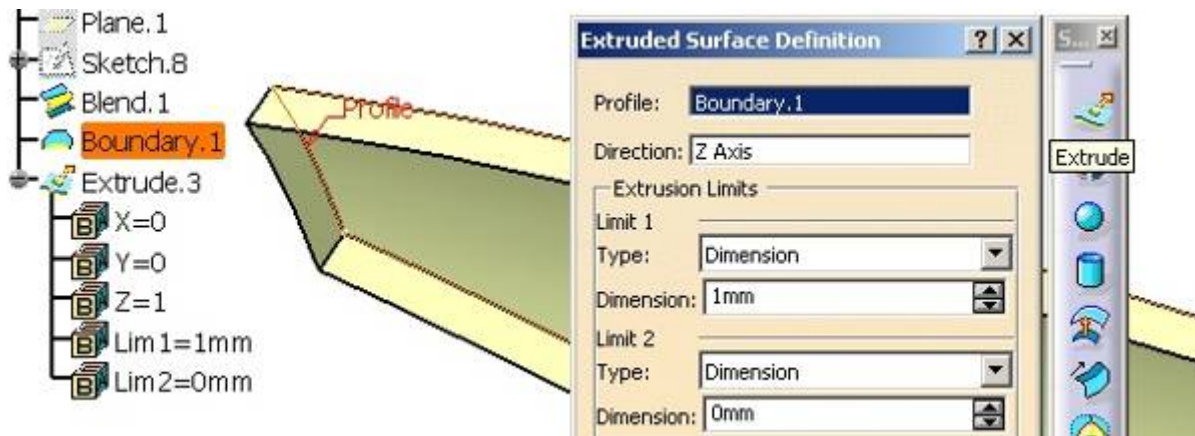


Fig. 3.364

În schița *Sketch.9* (fig. 3.365) a planului *YZ* se creează un cerc de diametru 6 mm, având centrul pe direcția axei verticale *V* a sistemului de coordonate și la 2.5 mm sub axa orizontală *H*.

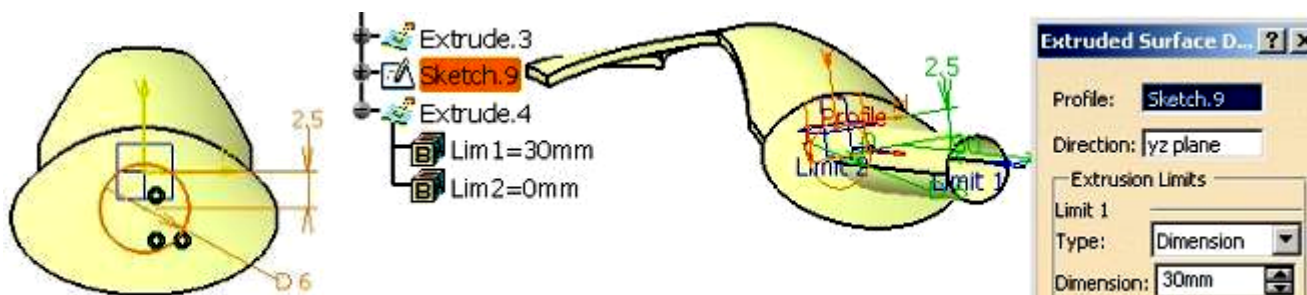


Fig. 3.365

Fig. 3.366

Cercul se extrudează (instrumentul *Extrude*) de-a lungul normalei la planul *YZ* pe o distanță de 30 mm, formând, astfel, o nouă suprafață *Extrude.4*, care intersectează suprafața *Blend.1*, așa cum rezultă din figura 3.366.

Suprafața *Extrude.4* taie suprafața *Blend.1* prin intermediul instrumentului *Split* de pe bara *Operations*, fiind creată o decupare de formă ovală (fig. 3.367), elementul *Split.5* este indicat în arborele de specificații.

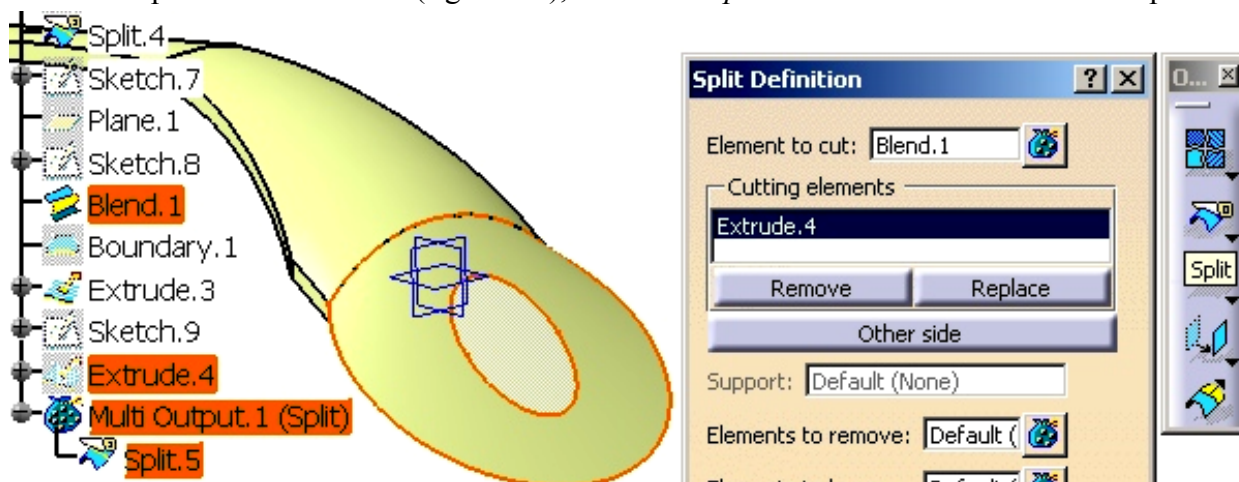


Fig. 3.367

De asemenea, piesa mai prezintă o decupare în partea sa superioară, având conturul definit în figura 3.368. În vederea operației de decupare, într-o schiță (*Sketch.10*) a planului *XY* se desenează și se constrânge profilul respectiv.

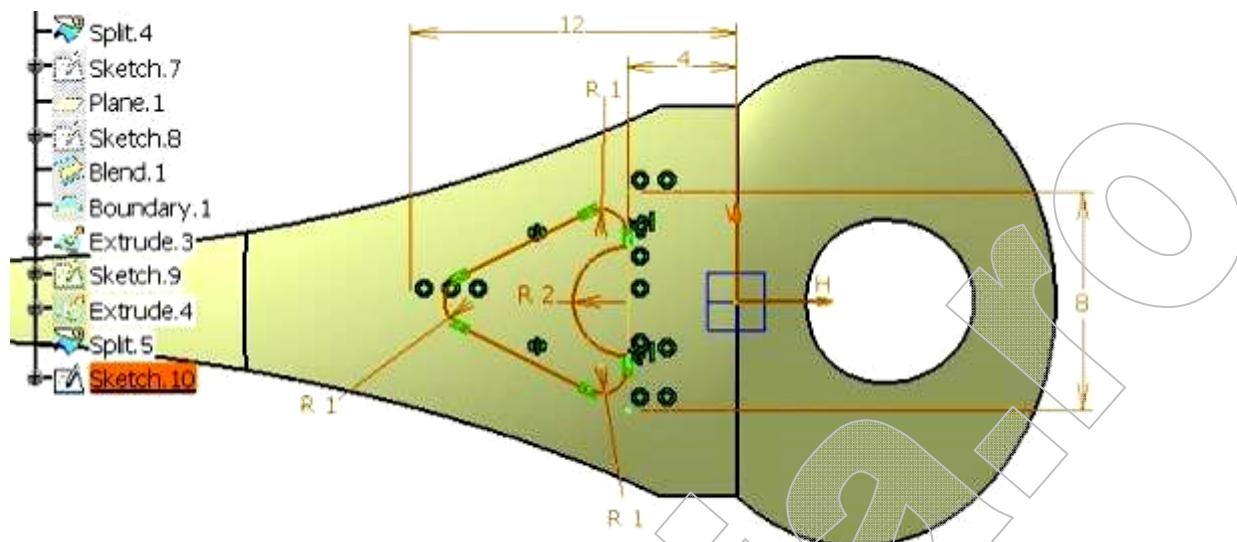


Fig. 3.368

În mod similar, schița se extrudează în suprafața *Extrude.5* (fig. 3.369), utilizată pentru a decupa suprafața *Split.4* (fig. 3.370). Rezultatul, *Split.6*, se afișează în arborele de specificații.

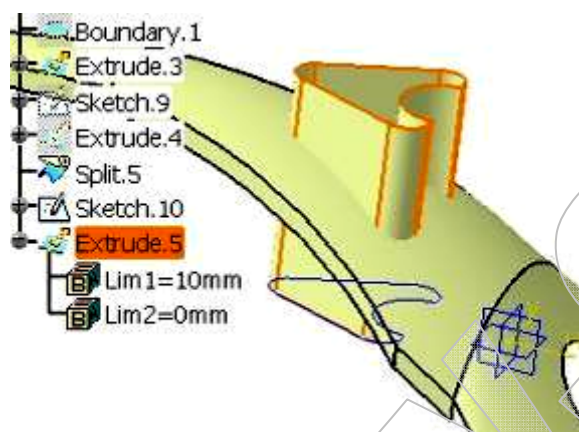


Fig. 3.369

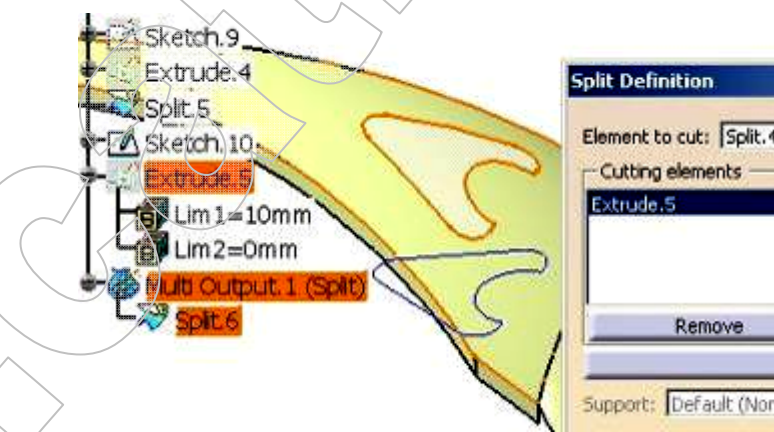


Fig. 3.370

Modelarea prin suprafețe a piesei s-a încheiat, dar, înainte de a o transforma în corp solid, utilizatorul trebuie să aplice instrumentul *Healing* de pe bara *Operations*. Etapa este importantă deoarece piesa este obținută dintr-un număr ridicat de intersecții de suprafețe, extrudări etc.



Fig. 3.371

În fereastra de dialog *Healing Definition* din figura 3.371, în câmpul *Elements To Heal* se selectează suprafețele *Split.5*, *Split.6* și *Extrude.3*. Operația are rolul de a uni cele trei suprafețe, simultan cu o corectare a eventualelor erori minore apărute pe parcursul modelării. Rezultatul *Healing.1* este afișat în arborele de specificații, iar suprafețele implicate sunt ascunse în mod automat de către program.

În modulul *CATIA Part Design* se utilizează instrumentul *Thick Surface* de pe bara *Surface-Based Features* pentru a deschide fereastra de dialog *ThickSurface Definition* (fig. 3.372). În câmpul *First Offset* se introduce valoarea de 0.2 mm, iar în câmpul *Object to offset* se selectează elementul *Healing.1*. Săgețile care indică direcția de creare a solidului trebuie să fie îndreptate spre exteriorul suprafeței, conform figurii 3.372.

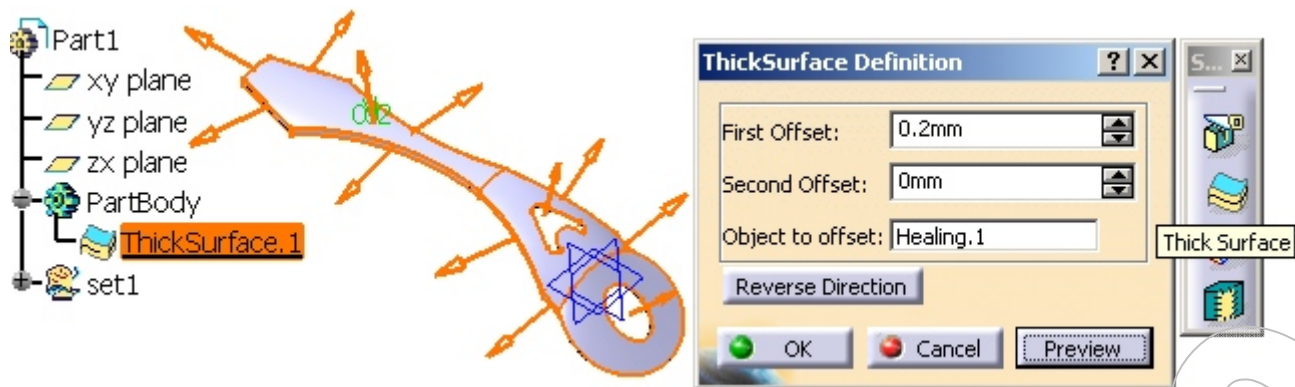


Fig. 3.372

În urma apăsării butonului *OK*, suprafața *Healing.1* se transformă în solidul *ThickSurface.1*, care face parte, conform structurii arborelui de specificații, din corpul *PartBody*. Vizibilitatea suprafeței nu mai este necesară, aceasta putând fi ascunsă executând *click* dreapta pe setul geometric *set1* pentru a alege opțiunea *Hide/Show* a meniului contextual.

Aplicația 19. Analiza FEM a unei piese

În aplicație se va realiza analiza cu elemente finite a unei piese de tip braț, având desenul de execuție reprezentat în figura 3.373. Descarcă piesa de aici: <http://www.catia.ro/download/fem.zip>

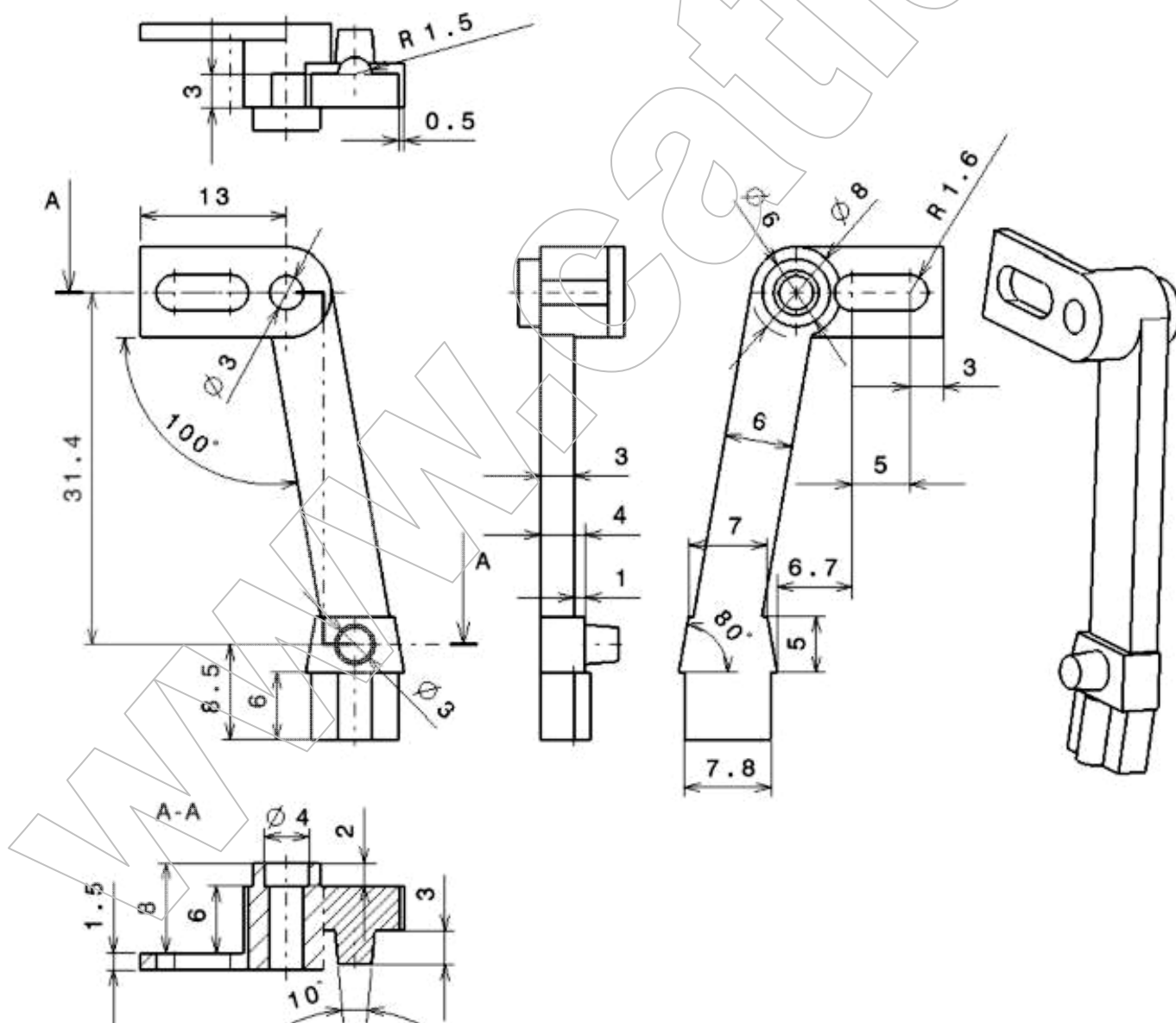


Fig. 3.373

Pentru îndeplinirea rolului funcțional, modelul piesei este prevăzut cu suprafețe de asamblare cu alte componente, dar și cu o suprafață de legătură, pe care se va aplica o încărcare.

După modelarea solidă în modulul *CATIA Part Design*, piesa se consideră că va fi realizată dintr-un material (oțel), având următoarele proprietăți fizice și mecanice, importante în decursul analizei: modulul lui *Young* ($2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$), coeficientul lui *Poisson* (0.266), densitatea (7860 kg/m^3), coeficientul de dilatare termică ($1.17 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{K}$), rezistența admisibilă ($2.5 \times 10^8 \text{ N/m}^2$).

PartBody\Material	Steel
`Steel\Steel.1.1\Young Modulus`	2e+011N_m2
`Steel\Steel.1.1\Poisson Ratio`	0.266
`Steel\Steel.1.1\Density`	7860kg_m3
`Steel\Steel.1.1\Thermal Expansion`	1.17e-005_Kdeg
`Steel\Steel.1.1\Yield Strength`	2.5e+008N_m2

Valorile afișate în figura 3.374 sunt indicate implicit de programul *CATIA* în urma selectării piesei în arborele de specificații și alegerii materialului *Steel* din fereastra de dialog *Library*, disponibilă prin apăsarea pictogramei *Apply Material* de pe bara de instrumente cu același nume (fig. 3.375).

Fig. 3.374



Fig. 3.375

După aplicarea materialului, arborele de specificații se completează cu elementul *Material=Steel*. Afișarea unor rezultate ale analizei necesită un alt mod de vizualizare a modelului. Astfel, de pe bara de instrumente *View* se extinde grupul de pictograme *Render Style* (fig. 3.376) și se alege *Customize View Parameters*, apoi, din fereastra de dialog *Custom View Modes* apărută, se bifează opțiunile *Shading* și *Material*. Ca urmare, modelul capătă o culoare gri închis, cu reflexe metalice, specifică acestui mod de afișare.



Fig. 3.376

Se accesează modulul *CATIA Generative Structural Analysis* din meniul *Start -> Analysis & Simulation* și se stabilește tipul de analiză statică (*Static Case*), arborele de specificații afișând simultan elementul cu același nume.

Deși programul *CATIA* definește implicit rețeaua de noduri și elemente (proces denumit discretizare), se recomandă editarea acesteia și stabilirea de către utilizator a dimensiunii elementului finit (*Size*), toleranța maximă între modelul discretizat și modelul real folosit în analiză (*Absolute sag*), tipul elementului (*Element type*) etc. Pentru aceasta, se execută dublu *click* pe elementul *OCTREE Tetrahedron Mesh* aflat în arborele de specificații (fig. 3.377).

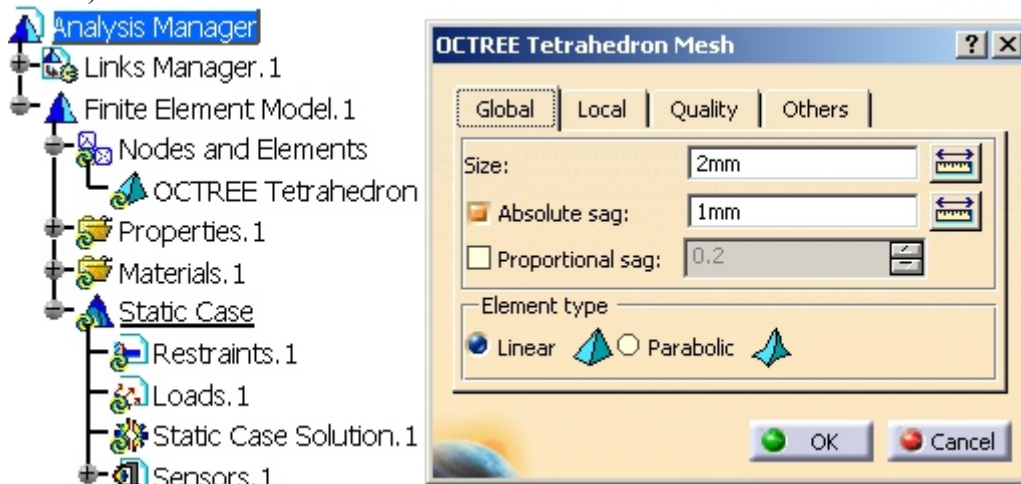


Fig. 3.377

În figură se prezintă și fereastra de dialog cu același nume. În continuare, se stabilește dimensiunea elementului finit (2 mm), toleranța (1 mm) și tipul elementului ca fiind liniar.

Asupra fiecărei suprafețe de reazem de la baza piesei se aplică o restricție de tip *Clamp*, așa cum se observă pe reprezentarea efectuată pe piesă în figura 3.378.

Arborele de specificații se completează cu elementul *Clamp.1*, fereastra de dialog conține în câmpul *Supports* cele șase suprafețe selectate, evidențiate prin simbolurile restricției. Instrumentul *Clamp* este disponibil pe bara *Restraints*.



Fig. 3.378

Pe suprafața alezajului din partea superioară de legătură se aplică o forță distribuită, cu valoarea de 150 N, orientată spre exteriorul acesteia, în direcția opusă axei *X*.

În arborele de specificații devine, astfel, disponibil elementul *Distributed Force.1*, forța este simbolizată prin patru săgeți pe suprafață, valoarea și orientarea acesteia, dar și sistemul de coordonate în care a fost creată; toți acești parametri pot fi introduși în câmpurile corespunzătoare ale ferestrei de dialog din figura 3.379.

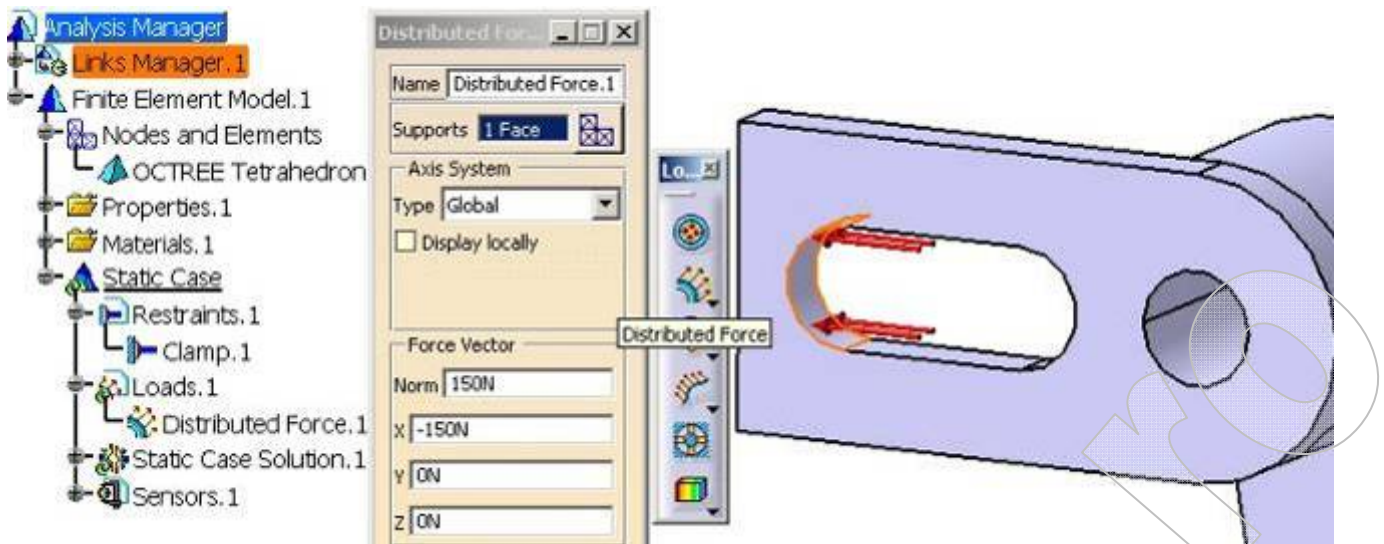


Fig. 3.379

După stabilirea restricțiilor și a încărcării, urmează etapa efectivă a calculului (analizei). Apăsarea pictogramei *Compute* de pe bara de instrumente cu același nume conduce la deschiderea ferestrei de dialog din figura 3.380, în care, pentru acest caz, utilizatorul selectează opțiunea *All*, primul efect al acțiunii fiind actualizarea elementului *Static Case Solution*.



Fig. 3.380

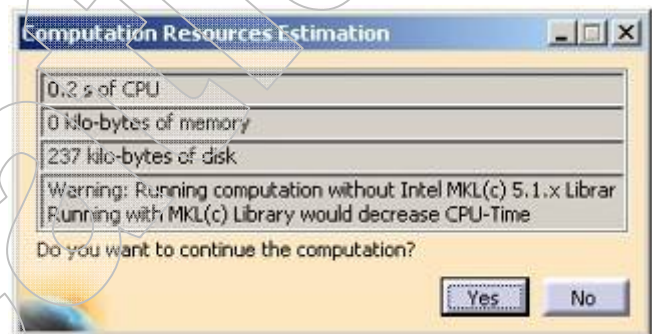


Fig. 3.381

Debitarea opțiunii *Preview* permite scurtarea procesului de analiză prin neafișarea ferestrei de informare *Computation Resources Estimation* (fig. 3.381), cu rol important, însă, în cazul analizelor foarte complexe, deoarece oferă informații asupra timpului de calcul și a spațiului necesar pe disc.

După încheierea calculului, utilizatorul are la dispoziție instrumentele barei *Image* pentru a vizualiza rezultatele. Arborele de specificații se completează în funcție de imaginile inserate, în mod implicit una (ultima) devenind activă prin dezactivarea celorlalte precedente. În figura 3.382 este exemplificat arborele, conținând o listă cu trei imagini și pictogramele acestora, dintre care primele două sunt dezactivate.

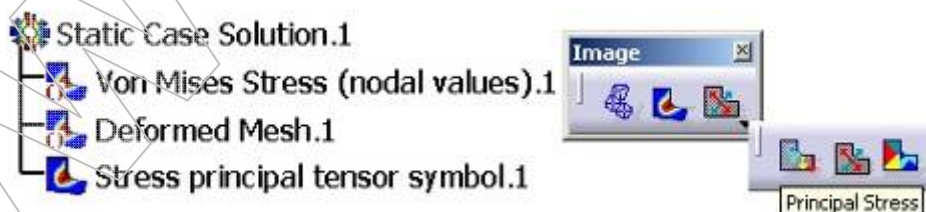


Fig. 3.382

În figurile 3.383 ... 3.386 sunt afișate patru rezultate – imagini (prin utilizarea instrumentelor *Von Mises Stress*, *Deformation*, *Principal Stress* și *Precision*), corespunzătoare calculului modelului de piesă și a încărcării considerate, cu precizarea că deformațiile sunt prezentate grafic exagerat pentru a ușura etapa de stabilire a concluziilor analizei.

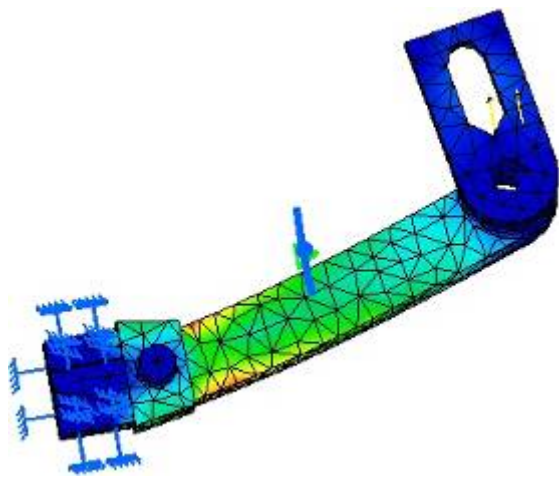


Fig. 3.383

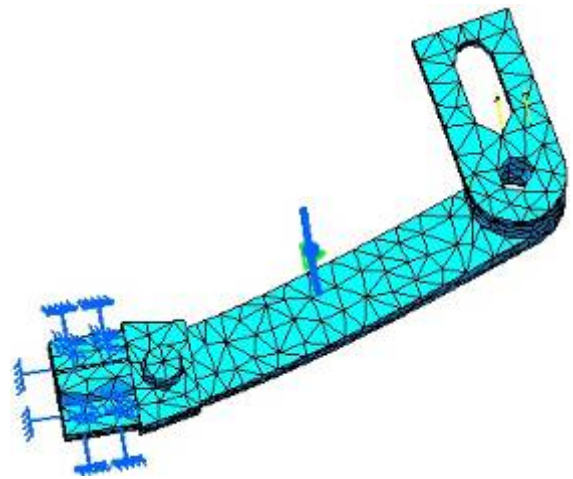


Fig. 3.384

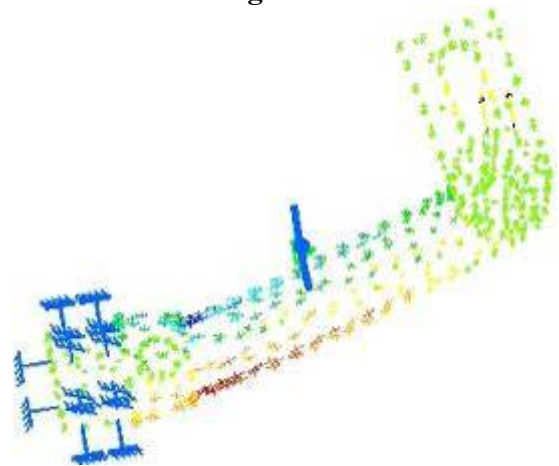


Fig. 3.385

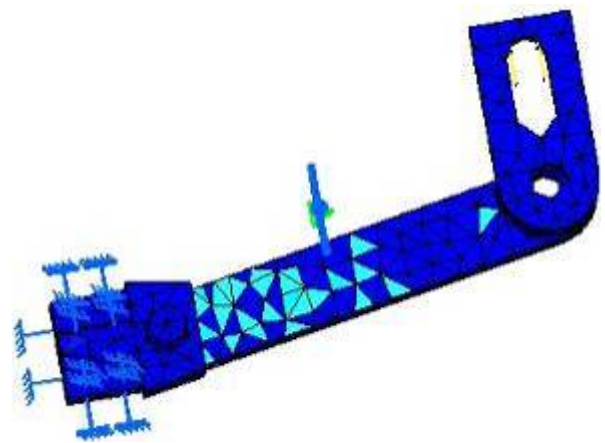


Fig. 3.386

Pentru a stabili tensiunile maxime, respectiv, minime apărute în urma analizei, se activează rezultatul *Von Mises Stress*, apoi, de pe bara *Analysis Tools* se folosește instrumentul *Information* în vederea afișării ferestrei de informare cu același nume.

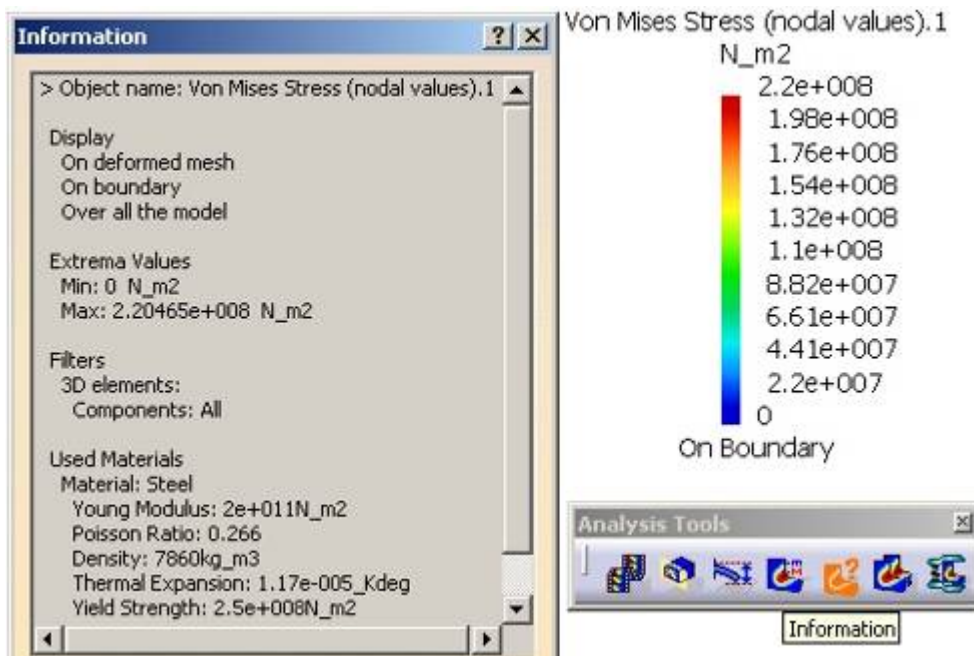


Fig. 3.387

În figura 3.387, alături de această fereastră, este prezentată și paleta de culori care însoțește rezultatul – imagine *Von Mises*. Valorile cele mai mici ale tensiunilor se află în partea de jos a paletii, iar cele maxime în partea de sus a acesteia. Fereastra de dialog conține și valorile explicite, în zona *Extrema Values*, astfel: *Min*: 0 N/m² și *Max*: 2.2×10⁸ N/m². Utilizatorul poate înțelege modul în care sunt distribuite tensiunile pe piesă și după culorile afișate.

Culorile albastre și bleu indică tensiuni scăzute (ex: $2.2 \times 10^7 \text{ N/m}^2$), iar culorile galben spre roșu tensiuni ridicate (ex: $1.76 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ sau $1.98 \times 10^8 \text{ N/m}^2$), apropiate, așa cum este cazul în această aplicație, de valoarea admisibilă.

Având în vedere că rezistența admisibilă a materialului este de $2.5 \times 10^8 \text{ N/m}^2$, se poate trage o concluzie inițială, și anume că modelul piesei va rezista forței distribuite aplicate, de 150 N, dar siguranța în utilizare este la limită (valorile $2.2 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ și $2.5 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ sunt foarte apropiate) deoarece nu se știe cu precizie cum se va comporta piesa în realitate.

Astfel, în etapa imediat următoare utilizatorul dorește să afle procentul de corectitudine a calculelor analizei efectuate. Pentru aceasta, se folosește instrumentul *Precision* de pe bara *Image*, împreună cu instrumentul *Image Extrema* de pe bara *Analysis Tools*. Se identifică zonele care conțin valorile extreme ale erorilor estimate globale și locale (fig. 3.388).

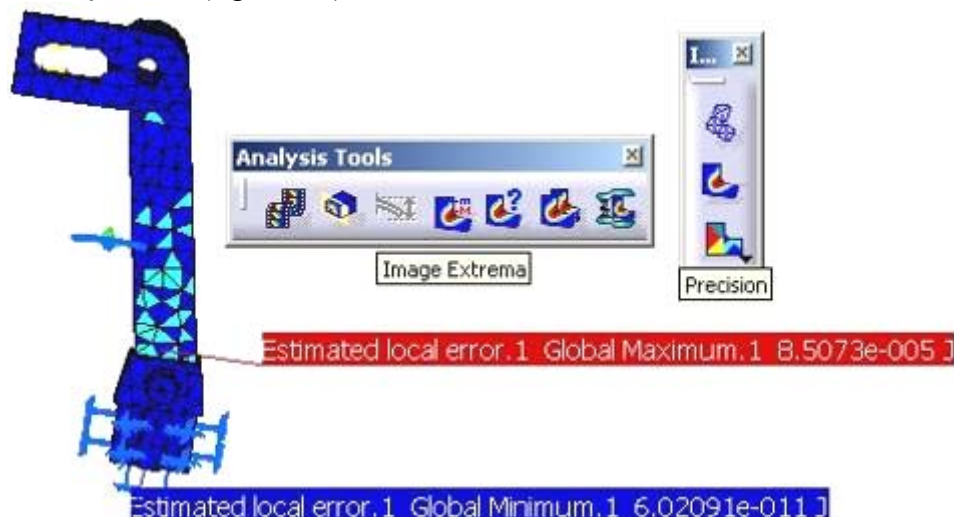


Fig. 3.388

Localizarea cu precizie a zonei care conține o anumită eroare se face alegând opțiunea *Focus On* din meniul contextual (apăsarea butonului dreapta al *mouse*-ului) pentru fiecare indicator. În figura 3.389 se observă, de asemenea, foarte bine și rețeaua de noduri și elemente.

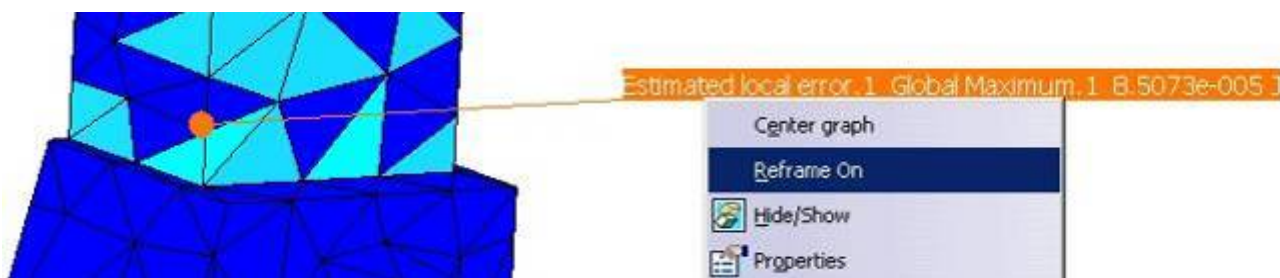


Fig. 3.389

Valoarea concretă a erorii estimate la nivel global se află cu ajutorul instrumentului *Information* de pe aceeași bară *Analysis Tools*. Se afișează, astfel, o fereastră de informare (fig. 3.390), în care se remarcă valoarea *Global estimated error rate: 41.94 %*.

Se apreciază că procentul de eroare este mare deoarece reprezintă, practic, diferența între modelul virtual analizat și piesa reală. Reducerea valorii este posibilă prin aplicarea instrumentului *New Adaptivity Entity* de pe bara *Adaptivity*. În fereastra de dialog *Global Adaptivity*, în câmpul *Supports* se selectează elementul *OCTREE Tetrahedron Mesh*, apoi, în câmpul *Objective Error (%)*, se introduce procentul dorit: 25 % (fig. 3.391).

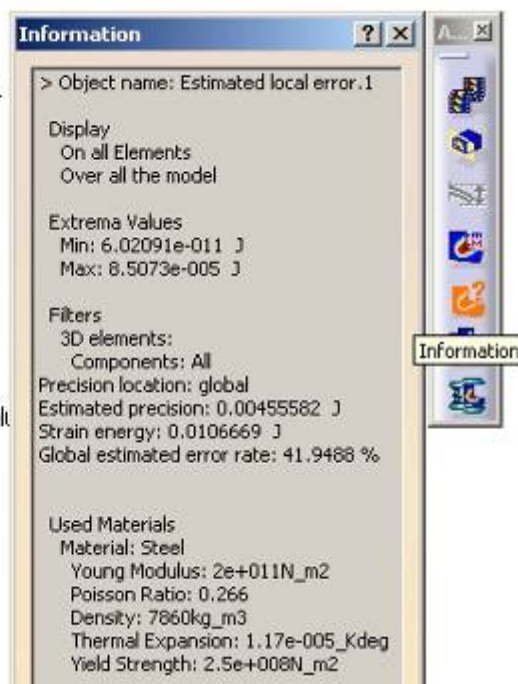
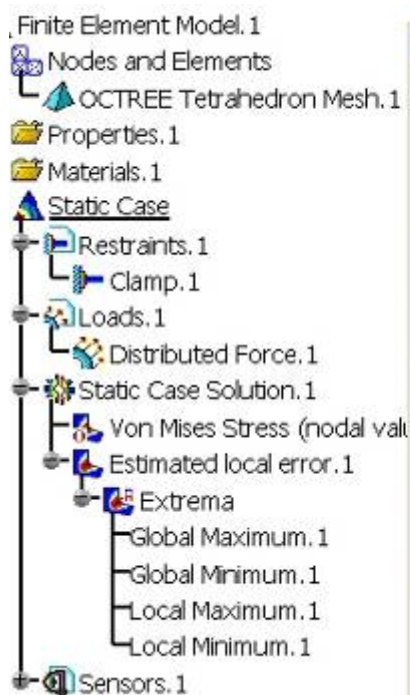


Fig. 3.390



Fig. 3.391

Reluarea etapei de calcul este necesară pentru ca programul să refacă rafinarea modelului în încercarea de a atinge obiectivul privind eroarea stabilită de utilizator. Astfel, se apasă pictograma *Compute with Adaptivity* de pe bara *Compute* și se afișează fereastra de dialog *Adaptivity Process Parameters* (fig. 3.392).



Fig. 3.392

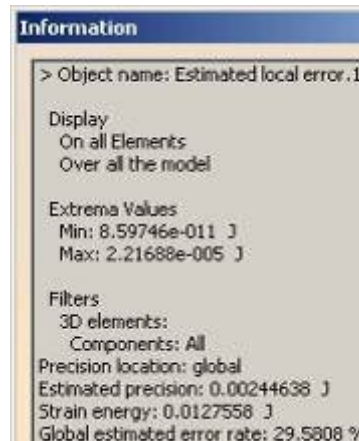


Fig. 3.393

În câmpul *Iterations Number* al ferestrei de dialog se stabilește numărul de iterații (5) de calcul la care va fi supus modelul în alte condiții de analiză.

De asemenea, s-a aplicat și o rafinare a rețelei, prin modificarea parametrului din câmpul *Minimum Size*, și anume: 1 mm în loc de 2 mm, valoare stabilită inițial conform figurii 3.377. Creșterea numărului de iterații și impunerea unui procent mai mic de eroare conduc la o durată de calcul considerabil mai mare, pe parcursul acesteia fiind afișată o fereastră de informare *Computation Status*.

În urma calculului bazat pe noile setări nu s-a atins valoarea de 25 % a erorii globale, ci numai de 29.58 % (fig. 3.393), procent mult mai convenabil față de cel anterior de 41.94 %. Datorită faptului că nu a fost atinsă valoarea cerută de utilizator, programul *CATIA* afișează o fereastră de informare în acest sens.

De asemenea, pentru rezultatul *Von Mises*, în noile condiții se remarcă o modificare a valorii tensiunii maxime, de $2.34 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ (fig. 3.394), față de $2.2 \times 10^8 \text{ N/m}^2$, cât rezultase din primul calcul, înaintea aplicării instrumentelor *Adaptivity*.

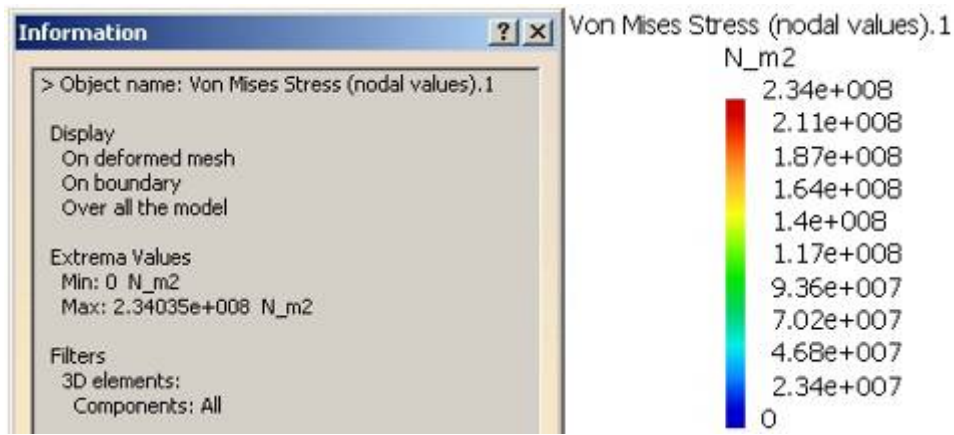


Fig. 3.394

Pentru o precizie mai bună a rezultatelor, utilizatorul are posibilitatea continuării procesului de analiză, aplicând încă o rafinare asupra modelului, impunând și un procent de eroare globală mai mic de 25 %. Este posibil ca în urma mai multor iterații să se obțină un astfel de procent, simultan, însă, cu creșterea valorii tensiunii maxime. Noua valoare poate depăși, totuși, rezistența admisibilă de $2.5 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ a oțelului standard oferit de programul *CATIA* în lista sa de materiale.

În astfel de cazuri, utilizatorul trebuie să fie informat asupra depășirii și să i se ofere o soluție de schimbare a materialului din care se realizează piesa, având în vedere că forma sa geometrică și dimensiunile nu pot fi editate, piesa având un rol prestabilit într-un anumit ansamblu.

Valorile tensiunilor, deformațiilor, erorilor estimate globale și locale etc., calculate pe parcursul aplicației, reprezintă parametri importanți care pot fi implicați în formule, reguli și reacții, dar trebuie identificați cu ajutorul senzorilor. Prin folosirea elementului *Sensors* aflat în arborele de specificații (fig. 3.395), utilizatorul poate afla diferite informații concise asupra rezultatelor procesului de analiză. Astfel, se execută *click* dreapta pe acest element, iar din meniul său contextual apărut se alege opțiunea *Create Global Sensor*. În fereastra de dialog *Create Sensor*, în lista disponibilă se pot selecta senzorii care se doresc a fi creați.



Fig. 3.395

În această aplicație, utilizatorul este interesat de valoarea tensiunii maxime (*Von Mises Stress*) și de deformația maximă apărute în piesă datorită încărcării acesteia cu un set format dintr-o restricție *Clamp* și o forță distribuită în valoare de 150N.

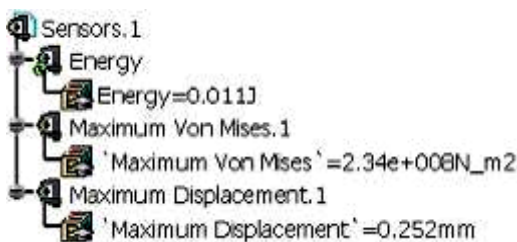


Fig. 3.396

Arborele de specificații se completează, astfel, cu elementele *Energy*, *Maximum Von Mises* și *Maximum Displacement*. Din valorile afișate de senzorul de deformare rezultă că anumite suprafețe ale piesei (din zona în care se aplică forța) se deplasează pe o distanță maximă de 0.25 mm (fig. 3.396). Deformația este acceptată de utilizator, dar nu trebuie să depășească o valoare impusă de 0.35 mm, stabilită având în vedere rolul funcțional al piesei în ansamblul din care face parte.

În figura 3.397 sunt afișate suprapus reprezentările *Von Mises Stress* și *Translational displacement vector*, alături se observă în detaliu vectorii deformațiilor care au valorile maxime în stânga suprafeței pe care s-a aplicat forța distribuită.

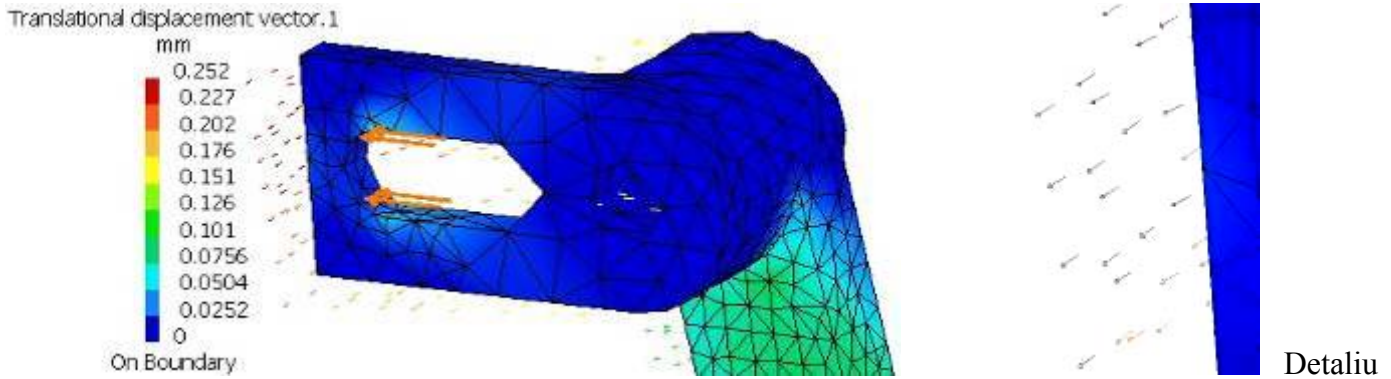


Fig. 3.397

Din analiza efectuată mai sus rezultă, de asemenea, că piesa rezistă la aplicarea forței de 150 N, având un material cu rezistența admisibilă de $2.5 \times 10^8 \text{ N/m}^2$. Creșterea valorii forței va produce o tensiune maximă mai mare decât această valoare, iar piesa se va deforma mai mult, trecând din domeniul elastic în cel plastic.

Aplicația 20. Simularea cinematicii unui mecanism bielă-manivelă

Programul *CATIA* permite, cu ajutorul modulului *DMU Kinematics*, simularea cinematicii ansamblurilor aflate în structura produselor din toate domeniile, de la cele de larg consum, până la autoturisme, aeronave, mașini-unelte, utilaje, roboți industriali, mașini de lucru etc.

În prima etapă se modelează componentele ansamblului și se stabilesc constrângerile de asamblare, folosind modulul *CATIA Assembly Design*. Apoi, trebuie create cuplele cinematice necesare definirii corecte a ansamblului și din acest punct de vedere.

Simularea mișcărilor se realizează ulterior cu ajutorul unei acțiuni a utilizatorului asupra cuplelor cinematice sau prin intermediul definirii unor parametri de funcționare sau de comandă. Secvența animată poate fi apoi înregistrată în format *.avi*.

Deseori, în etapele de creare a simulării, unele constrângeri de asamblare existente între componente pot fi transformate automat în cuple cinematice, procesul facilitând, astfel, obținerea cinematicii mecanismului/ansamblului analizat.

Ca definiție, cupla cinematică reprezintă legătura dintre două elemente cinematice permițând mișcarea relativă dintre acestea. Astfel, în structura unei mașini, cupla cinematică are și rolul de a transmite fluxul de putere sau/și de forță. O cuplă cinematică limitează posibilitățile de mișcare relativă ale elementelor cinematice aflate în legătură.

În aplicație se va prezenta modul de stabilire a cuplelor cinematice și de simulare a unui mecanism (reprezentat simplificat) foarte cunoscut și utilizat: bielă-manivelă.

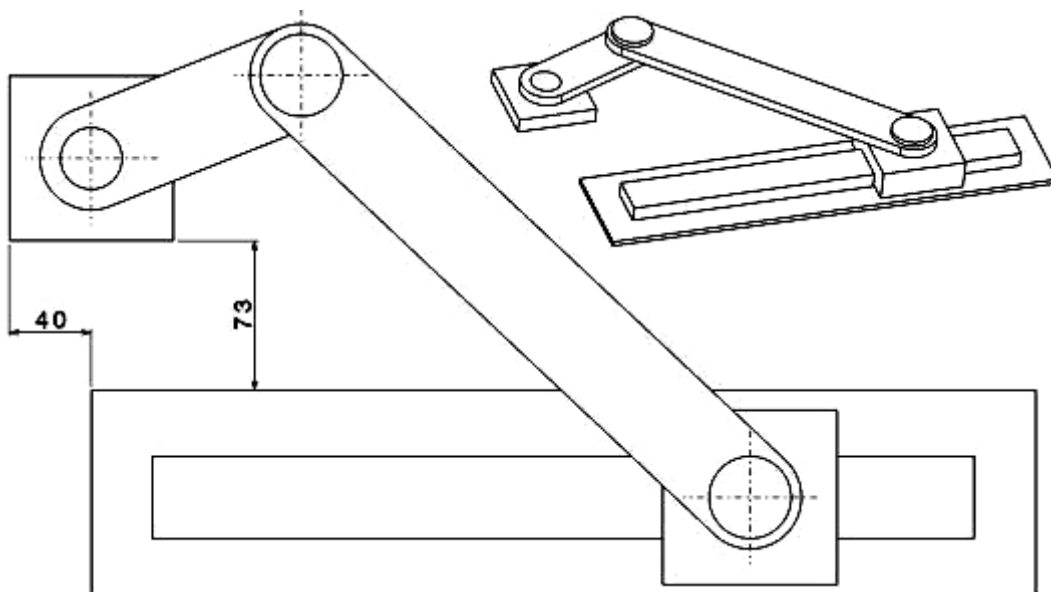


Fig. 3.286

Ansamblul său (fig. 3.286) cuprinde câteva componente de bază, modelate tridimensional pe baza desenelor de execuție din figurile: bielă (fig. 3.287), bolt (fig. 3.288), culisă (fig. 3.289), manivelă (fig. 3.290), șină-ghidaj fix (fig. 3.291) și suport articulație fix (fig. 3.292).

Ansamblul poate fi descărcat de aici: <http://www.catia.ro/download/bielamanivela.zip>

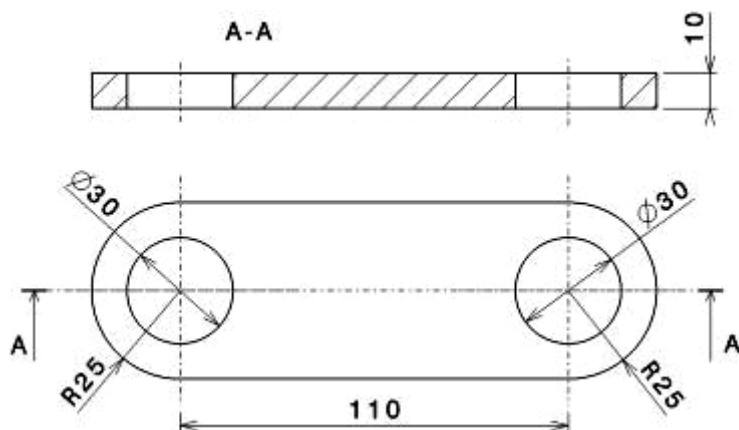


Fig. 3.287. Bielă

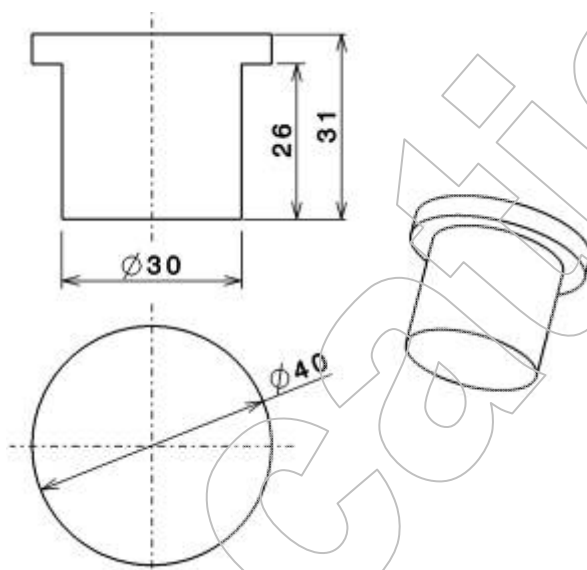


Fig. 3.288. Bolt

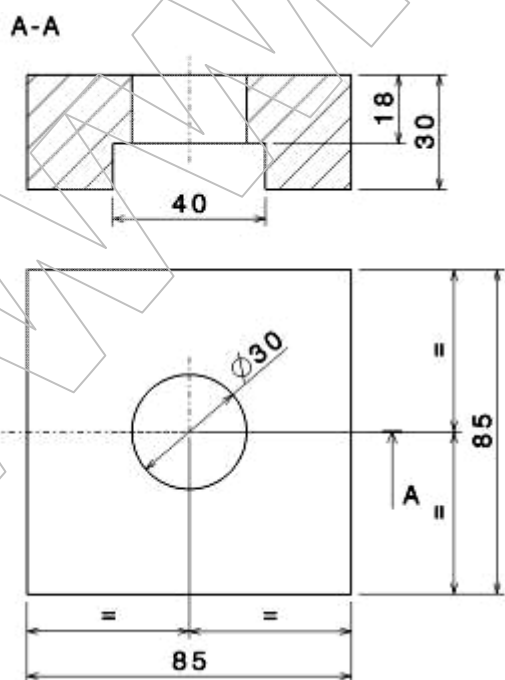


Fig. 3.289. Culisă

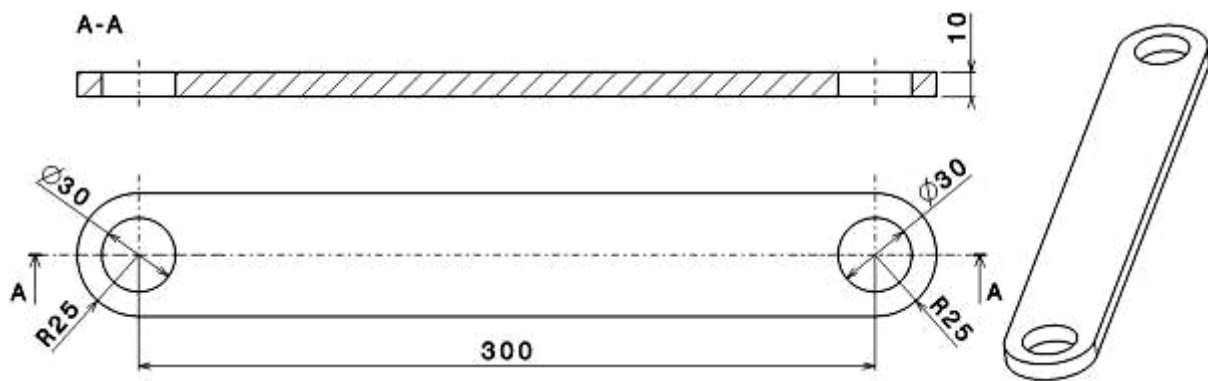


Fig. 3.290. Manivelă

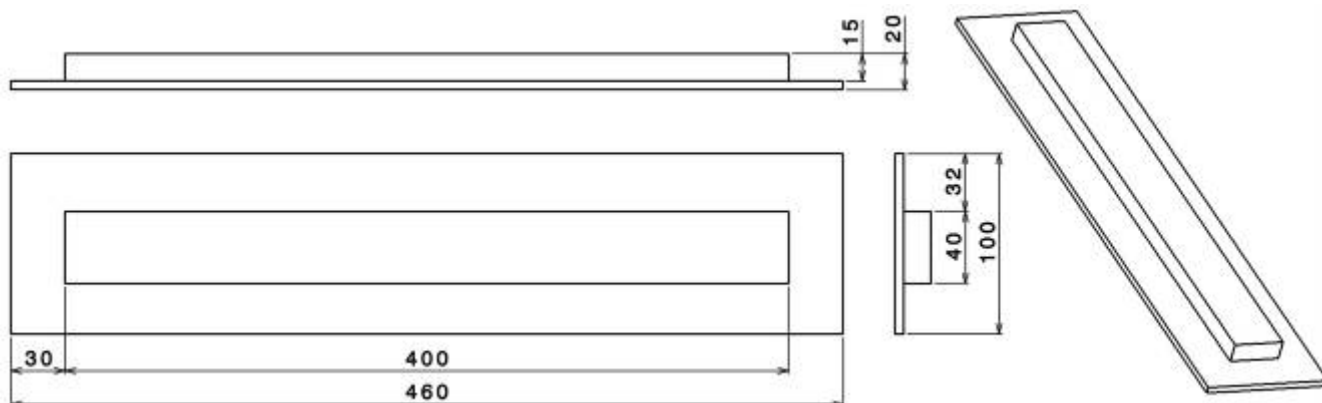


Fig. 3.291. Șină-ghidaj fix

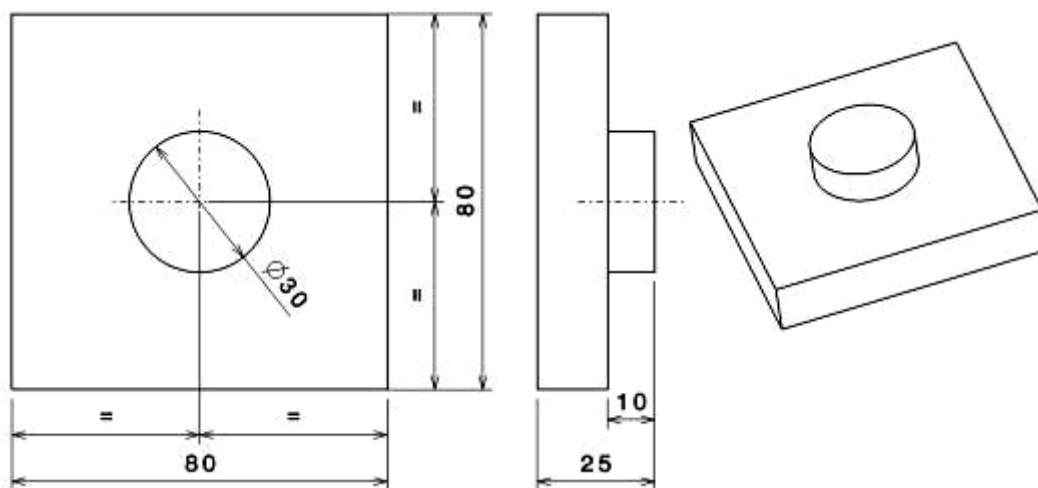


Fig. 3.292. Suport articulație fix

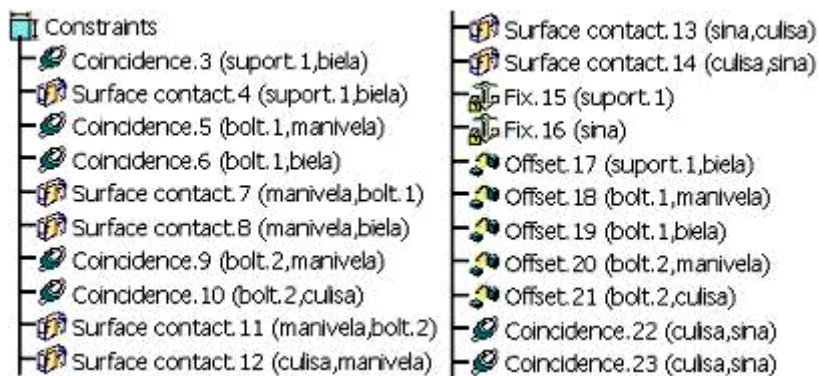


Fig. 3.293

Din aceste componente și cu ajutorul constrângerilor specifice modului *CATIA Assembly Design* se creează ansamblul propus pentru simulare cinematică.

Constrângerile de asamblare (fig. 3.293) folosite sunt de tip: coincidență de axe, contact de suprafață, distanță liniară, fixare.

Chiar dacă sunt bine stabilite și asigură coerența ansamblului, aceste constrângeri nu sunt suficiente.

Astfel, în modulul *CATIA DMU Kinematics*, accesibil din meniul *Start -> Digital Mockup*, se formează cuplurile cinematice necesare simulării.



Fig. 3.294

În această aplicație se vor utiliza trei tipuri diferite de cuple: *Revolute Joint* (cuplă de rotație care preia un grad de libertate de tip rotație, comanda se face în unghi), *Prismatic Joint* (cuplă de translație care preia un grad de libertate de tip translație, comanda se face în lungime) și *Rigid Joint* (cuplă rigidă, nu preia grade de libertate).

Prima cuplă creată de utilizator este de tip *Revolute*, între suport și bielă. Această cuplă este folosită pentru articulații de rotație, realizându-se în lungul axei comune dintre două componente ale unui ansamblu considerat.

Astfel, se apasă pictograma *Revolute Joint* de pe bara de instrumente *Kinematic Joints*, fiind afișată fereastra de dialog *Joint Creation: Revolute* din figura 3.295.

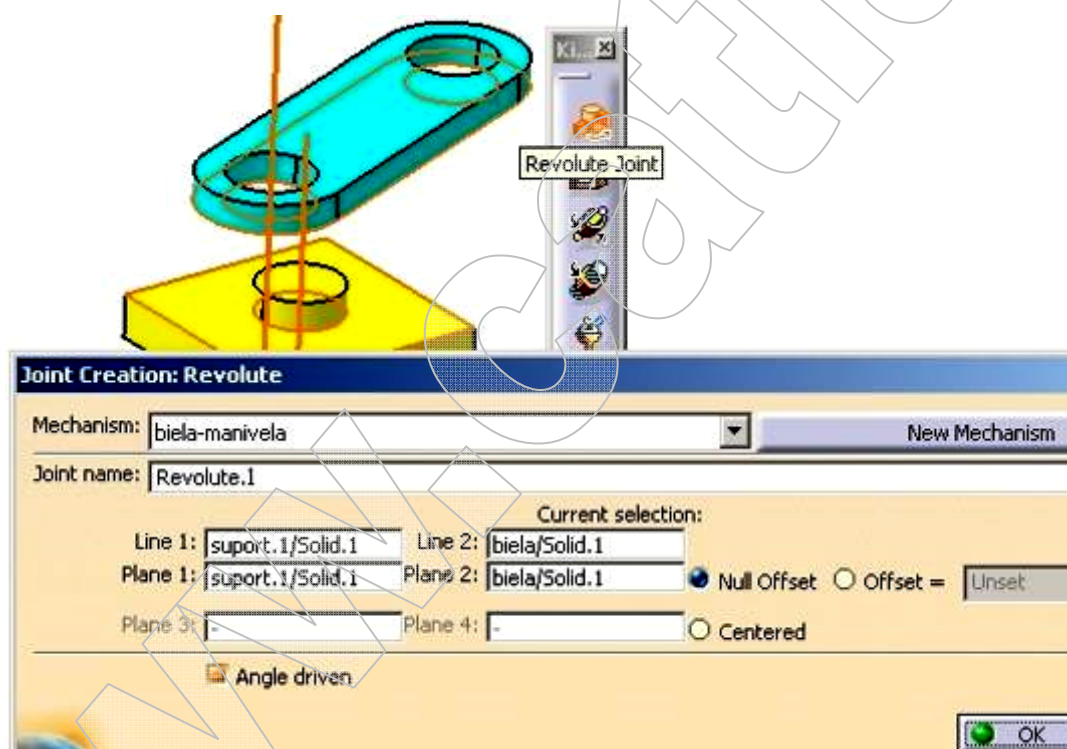


Fig. 3.295

Inițial, câmpul *Mechanism* este liber, utilizatorul va apăsa butonul *New Mechanism*, se deschide o fereastră în care introduce numele mecanismului, acesta fiind apoi afișat în câmp și în arborele de specificații.

În câmpul *Joint name* se propune automat numele cuplei (*Revolute.1*), utilizatorul trebuind numai să completeze prin selecții câmpurile *Line* și *Plane*. Câmpul *Line 1* va conține axa volumului (corpului) cilindric al suportului, iar, prin corespondență, axa găurii de la un capăt al bielei se va afla în câmpul *Line 2*. Câmpul *Plane 1* conține suprafața plană superioară a suportului, iar câmpul *Plane 2* suprafața plană inferioară a bielei. Cele patru selecții sunt prezentate explicit în figură, existând, astfel, posibilitatea verificării.

S-a folosit metoda *Null Offset* astfel încât suprafețele plane corespondente ale componentelor respective se află în contact. O altă metodă ar putea fi *Offset*, în care utilizatorul stabilește distanța între acestea.

Înainte de apăsarea butonului *OK* se bifează opțiunea *Angle Driven*, această primă cuplă fiind cea motoare. Mecanismul presupune și un element fix, considerat a fi suportul. Fixarea se realizează prin intermediul pictogramei *Fixed Part* (în formă de ancoră) de pe bara de instrumente *DMU Kinematics*.

A doua cuplă este tot de tip *Revolute*, între un bolț și manivelă. Bolțul face conexiunea între celălalt capăt al bielei și manivelă. Operația de selectare a axelor și planelor componentelor este similară celei

precedente, în fereastra de dialog din figura 3.296 se află mecanismul “biela-manivela” și numele cuplei: *Revolute.2*. De asemenea, nu se mai bifează opțiunea *Angle Driven*.

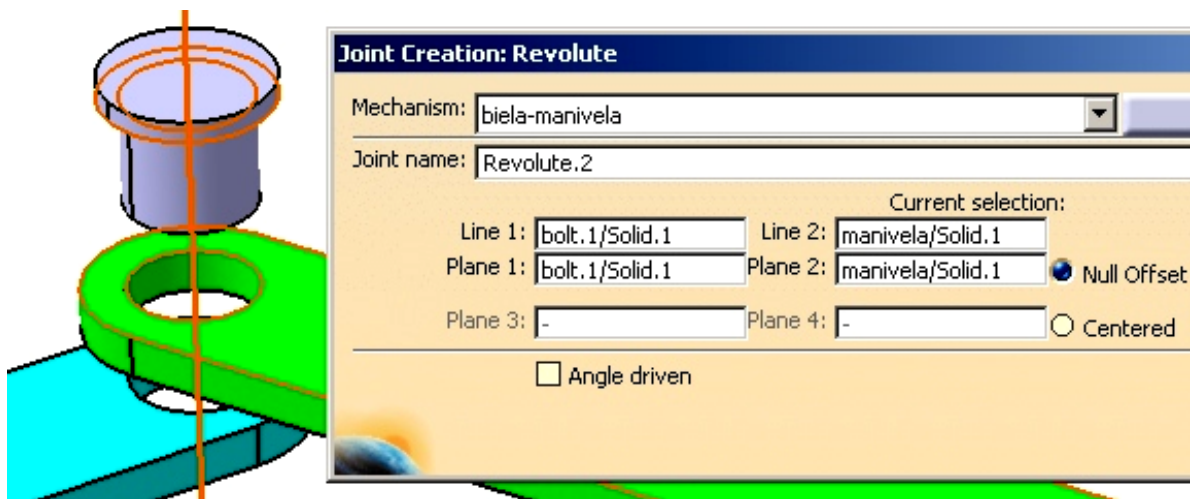


Fig. 3.296

Cupla a treia (*Revolute.3*) este stabilită între al doilea bolț și manivelă. Conform ferestrei de dialog din figura 3.297, câmpurile *Line* conțin axele celor două corpuri, iar câmpurile *Plane* două suprafețe plane. Pentru bolț se selectează suprafața plană de sub gulerul acestuia, iar pentru manivelă suprafața plană superioară. Așa cum se observă în figură, suprafețele respective sunt în contact, iar pentru a specifica acest lucru, la crearea cuplei se bifează opțiunea *Null Offset*.

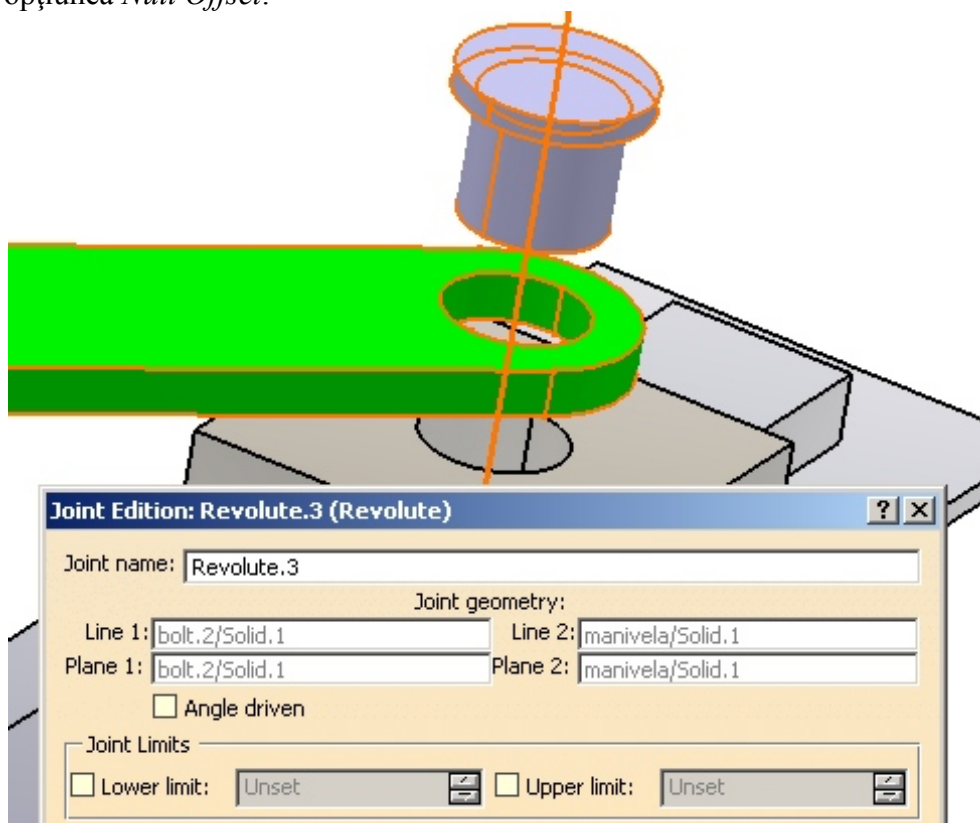


Fig. 3.297

Cupla a patra este de tip *Prismatic* între șină și culisă și se folosește pentru simularea unei mișcări de translație în lungul unei linii comune (ghidaj) a celor două componente din structura mecanismului. Pentru activarea ferestrei de dialog *Joint Creation: Prismatic* din figura 3.298 se apasă pictograma *Prismatic Joint* de pe bara de instrumente *Kinematics Joints*.

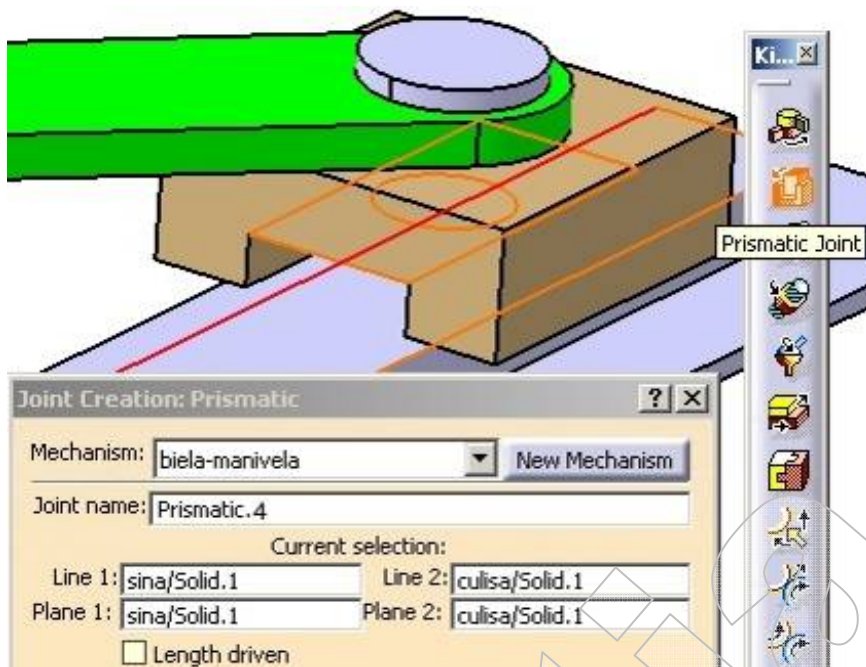


Fig. 3.298

Pentru câmpurile *Line 1* și *Line 2* se selectează o muchie laterală a șinei, respectiv, corespondenta sa aflată pe culisă. În continuare, în câmpul *Plane 1* se alege suprafața plană superioară a șinei, iar în câmpul *Plane 2* suprafața plană corespondentă a alezajului frezat. Suprafețele respective sunt evidențiate pe cele două componente din figură.

Ultimele trei cuple sunt de tip *Rigid*, utilizate pentru a crea o legătură rigidă între perechi de câte două elemente, astfel încât acestea să execute o mișcare simultană, ca un tot unitar.

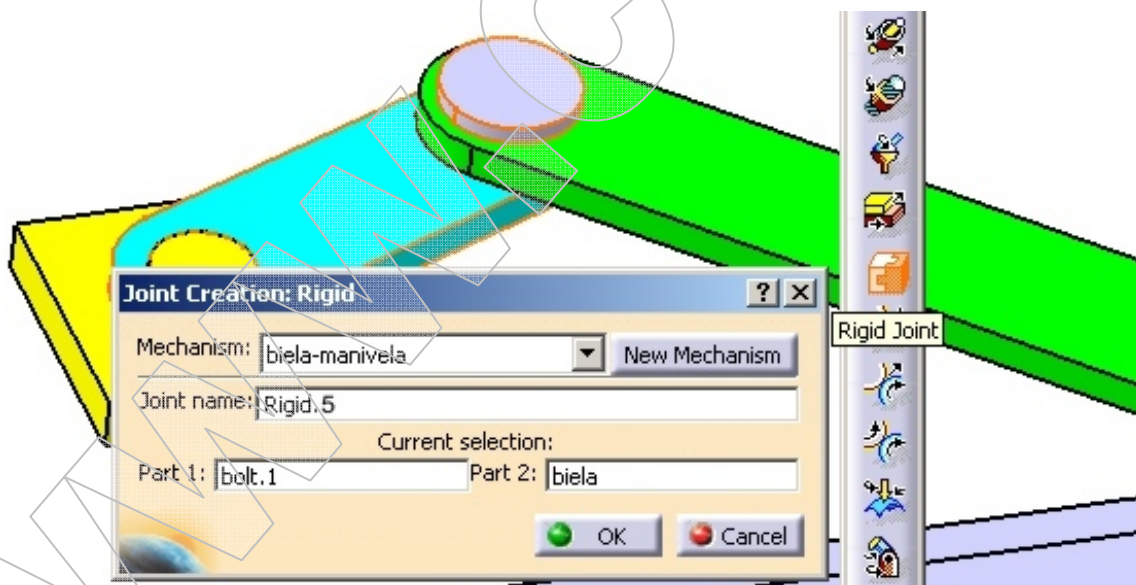


Fig. 3.299

În fereastra de dialog din figura 3.299 este prezentată operația de creare a cuplei *Rigid.5* între primul bolt și bielă. Câmpurile *Part 1* și *Part 2* conțin aceste componente, nemaifiind necesare alte selecții și setări. În mod similar, sunt create și celelalte două cuple: *Rigid.6* (culisa și al doilea bolt) și *Rigid.7* (șină și suport).

Odată stabilite aceste ultime cuple, arborele de specificații se completează în lista *Constraints* cu trei constrângeri de tip *FixTogether*.

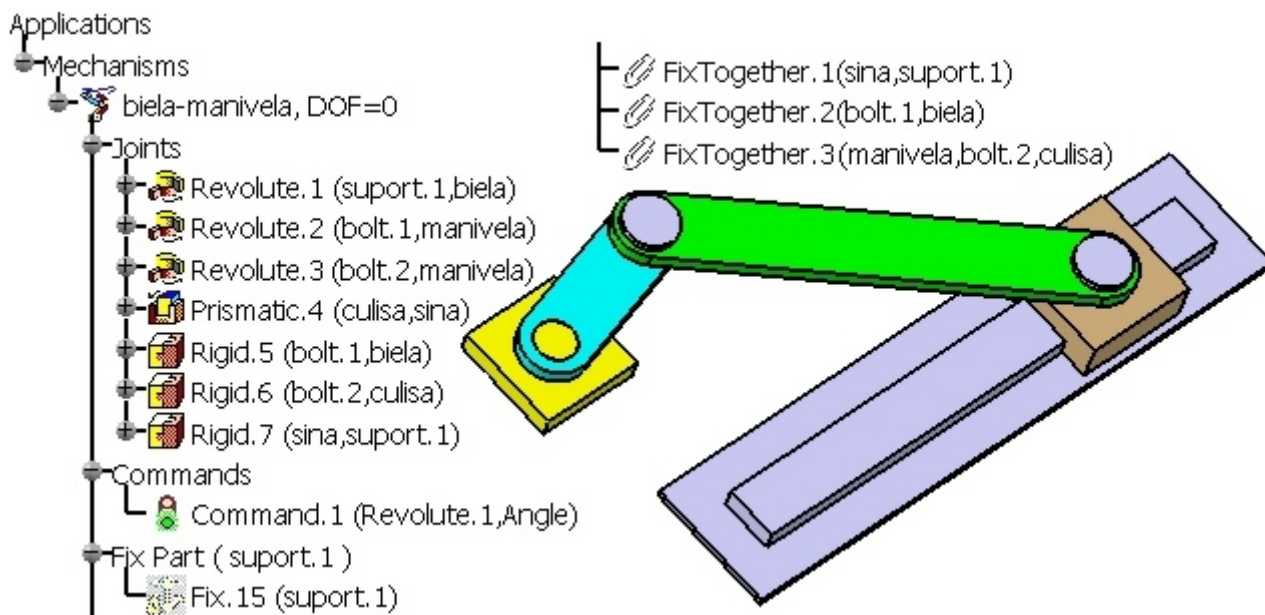


Fig. 3.300

Cele șapte cuple sunt afișate în arborele de specificații în lista *Joints*, se indică numele lor, dar și perechile de componente între care au fost stabilite (fig. 3.300). De asemenea, elementul *Command.1* (*Revolute.1,Angle*) reprezintă comanda care va anima mecanismul, fiind obținută odată cu prima cuplă de rotație (fig. 3.295) prin bifarea opțiunii *Angle Driven*. Elementul fix este suportul, dar și șina, aceasta fiind legată de suport prin constrângerea *FixTogether.1*.

Pentru a simula mișcarea mecanismului, în arborele de specificații se execută dublu *click* pe *Revolute.1*, ca urmare se afișează fereastra de dialog *Joint Edition: Revolute.1* (fig. 3.301).

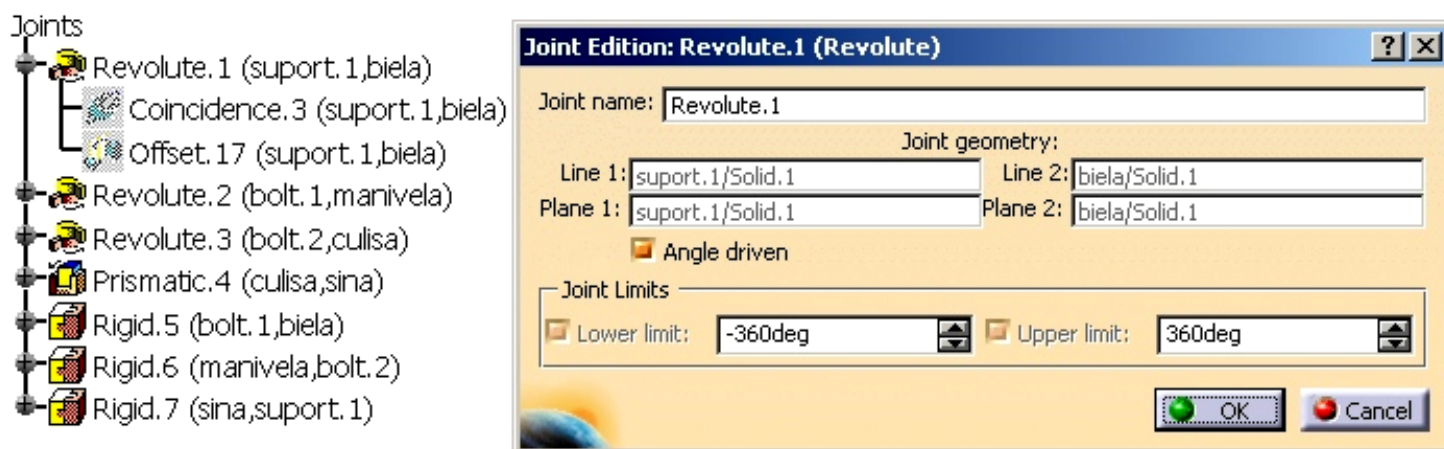


Fig. 3.301

În această fereastră de dialog este deja bifată opțiunea *Angle Driven*, fiind disponibile câmpurile *Lower Limit* și *Upper Limit*, valorile înscrise fiind *-360 deg*, respectiv, *360 deg*, ceea ce asigură două rotații complete ale mecanismului bielă-manivelă.

Închiderea ferestrei de dialog prin apăsarea butonului *OK* conduce la afișarea unei ferestre de informare cu mesajul: *The mechanism can be simulated* (Mecanismul poate fi simulat).

Astfel, pregătirea mecanismului s-a încheiat, utilizatorul având posibilitatea de a-i simula mișcarea. Pentru aceasta, prin apăsarea pictogramei *Simulation with Commands*, aflată pe bara de instrumente *DMU Kinematics* apare fereastra de dialog *Kinematics Simulation* (fig. 3.302).

Aceasta conține controale de animație standard, un glisor în zona *Command.1* (valorile limită fiind cele stabilite anterior în fereastra de dialog *Joint Edition: Revolute.1*).

Simularea se poate realiza prin două metode, în funcție de bifarea opțiunilor *Immediate* sau *On request*.

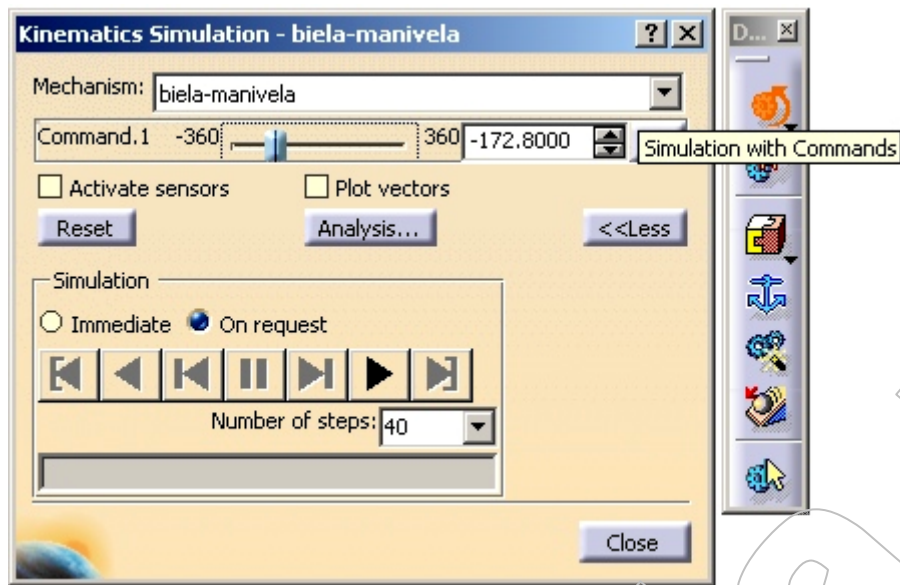


Fig. 3.302

În metoda *Immediate*, mișcarea glisorului stânga-dreapta conduce la rotirea bieiei și, implicit, la animarea întregului mecanism. Desigur, simultan, se modifică valoarea câmpului numeric din zona *Command.1*.

În metoda *On request* devine activ controlul *Play forward*, se modifică valoarea unghiului de start, apoi se apasă *play* din zona *Simulation* pentru a vizualiza mișcarea. Viteza de rulare a animației se stabilește prin modificarea valorii *Number of steps* (număr de cadre).

În figura 3.303 sunt prezentate patru poziții (a, b, c și d) intermediare ale mecanismului în funcție de pozițiile glisorului de animație.

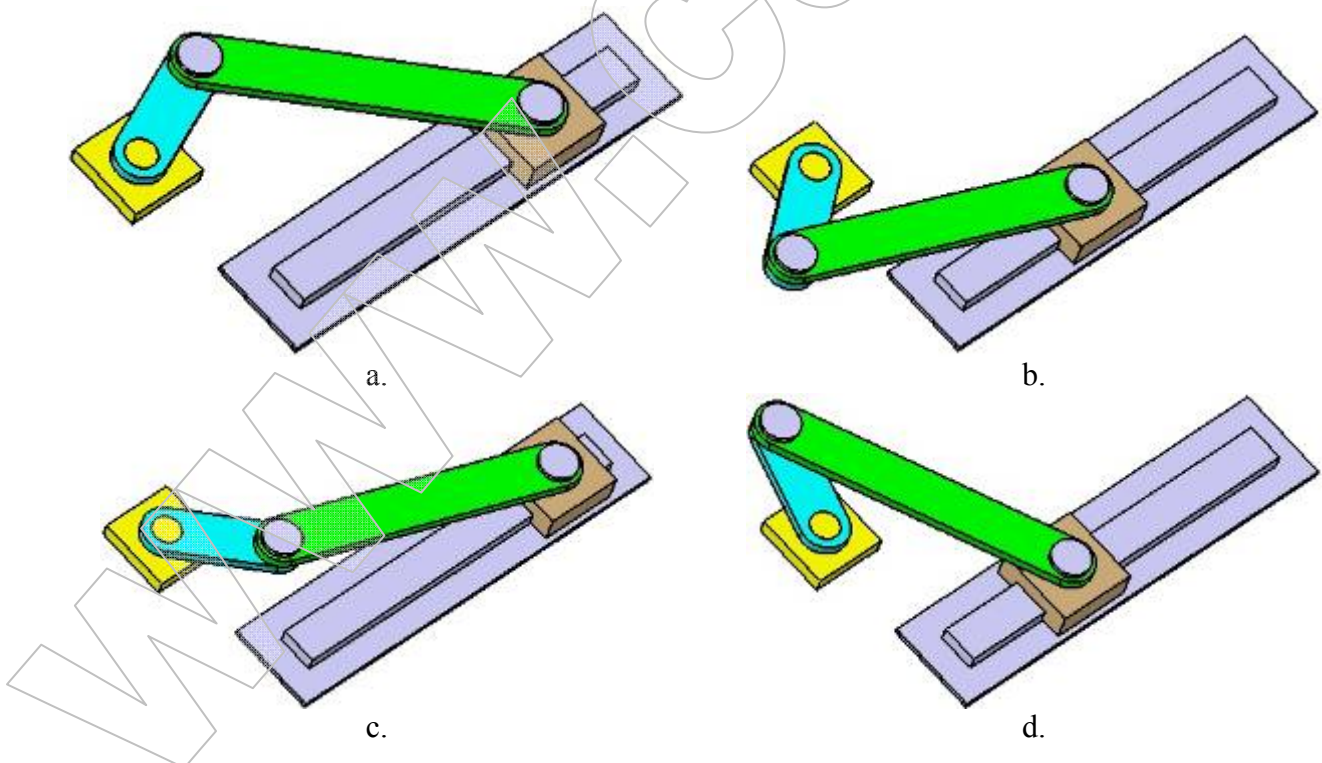


Fig. 3.303

Analiza mecanismului, referitoare la posibilitatea simulării, a numărului de cuple, de comenzi și de grade de libertate, precum și alte informații utile se pot cunoaște apăsând pictograma *Mechanism Analysis* de pe bara de instrumente *DMU Kinematics*. De asemenea, în meniul *Analyze* este disponibilă aceeași opțiune.

Ca urmare, este afișată fereastra de dialog din figura 3.304.

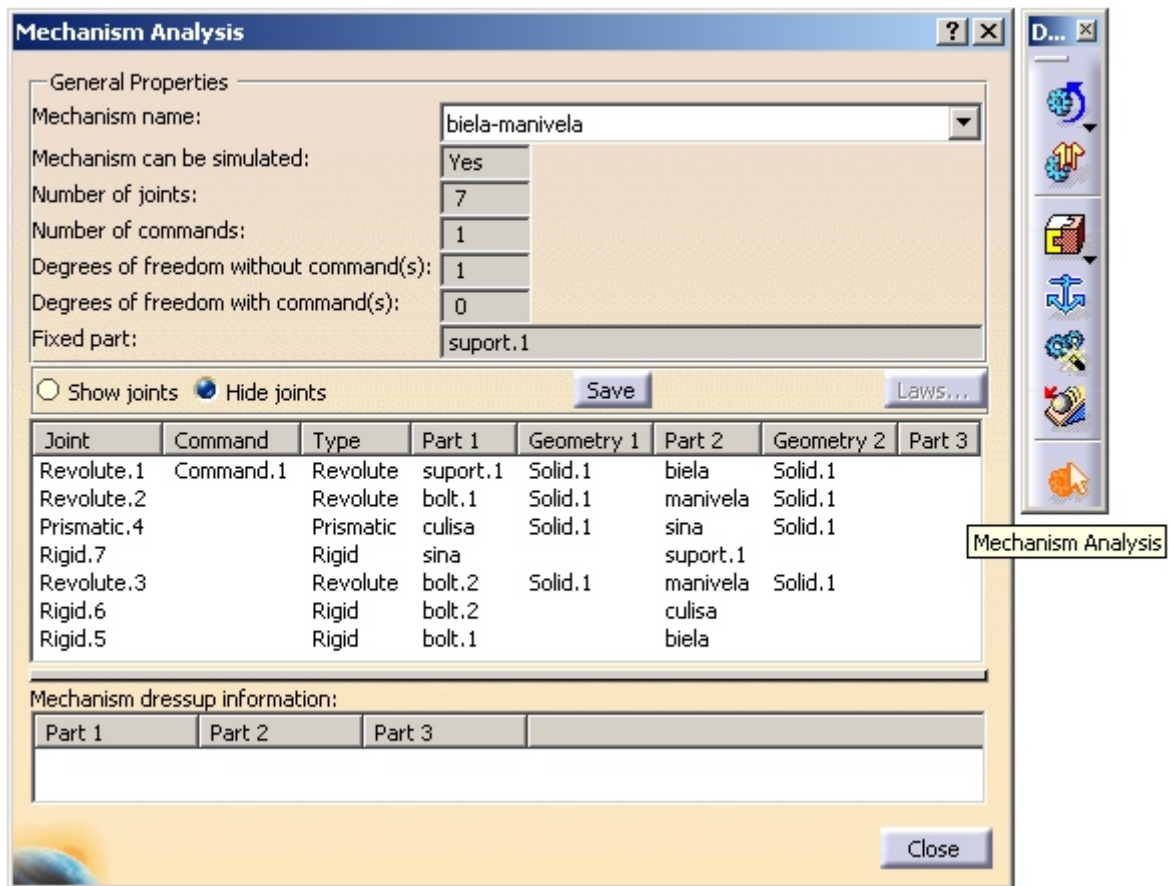


Fig. 3.304

În primul rând, se observă o informație cunoscută deja de către utilizator: în câmpul *Mechanism can be simulated* apare textul *yes*. Este afișat, de asemenea, un rezumat al mecanismului: cuplele acestuia, tipul lor, componentele între care se stabilește fiecare cuplă, dar și comanda care activează mecanismul.

Cuplele pot fi sau nu afișate pe ansamblu folosind opțiunile *Show joints*, respectiv, *Hide joints*. Apăsarea butonului *Save* conduce la salvarea într-un fișier *Microsoft Excel* a tabelului informativ.

Cinematica rezultată poate fi stocată într-un fișier de animație, crearea sa este importantă și deseori necesară în cazul unor prezentări video. Programul *CATIA* permite salvarea animației în două moduri, și anume: ca fișier *replay* și ca fișier video extern.

O etapă importantă în procesul de obținere a fișierului de animație o reprezintă crearea unor cadre cheie prin care trece mecanismul în decursul simulării. Aceste cadre pot fi inserate manual în animație sau pot fi generate automat în momentul de rulare a simulării.



Fig. 3.305

De pe bara de instrumente *DMU Generic Animation* se apasă pictograma *Simulation*, fiind afișată fereastra de dialog *Select* (fig. 3.305), care conține mecanismul curent.

Se selectează acest mecanism și se apasă butonul *OK* pentru a valida alegerea făcută și a deschide simultan alte două ferestre de dialog, și anume: *Kinematics Simulation* și *Edit Simulation* din figura 3.306.

În fereastra de dialog *Kinematics Simulation* se prezintă glisorul, iar deplasarea acestuia în altă poziție va crea anumite cadre cheie.

Pentru ca aceste cadre cheie să fie înregistrate de program și afișate în timp real, în fereastra de dialog *Edit Simulation* se bifează cele două opțiuni *Animate viewpoint* și *Automatic insert*. Odată bifarea încheiată, se deplasează glisorul în altă poziție și se observă cadrele cheie create automat de program (în acest caz sunt 39 de cadre). Viteza de rulare este dată de valorile existente în lista derulantă *Interpolation Step* (valoarea implicită este 1).

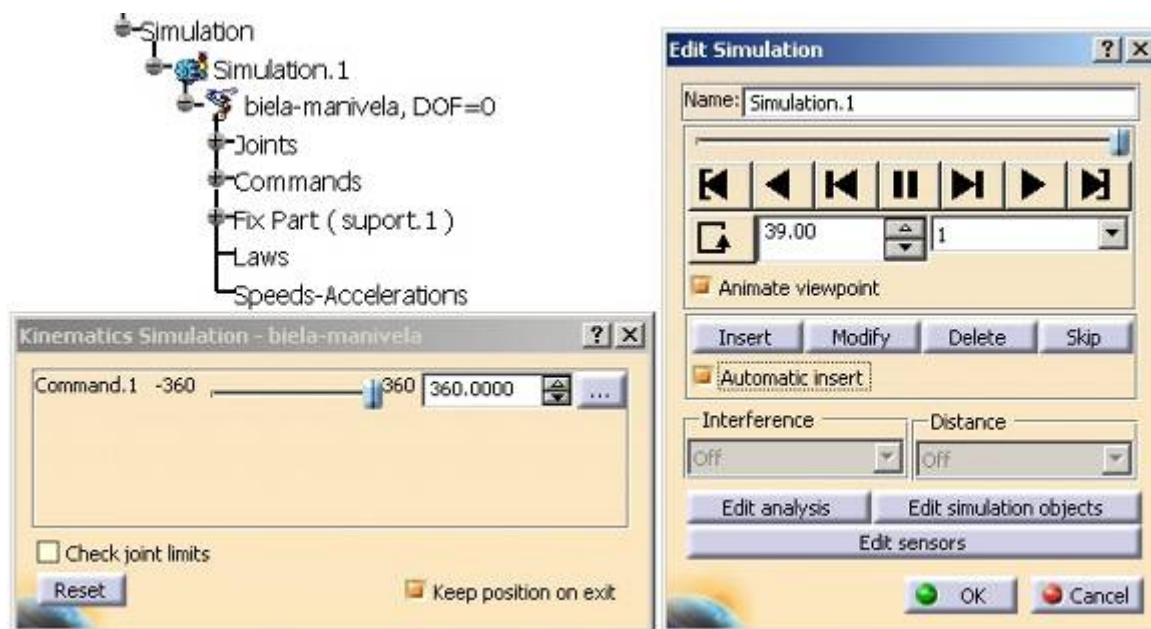


Fig. 3.306

Inserarea cadrelor cheie se poate face și manual prin deplasarea cursorului și apăsarea butonului *Insert*. Unele cadre pot fi șterse sau modificate folosind butoanele *Delete* sau *Modify* din fereastra de dialog *Edit Simulation*. Pentru rularea animației, astfel obținută, se utilizează un *player* special integrat în program, accesibil în urma apăsării pictogramei *Simulation Player*, aflată pe bara de instrumente *DMU Generic Animation* (fig. 3.307).

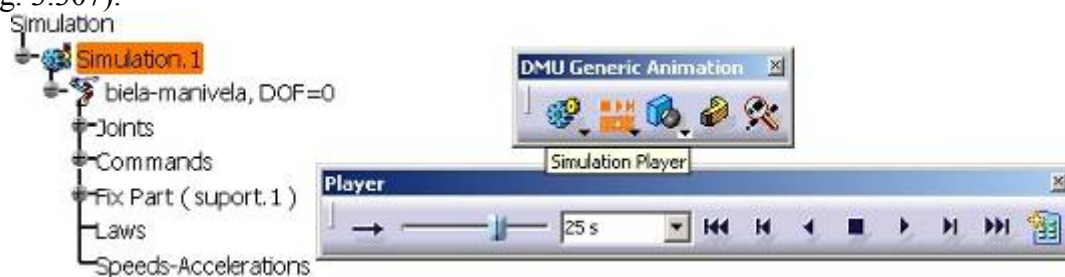


Fig. 3.307

Rularea animației are scopul depistării anumitor neconcordanțe care pot să apară în urma inserării, ștergerii sau editării unor cadre cheie. Parametrii rulării (viteză, temporizare) se stabilesc cu ajutorul pictogramei *Parameters* aflată în capătul din dreapta al *player*-ului.

De asemenea, în figură se prezintă și arborele de specificații care conține în zona *Simulation* o simulare *Simulation.1*. Compilarea și salvarea animației se fac cu ajutorul pictogramei *Compile Simulation*. Este afișată fereastra de dialog cu același nume (fig. 3.308) în care utilizatorul poate opta pentru generarea și adăugarea în arborele de specificații a elementului *Replay.1* sau pentru salvarea unui fișier video (*Microsoft AVI*, *Microsoft MPEG*), ori set de imagini statice (*Still Image Capture*).

Apăsând butonul *Setup* se stabilesc parametrii fișierului video sau ai imaginilor statice, utilizând unul dintre *codec*-urile instalate în sistem. În funcție de acestea, fișierul extern rezultat va avea o anumită calitate video, dimensiune și extensie.



Fig. 3.308

Aplicatia 21. Modelarea parametrizată a unei piese

În activitatea sa de proiectare, utilizatorul programului *CATIA* întâlnește deseori situații în care trebuie să creeze familii de piese. Acestea au, de principiu, aceeași formă constructivă, dar diferă prin dimensiuni. De asemenea, în concepția ansamblurilor este utilă crearea unei legături dimensionale între două sau mai multe componente, astfel încât modificarea uneia dintre ele să conducă automat la modificarea celorlalte. Desigur, acest mod de proiectare este o etapă ce presupune cunoștințe avansate de modelare, programare și gestionare a parametrilor și relațiilor, fiind denumit: proiectare asistată parametrizată.

Astfel, modulul *CATIA Knowledge Advisor* permite utilizatorilor integrarea și utilizarea eficientă a tuturor datelor disponibile în concepție, facilitând luarea deciziilor tehnice, reducerea numărului și a influenței erorilor sau automatizarea concepției cu o productivitate cât mai mare.

Utilizatorul poate integra diverse date în concepția produselor sale prin reguli, parametri, formule, reacții și verificări, elemente care sunt luate în considerare și utilizate împreună într-un anumit context.

Parametrii și relațiile se utilizează la conceperea unui document în ceea ce privește crearea anumitor legături între dimensiunile piesei sau ansamblului în toate etapele de proiectare.

Parametrii conțin proprietățile unui document, iar când sunt utilizați în relații, acționează ca argumente. Parametrii sunt definiți printr-un nume, un tip și o valoare, dar, în loc de această valoare, se poate folosi o relație. În acest ultim caz, parametrul este constrâns de relația respectivă, iar utilizatorul nu îi poate modifica valoarea în mod direct.

Parametrii sunt împărțiți în două categorii:

- parametri intrinseci, fac parte din document și depind de aplicație. Scopul unei aplicații *CATIA Knowledge Advisor* este să creeze, să utilizeze și să indice cum acești parametri pot fi constrânși prin relații;

- parametri utilizator, sunt dependenți de definiția de bază a documentului și trebuie considerați ca fiind informații suplimentare introduse în aplicație. Modulul *CATIA Knowledge Advisor* utilizează deseori acest tip de parametri pentru adăugarea datelor într-un document și pentru a defini relațiile.

În majoritatea cazurilor, pentru crearea unei piese, utilizatorul începe prin construirea unei schițe (*sketch*), din care obține un corp (*part*), căruia i se pot adăuga diferite date parametrizabile, poate fi modificat geometric, i se schimbă proprietățile de material etc. Documentul final se constituie din elementele care definesc proprietățile intrinseci ale piesei. Modificarea, adăugarea sau ștergerea unui element are ca efect o modificare a documentului. Aceste elemente sunt, de fapt, parametri intrinseci.

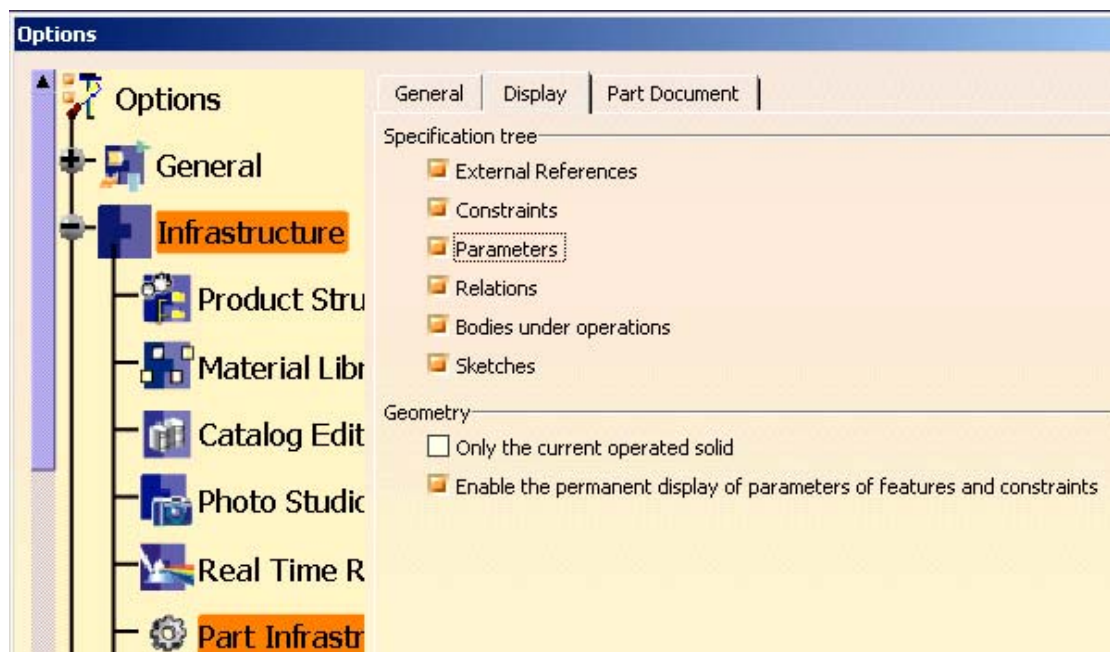


Fig. 3.232

De asemenea, *CATIA* permite crearea parametrilor utilizator, definiți ca informații suplimentare adăugate documentului. Exemple de tipuri de parametri utilizator: *Real*, *Integer*, *String*, *Boolean*, *Length*, *Angle*, *Time*, *Mass*, *Volume*, *Density*, *Area*, *Moment of Inertia*, *Energy*, *Force*, *Inertia*, *Moment*, *Pressure*, *Temperature*, *Frequency*, *Electric Power* etc. Acestor parametri li se pot atribui valori unice sau multiple.

Parametrii sunt afișați în arborele de specificații dacă opțiunea *Parameters* este bifată în lista din meniul *Tools -> Options -> Infrastructure -> Part Infrastructure -> Display* (fig. 3.232).

Modulul *CATIA Knowledge Advisor* gestionează patru tipuri de relații:

- formule, definesc modul în care un parametru trebuie să fie calculat în funcție de alți parametri. Formulele folosesc, de asemenea, operatori matematici pentru definirea parametrilor;
- tabele de parametrizare, care conțin date în formă ordonată, utilizate pentru controlul parametrilor unui document.

- reguli, reprezintă un ansamblu de instrucțiuni care execută condițional un grup de raporturi într-un context sau în funcție de valorile anumitor parametri;

- verificări, sunt un ansamblu de instrucțiuni prin care utilizatorul este avertizat dacă anumite raporturi din reguli sunt îndeplinite sau nu. Verificările nu modifică valorile parametrilor.

Formulele sunt elemente utilizate pentru definirea sau constrângerea parametrilor. Pentru a scrie o formulă utilizatorul folosește parametri, operatori și funcții. Odată ce a fost creată, o formulă poate fi manevrată ca oricare alt element prin intermediul meniului său contextual.

Formulele sunt afișate în arborele de specificații, dacă opțiunea *Relations* din meniul *Tools -> Options -> Infrastructure -> Part Infrastructure -> Display* este bifată (fig. 3.232).

Dacă un parametru utilizator este constrâns printr-o formulă, aceasta este afișată împreună cu parametrul pe care îl constrânge, dacă opțiunea *With formula* din meniul *Tools -> Options -> General -> Parameters and Measures -> Knowledge* este bifată (fig. 3.233). De asemenea, în același meniu, se bifează și opțiunea *With value* pentru a se afișa și valoarea respectivului parametru definit de formulă.

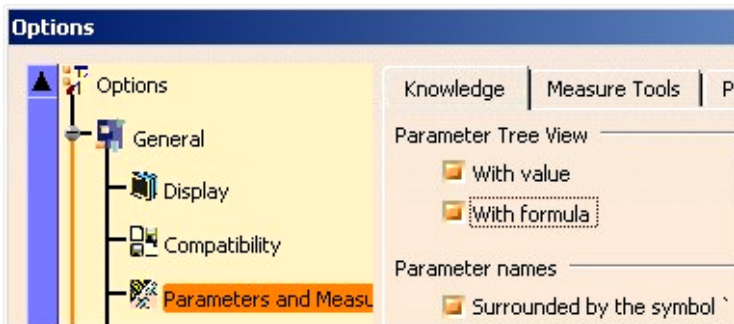


Fig. 3.233

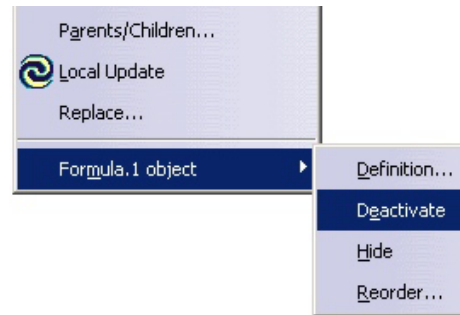


Fig. 3.234

Orice formulă are asociat un parametru, denumit *Activity*. Valoarea acestuia este de tip *boolean*, fiind definită prin *True/False* (activă/inactivă), așa cum se prezintă în figura 3.235.

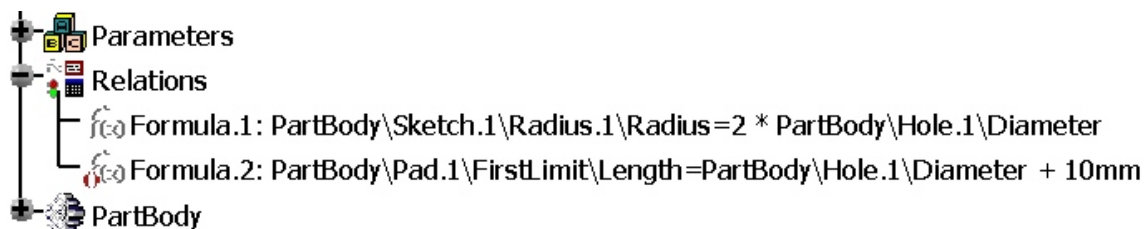


Fig. 3.235

Se observă că formula a doua este marcată printr-o pereche de paranteze de culoare roșie, având semnificația că este inactivă. Formula poate fi activată sau dezactivată din zona de dialog *Formula object* a meniului contextual (fig. 3.234) sau prin execuția unei reguli.

Reacția este un ansamblu de operații legate de o componentă a documentului, fiind executată ca răspuns la un eveniment. Orice reacție este definită prin: componenta documentului căreia îi este aplicată, un ansamblu de operații și un eveniment care declanșează lista de operații.

Fiecare reacție este scrisă în limbajul de programare *Visual Basic*.

Regulile și verificările sunt, de asemenea, relații care pot fi create și controlate doar cu modulul *CATIA Knowledge Advisor*.

Regula este un ansamblu de instrucțiuni prin care utilizatorul gestionează parametri și evenimente în funcție de un anumit context.

Verificarea este un ansamblu de instrucțiuni prin care utilizatorul este avertizat dacă anumite condiții sunt îndeplinite sau nu.

Odată ce au fost create, regula și verificarea pot fi accesate și utilizate în mod asemănător oricărui alt element, și anume: prin dublu *click* pe regulă sau pe verificare în arborele de specificații, se afișează o fereastră de editare, ori prin operații de tip *Delete*, *Cut*, *Copy*, *Paste* etc., disponibile în meniul contextual.

Setările din figurile 3.232 și 3.233 sunt valabile și suficiente în cazul unei singure piese, dar pentru un ansamblu se mai activează și opțiunile *Parameters*, *Relations* și *Material* din meniul *Tools -> Options -> Infrastructure -> Product Structure -> Tree Customization* (fig. 3.236).

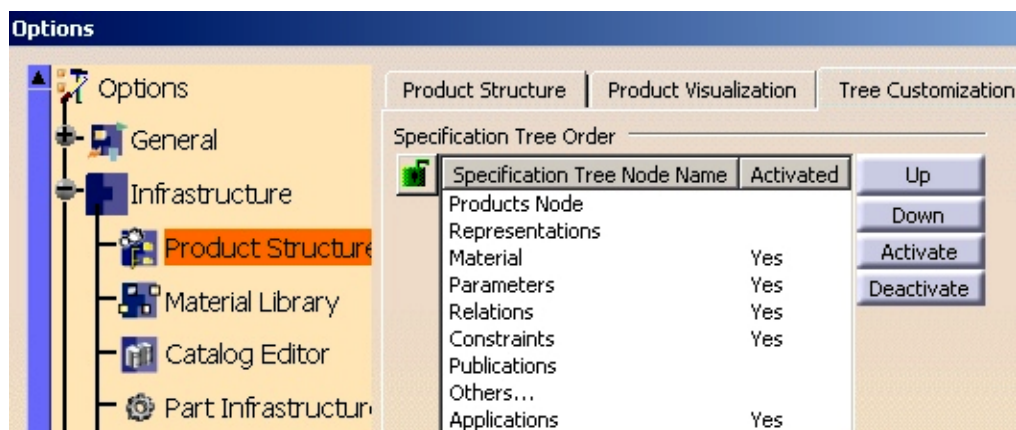


Fig. 3.236

Tabelul de parametrizare furnizează metode pentru crearea și controlul familiilor de componente. Acestea pot fi, spre exemplu, piese mecanice diferite doar prin valorile unor parametri. Șuruburile constituie un astfel de exemplu de piese mecanice care pot fi descrise prin intermediul tabelelor de parametrizare.

Pentru fiecare parametru inserat în tabel, acesta utilizează o coloană, iar pentru fiecare set (configurație) de valori este necesară o linie.

Valorile sunt stocate sub formă de tabel într-un fișier *Microsoft Excel* sau într-un fișier *ASCII* cu date tabulare. Pentru oricare tabel de parametrizare, utilizatorul trebuie să asocieze corect parametrii documentului creat *CATIA* cu parametrii tabelului, chiar dacă nu toate coloanele acestuia au un corespondent. Prin crearea asocierilor, utilizatorul declară care parametri ai documentului trebuie puși în corespondență cu anumite coloane ale tabelului.

În figura 3.237 este prezentat formatul fișierului *Microsoft Excel*. Este foarte important ca valorile menționate în celulele acestuia să fie exprimate în unități de măsură, în caz contrar neputând fi asociate corect parametrilor documentului *CATIA*.

	A	B	C	D	E
1	Index	D (mm)	d (mm)	A (mm)	B (mm)
2	1	10	5	14	12
3	2	12,056	6,015	13,1	14,75
4	3	8,2	4,1	21,35	15,11
5					
6					

Fig. 3.237

Ca aplicatie, se consideră o piesă prismatică, având desenul de execuție în figura 3.238. Se observă numeroși parametri, cum ar fi: dimensiunile de gabarit ale secțiunii, diametrul găurii străpunse, dimensiunile degajărilor laterale, lungimea piesei etc.

Între acești parametri se vor impune anumite relații, astfel încât, la modificarea unora dintre ei, să se modifice alții în funcție de anumite formule și reguli introduse de utilizator.

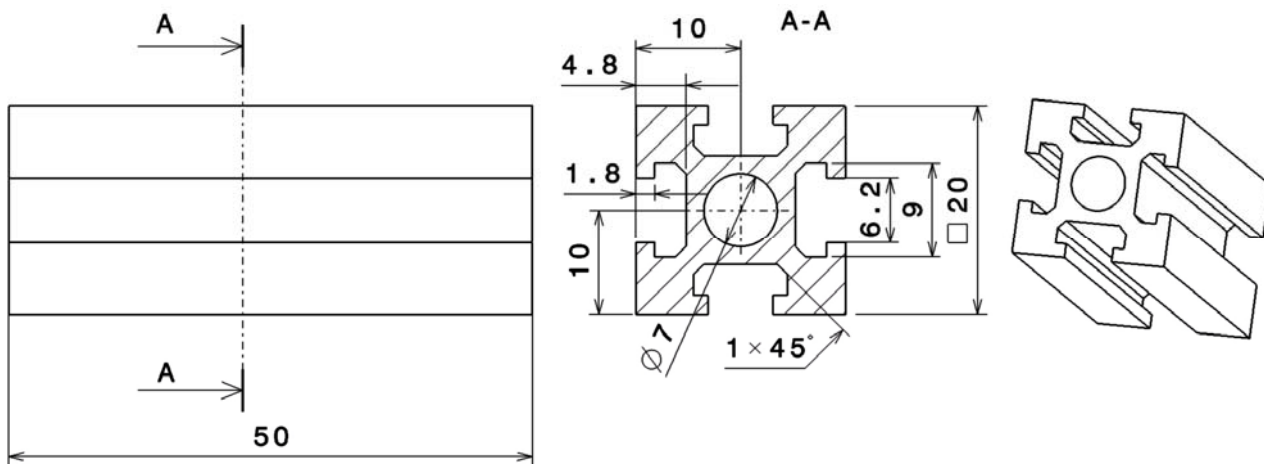


Fig. 3.238

Piesa se modelează folosind *CATIA Sketcher* și *CATIA Part Design*, astfel: într-o schiță a planului *XY* se trasează un pătrat de latură 20 mm, simetric față de originea sistemului de coordonate și un cerc de diametru 7 mm, cu centrul în această origine (fig. 3.239). Profilul se extrudează *Pad* pe distanța de 50 mm (fig. 3.240). Se identifică deja cei patru parametri care stau la baza creării acestui solid de formă paralelipipedică.

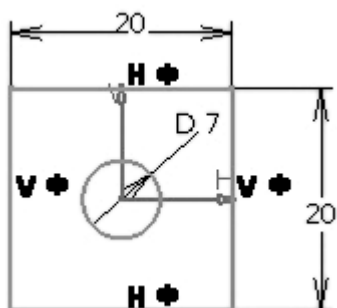


Fig. 3.239

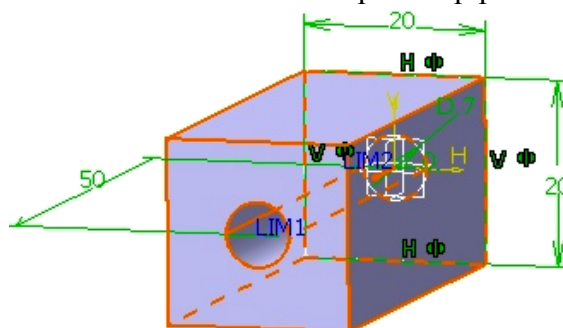


Fig. 3.240

Pe una dintre fețele plane frontale ale paralelipipedului se desenează un dreptunghi, constrâns conform figurii 3.241: lungimea dreptunghiului nu este foarte importantă, dar latura sa din stânga trebuie să se afle în interiorul feței plane la o distanță de 4,8 mm de latura din dreapta a acesteia; lățimea este de 6,2 mm, cele două laturi orizontale fiind simetrice față de axa orizontală *H* a sistemului de coordonate.

Folosind acest profil se aplică o extragere *Pocket* de material din volumul corpului paralelipipedic, pe adâncimea de 50 mm. S-a preferat utilizarea tipului de extragere *Dimension* și introducerea acestei valori pentru a avea la dispoziție încă un parametru în procesul de stabilire a relațiilor.

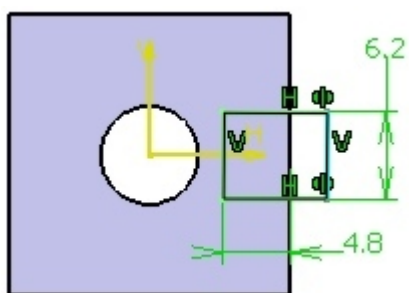


Fig. 3.241

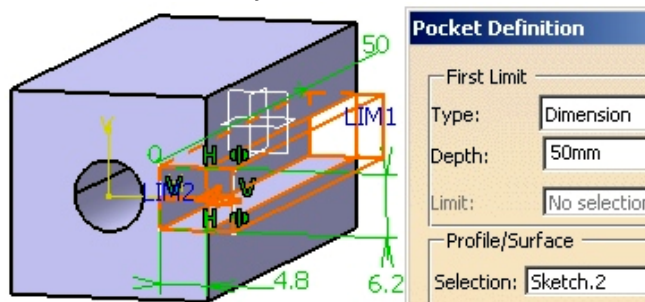


Fig. 3.242

Extragerea *Pocket* se multiplică în patru exemplare și pe celelalte fețe plane laterale ale piesei. Astfel, se aplică instrumentul *Circular Pattern*, conform figurii 3.243.

În fereastra de dialog *Circular Pattern Definition*, în *tab-ul Axial Reference*, în câmpul *Parameters* se alege tipul *Complete Crown*, iar în câmpul *Instance(s)* se introduce valoarea 4, astfel încât pe fiecare față a piesei se va crea câte o degajare. În *tab-ul Crown Definition* se observă că degajările sunt, de fapt, dispuse pe un singur cerc de rază 20 mm (câmpul *Circle Spacing* din figura 3.244).

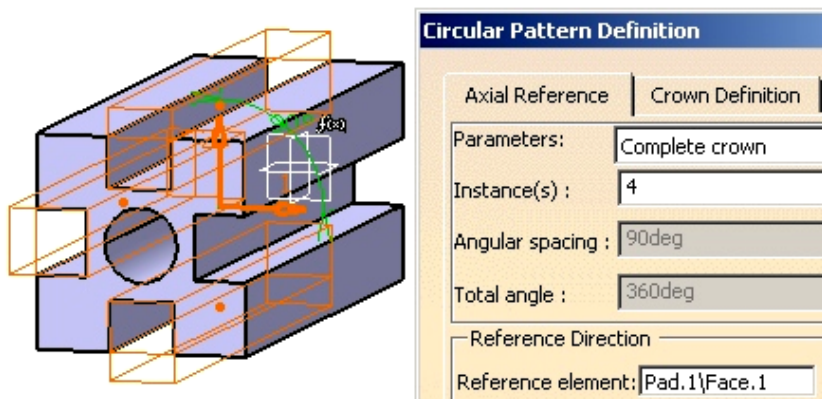


Fig. 3.243

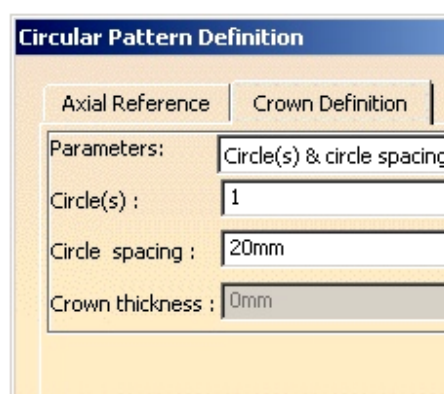


Fig. 3.244

Pe aceeași față frontală a piesei se desenează încă un profil dreptunghiular aflat la 1,8 mm de latura din dreapta a piesei, conform figurii 3.245. Latura din stânga a dreptunghiului coincide cu muchia interioară verticală a unei degajări, iar laturile orizontale sunt simetrice față de axa H a sistemului de coordonate. Profilul creat (de dimensiuni 3×9 mm) este, de asemenea, implicat într-o extragere *Pocket* pe adâncimea de 50 mm (fig. 3.246).

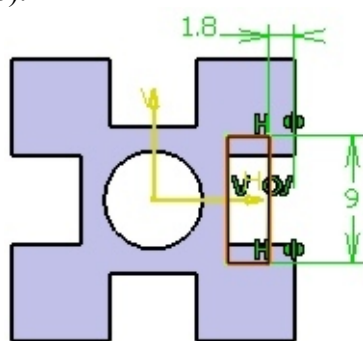


Fig. 3.245

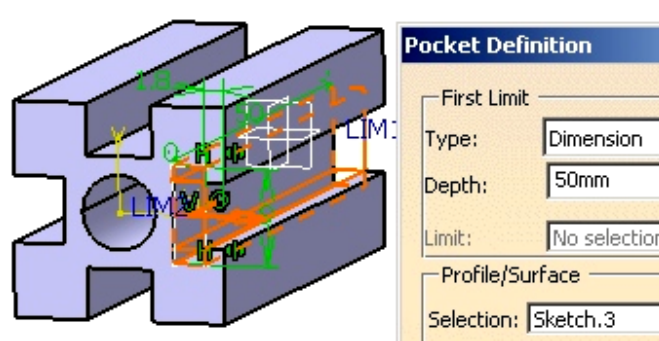


Fig. 3.246

Degajarea, astfel creată, se multiplică în mod similar celei anterioare tot în patru exemplare, pe cele patru fețe ale corpului. Muchiile interioare rezultate în urma operațiilor *Pocket* se teșesc *Chamfer* 1×45°, așa cum se prezintă în figura 3.247 și conform desenului de execuție.

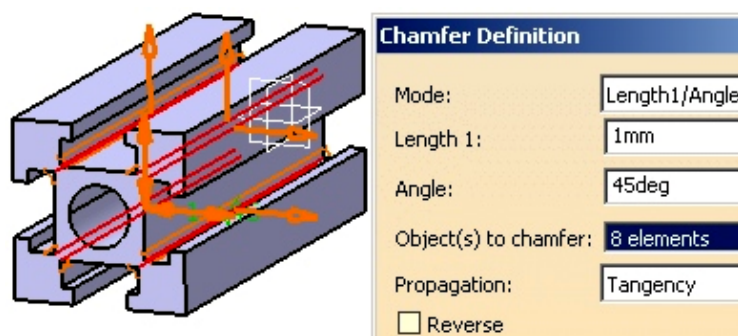


Fig. 3.247

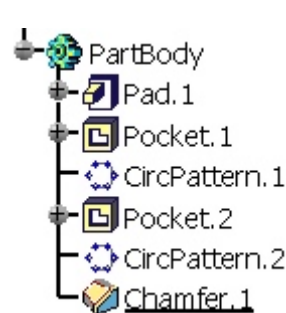


Fig. 3.248

În urma tuturor acestor operații rezultă modelul tridimensional al piesei, în figura 3.248 fiind indicat arborele său de specificații. Pe tot parcursul modelării s-au utilizat anumiți parametri.

Pentru introducerea relațiilor între parametri este recomandabil să se respecte ordinea în care aceștia apar în arborele de specificații.

Spre exemplu, adâncimea celor două degajări *Pocket* se stabilește ca fiind egală cu distanța extrudării *Pad* (operația *Pad* este anterioară operațiilor *Pocket*). În acest scop, se apasă pictograma *Formula f(x)*, situată în bara de instrumente *Knowledge*, afișându-se fereastra de dialog *Formulas*, reprezentată în figura 3.249.

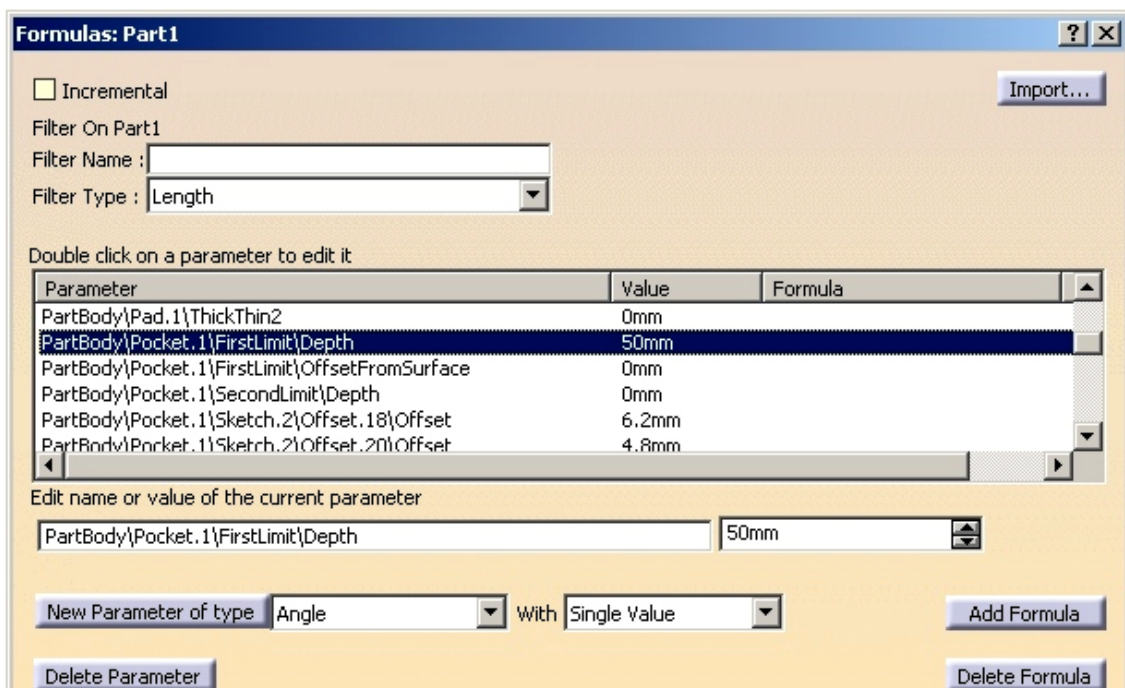


Fig. 3.249

În lista din stânga a parametrilor se identifică și se selectează cel care impune adâncimea de extragere a primei operații *Pocket*. Numele său complet (*PartBody\Pocket.1\FirstLimit\Depth*) conține toate datele de identificare, utilizatorul fiind informat că este de tip *Depth* (adâncime) și că aparține instrumentului *Pocket.1*. De asemenea, valoarea sa (50 mm) este, de asemenea, afișată.

Se apasă butonul *Add Formula* pentru a deschide fereastra de dialog *Formula Editor* din figura 3.250. Parametrul ales anterior din listă este prezent în câmpul needitabil, în dreapta acestuia se află semnul egal (=) ceea ce semnifică posibilitatea creării unei formule în câmpul editabil de mai jos.

Utilizatorul dispune de unele filtre în căutarea parametrilor care intervin în ecuație. Astfel, în lista *Members of Parameters* se alege tipul *Length*, iar din lista *Members of Length* se selectează (cu dublu *click*) acel parametru care conține distanța extrudării *Pad*.

Numele acestui parametru (*PartBody\Pad.1\FirstLimit\Length*) este, de asemenea, intuitiv. Valoarea sa de 50 mm se afișează în câmpul corespunzător al ferestrei de dialog.

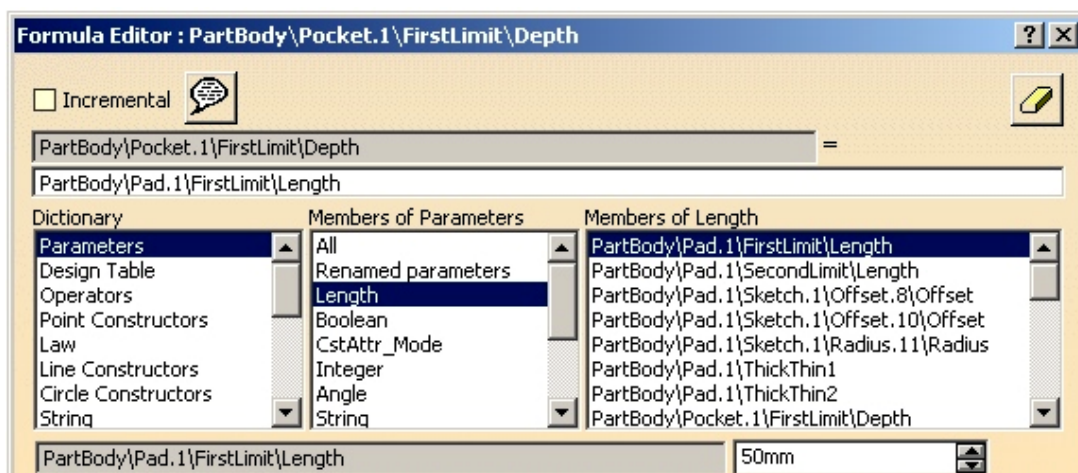


Fig. 3.250

Se confirmă formula prin apăsarea butonului *OK* și, în mod similar, se stabilește o formulă pentru adâncimea celei de-a doua degajări (*Pocket.2*).

În figura 3.251 este prezentată o porțiune a ferestrei de dialog *Formulas*, și anume zona listei parametrilor. Se observă cei doi parametri de adâncime ai instrumentelor *Pocket* ca fiind egali cu distanța de extrudare *Pad* (pe coloana *Formula*). Statusul celor două formule este *yes* pe coloana *Active*, cu semnificația că ambele sunt active.

Double click on a parameter to edit it

Parameter	Value	Formula	Active
PartBody\Pocket.1\FirstLimit\Depth	50mm	= PartBody\Pad.1\FirstLimit\Length	yes
PartBody\Pocket.1\FirstLimit\OffsetFromSurface	0mm		
PartBody\Pocket.1\SecondLimit\Depth	0mm		
PartBody\Pocket.1\Sketch.2\Offset.18\Offset	6.2mm		
PartBody\Pocket.1\Sketch.2\Offset.20\Offset	4.8mm		
PartBody\Pocket.1\ThickThin1	1mm		
PartBody\Pocket.1\ThickThin2	0mm		
PartBody\CircPattern.1\CircleSpacing	20mm		
PartBody\Pocket.2\FirstLimit\Depth	50mm	= PartBody\Pad.1\FirstLimit\Length	yes
PartBody\Pocket.2\FirstLimit\OffsetFromSurface	0mm		

Fig. 3.251

În continuare, se va crea o formulă care să specifice că raza găurii centrale executate în piesă să fie a șasea parte din latura profilului pătratic. Se selectează în lista din figura 3.249 parametrul corespunzător de rază (*PartBody\Pad.1\Sketch.1\Radius.11\Radius*), se apasă butonul *Add Formula*, iar în fereastra de dialog *Formula Editor* se face dublu *click* pe parametrul care conține una dintre valorile de latură a pătratului (*PartBody\Pad.1\Sketch.1\Offset.8\Offset*). La final, pentru a completa ecuația, se adaugă condiția de raport: $/6$.

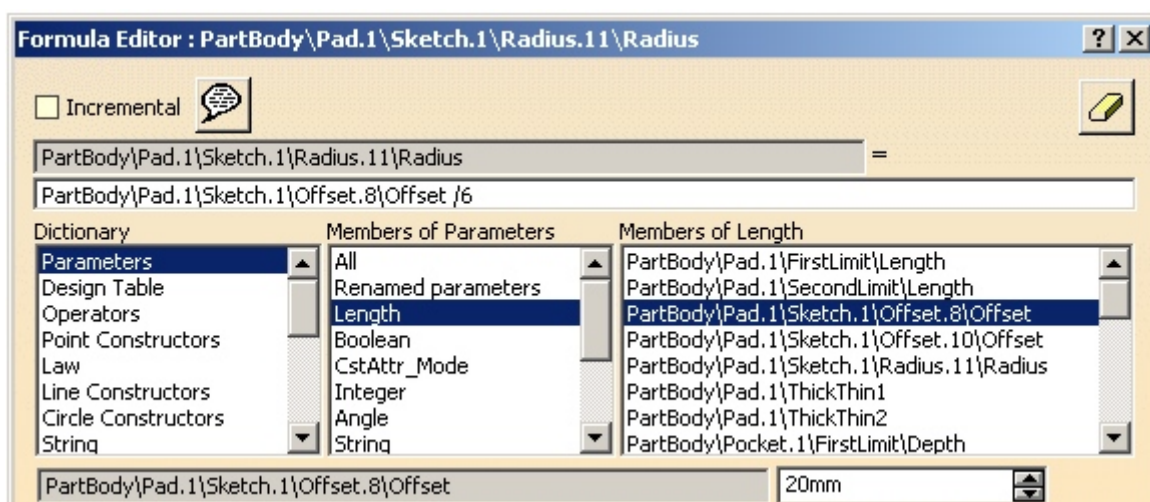


Fig. 3.252

Ca urmare a îndeplinirii celor de mai sus, arborele de specificații va conține cele trei formule (fig. 3.253), așa cum au fost stabilite anterior. Formulele sunt active până când utilizatorul decide să intervină asupra uneia dintre ele pentru a o dezactiva (vezi fig. 3.234) sau să creeze o altă formulă sau regulă pentru a defini un parametru dintre cei trei implicați în formule.

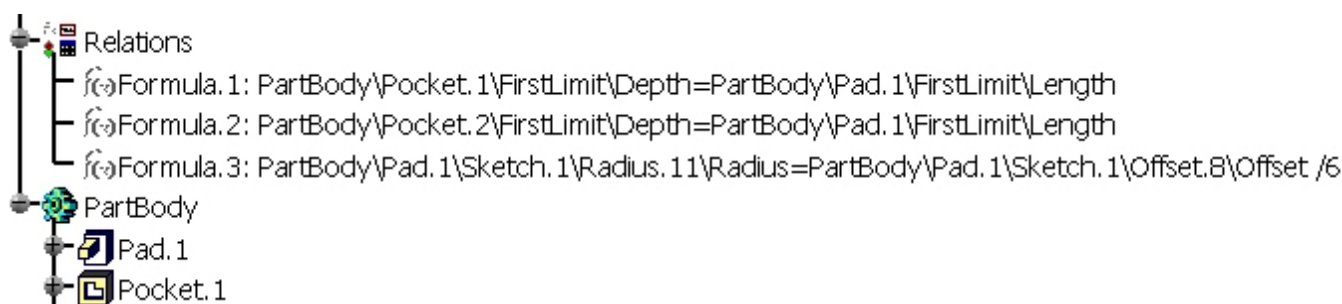


Fig. 3.253

Parametrii definiți prin formule influențează forma constructivă a piesei și nu mai pot fi editați de către utilizator. Câmpurile de editare corespunzătoare nu sunt accesibile, în dreptul parametrului respectiv apare un simbol $f(x)$, așa cum se observă în figura 3.254 (schița în care s-a definit cercul găurii centrale) și în figura 3.255 (fereastra de dialog *Pocket Definition*). Evident, formula impune valoarea calculată a parametrilor, cea inițială, din modelarea 3D, fiind înlocuită.

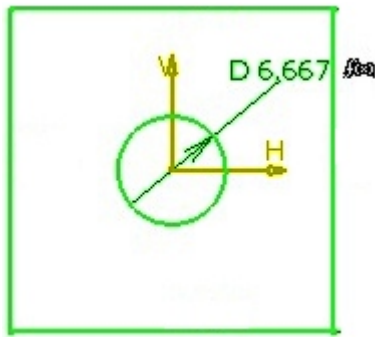


Fig. 3.254

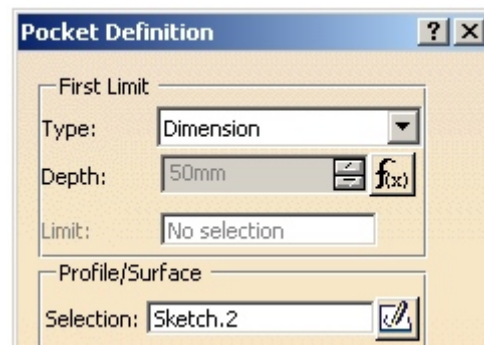


Fig. 3.255

Parametrizarea piesei continuă prin crearea unei reguli care să modifice dimensiunile degajărilor laterale în funcție de dimensiunile laturilor pătratului de la baza corpului paralelipipedic. Pentru introducerea regulii se accesează modulul *CATIA Knowledge Advisor*. Din bara de instrumente *Reactive Features* se apasă pictograma *Rule* pentru a deschide fereastra de dialog *Rule Editor*, prezentată în figura 3.256.

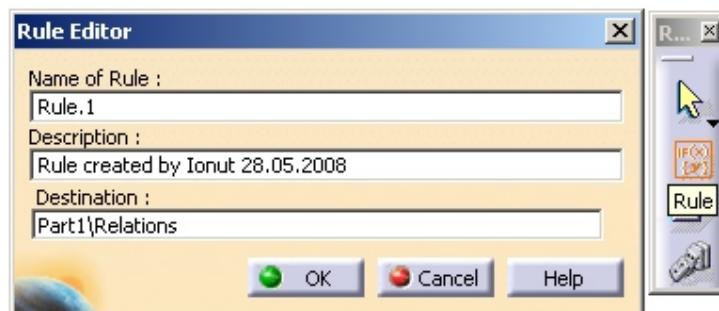


Fig. 3.256

În câmpurile editabile ale ferestrei se observă unele date de identificare ale regulii, după completarea acestora utilizatorul apasă butonul *OK* și va introduce secvența de cod *Visual Basic*:

```
/*Rule created by Ionut*/
```

```
if PartBody\Pad.1\Sketch.1\Offset.8\Offset == 30 mm
{PartBody\Pad.1\Sketch.1\Offset.10\Offset = 30 mm
PartBody\Pocket.1\Sketch.2\Offset.18\Offset = 7 mm
PartBody\Pocket.1\Sketch.2\Offset.20\Offset = 5.2 mm
PartBody\Pocket.2\Sketch.3\Offset.29\Offset = 11 mm
PartBody\Pocket.2\Sketch.3\Offset.30\Offset = 2.2 mm}
```

Semnificația relațiilor de mai sus este următoarea: în prima linie sunt unele date de identificare ale acestora. În următoarea linie se pune o condiție (*if* – dacă) de dimensiune.

Parametrul *PartBody\Pad.1\Sketch.1\Offset.8\Offset* stochează dimensiunea laturii din dreapta a pătratului din figura 3.239. Implicit, valoarea sa este de 20 mm, așa cum se observă în figura respectivă, dar și în desenul de execuție.

Dacă utilizatorul editează schița respectivă și schimbă valoarea dimensiunii din 20 mm în 30 mm, regula va face automat următoarele modificări: cealaltă latură a pătratului devine egală cu 30 mm, dimensiunea 6.2 mm devine 7 mm, dimensiunea 4.8 mm devine 5.2 mm, dimensiunea 9 mm devine 11 mm, iar dimensiunea 1.8 mm devine 2.2 mm.

Desigur, aceste modificări de dimensiuni vor schimba forma constructivă a piesei. Utilizatorul trebuie să respecte întocmai sintaxa prezentată în secvența de cod (spațiile, egalul dublu din prima relație, unitățile de măsură, parantezele acoladă etc.).

Modul de inserare a parametrilor în regulă este foarte asemănător celui aplicat în cazul formulelor (dublu *click* pe parametru în listă), la care se adaugă manual egalurile, spațiile, mm, acoladele.

Fereastra de dialog *Rule Editor* din figura 3.257 prezintă modul în care sunt inserați parametrii, iar în figura 3.258 este afișat arborele de specificații care conține regula *Rule.1* activă.

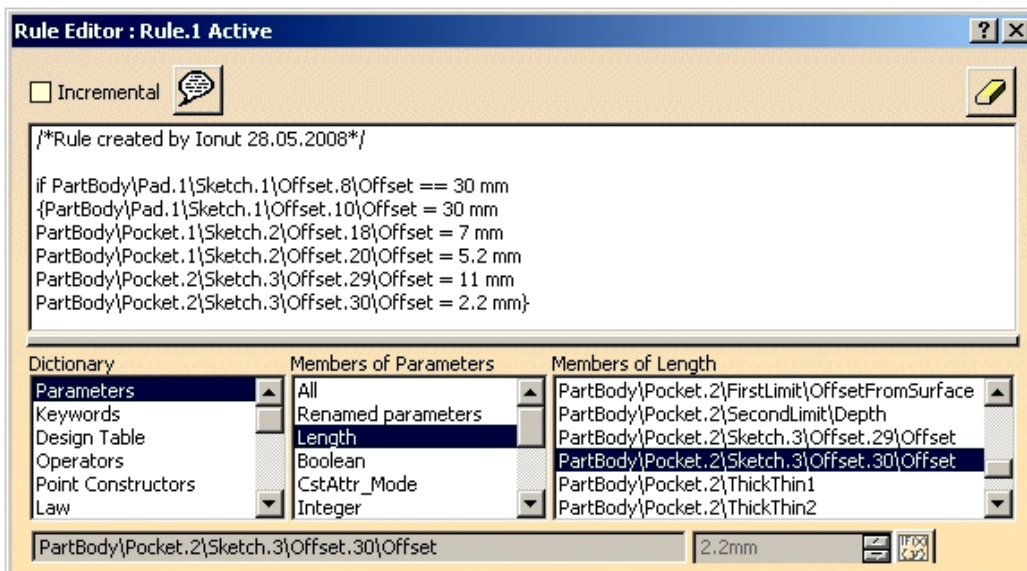


Fig. 3.257

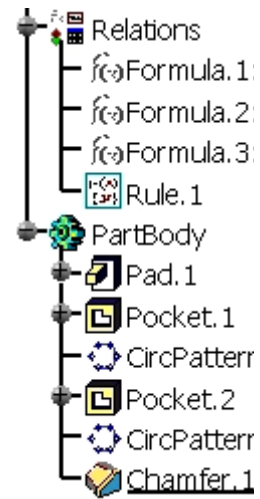


Fig. 3.258

Pentru a proba regula introdusă, se editează cu dublu *click* schița *Sketch.1* din cadrul *Pad.1*, fiind afișat pătratul constrâns (fig. 3.259). Se observă că dimensiunea laturii din dreapta a pătratului este editabilă, iar cealaltă, de sus, are alăturată o pictogramă $f(x)$, datorită constrângerii impuse prin regulă.

În figură este prezentată, de asemenea, și fereastra de dialog *Constraint Definition* obținută prin efectuarea unui dublu *click* pe dimensiunea editabilă. În câmpul *Value* utilizatorul introduce valoarea nouă, de 30 mm, iar dacă apasă butonul *More>>* poate vedea numele constrângerii dimensionale respective: *Offset.8*. Acest nume se află, desigur, prezent în lista relațiilor din care este creată regula.

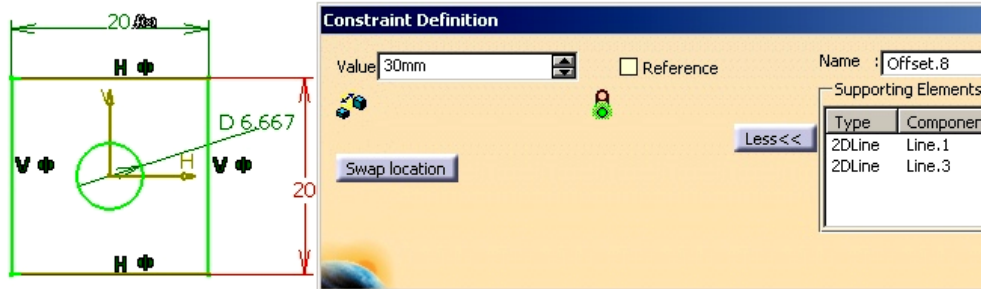


Fig. 3.259

În urma confirmării de modificare a valorii dimensiunii (apăsarea butonului *OK* al ferestrei de dialog), regula, fiind activă, schimbă dimensiunile constrânse prin relațiile din interiorul său.

Evident, regula se aplică doar în momentul în care utilizatorul introduce exact valoarea de 30 mm, orice alte valori nu afectează și nici nu lansează în execuție regula. Dezactivarea regulii din meniul contextual permite utilizatorului să modifice laturile pătratului la dimensiunile inițiale.

Totodată, prin introducerea valorii de 30 mm pentru latura din dreapta a pătratului se modifică și raza găurii centrale executate în piesă, aceasta fiind în raportul de 1/6 cu latura respectivă datorită celei de-a treia formule (fig. 3.252). Figura 3.260 conține modelul parametrizat al piesei, formulele și regula (active). Acest model este, desigur, diferit de cel original, aflat în desenul de execuție (fig. 3.238).

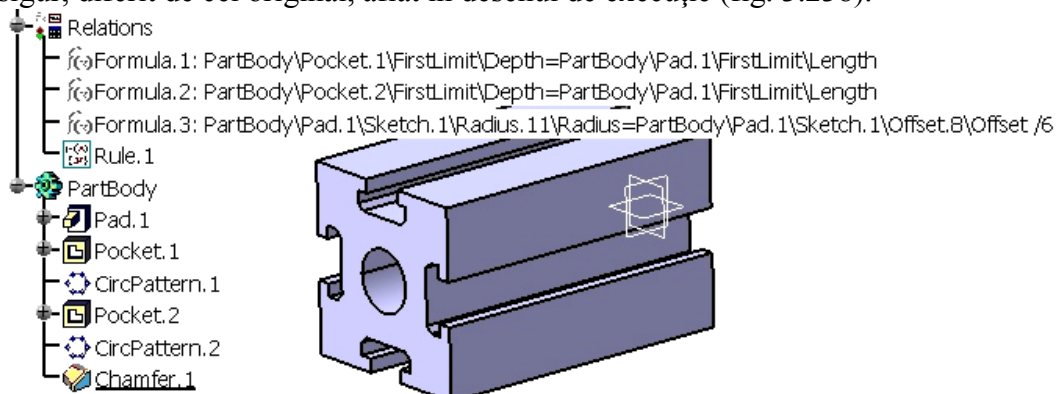
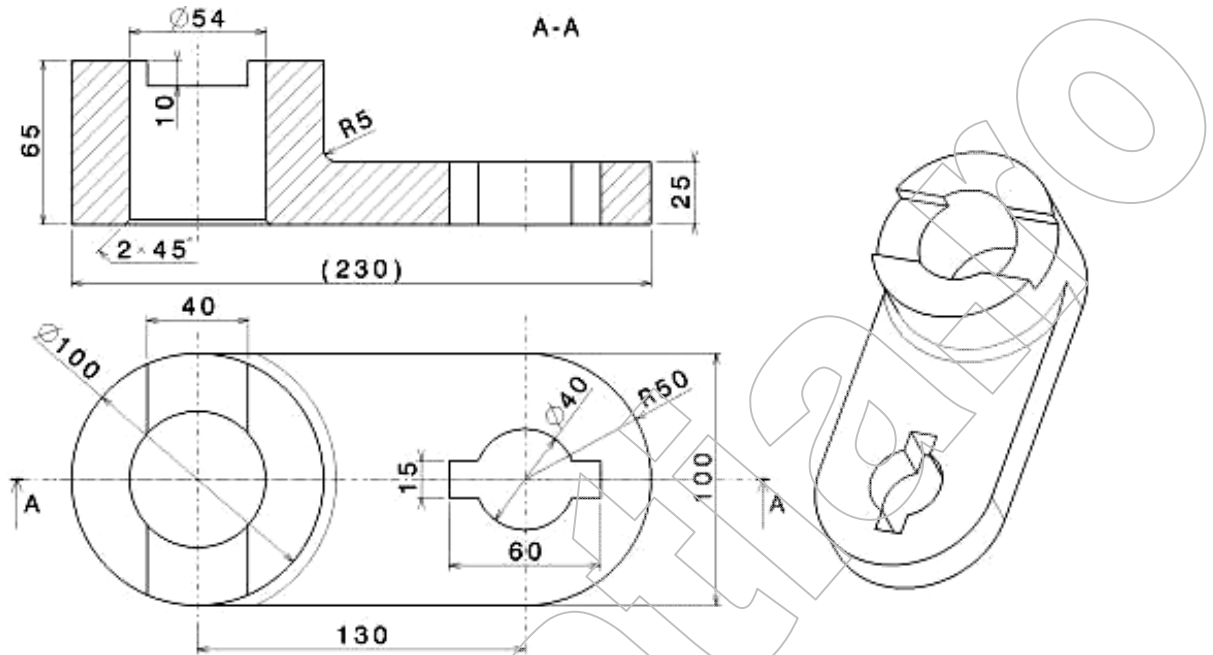


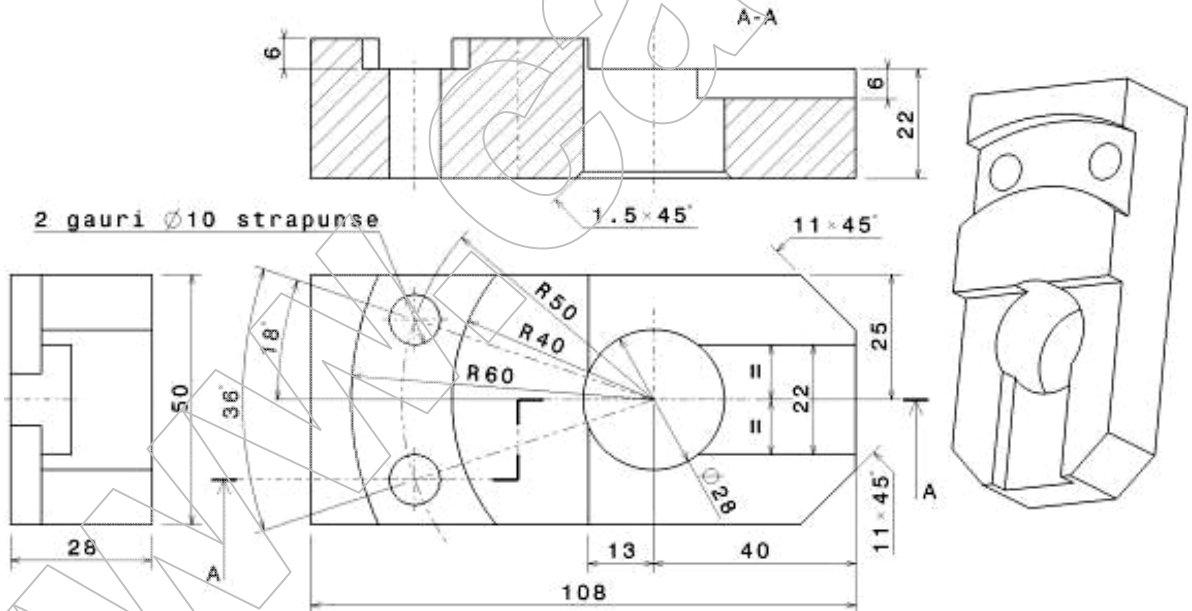
Fig. 3.260

Aplicații individuale. Piese propuse spre modelare:

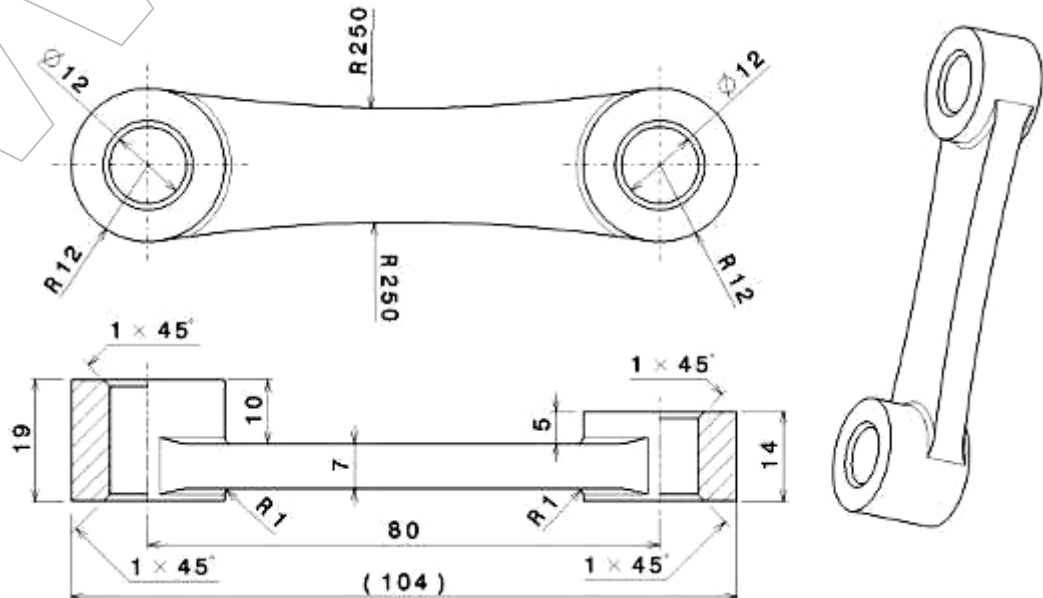
Piesa 1.



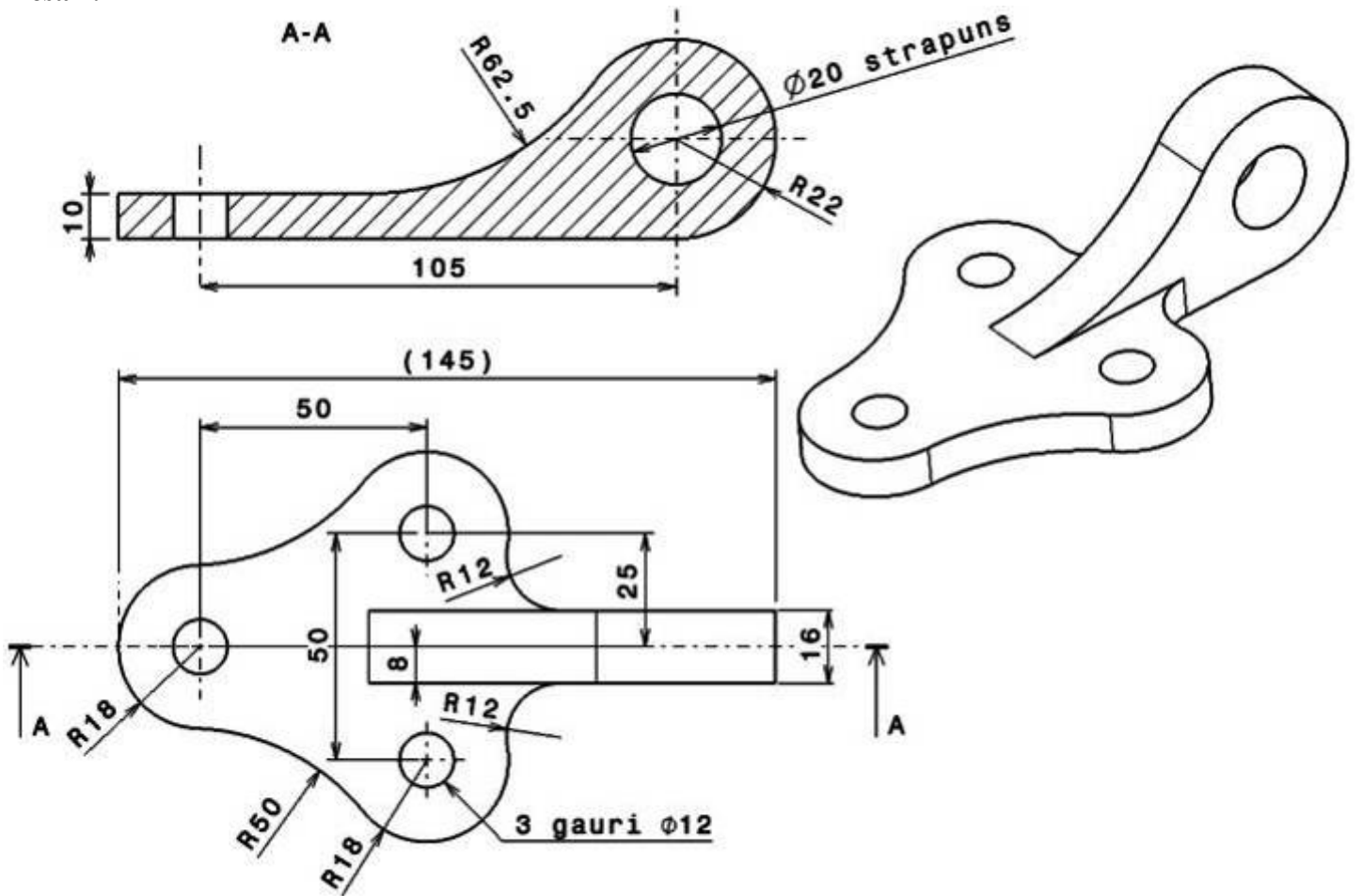
Piesa 2.



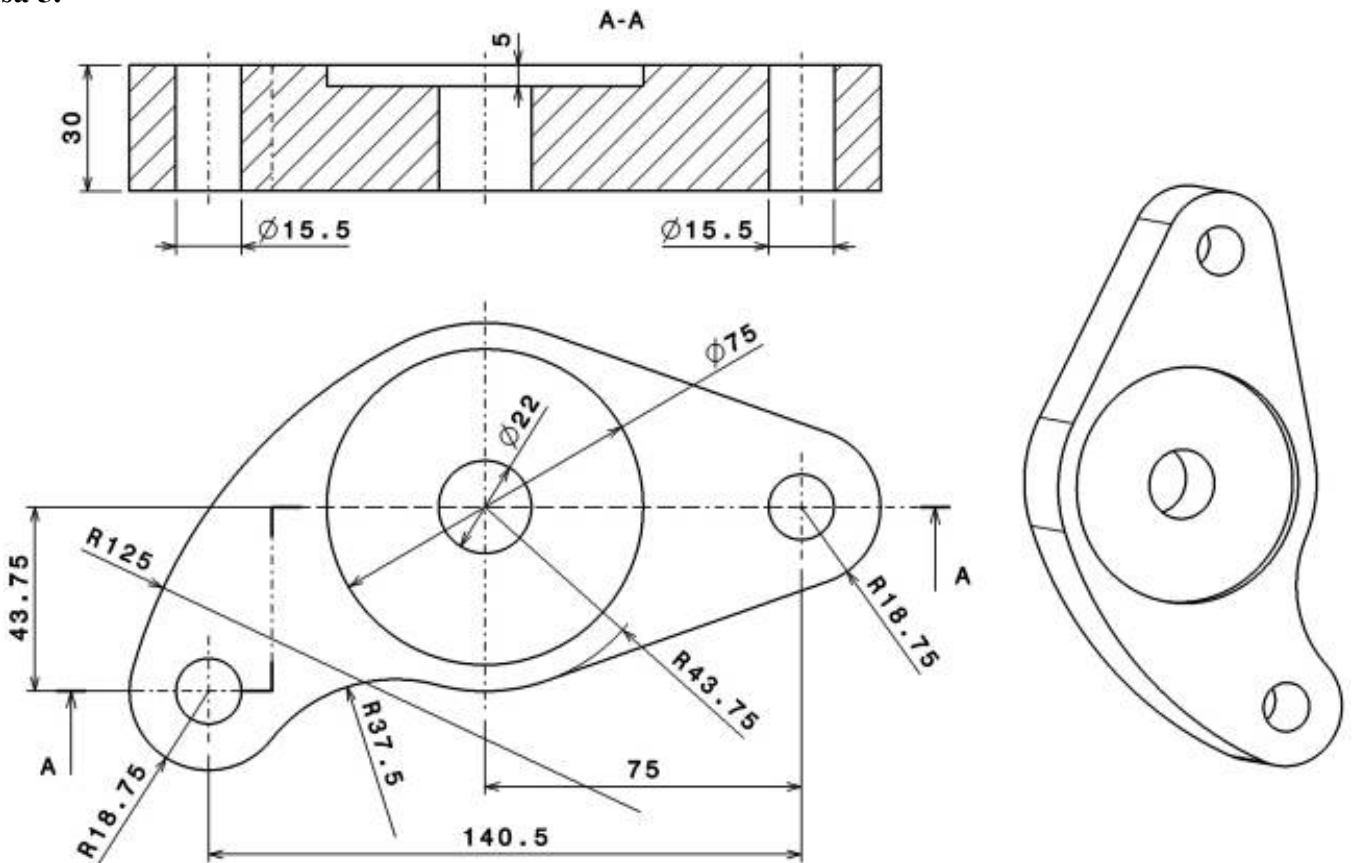
Piesa 3.



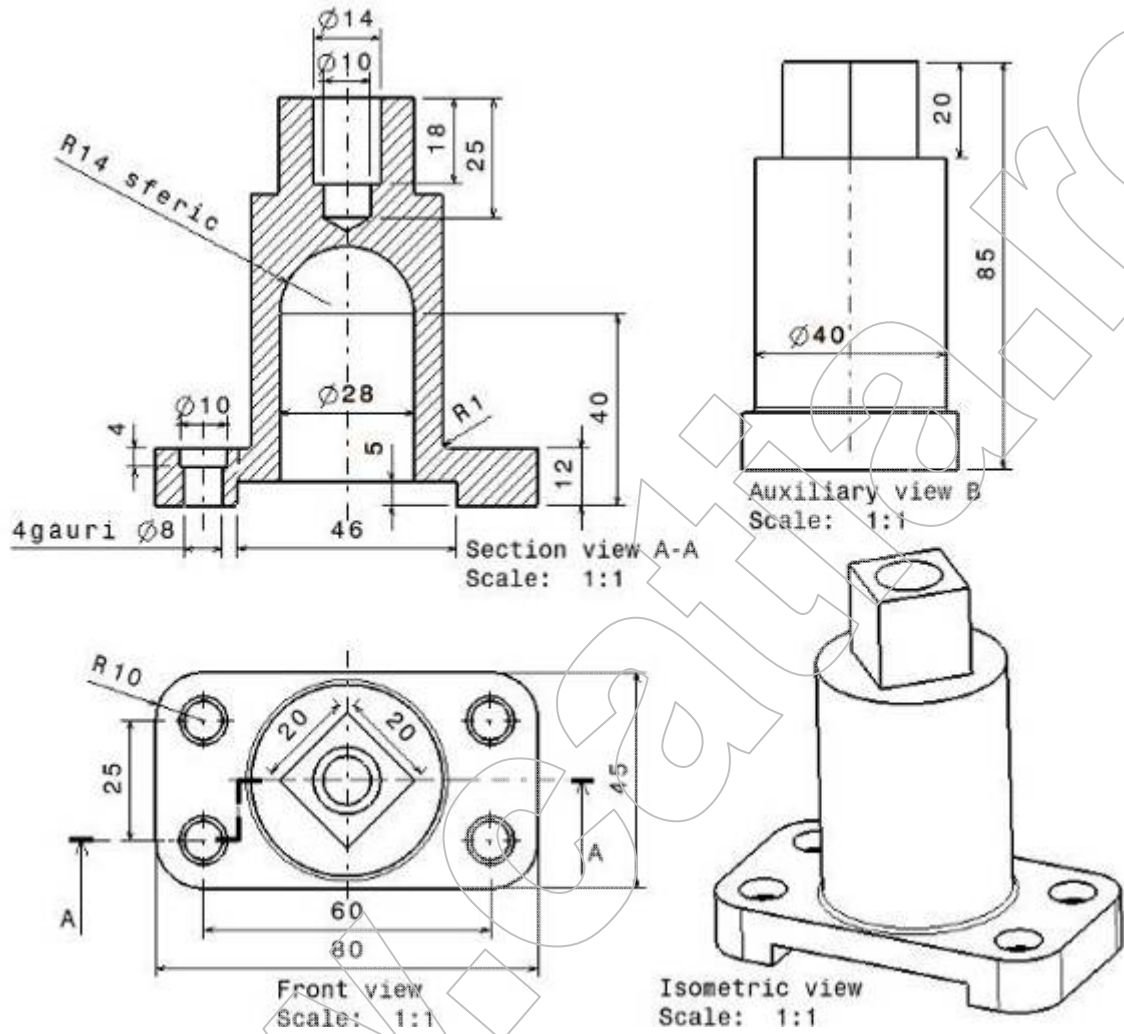
Piesa 4.



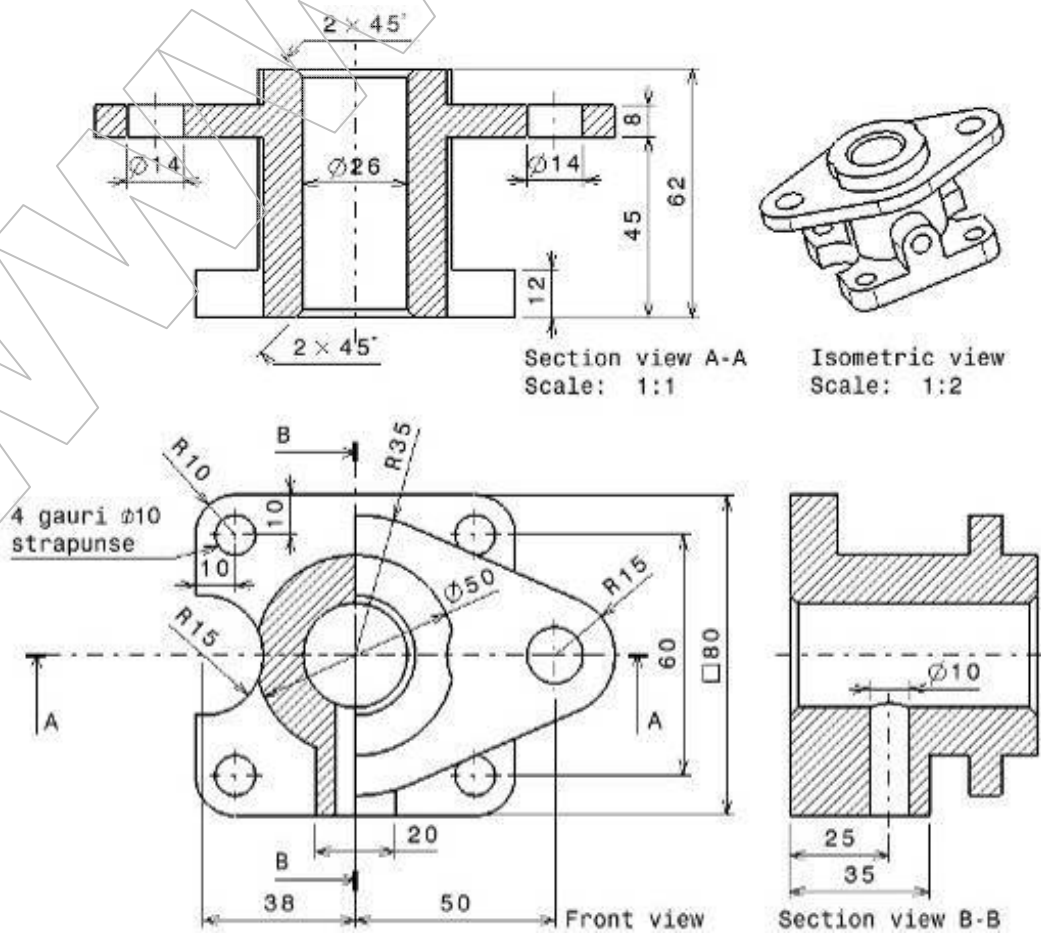
Piesa 5.



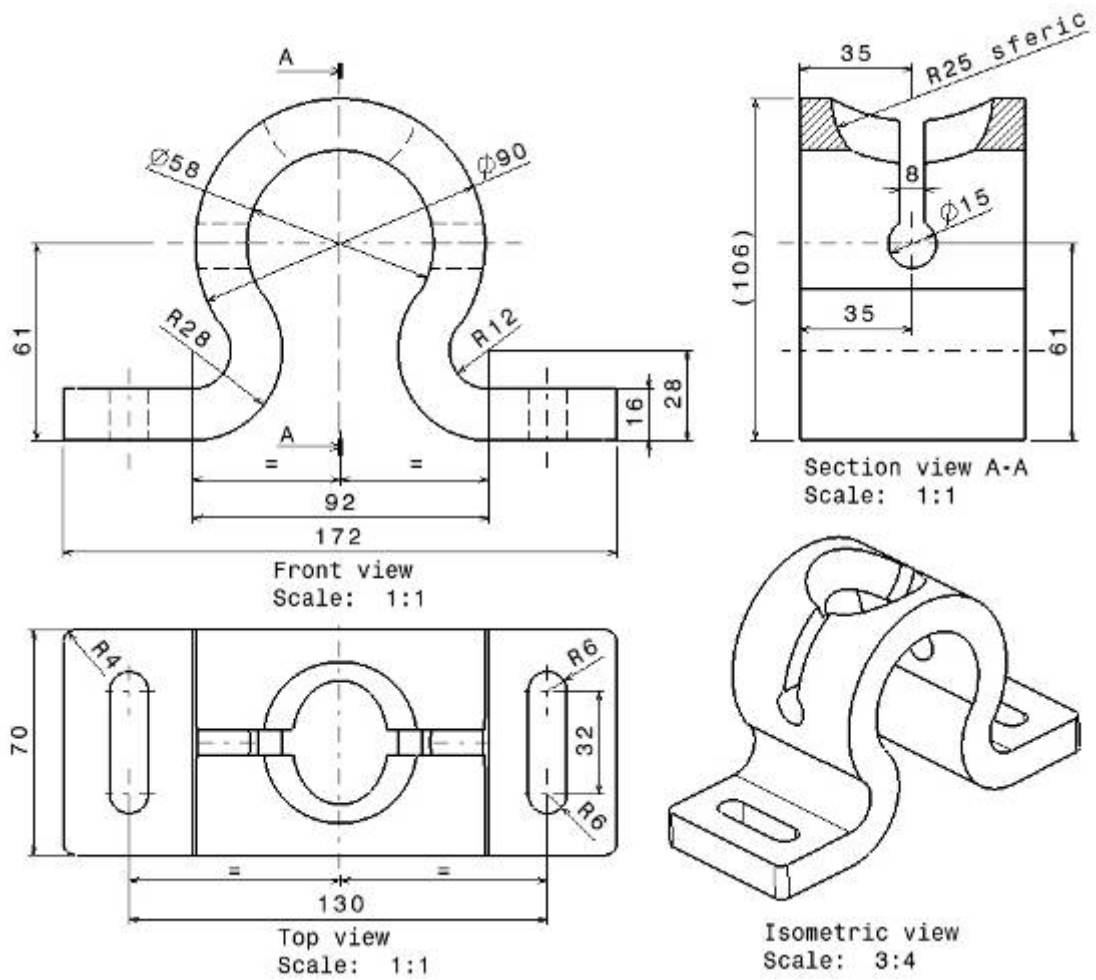
Piesa 6.



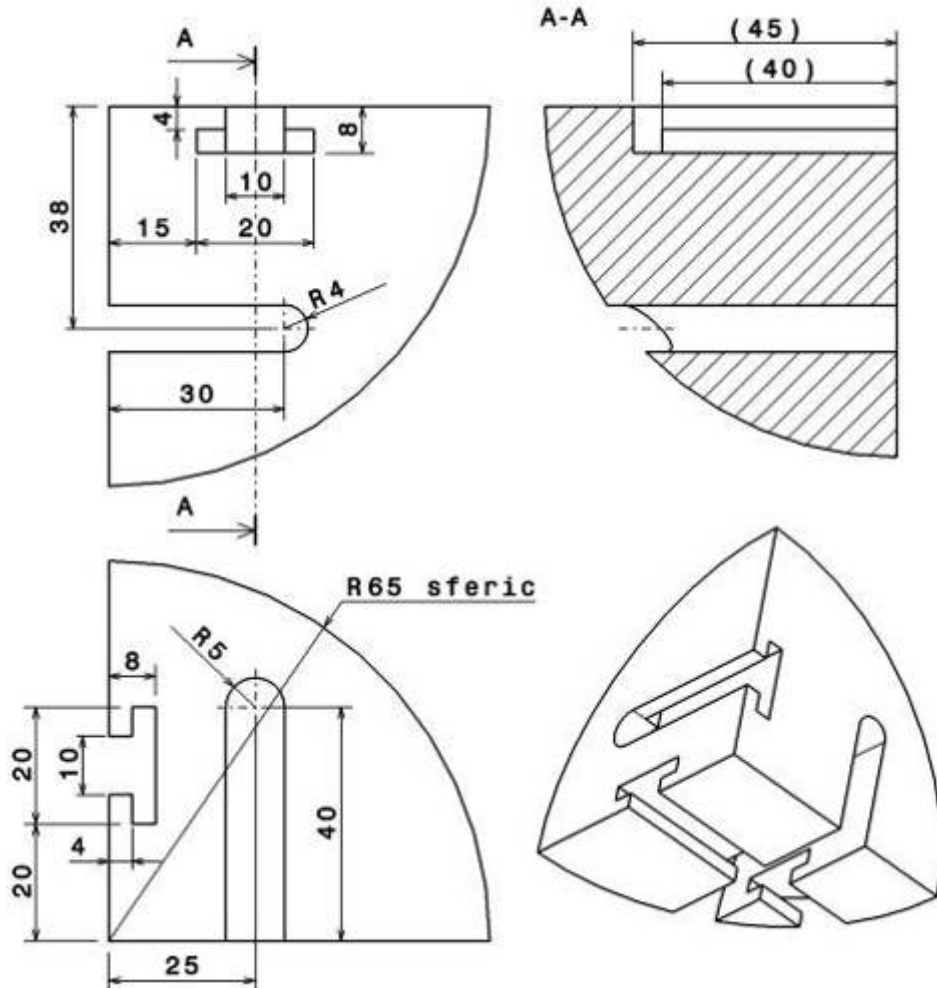
Piesa 7.



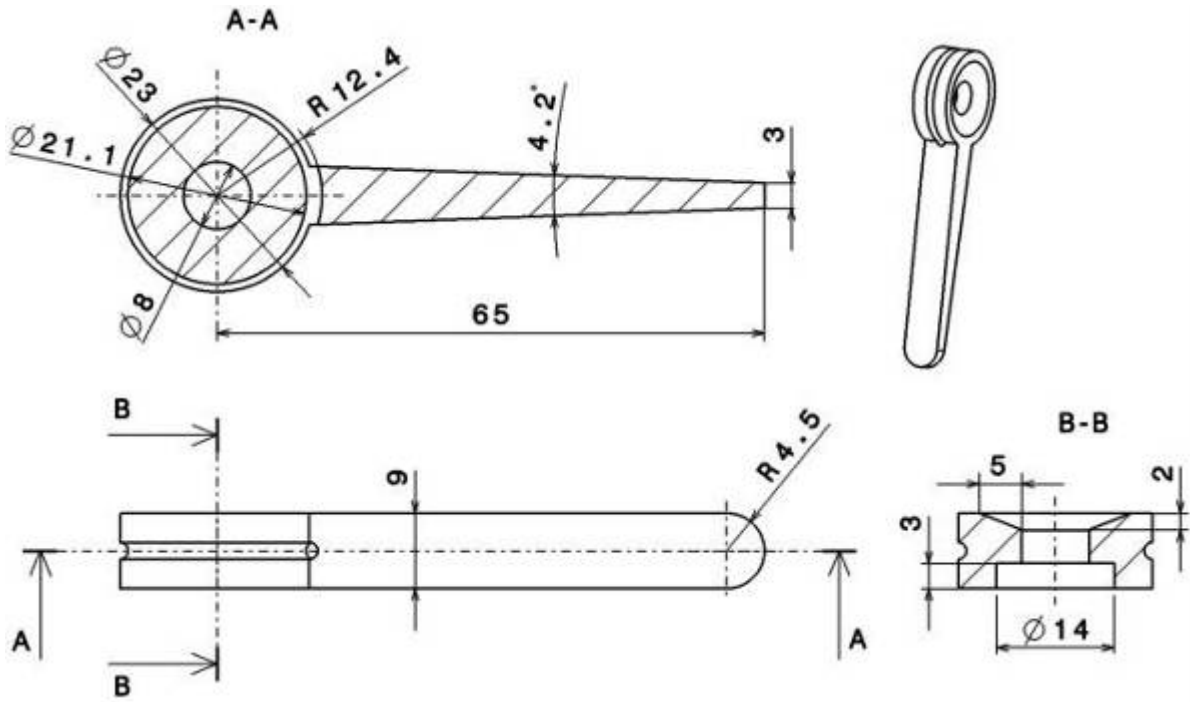
Piesa 8.



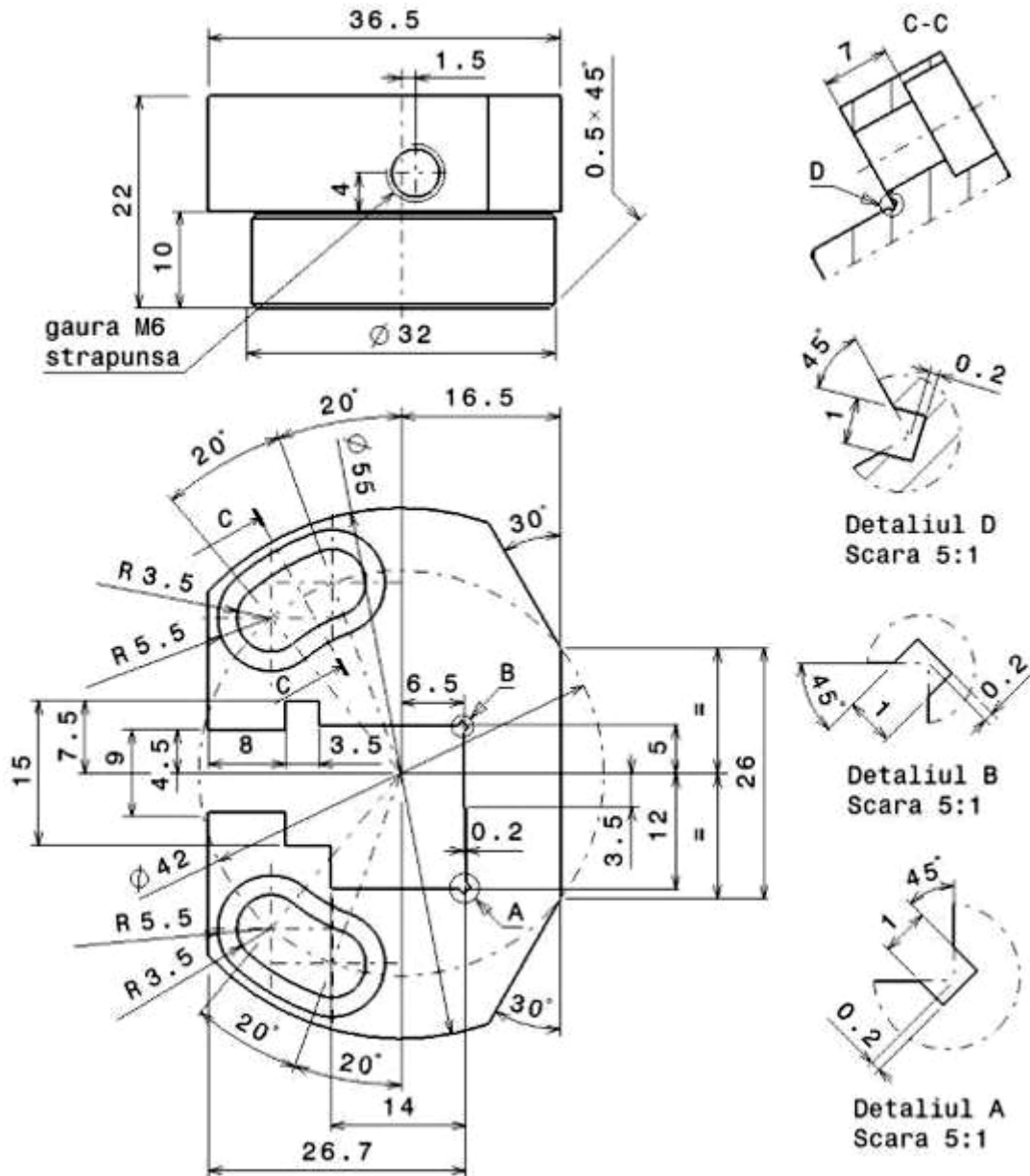
Piesa 9.



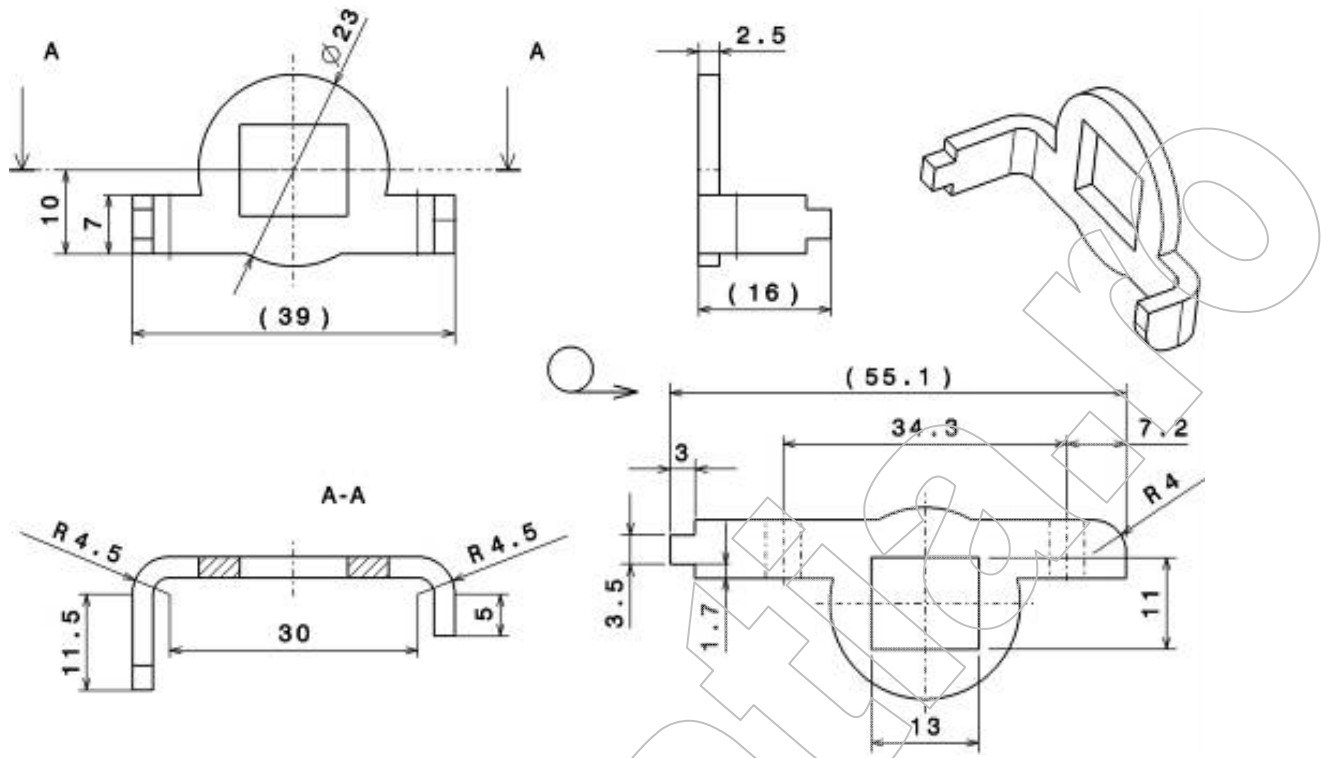
Piesa 10.



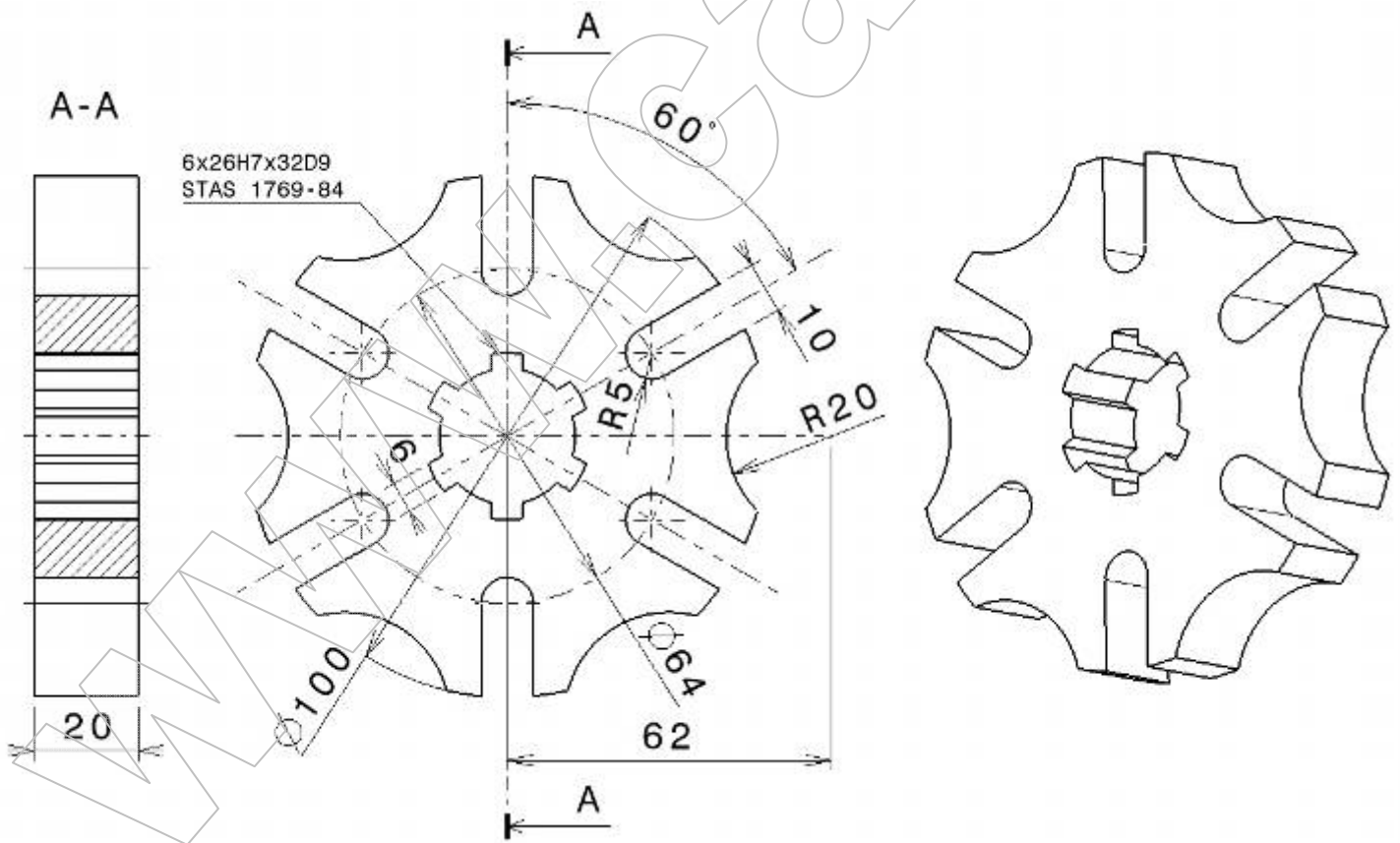
Piesa 11.



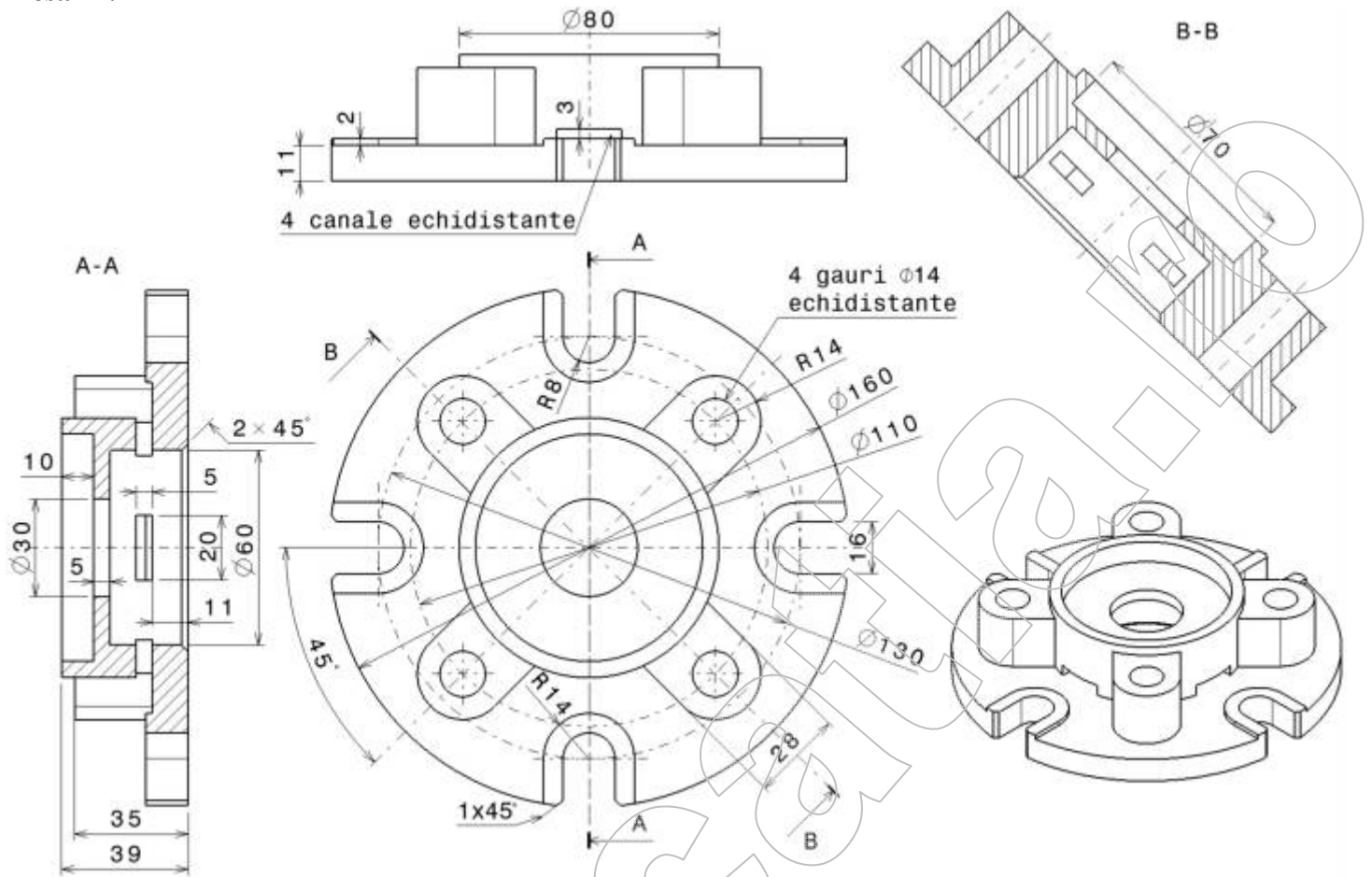
Piesa 12.



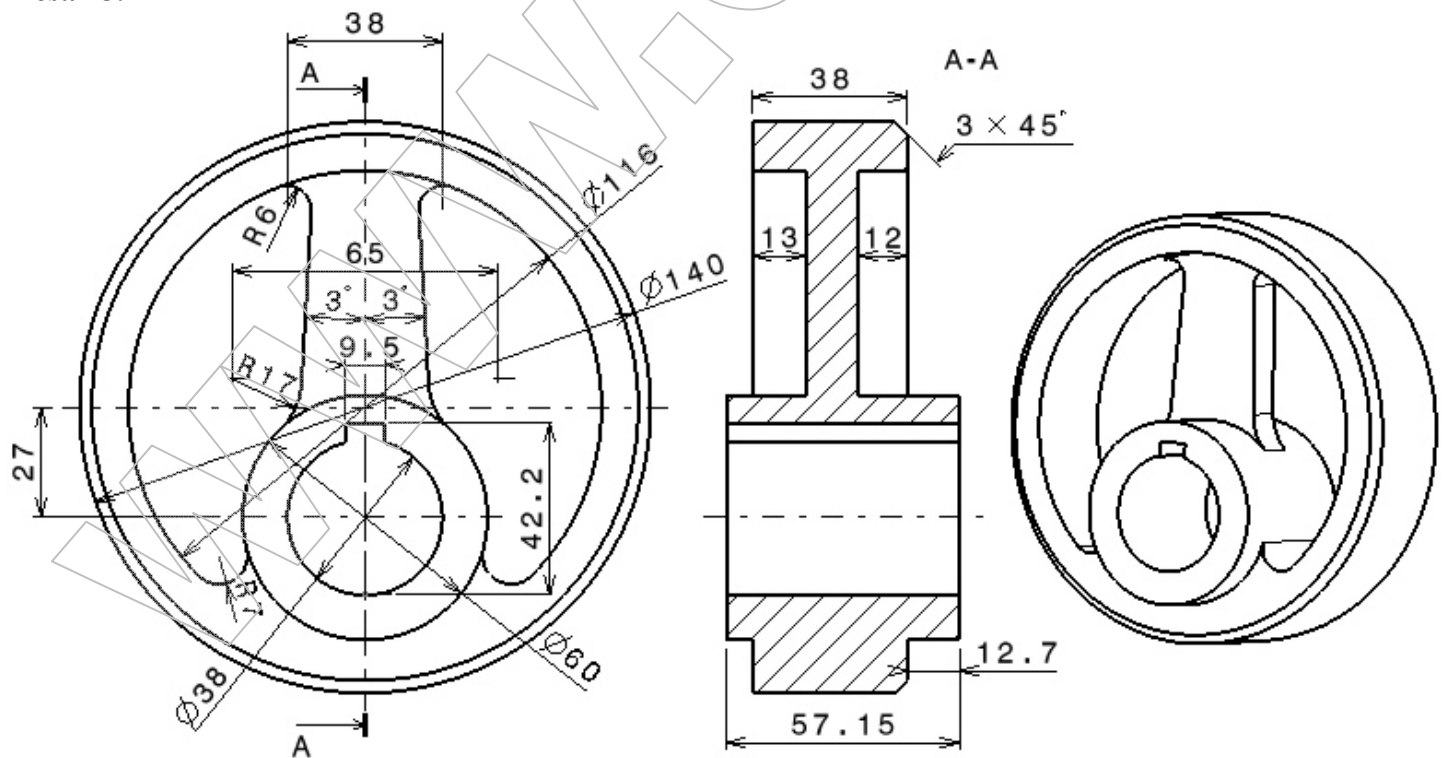
Piesa 13.



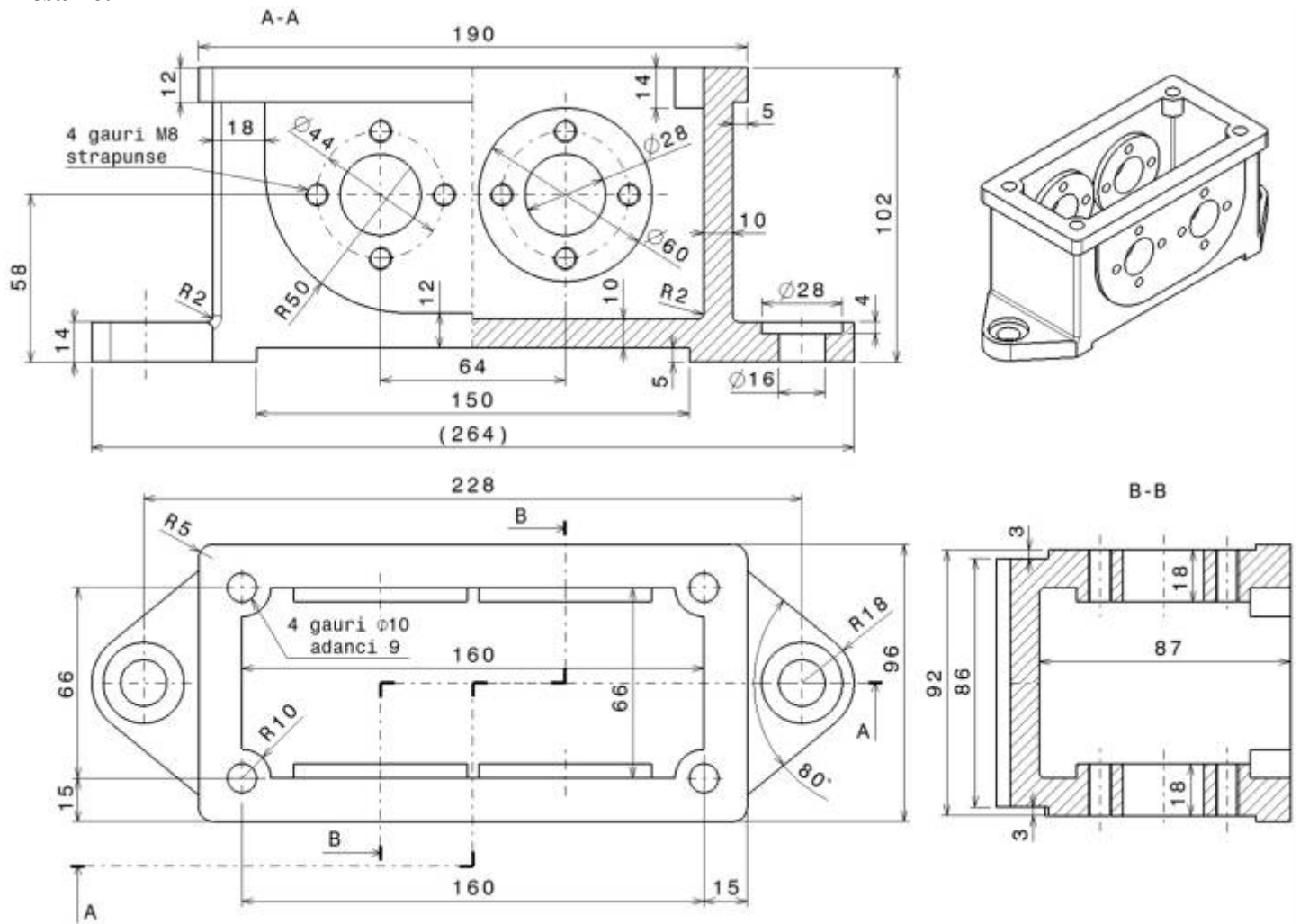
Piesa 14.



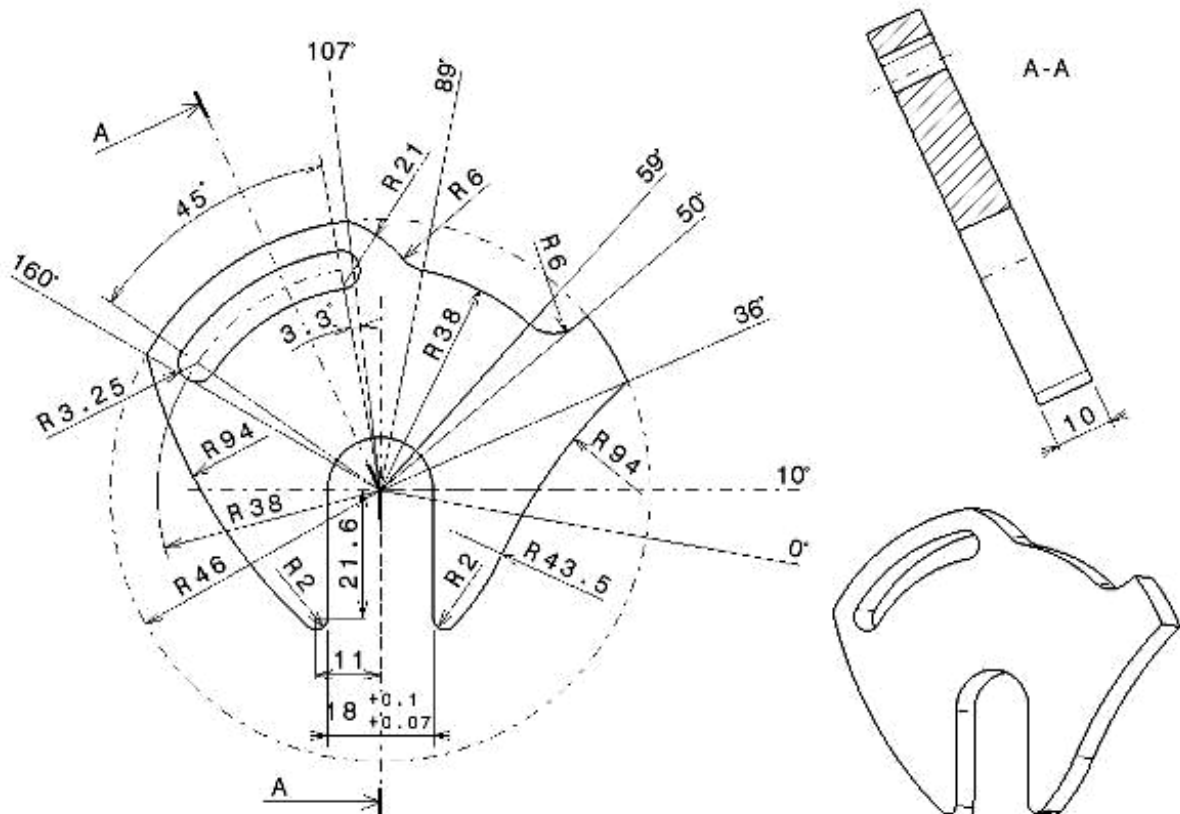
Piesa 15.



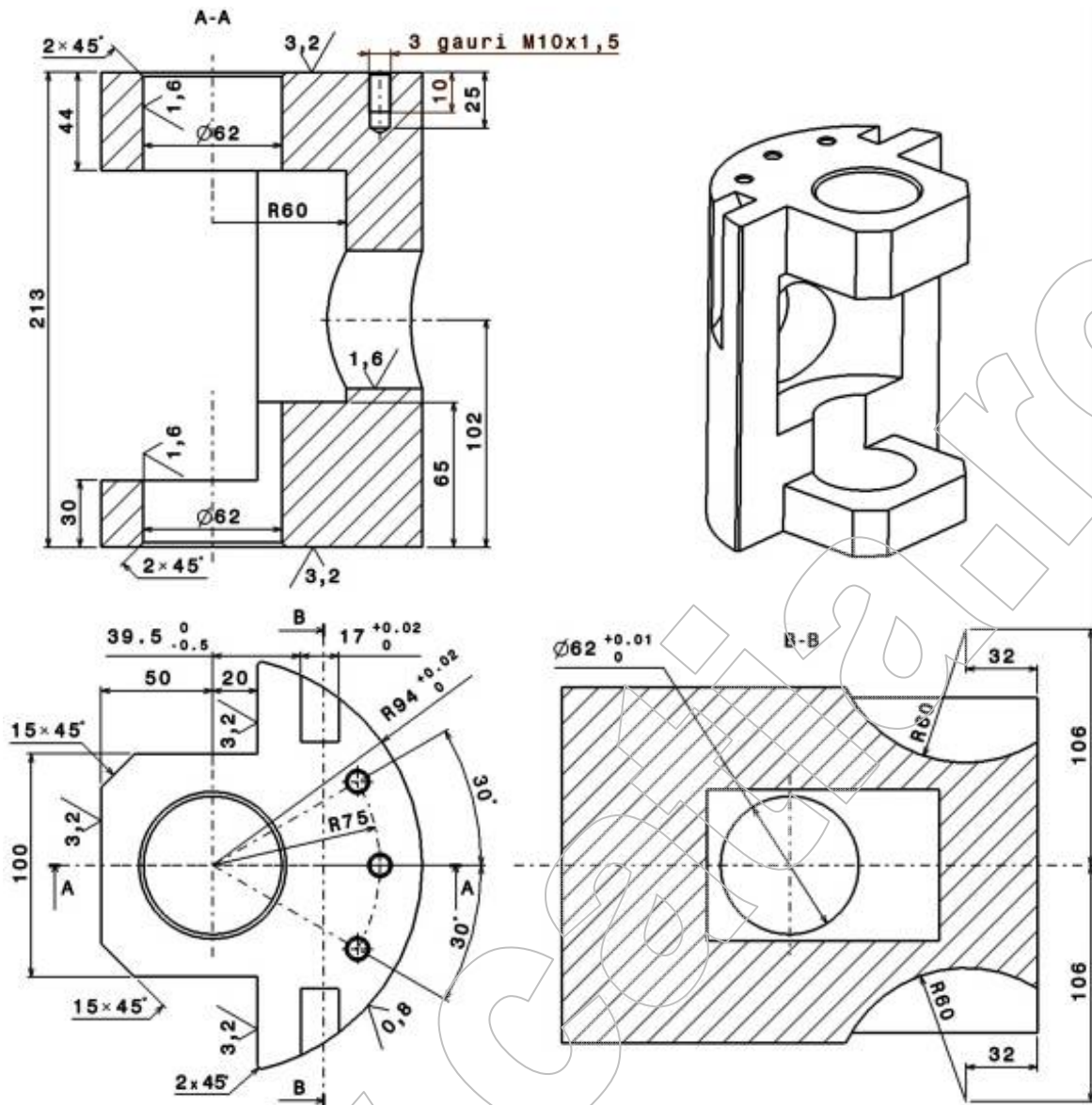
Piesa 16.



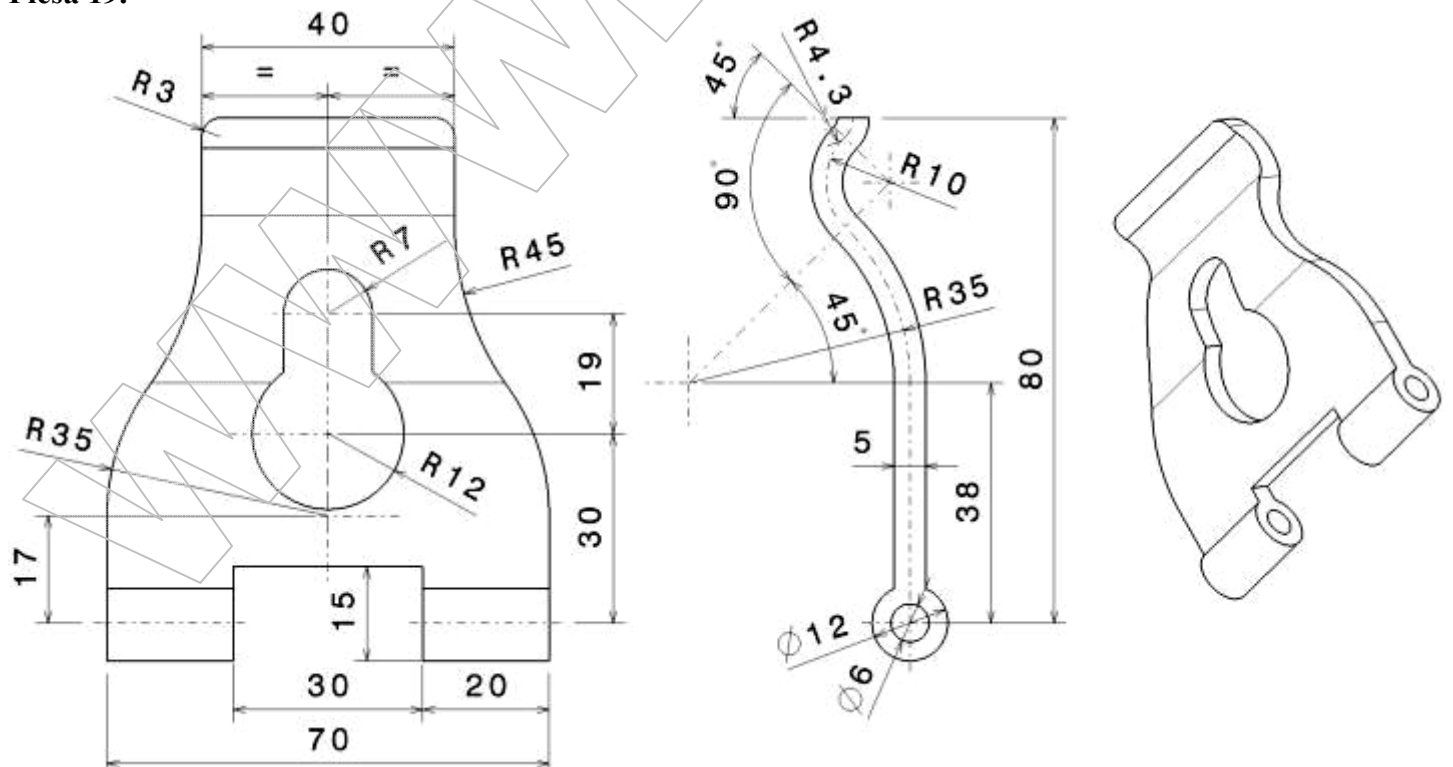
Piesa 17.

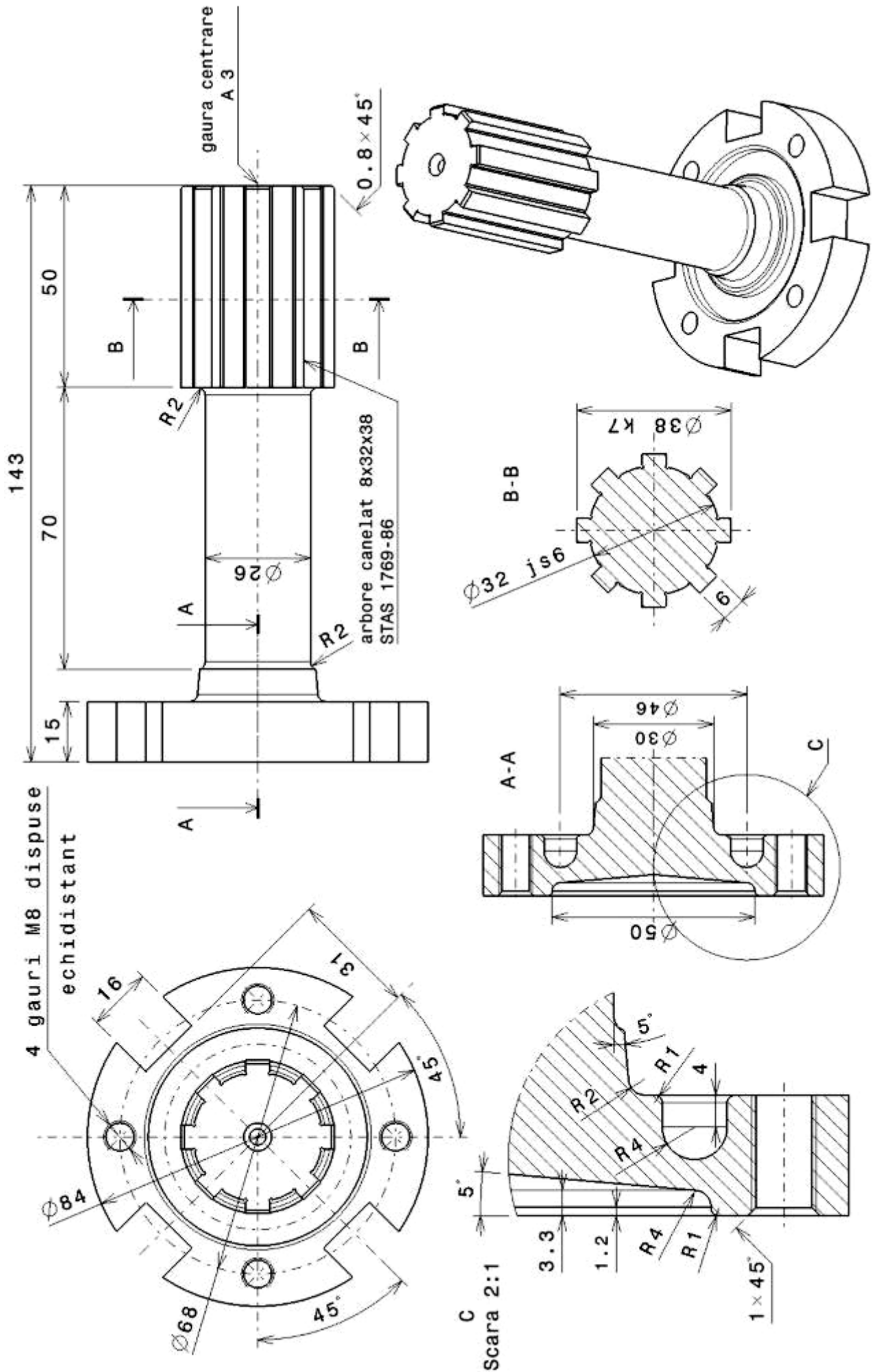


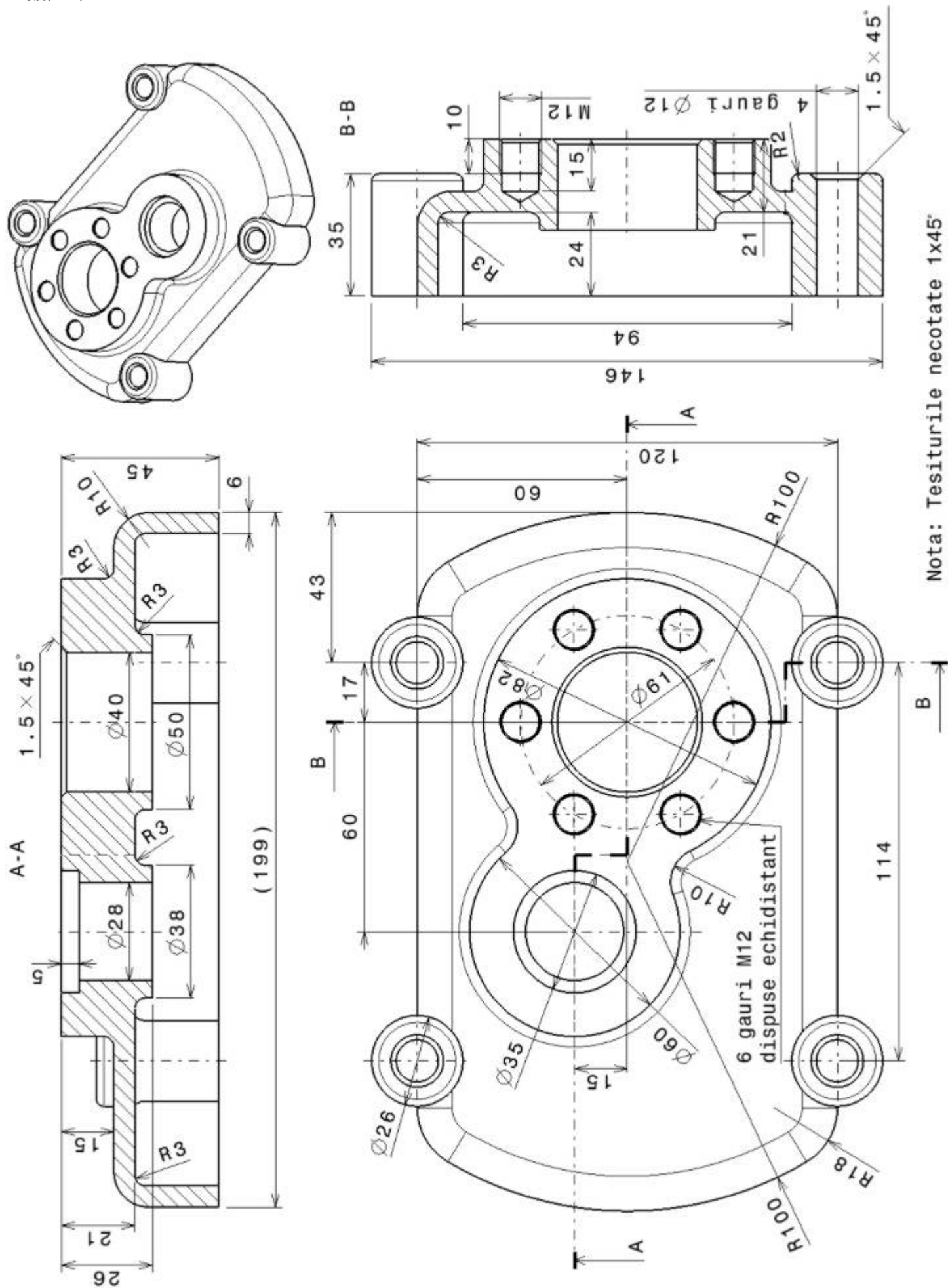
Piesa 18.



Piesa 19.

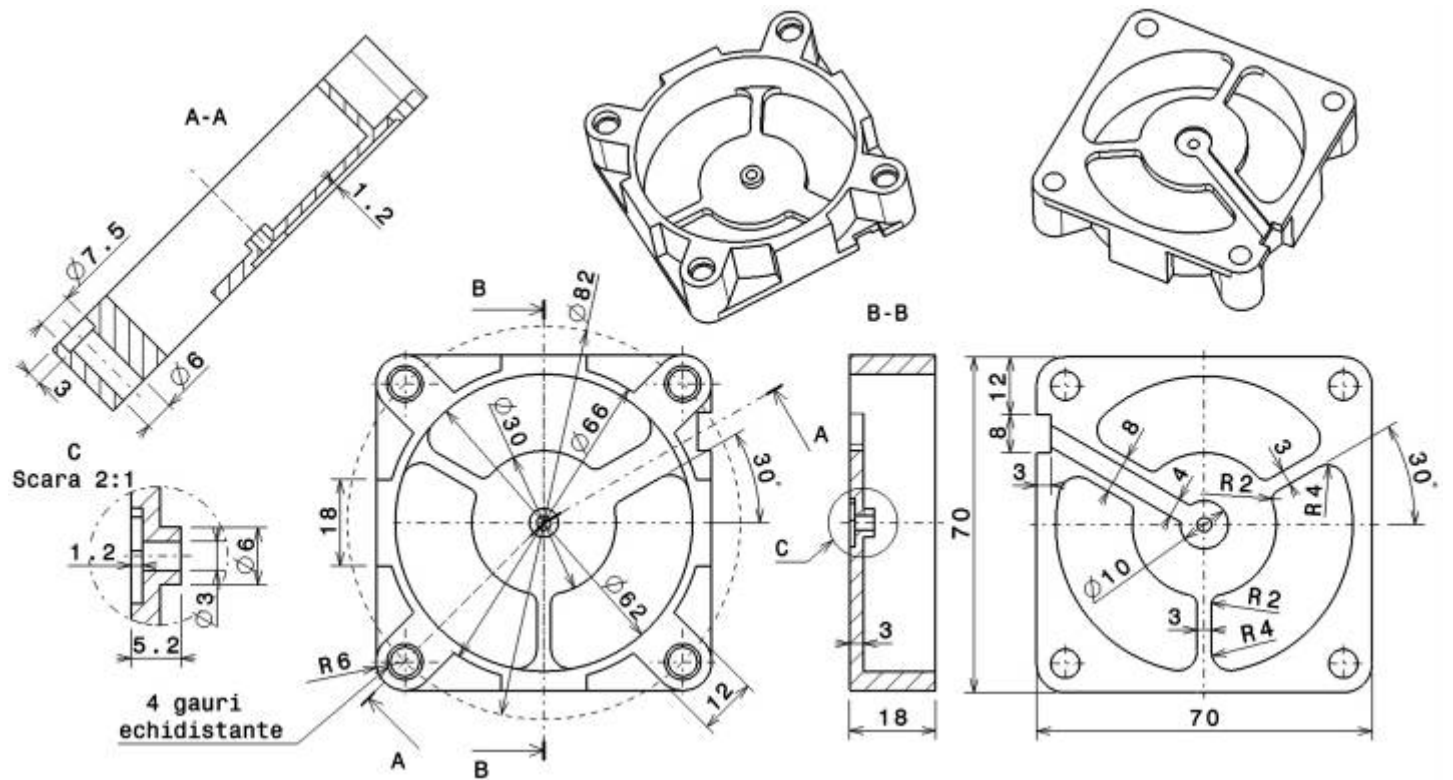




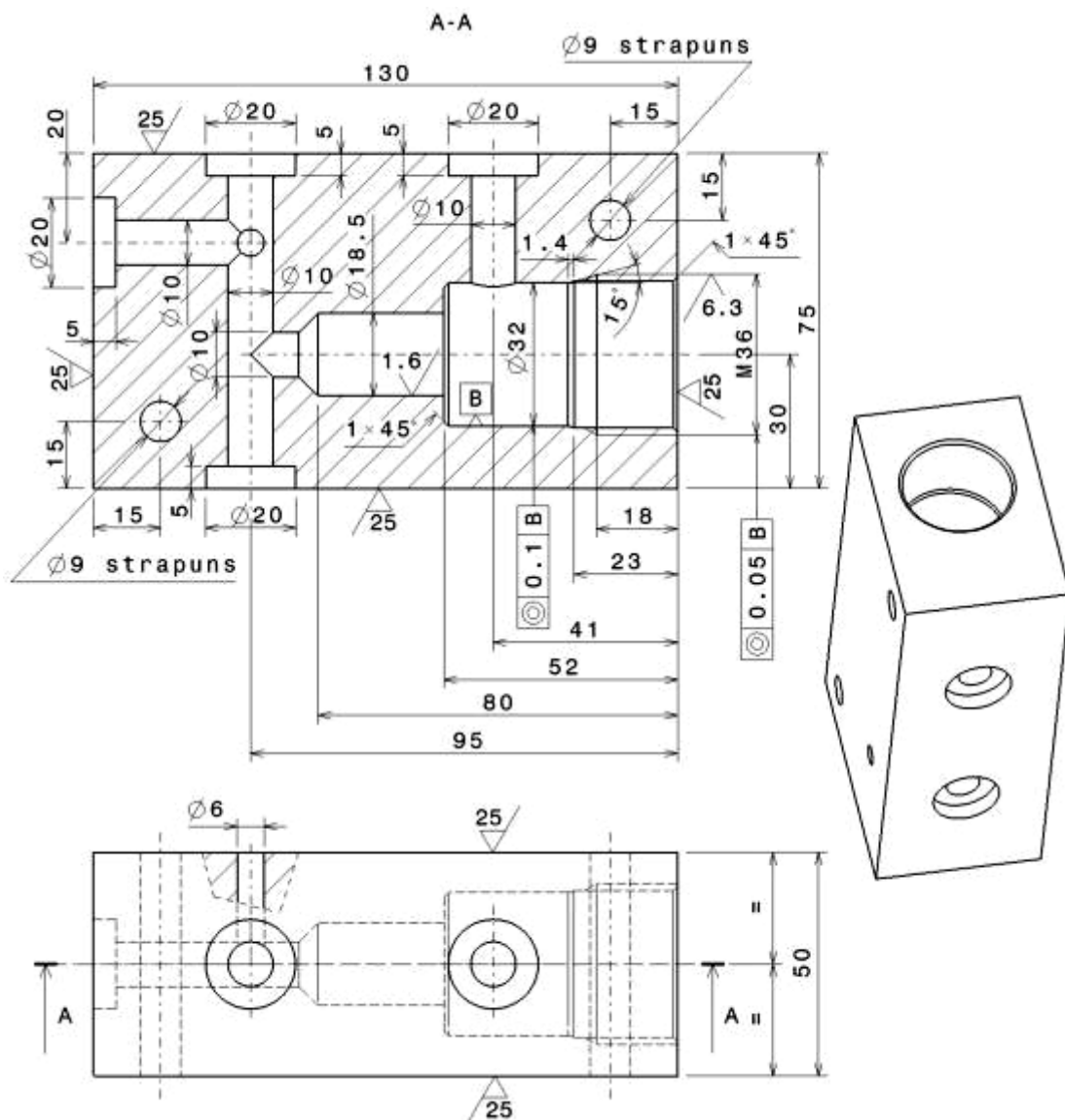


Nota: Tesiturile necotate 1x45°

Piesa 22.



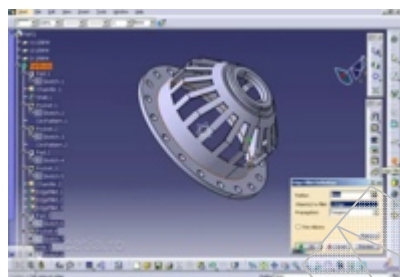
Piesa 23.



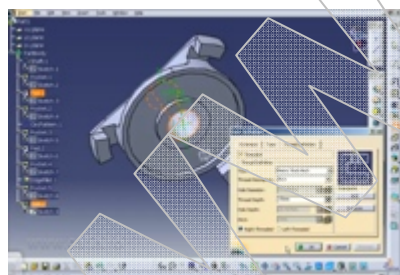
Bibliografie:

1. **Ghionea, I.**, (2004) – *Module de proiectare asistată în CATIA V5 cu aplicații în construcția de mașini*. Editura BREN, București, ISBN 973-648-317-7.
2. **Ghionea, I.**, (2007) - *Proiectare asistată în CATIA v5. Elemente teoretice și aplicații*. Editura BREN, București, ISBN 978-973-648-654-8.
3. **Ghionea, I.**, (2009) – *CATIA v5. Aplicații în inginerie mecanică*. Editura BREN, București, ISBN 978-973-648-843-6.
4. **Ghionea, I.**, (2008), *Using FEA to study a fixture assembly*. Design World Magazine, pp.34-38, Design World, Ohio, USA.
5. Stăncescu, C., Pârvu, C., Doicin, C., Cojocariu, Alupei, O., (2004) – *Album de proiectare 3D cu AutoCAD*. Editura Fast, București, ISBN 973-86798-0-x.
6. Vasilescu, E., Marin, D., Zgură, A., Ioniță, S., Raicu, L., Bendic, V., (1994) – *Desen tehnic industrial. Elemente de proiectare*. Editura Tehnică, București, ISBN 973-31-0679-8.
7. Vlase, A., (1996) – *Tehnologia construcțiilor de mașini*. Editura Tehnică, București, ISBN 973-31-0777-8.
8. Dăscălescu, A., (2005) – *Desen tehnic industrial. Reprezentările, cotarea, notarea și înscrierea desenului tehnic. Aplicații*. Editura RISOPRINT, Cluj-Napoca, ISBN 973-751-080-1.
9. Marin, D., (2007) – *Desen tehnic. Elemente de proiectare*. Editura BREN, București, ISBN 978-973-648-633-3.
10. **Ghionea, I.**, (2003) – *Rapport de stage*. Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, Aix-en-Provence, Franța.
11. **Ghionea, I.**, (2007) – *A practical approach in the finite element method study of a mechanical part*. Scientific Bulletin, Serie C, Volume XXI, Fascicle: Mechanics, Tribology, Machine Manufacturing Technology, North University of Baia Mare, ISSN-1224-3264.
12. **Ghionea, I.**, (2007), *Considerations about the methodology and results for the finite element analysis of a mechanical assembly*. Proceedings of the 16-th International Conference on Manufacturing Systems - ICMA S, Politehnica University of Bucharest, Published by Editura Academiei Române, ISBN 1842-3183.
13. ***, CATIA V5R15., (2005) - *Documentație de firmă*. Dassault Systemes.

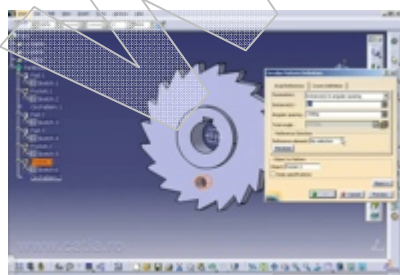
Tutoriale video (necesită conexiune permanentă la Internet):



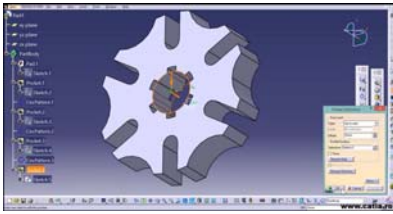
<https://www.youtube.com/watch?v=PaolISMFEvkg>
Catia video tutorial creation of a 3D part (1)



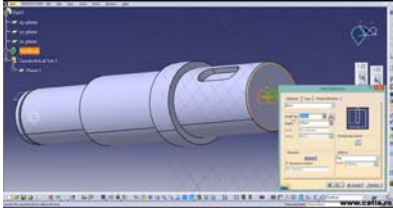
<https://www.youtube.com/watch?v=ZAXJv75rLg0>
Catia video tutorial creation of a 3D part (2)



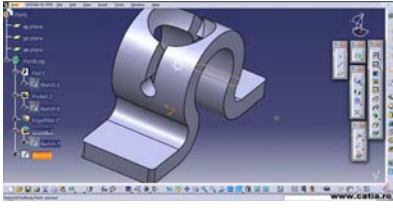
https://www.youtube.com/watch?v=DhJBw_Lf2o0
Catia video tutorial creation of a 3D part (3)



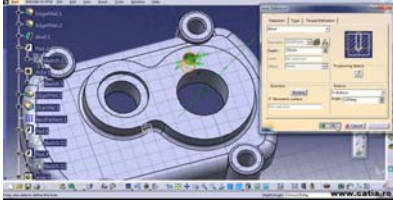
<https://www.youtube.com/watch?v=5jTlzx7ywgM>
Solid creation of a mechanical part 4



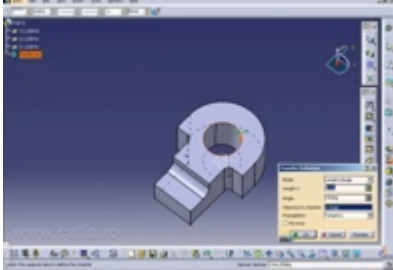
<https://www.youtube.com/watch?v=CfREiUe9aiA>
Solid creation of a mechanical part 3



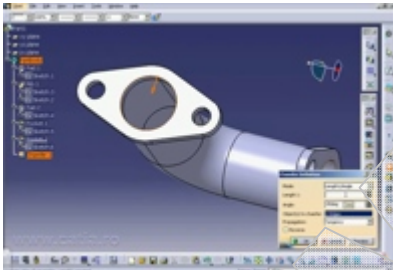
https://www.youtube.com/watch?v=LvYbqk_jJDE
Solid creation of a mechanical part 2



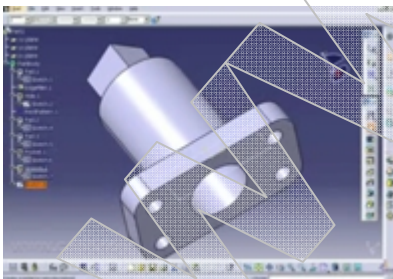
<https://www.youtube.com/watch?v=G3DYEtERmaA>
Solid creation of a mechanical part 1



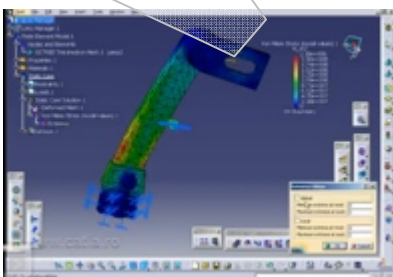
<http://www.youtube.com/watch?v=PUFndxbH44A>
Catia video tutorial creation of a 3D part (4)



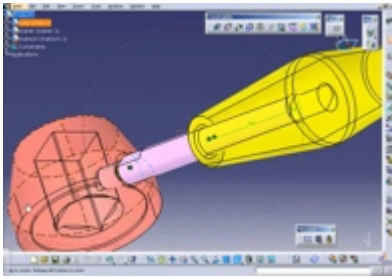
<https://www.youtube.com/watch?v=x7-gwSq08Pc>
Catia video tutorial creation of a 3D part (5)



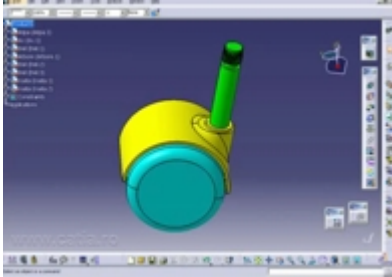
<https://www.youtube.com/watch?v=skILCusAwF0>
Catia video tutorial creation of a 3D part (6)



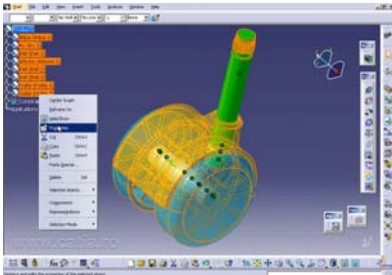
<https://www.youtube.com/watch?v=ZXU0laxyubU>
Catia video tutorial FEM analysis



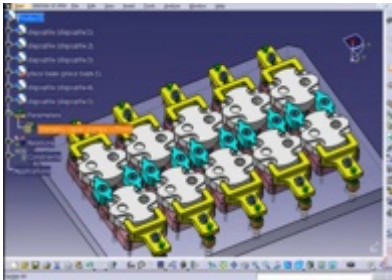
<https://www.youtube.com/watch?v=BLf-FXsdtkQ>
Catia video tutorial handtool assembly



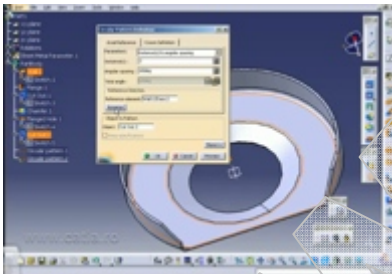
<http://www.youtube.com/watch?v=1XIO8i8kTH4>
Catia video tutorial how to make an assembly



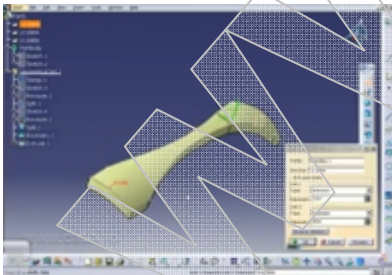
<https://www.youtube.com/watch?v=XvqK2vpyyGI>
CATIA video tutorial 8



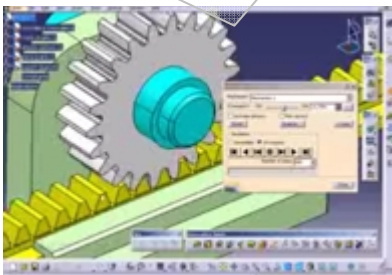
https://www.youtube.com/watch?v=uz3_V14w0gA
Catia video tutorial parametric gear pump and fixture device, CAM simulation



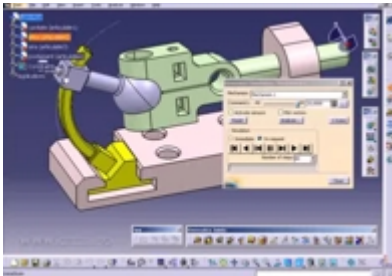
<https://www.youtube.com/watch?v=NA7YbW1I194>
Catia video tutorial sheetmetal



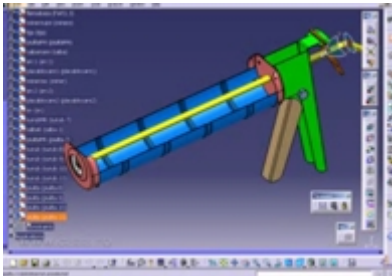
<https://www.youtube.com/watch?v=aohSz-ISOUg>
Catia video tutorial surface modeling



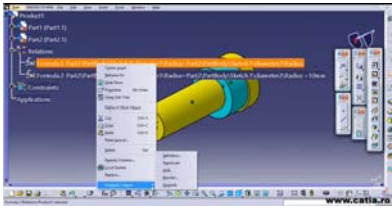
<http://www.youtube.com/watch?v=GsamnLrZJM>
Catia video tutorial animation gear-rack



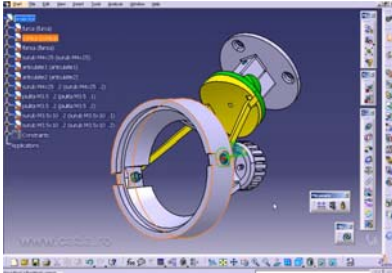
<https://www.youtube.com/watch?v=PMeijKnXJE>
Catia video tutorial animation spherical joint



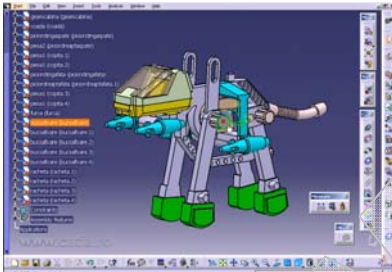
https://www.youtube.com/watch?v=54KZ8E_Kzww
Catia video tutorial caulking gun presentation



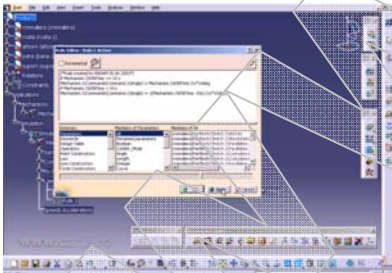
<https://www.youtube.com/watch?v=cWShN13BnRE>
CATIA v5: Parametrization of a simple assembly



<https://www.youtube.com/watch?v=d72foacmvnw>
Prezentare proiector



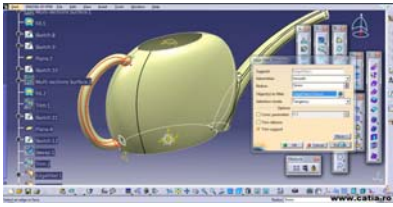
<https://www.youtube.com/watch?v=WhUUsRXP508>
CATIA v5: Mechanical Dino toy assembly



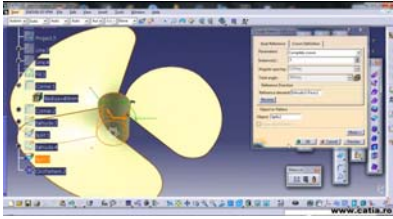
<https://www.youtube.com/watch?v=flnRODvcA9Q>
Lege roată dințată - cremalieră



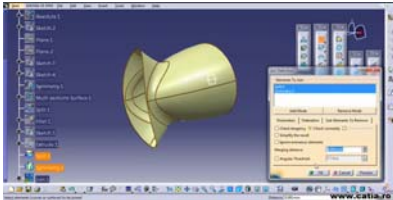
<https://www.youtube.com/watch?v=VnhOxZov5Yg>
How to equivalent dimensions in CATIA v5



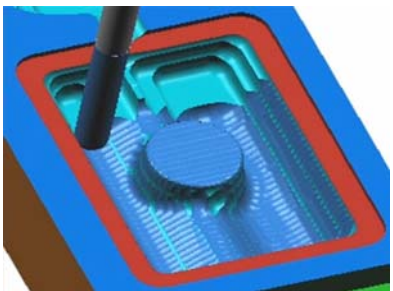
https://www.youtube.com/watch?v=_nIHftSXLHo
Watering can surface creation



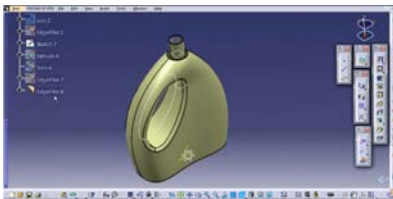
https://www.youtube.com/watch?v=klwtlHGE_1I
Propeller blade surface design in CATIA v5



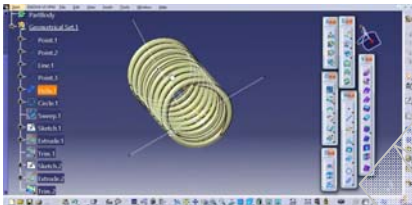
<https://www.youtube.com/watch?v=HVw1iI2GJqA>
Hairdryer blower created in CATIA v5 surface design



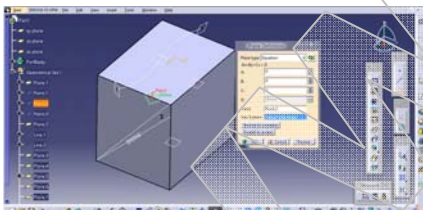
<https://www.youtube.com/watch?v=vFB529OmnRE>
Computer aided manufacturing simulation in CATIA v5



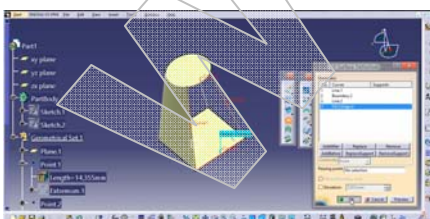
<https://www.youtube.com/watch?v=XSKPsXUaJjg>
Detergent bottle



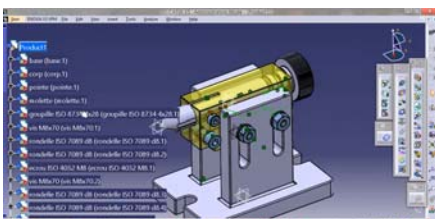
<https://www.youtube.com/watch?v=vPqYgyX-C6Q>
Arc creat in suprafete



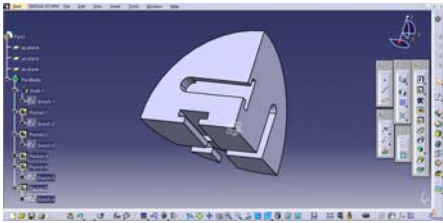
https://www.youtube.com/watch?v=yCg_aoW34DE
Modalități de creare a panelor



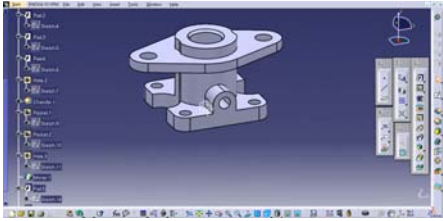
<https://www.youtube.com/watch?v=9QrVRHOVfmc>
Multi sections solid prin suprafete



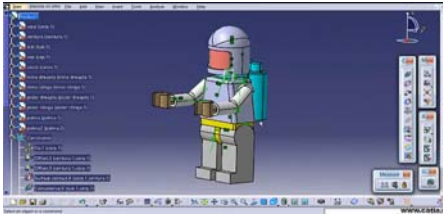
https://www.youtube.com/watch?v=WaF08b5_3-Y
Asamblare Contre Pointe Diviseur



<https://www.youtube.com/watch?v=WS45yI8Qy8>
Mechanical part (6)



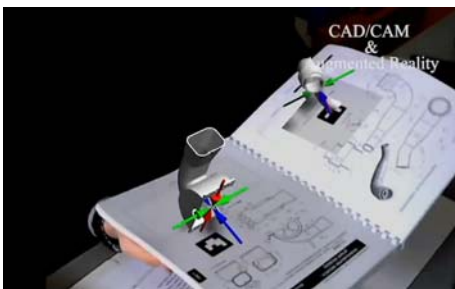
<https://www.youtube.com/watch?v=-S9U6GAQmx4>
Mechanical part (5)



<https://www.youtube.com/watch?v=81YBsWs5jJI>
Assembly the LEGO man



<https://www.youtube.com/watch?v=1E9BCnTxJQ8>
FEM analyze of a parameterized pump



<https://www.youtube.com/watch?v=6cz2J5OvJgc>
Prezentare Carte de CATIA + Augmented Reality

Mai multe tutoriale video pentru **CATIA v5** se gasesc online pe adresa:

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLdQgksc1s4OYxYeoC66cEUZRyrVKGWifZ>

Tutoriale video pentru **AutoCAD 2D** și **3D** se găsesc la adresa:

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLdQgksc1s4OYYBFJcsZahNabKd9Nzi9b9>

Versiune 1.5, aprilie 2015