

Adrian Sorin ROȘCA

Oana Victoria OȚĂT

**GRAFICĂ ASISTATĂ DE CALCULATOR -
APLICAȚII ÎN AUTODESK INVENTOR**



EDITURA UNIVERSITARIA
Craiova, 2019

Referenți științifici:

Prof.dr.ing Dumitru Nicolae - F. Mecanica

Prof.dr.ing. Brezovan Marius - F. Calculatoare

Copyright © 2019 Universitaria

Toate drepturile sunt rezervate Editurii Universitaria

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

ROȘCA, ADRIAN SORIN

Grafică asistată de calculator - Aplicații în Autodesk Inventor / Adrian Sorin

Roșca, Oana Victoria Oțăt. - Craiova : Universitaria, 2019

Conține bibliografie

ISBN 978-606-14-1495-6

I. Oțăt, Oana Victoria

004

Redactor: Sorin Tudor

Coperta: Adrian Sorin Roșca

Tehnoredactare computerizată: Adrian Sorin Roșca, Oana Victoria Oțăt

Corectura: Oana Victoria Oțăt

Tiparul executat la Tipografia Editurii Universitaria

INTRODUCERE

PREZENTAREA LUCRĂRII

Lucrarea este concepută ca un complement de nouă aplicații pentru suportul de curs al disciplinei de Grafică Asistată de Calculator, ce se predă la Facultatea de Automatică, Calculatoare și Electronică a Universității din Craiova, pentru specializările de Calculatoare. Temele urmăresc în principal familiarizarea studenților cu capacitățile unui sistem comercial de Computer Aided Design.

Astfel prin temele expuse se urmărește formarea deprinderilor de bază pentru realizarea de modele virtuale 3D folosind tehnici de modelare cu obiecte wireframe, cu suprafețe, cu solide parametrice, realizarea de ansamble virtuale, și animarea acestora, precum și obținerea de formate 3D care pot fi integrate în aplicații web. Ca aplicație suport se utilizează pentru toate temele Inventor Professional dezvoltat de compania Autodesk.

Lucrarea poate fi utilă în egală măsură tuturor studenților de la facultățile tehnice, ca suport pentru metodele de modelare geometrică, realizarea de ansamble virtuale, tehnici de animație, precum și specialiștilor care vor să se familiarizeze cu mediul CAD Autodesk Inventor Professional.

În tema 1 sunt prezentate capacitățile de bază pentru tehnicile de modelare cu obiecte wireframe și cu solide parametrice. Se prezintă strategia de dezvoltare a unui model, identificarea elementelor de referință, și implementarea lor în spațiul virtual. Sunt expuse modalitățile de obținere a unui solid cu feature-uri provenite din schițe 2D, preluarea gradelor de libertate ale componentelor și combinarea feature-urilor prin operații boolene.

În tema 2 sunt prezentate modalitățile de generalizare ale unui model cu solide folosind elemente de tip i-feature, care se pot reutiliza în orice alte modele, precum și tehnica de reevaluare totală a geometriei pe baza unui set de reguli descrise în dialectul de Visual Basic. Toată abordarea face apel la bibliotecile API ale sistemului Inventor, fiind expusă și posibilitatea de a dezvolta o interfață simplă pentru controlul setului de reguli.

În tema 3 este prezentată dezvoltarea unui model geometric folosind extensiv tehnica de modelare cu suprafețe parametrice. Sunt abordate metodele de creare și editare ale acestor suprafețe, precum și modalitatea de sculptare a unui solid cu o suprafață unificată complexă.

În tema 4 este prezentată o abordare diferită de dezvoltare a unui model cu solide, care folosește pentru definirea geometriei primare editarea cu forme libere, urmărind profilul unor schițe făcute cu mâna, care sunt introduse în model prin imagini bitmap. Pentru stabilirea formei solidului se utilizează indicatori de apreciere a calității suprafețelor exterioare. Modelul este dezvoltat în continuare folosind abordarea multibody, ceea ce permite sincronizarea geometriei tuturor corpurilor definite în același model, care ulterior vor funcționa într-un singur ansamblu virtual. Separarea corpurilor se face pe baza unor obiecte wireframe grupate în schițe 3D, din care ulterior se obțin suprafețele unificate care separă body-urile.

În tema 5 este prezentată o altă abordare de modelare a componentelor care sunt obținute în realitate din tablă prin operații de deformare plastică. Feature-ile care se repetă sunt de asemenea definite ca elemente externe de tip i-feature, specifice acestei categorii de obiecte din tablă. Tema se încheie cu modalitatea de obținere a desfășuratei plane a modelului pliat.

În tema 6 este prezentată modalitatea de realizare a unui ansamblu virtual folosind componente existente, și componente care sunt dezvoltate direct în ansamblu pentru a se integra cu celelalte. Sunt expuse aspecte legate de preluarea gradelor de libertate al fiecărei componente pentru a realiza ansamblul virtual în concordanță cu realitatea, precum și modalitatea de a depista și corecta interferențe între componente. Ansamblul este completat cu componente standardizate din bibliotecile Inventor.

În tema 7 se construiește un ansamblu virtual cu componente existente, la care una din ele necesită definirea unei suprafețe pe baza unei curbe analitice de tip epicicloidă, descrisă cu ecuațiile parametrice. Se prezintă modalitatea primară de animare a unui ansamblu pe baza unei restricții de asamblare, precum și

modul de realizare a unei reprezentări explodate cu animarea explodării și realizarea de secțiuni half section, sau three quarter section.


În tema 8 ansamblul realizat anterior este introdus în mediul Studio, de realizare de producții video, unde se expun tehnicile de animare pe baza pozițiilor de reprezentare definite în funcționarea ansamblului, pe baza interpolării unor poziții ale camerelor, pe baza unor traiectorii impuse de deplasare a camerei. Se expun modalitățile de definire a surselor de iluminat, ale condițiilor de ambient, și se folosesc efecte speciale de tip fade ale unor componente, de animare a surselor de iluminat, de rotire a camerei, și deplasare ale unor componente, aspecte controlabile din linia de timp a animației. Se prezintă modul de realizare a unor imagini render de calitate, și a asamblării animațiilor într-un fișier avi.

În tema 9 este prezentată modalitatea de obținere a unor formate grafice vectoriale, care se pot integra în aplicații web. Este prezentat un exemplu de obținere a formatului svg, pornind de la obiecte wireframe Inventor, precum alte exemple pentru formatele speciale 3D-pdf și dwf, care integrate într-o aplicație web permit vizualizări complexe pe modelele 3D realizate în Inventor.

RECOMANDĂRI DE ABORDARE

Pentru folosirea eficientă a materialului respectați următoarele recomandări:

- temele din lucrare sunt prezentate ca o succesiune de pași numerotați în partea din stânga;
- în nici un caz nu săriți peste unii dintre pași, întrucât ulterior unele acțiuni vor fi mult îngreunate sau chiar imposibile;
- la pașii care necesită lansarea unor comenzi apar în stânga textului icon-urile comenzilor implicate;
- la fiecare temă citiți cu atenție toate informațiile, iar în pașii unde se fac trimiteri la diverse puncte de referință din figuri, identificați exact care este figura referită, ca în exemplul de mai jos;

107.  **Offset from Plane** Cu comanda *Offset from Plane* faceți două plane de referință la distanțele de 35 mm și de -4 mm în raport cu fața plană indicată cu P1 în figura 4-62.

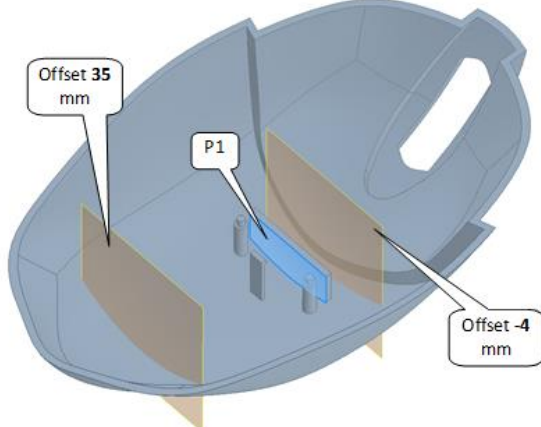


Fig. 4-62 – Plane limitare margini îmbinare

- parcurgeți secvențial toate temele, pentru că fiecare dintre ele introduce elemente și deprinderi necesare la abordarea celorlalte teme;



Unele teme conțin cutii de dialog pentru feature de tip *Hole* de la varianta Inventor 2016, care diferă ca și aspect față de varianta curentă Inventor 2019, dar conținutul este același. Varianta 2019 creează în plus la acest feature un *Sketch* într-un plan perpendicular pe axa găurii, în care se poate poziționa centrul găurii, (un obiect de tip *Point* generat automat în planul de schiță), cu restricții dimensionale sau geometrice.

FIȘIERE NECESARE

Pentru unele din teme sunt necesare o serie de fișiere¹ grupate în arhiva care este disponibilă la link-ul de mai jos:

<http://mecanica.ucv.ro/ProgrameStudii/FormareContinua/CAD2019.rar>

Tema	Fișiere necesare
1 - Reper parametric	Nu este cazul
2 - Model generalizat bazat pe reguli de evaluare	Module.xlsx PBD.jpg
3 - Janta ambutisată	Nu este cazul
4 - Carcasă de mouse	Mouse_Lateral.jpg Mouse_Sus.jpg
5 - Suport hard disc	Nu este cazul
6 - Ansamblu suporturi calculator desktop	Hdd.ipt SuportCD.ipt SuportHdd.ipt Parametri.xlsx
7 - Ansamblu virtual la un motor Wankel	Arbore.ipt CapacFata.ipt CapacSpate.ipt Rotor.ipt Spur Gear11.ipt Spur Gear21.ipt StatorWankel.ipt
8 - Animarea unui ansamblu în mediul Studio	WankelStudio.iam SansCapacFata.iam SansPiulite.iam SansRotor.iam SansSuruburiFixare.iam ArboreW.ipt CapacFataW.ipt CapacSpateW.ipt RotorW.ipt Spur Gear11W.ipt Spur Gear21W.ipt StatorW.ipt ANSI B18.3.1M - M10x1.5 x 140(1).ipt DIN 986 - M10 x 1.5.ipt ISO 4762 - M4 x 6ISO.ipt ISO 4762 - M4 x 12ISO.ipt ISO 6194_1 - 22x35x7-Type 2.ipt
9 - Formate grafice vectoriale pentru pagini web	Aceleași fișiere ca la tema anterioară

Spre confirmare

Mulțumim companiei Autodesk pentru posibilitatea de a instala gratuit licențe educaționale în laboratoarele didactice ale Universității din Craiova.

Mulțumim de asemenea colegilor care ne-au sprijinit cu observații sau recomandări la realizarea acestei lucrări.

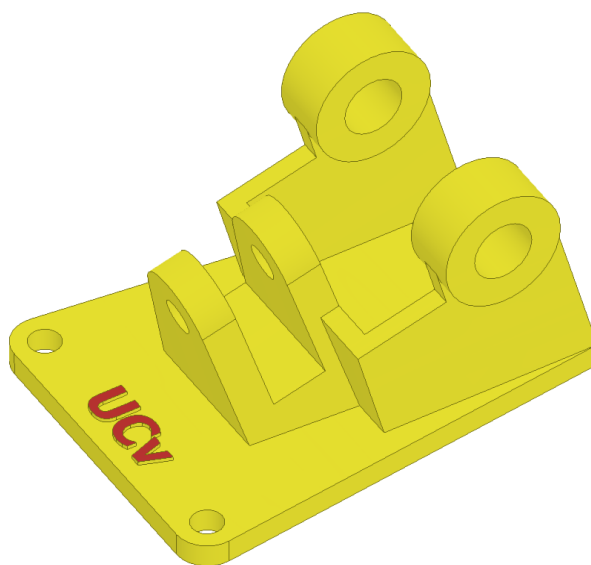
Autorii,

¹ Fișierele .ipt și .iam sunt în format Inventor 2019, și nu pot fi deschise cu variante anterioare

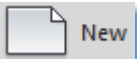
1

Reper parametric

În această temă se prezintă strategia de modelare a unui reper parametric modelat cu solide, urmărind modul în care se definesc elemente de referință, modul în care se construiesc schițele și cum se preiau gradele de libertate cu restricții geometrice și dimensionale. Se folosesc apoi feature-uri de tip solid generate din schițele respective și se evidențiază modul cum se combină prin operații boolene cu corpul existent. Se evidențiază de asemenea și aplicabilitatea feature-urilor plasate pentru generarea de găuri.



1.1. Stabilire strategie

1.  Cu comanda **New** începeți un desen nou bazat pe prototipul Standard (mm).ipt, din categoria celor care folosesc sistemul metric de unități de măsură.

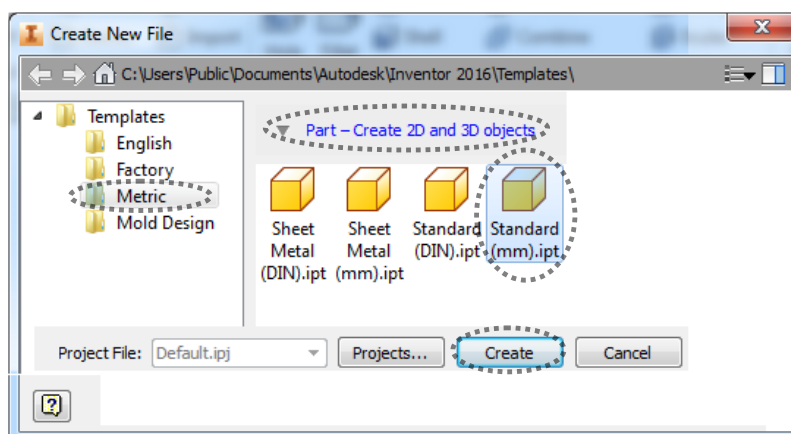


Fig. 1-1 – Dialog template

2.  Cu comanda **Save** salvați fișierul în directorul grupei cu numele Reper.ipt.

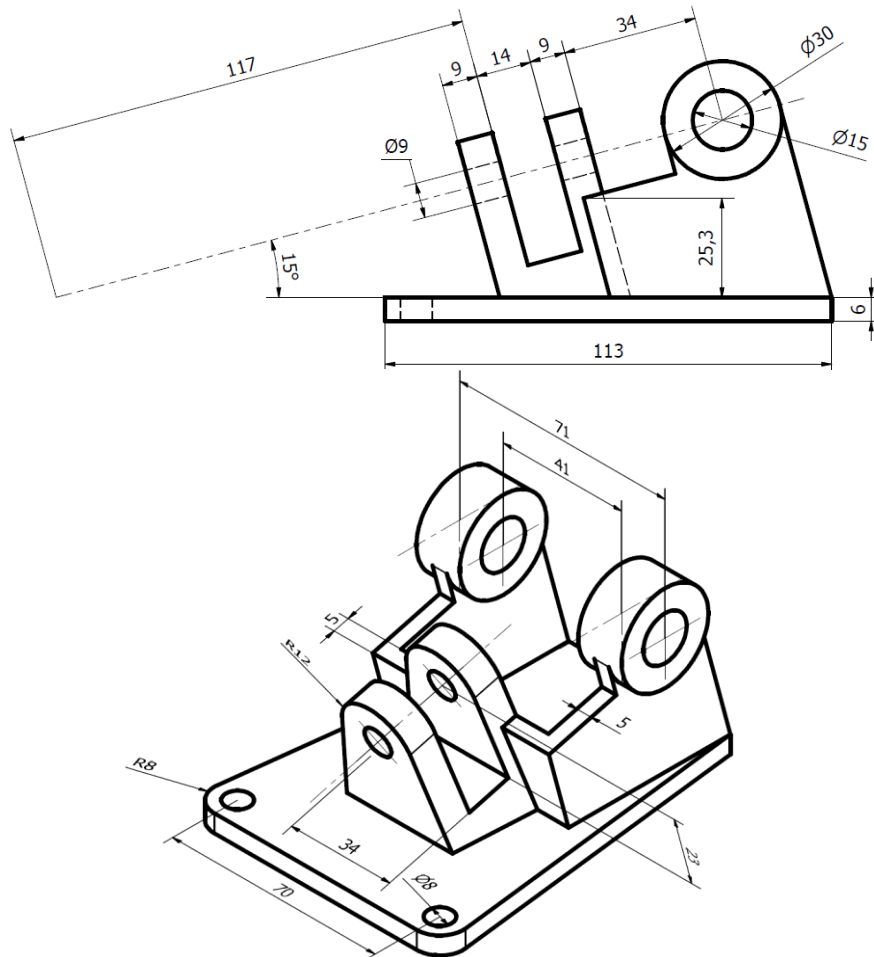


Fig. 1-2 – Dimensiuni informative¹

3. În figura 1-2 sunt dimensiunile informative pentru construirea piesei, precizate în milimetri, de unde rezultă că pentru dezvoltarea modelului sunt necesare o serie de schițe dezvoltate în mai multe plane, din care să se genereze o serie de feature-uri combinate prin operații logice. În figura 1-3 sunt prezentate 5 din cele mai relevante dintre acestea, direcția de dezvoltare a feature-ului, precum și dispunerea sistemului global de coordonate.

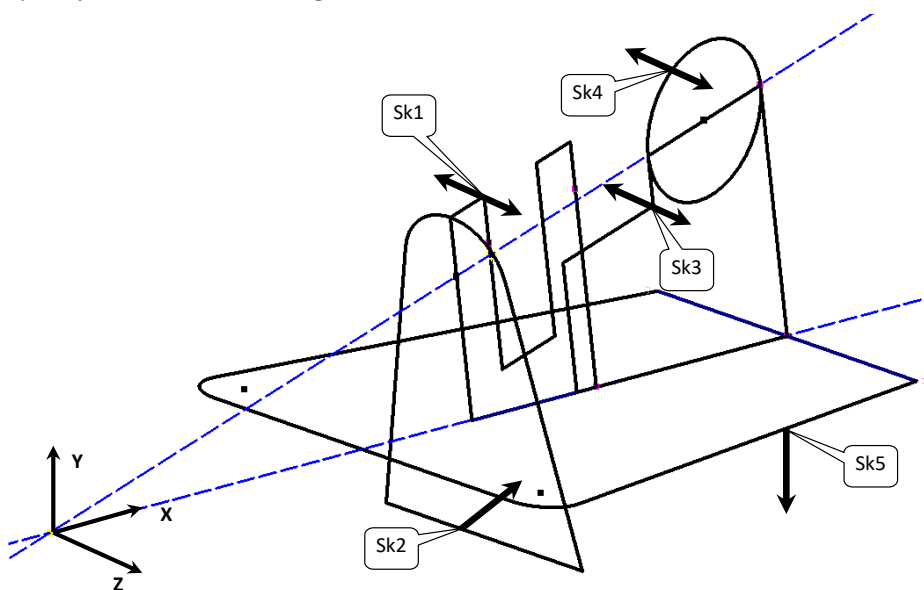



Fig. 1-3 – Schițe relevante pentru dezvoltarea piesei

¹ Aceste reprezentări sunt numai informative și nu respectă standardele de desen privind întocmirea documentației tehnice

1.2. Creare feature primar de extrudare

1.2.1. Elemente de referință

4.  **Grounded Point** Cu comanda *Grounded Point* (panelul *Work Feature*, meniul *Point*), creai un punct care să definească axa ce face un unghi de 15° cu axa X (vezi figura 1-2). Pentru aceasta la prompterul "*Select vertex or workpoint to define initial position*" deschideți în browser nodul denumit *Origin*, care conține elementele sistemului global de coordonate, și selectați originea denumită *Center Point*, marcată cu P1 în figura 1-4. Activați apoi în dialogul de context butonul marcat cu P2 în figură, și tastați la coordonata X expresia: **100 * cos(15)**, iar la coordonata Y expresia: **100 * sin(15)**, după care validați cu butonul marcat cu P3. Se remarcă în browser apariția unui nod nou, *Work Point1*.

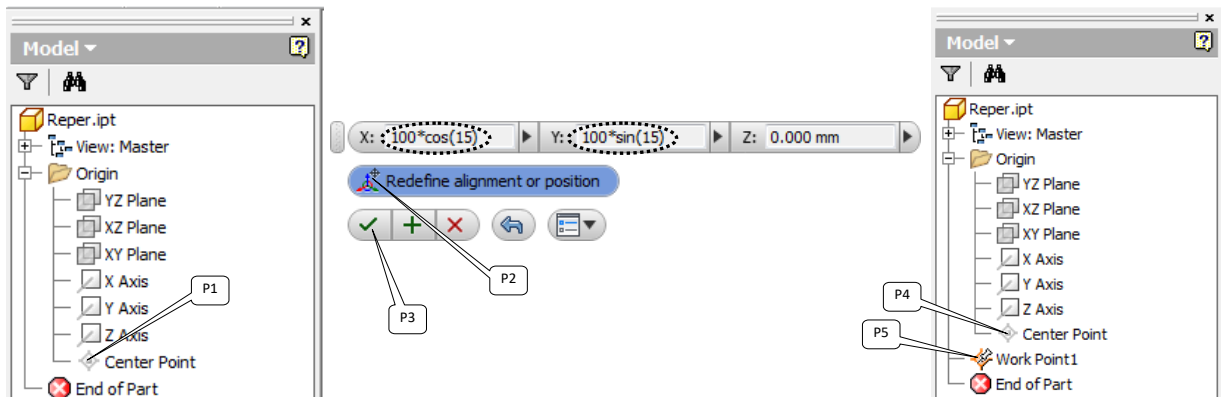





Fig. 1-4 – Definire elemente de referință

5.  **Through Two Points** Cu comanda *Through two Points*, din meniul *Axis*, faceți o axă indicând în browser la cele două promptere "*Select point*", punctele marcate cu P4 și P5 în figura 1-4.

1.2.2. Definirea schiței

6.  **Start 2D Sketch**  **Project Geometry** Cu comanda *Start 2D Sketch* începeți o schiță nouă selectând în browser planul XY, care va deveni planul în care se dezvoltă prima schiță. Cu comanda *Project Geometry* la prompterul "*Select edge, vertex, work geometry, or sketch geometry to project*" selectați în browser planul XZ, punctul de origine și axa de referință creată anterior, denumită *Work Axis1*, ceea ce va crea în planul schiței proiecții ale acestora care pot fi folosite ca elemente de referință pentru aplicarea de restricții.

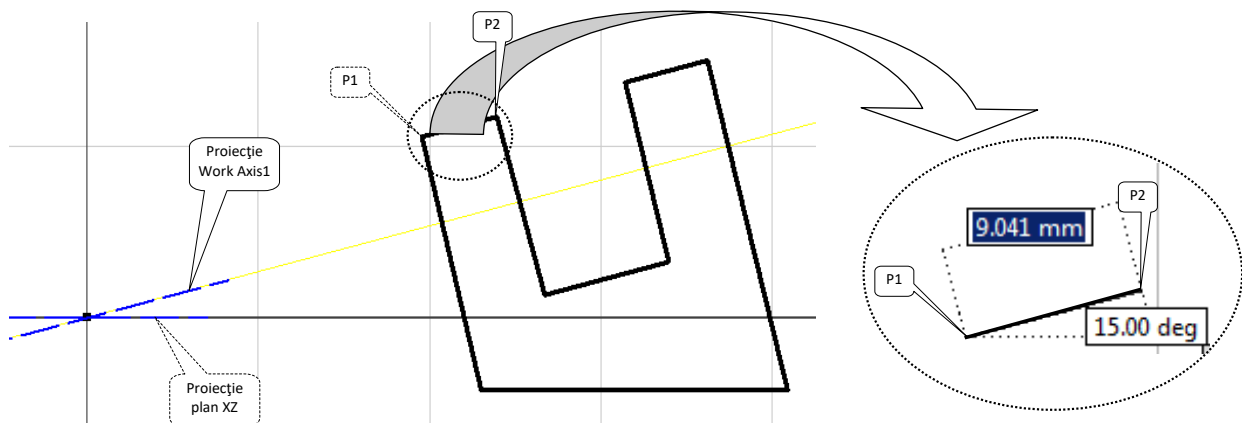
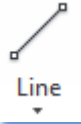



Fig. 1-5– Aspect inițial schiță

7.  Cu comanda *Line* creai un contur închis din segmente de linie, ca în figura 1-5, începând din punctul marcat cu P1. Continuați spre punctul marcat cu P2, urmărind în afișarea de context a coordonatelor polare relative ca lungimea segmentului P1-P2 să fie de aproximativ 9 mm, și unghiul făcut cu axa X de aproximativ 15°, așa cum se observă în detaliu. Dimensionați celelalte segmente aproximativ ca în figură, ceea va menține aspectul profilului și după aplicarea restricțiilor dimensionale și geometrice. La închiderea profilului creat din aceeași comandă *Line* puteți asigura coincidența punctului de final cu punctul P1, dacă punctați cu atenție ultimul punct.

1.2.3. Restricții geometrice

8.  Verificarea modului în care se prezintă profilul se poate face prin afișarea restricțiilor de natură geometrică (paralelisme, perpendicularități etc.), care sunt atașate automat pe măsură ce se construiește profilul. Pentru aceasta folosiți tasta F8, sau comanda *Show All Constraints* (butonul P2 din bara de stare conform figurii 1-6). Pentru a anula afișarea lor folosiți tasta F9, sau încă odată butonul din bara de stare. La afișarea restricțiilor geometrice în afara simbolurilor de perpendicularitate, paralelism, orizontalitate, proiecție, se remarcă și marcatorul de coincidență a capetelor segmentelor.

Plasarea automată a acestor restricții depinde de acuratețea cu care s-a construit profilul cu mâna liberă. În cazul în care profilul are nevoie de mai mult de 8 restricții (vezi informația din colțul dreapta jos de la bara de stare), aplicați cu comenzile explicite: *Collinear*, *Paralel*, *Perpendicular*, *Horizontal*, *Coincident*, restricțiile care eventual lipsesc.

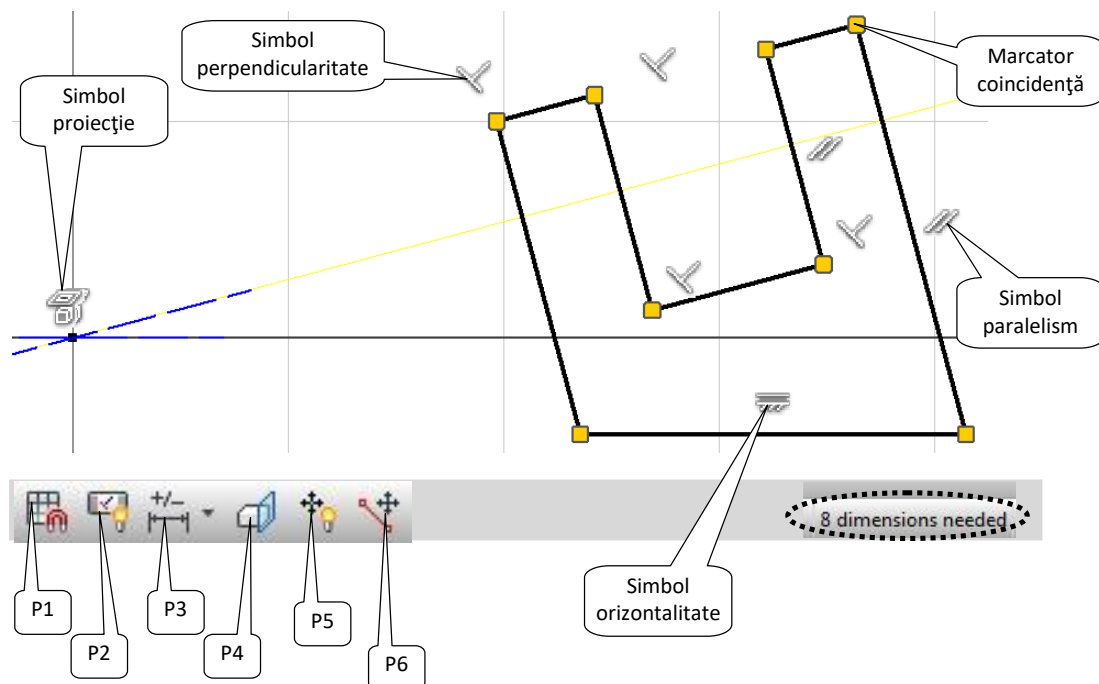



Fig. 1-6 – Restricții geometrice

1.2.4. Restricții dimensionale

9.  Cu comanda *Dimension* aplicați restricțiile dimensionale care se observă în figura 1-7. Începeți cu plasarea cotei de 12 mm selectând la prompterul "*Select geometry to dimension*": proiecția axei de referință marcate cu P1, linia marcată cu P2 și poziționați cota apoi în zona punctului P3².

² În situația în care în locul restricției dimensionale de 12 mm se selectează automat o restricție unghiulară, întrerupeți cu Esc și aplicați în prealabil o restricție de paralelism între segmentele marcate cu P1 și P2 în figură, după care reveniți la restricția de 12 mm