

**PROIECTARE
ASISTATĂ DE CALCULATOR**

Lucrare apărută cu sprijinul și sub atenta îndrumare
a doamnei Gabriela Udrea

**LAURENȚIU ADRIAN CARTAL
TUDOR CĂTĂLIN APOSTOLESCU**

**PROIECTARE
ASISTATĂ DE CALCULATOR**



**EDITURA UNIVERSITARĂ
București**

Colecția ȘTIINȚE EXACTE

Redactor: Laura Nicolescu
Tehnoredactor: Ameluța Vișan
Coperta: Monica Balaban

Editură recunoscută de Consiliul Național al Cercetării Științifice (C.N.C.S.) și inclusă de Consiliul Național de Atestare a Titlurilor, Diplomelor și Certificatelor Universitare (C.N.A.T.D.C.U.) în categoria editurilor de prestigiu recunoscut.

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

CARTAL, LAURENȚIU ADRIAN

Proiectare asistată de calculator / Laurențiu Adrian Cartal,
Tudor Cătălin Apostolescu. - București : Editura Universitară, 2024
Conține bibliografie
ISBN 978-606-28-1870-8

I. Apostolescu, Tudor Cătălin

004
62

DOI: (Digital Object Identifier): 10.5682/9786062818708

© Toate drepturile asupra acestei lucrări sunt rezervate, nicio parte din această lucrare nu poate fi copiată fără acordul Editurii Universitare

Copyright © 2024
Editura Universitară
Editor: Vasile Muscalu
B-dul. N. Bălcescu nr. 27-33, Sector 1, București
Tel.: 021.315.32.47
www.editurauniversitara.ro
e-mail: redactia@editurauniversitara.ro

Distribuție: tel.: 021.315.32.47 / 0745 200 718/ 0745 200 357
comenzi@editurauniversitara.ro
www.editurauniversitara.ro

CUPRINS

Cuvânt înainte	7
Prefață	9
Capitolul 1. Meniuri și unelte	11
1.1. Selecția modulelor folosite.....	11
1.2. Modulul de proiectare piese.....	13
1.3. Modulul de asamblare.....	16
1.4. Modulul de realizare desene de execuție/ansamblu.....	19
Capitolul 2. Proiectarea reperelor	23
2.1. Proiectarea reperelor prin funcția „Extruded base/Boss”	23
2.1.1. Piesa „T”	23
2.1.2. Colțar	35
2.1.3. Carcasa.....	46
2.2. Reper realizate prin revoluție	65
2.2.1. Bolt	65
2.2.2. Arbore 2	72
2.2.3. Arbore 3	86
2.2.4. Arc	98
2.2.5. Melc	107
2.2.6. Element articulație	121
2.2.7. Roată de manevră	132
Bibilografie	140
Anexe	142

CUVÂNT ÎNAINTE

*Recunoștință și mulțumiri celui care a dat sens vieții noastre –
prof. dr. ing. Constantin Udrea*

Dacă ar trebui să rezumăm în puține cuvinte viața și experiența mentorului nostru profesor Constantin Udrea, am spune că a acceptat limitele și a reușit să treacă dincolo de ele, fără să se teamă de eșec. Un om minunat, cu un răspuns pentru fiecare întrebare din domeniu tehnic.

A muncit din greu și în tăcere și nu a încetat niciodată să încerce. A deschis uși acolo unde erau numai ziduri. Ne spunea întotdeauna că un părinte sau un profesor au o viață limitată, dar o carte trăiește o veșnicie.

La un moment dat, s-a oprit la marginea călătoriei. Profesorului care nu a încetat niciodată să încerce, îi dăruim o carte care va trăi veșnic.

Autorii acestei cărți, lasă spre citire, înțelepciunea dintre cele două coperti. Darul pe care l-am primit de la regretatul nostru mentor, îl lăsăm pentru a fi folosit mai departe de cei ce își doresc a împărtăși pasiunile din acest domeniu. Fără cărți, știința ar rămâne veșnic tăcută, căci ideile nescrise mor, dacă imaginația adoarme. Citită, cartea te face să te gândești, ca la un dar, pe care îl poți deschide mereu.

PREFAȚĂ

Această carte este destinată studenților din anul doi și trei al domeniului inginerie mecanică și mecatronică, precum și cercetătorilor care doresc să familiarizeze cu un software de **Proiectare asistată de calculator** și să poată realiza anumite tipuri de reperi, să realizeze un ansamblu cu ele sau desene de execuție și ansamblu.

Proiectarea presupune corelarea a mai multor cunoștințe din care putem aminti: rol constructiv-funcțional al sistemului în care va fi integrat obiectul proiectat, materialul utilizat, tehnologiile de fabricație utilizate și cunoașterea standardelor utilizate pentru reprezentarea pieselor. Toate aceste cunoștințe, corelate, pot duce la proiectarea cu succes a unui astfel de produs. Tehnologia de fabricație influențează prin procedeul folosit mărimea intervalului de toleranță, iar reperul proiectat este dependent și de rolul funcțional, pentru că împreună cu alte piese proiectate sau alese din cataloagele producătorilor, pot forma un anumit tip de ajustaj.

Majoritatea programelor de proiectare asistată au diferite unelte pe care le poți utiliza astfel încât să poți realiza toate elementele mai sus amintite. Doar că trebuie amintit faptul că „calculatorul nu proiectează”, ci este o unealtă foarte utilă în procesul de proiectare.

Ca o exemplificare de un software de Proiectare asistată de calculator, este prezentat SOLIDWORKS ce este un software CAD (Computer-Aided Design) și CAE (Computer-Aided Engineering) folosit de milioane de ingineri din întreaga lume [1].

SOLIDWORKS folosește proiectarea parametrică, motiv pentru care este un instrument atât de eficient pentru proiectanți și ingineri. Aceasta înseamnă că proiectantul poate vedea cum modificările vor afecta componentele învecinate sau chiar soluția generală. De exemplu, dacă dimensiunea unei singure componente este mărită, acest lucru ar afecta îmbinarea sau orificiul de care este atașat. Acest lucru permite designerilor să identifice și să corecteze problemele rapid și ușor.

Ca și în cazul majorității software-ului, familiarizarea cu butoanele, numele și interfața cu utilizatorul poate dura ceva timp. Cu toate acestea, există câteva funcții grozave, unice pentru a ajuta utilizatorii noi în acest proces și pentru a optimiza pentru cea mai bună experiență de utilizator. Și există multe exemple utile disponibile care oferă o perspectivă excelentă și o

introducere în procesul de proiectare. De exemplu, dacă cursorul se afla deasupra unei pictograme, atunci software-ul îți prezintă printr-o scurta animație funcționalitatea acelu element. Este foarte util în procesul de învățare.

Această carte este destinată studenților din anul doi și trei ai domeniului inginerie mecanică și mecatronica, precum și cercetătorilor care doresc să familiarizeze cu software-ul SolidWorks și să poată realiza anumite tipuri de repere sau desene de execuție și ansamblu.

Modulul de CAD (Computer-Aided Design=Proiectare asistată de calculator) este structurat pe trei ramuri: proiectare de piese, realizare de ansambluri de piese și realizarea de desene de execuție și desene de ansamblu în vederea realizării documentației finale necesare unui produs. Pentru realizarea acestor elemente sunt necesare și alte cunoștințe din domeniul inginerie mecanică cum ar fi: desen tehnic, control dimensional și metrologie, etc.

Modelare 3D, documentație gata de producție și soluții de desen 2D, interfață de utilizator intuitivă, concepută de ingineri, pentru a fi folosită de ingineri, instrumente de colaborare în timp real încorporate pentru partajarea și marcarea modelelor, gestionare securizată, compatibilă cu CAD.

CAPITOLUL I

Meniuri și unelte

Software-ul de Proiectare asistată de calculator este un pachet integrat complet cu funcționalitate cloud care aduce colaborare în timp real și gestionarea sigură a fișierelor fluxurilor de lucru. Potrivit producătorilor [1], SOLIDWORKS 3D CAD oferă posibilitatea de a crea piese, ansambluri, desene, documentație pregătită pentru producție și modele 3D robuste, intuitive și ușor de utilizat, trecerea de la proiectare la producție făcându-se mai rapid ca niciodată. Pe lângă pachetul de baza, SolidWorks dispune și de o multitudine de instrumente integrate de simulare, randare și fabricație asistată de calculator ce fac ca modelele proiectate în acest software să fie cu ușurință folosite fără a necesita convertirea lor în formate universale compatibile cu alte unelte de simulare.

1.1. Selecția modulelor folosite

La prima instalare se cere stabilirea standardului utilizat și a sistemului de unități folosit. Este esențial să alegem sistemul corect pentru că toate uneltele se vor baza pe selecțiile făcute inițial. De exemplu, modul de dispunere a proiecțiilor într-un desen de execuție este total diferit de cel implicit. În ANSI sunt total opuse; dacă privim piesa dinspre dreapta, proiecția tot în partea dreaptă este pusă. Totodată, legătura la standard facilitează definirea câmpurilor de toleranță, stabilind valorile abaterilor limită ale dimensiunilor nominale în funcție de clasa selectată, la uneltele de realizare a canalelor pentru inelele de etanșare sau inele de siguranță, extrage din standard mărimea canalului în funcție de inelul selectat din bibliotecă și de condițiile de funcționare alese (etanșare statică sau dinamică). Acestea se pot modifica, dar doar punctual, la fiecare piesă în parte.

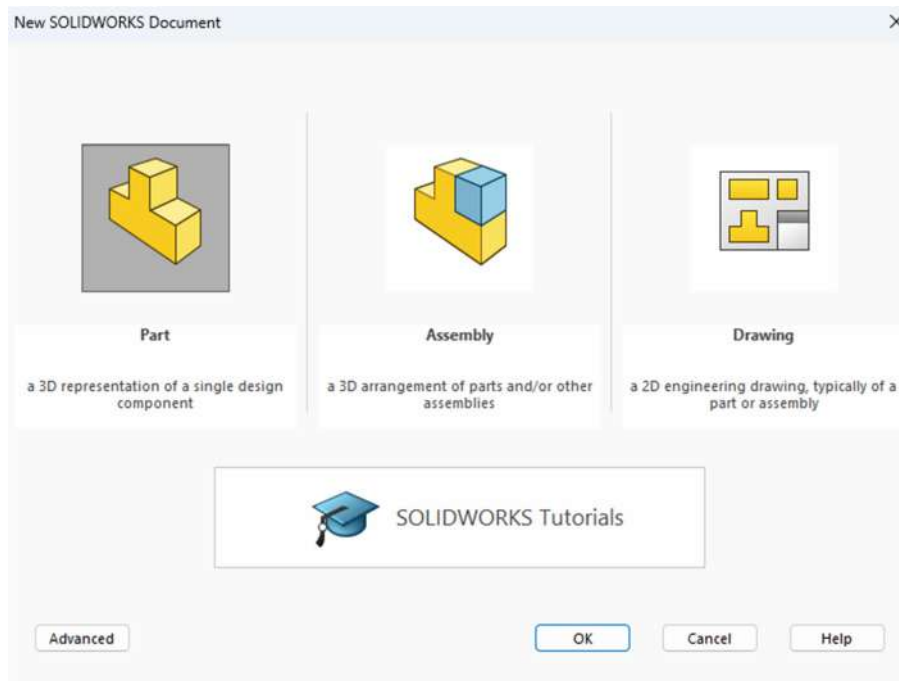


Figura 1.1 – Selecția modulelor

Când se alege un nou tip de fișier, utilizatorul trebuie să aleagă între cele trei module [2]:

1. Proiectare piese – ajută la gestionarea tuturor aspectelor legate de proiectarea și modelarea pieselor și transforma ideile și conceptele în modele 3D virtuale, indiferent de complexitatea și dimensiunea designului. Oferă unelte specializate pentru tablă, sudură, matriță și suprafața parametrică.
2. Asamblare – permite asamblarea pieselor proiectate cu alte repere disponibile în cataloagele diverșilor producători sau cu organe de asamblare disponibile în biblioteca proprie (șuruburi, piulițe, șaibe, rulmenți, inele de siguranță/etanșare, etc.).
3. Desene 2D – pregătirea documentației de produs pentru etapele viitoare ale fluxului de fabricație. Aici amintim realizarea desenelor de execuție și a desenelor de ansamblu [3].

În funcție de selecția făcută, meniul diferă. De exemplu, dacă este selectat modulul de proiectare piese, se deschide implicit meniul de proiectare, cel pentru realizarea de schițe sau cel în care se pot activa uneltele suplimentare.

1.2. Modulul de proiectare piese

În figura de mai jos sunt prezentate meniurile și zonele de lucru ale software-ului. Prima zonă este Managerul de funcții. Aici se pot vizualiza toate notațiile, se poate selecta materialul, se pot selecta cele trei plane normale (frontal, superior și lateral) precum și originea. După realizarea unei schițe sau utilizarea unei funcții, după salvarea ei, vor apărea în această listă, în ordinea realizării lor. Ele pot fi ascunse sau activate prin click dreapta pe schiță/funcție. Totodată de aici se pot șterge, de exemplu în cazul în care uităm să realizăm o operație pe care ar fi trebuit făcută înainte de cea ștergută. Se realizează funcția/ schița după care se reprimă (unsuppress), astfel nemaifiind nevoie să ștergem operația în cauză. Toate funcțiile sau schițele pot fi editate de aici.

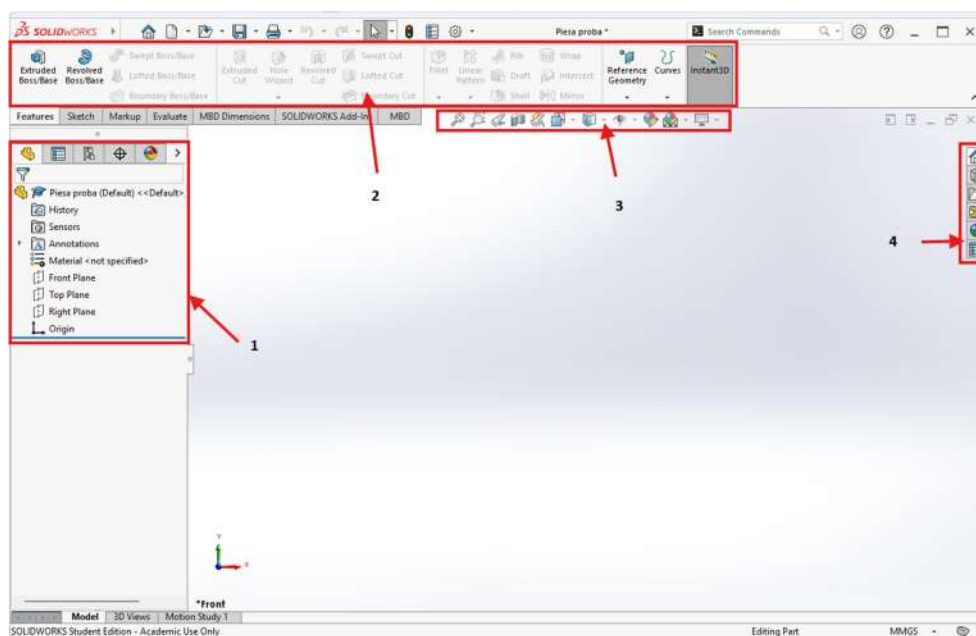


Figura 1.2 – Zonele de lucru: 1 -Managerul de funcții; 2- Meniul de tip panglică; 3- Meniul de vizualizare; 4 – Panoul de activități.

Meniul de tip panglică se modifică în funcție de modulul ales. În imaginea de sus identificăm meniul de funcții, apoi schițe, notații, unelte auxiliare, etc.



Figura 1.3 – Meniul de funcții

Meniul de funcții este împărțit în patru zone:

1. Adăugare de material – se pornește de la o schiță realizată în unul din planele normale iar ca opțiuni: Extrudare, Revoluție sau de la două sau mai multe schițe – Swept Boss/Base (rotirea unui profil după o curbă) sau Lofted Boss/Base (racordarea a două contururi situate în plane diferite).
2. Eliminare de material – se pornește de la o schiță realizată într-un plan normal sau pe una din fețele rezultate dintr-o funcție anterioară și se pot realiza toate funcțiile de mai sus dar prin eliminare de material și suplimentar, a fost integrată o unealtă pentru realizarea alezajelor – Hole Wizard.
3. Unelte de copiere și auxiliare – permite multiplicarea de tip oglindă sau după un anumit model/structură (liniar, radial, curbă sau chiar funcție). Ca funcții auxiliare avem teșire (Chamfer), racordare (Fillet), sau carcasă (de la o geometrie existentă se generează o cutie cu pereți constanți).
4. Elemente geometrice auxiliare – se pot insera plane, axe sau sisteme de coordonate auxiliare, se poate redefini centrul de greutate, se pot insera sau combina anumite tipuri de curbe (spirale, proiecții în spațiu, etc).



Figura 1.4 – Meniul de vizualizare

În figura 1.4 este prezentat meniul de vizualizare. Începând de la dreapta către stânga, putem identifica următoarele comenzi: Zoom to fit; zoom to window; vederea anterioară; vedere în secțiune (se selectează un plan/față și distanța pana la care se secționează piesa); vederi salvate (se pot adăuga vederi care nu sunt în lista de vederi implicite); vederi normale/implicite (sau tasta rapida „Space”); Mod vizualizare piesă (Volum și muchii/ Volum/ Muchii vizibile/Muchii vizibile și muchii ascunse cu linie punctată/ Toate muchiile), Vizualizare elemente geometrice schiță/piesă (se pot selecta elementele care sunt vizualizate în spațiul de lucru, cum ar fi:

plane, origine, sistem de coordonate, constrângeri, cote, notații, etc.); Editare aspect piesa (se pot alege diferite culori sau materiale și finisaje utile în modulul de randare); Editare aspect fundal (se pot alege diferite poze sau fundaluri predefinite); Setări de vizualizare (se pot elimina umbrele, perspectivele sau se pot adăuga diferite efecte cum ar fi surse auxiliare de lumină).

Ultima zonă este meniul de activități ce este prezentat în figura 1.5. Putem identifica meniul de resurse on-line, un utilitar „Rx” din care se pot modifica proprietățile implicite ale programului, un utilitar de testare a performanțelor sistemului de calcul folosit (util pentru vizualizarea avansată și stabilirea rezoluție optime), un catalog de produse on-line (modele 3D CAD compatibile SolidWorks) dezvoltate împreună cu partenerii din industrie 3DEXPERIENCE Marketplace [1] și Vizualizarea serviciilor la care aveți acces. Tot aici, în al doilea tab, găsim biblioteca „Design Library” unde găsim organe de asamblare grupate după standarde, elemente salvate de utilizator sau repere salvate ca favorite.

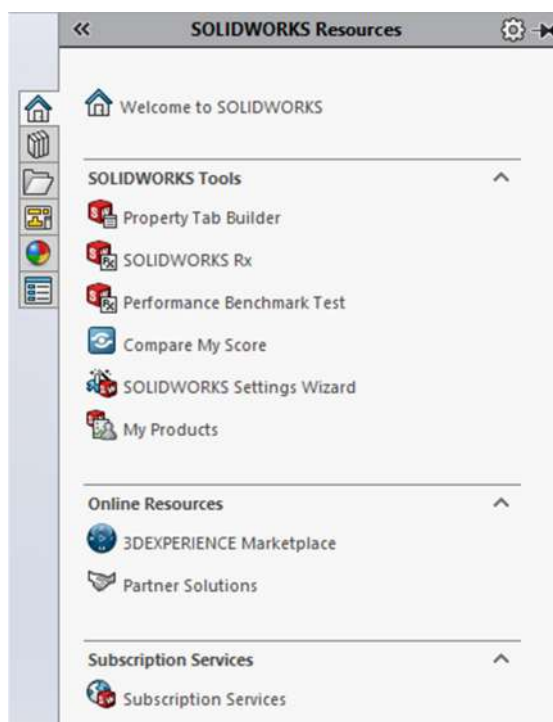


Figura 1.5 – Panoul de activități

Modul de utilizare al funcțiilor mai sus prezentate este descris în capitolul următor, unde funcțiile sunt folosite în realizarea unor exemple practice.