

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC)

## C1

- ❖ Definitii, concepte
- ❖ Scurt istoric al dezvoltarii CAD/CAM
- ❖ Ciclul de producție și tehnologia CAD/CAM
- ❖ Structura unui proces de proiectare și fabricare

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 1

## 1.1 Definitii, concepte

Apariția și dezvoltarea controlului numeric în anii 50, marchează începutul procesului de automatizare a mașinilor-unelte. Este un fapt recunoscut că introducerea comenzii numerice a însemnat debutul unui proces de inovare în activitățile de *proiectare* și *producție a bunurilor*. Astăzi există fabrici aproape complet automatizate care sunt capabile să manufactureze o diversitate de produse.

În *proiectarea și fabricarea asistate de calculator* sunt două domenii care s-au dezvoltat simultan, fiind tratate într-o viziune comună pe baza legăturilor naturale care există între activitățile de proiectare și manufacturare:

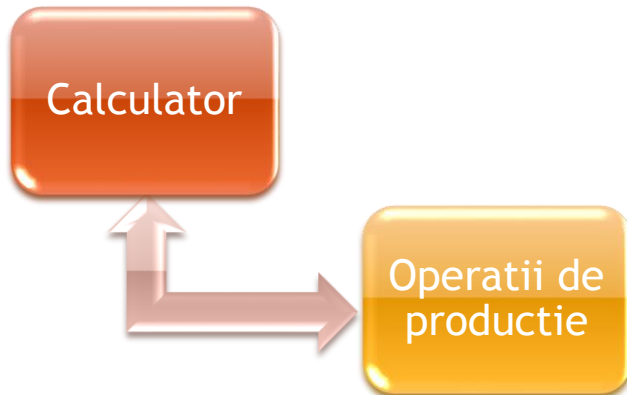
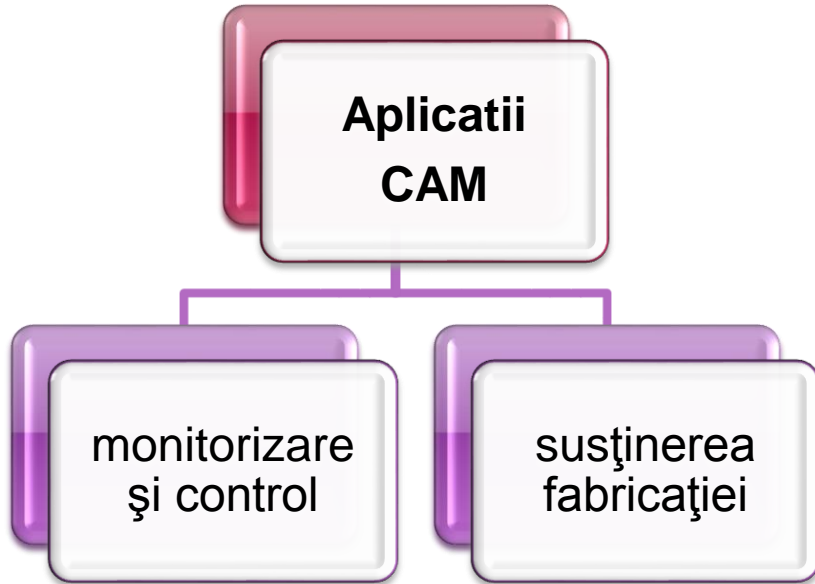
- CAD
- CAM.

CAD/CAM este un acronim care înseamnă proiectare și fabricare cu ajutorul calculatorului.

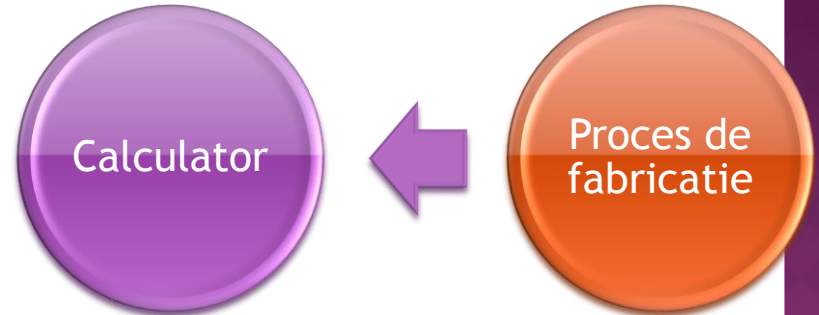
*Proiectarea asistată de calculator* - “Computer-aided design” - CAD – este definită ca o activitate de utilizare a unui sistem de calcul în proiectarea, modificarea, analiza și optimizarea proiectării. Sistemul de calcul este format din echipamente și programe care asigură funcțiile necesare în proiectare.

Fabricarea asistată de calculator (în limba engleză, “Computer-aided manufacturing” – CAM), se definește ca utilizare unui sistem de calcul în activitatea de planificare, conducere și control al operațiilor unei fabrici, prin orice interfață directă sau indirectă dintre calculator și resursele de producție.

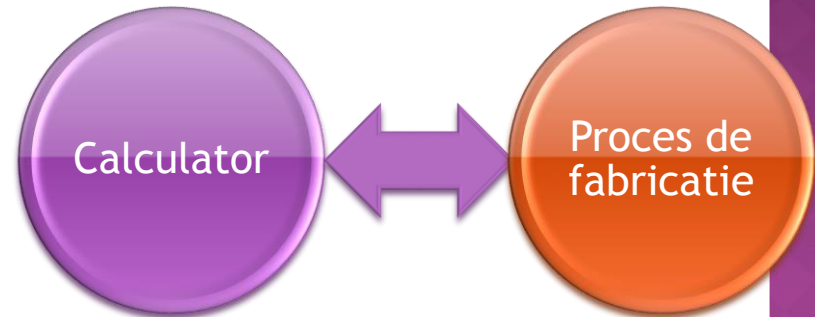
# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 1



Utilizarea calculatorului in activitati de sustinerea fabricatiei



a) monitorizare asistata



b) Control asistat

Monitorizarea si controlul asistat de calculator

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 1

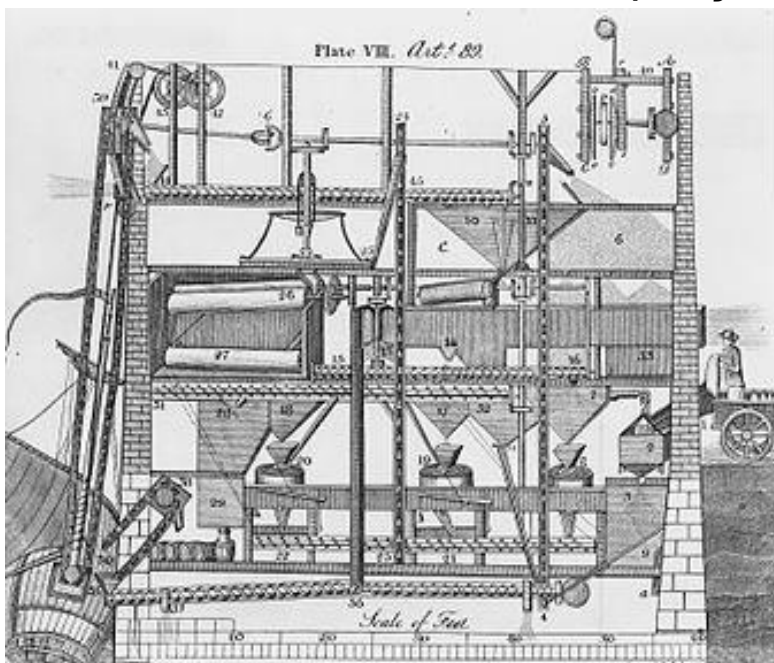
- Producătorii de software, pentru companii producătoare de piese și subansamble, realizează programe integrate cu scopul de a ajuta în gestionarea eficientă, din punct de vedere al costurilor, în întreg ciclul de viață al unui produs de la idee, proiectare și producție, până la service și reciclare (Product Life Management – PLM, Inventor – Autodesk, Pro-Engineering, Catia etc.). Programele pot realiza:
  - proiectarea asistată de calculator (CAD);
  - fabricația asistată de calculator (CAM);
  - simularea asistată de calculator (CAE),
  - gestionarea datelor despre produs (PDM) ;
- **Baza de date** este un ansamblu structurat de date înregistrat pe suporturi accesibile calculatorului pentru a satisface simultan cerințele mai multor utilizatori într-un mod selectiv și în timp util.
- **Sistemul de gestiune** a bazelor de date este ansamblul de programe care permit utilizatorului să interacționeze cu o bază de date.
- Regulile și conceptele care permit descrierea structurii unei baze de date formează modelul datelor. În timp au fost definite trei astfel de modele:
  - **modelul ierarhic** în care datele sunt organizate sub forma unui arbore, nodurile constând din înregistrări, iar arcele referințe către alte noduri;
  - **modelul rețea** în care datele erau organizate sub forma unui graf orientat. Nodurile și arcele au aceeași semnificație ca mai sus;
  - **modelul relațional** în care, intuitiv, datele sunt organizate sub formă de tabele.

# BAZELE PROIECTĂRII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 1C

## 1.2 Scurt istoric al dezvoltării CAD/CAM

Apariția și dezvoltarea proiectării și fabricației asistate de calculator își are originea în introducerea sistemelor automate de monitorizare și control al proceselor de producție.

Din punct de vedere istoric, câteva evenimente remarcabile sunt citate de unii autori cu referire la apariția primelor tehnologii automate

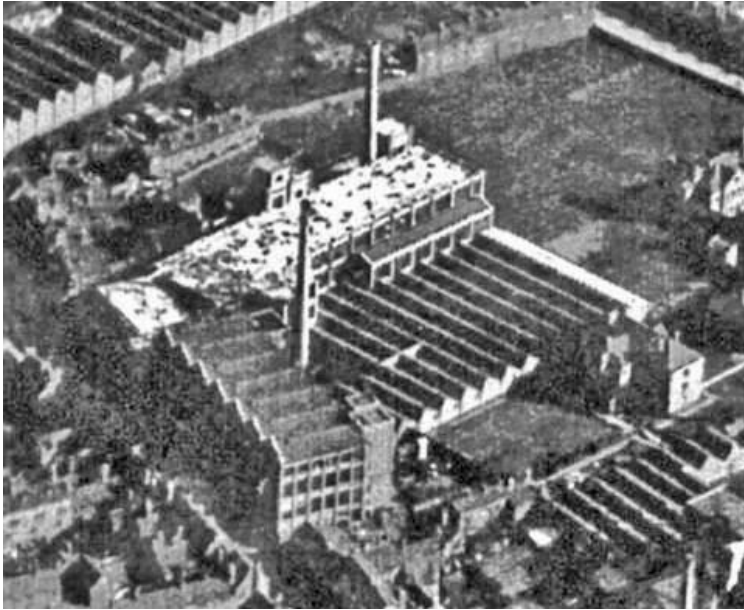


- moara mecanică pentru făină, - Oliver Evans din Philadelphia în 1795, - prima fabrică automată din lume;

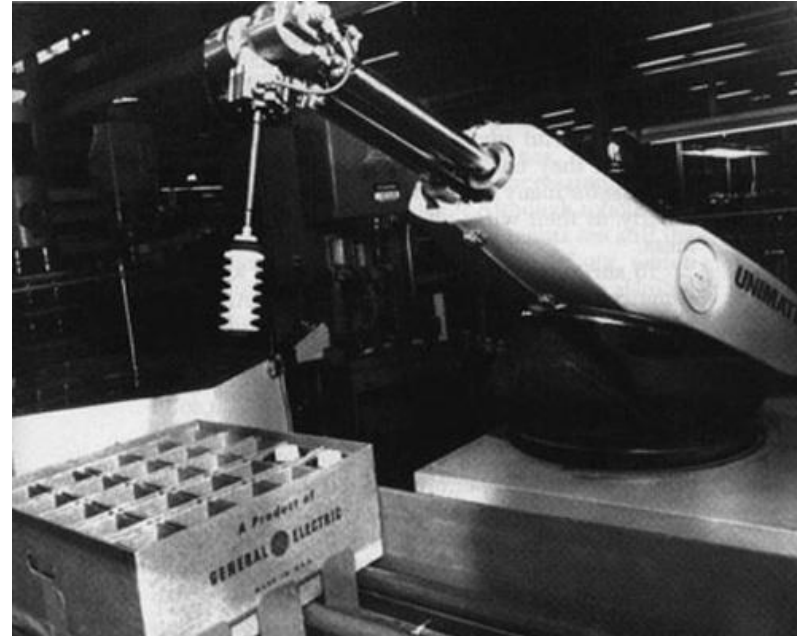


- prima linie de asamblare automată (uzinele Ford, SUA-1913);

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 1C



- In anul 1923 apare primul echipament de transfer, cu rol de indexare a pieselor de-a lungul liniei de fabricație - Moris Engines Ltd. Anglia

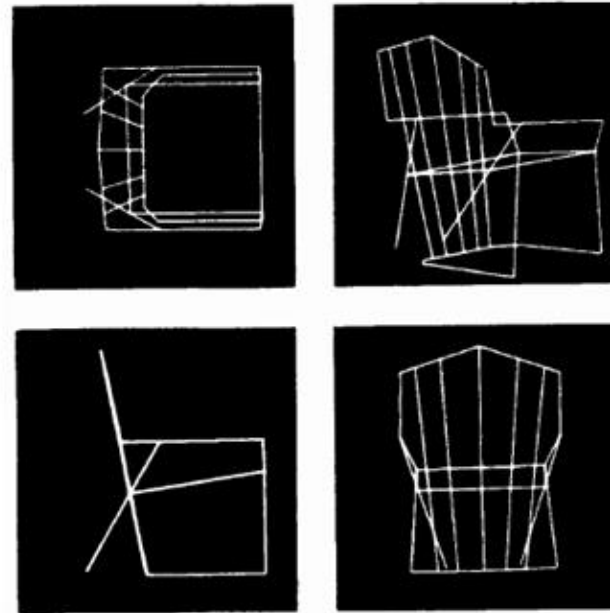


- primul robot industrial denumit UNIMATE - bazat pe principiile controlului numeric, a fost introdus în anul 1960 la uzina General Motors – SUA.

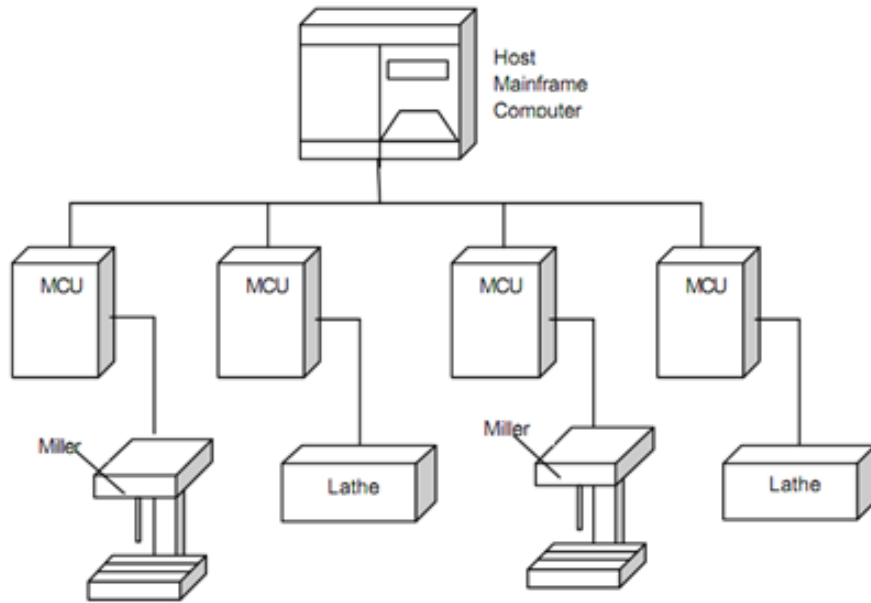
# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 1C

- în 1962-1963, apare sistemul SKETCHPAD (Ivan Sutherland la Massachusetts Institute of Technology (MIT). Evenimentul evidenciat prin trecerea de la utilizarea calculatoarului pentru realizarea calculelor ingineresti la utilizarea calculatorului in grafica, a marcat inceputul erei CAD. Versiunea perfectionata a lui SKETCHPAD permite desenarea obiectelor în trei dimensiuni, ceea ce făcea posibilă obținerea celor trei proiecții

- în anul 1964, firma General Motors anunță sistemul DAC 1 (din engleză, *design augmented by computers*);



# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 1C



- in anul 1970, în Japonia, se implementează ideea de control al mai multor mașini-unelte cu ajutorul unui singur calculator. Acest pas deschide calea conceptului controlului numeric direct (DNC) și al controlului numeric asistat de calculator (CNC).

- la sfârșitul anilor 1970, managementul din diferite industrii începea să realizeze impactul noii tehnologii CAD/CAM asupra creșterii productivității.

- anii '80 marchează intensificarea cercetărilor și studiilor în domeniul CAD/CAM și dezvoltarea noilor tehnologii și a algoritmilor de modelarea geometrică. Se extind sistemele CAD/CAM prin introducerea proiectării geometrice tridimensionale și apariția multor aplicații ingineresti cum ar fi reprezentarea exactă a suprafețelor



# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 1

- anii '90 reprezintă perioada în care rezultatele eforturilor de cercetare în domeniul CAD/CAM se maturizează. În acești ani devin disponibili noi algoritmi și capacități de proiectare și manufacturare avansate. Aceste aplicații sunt susținute de mașini de calcul mai bune și mai rapide și de *software*-uri de rețea și comunicare mai eficiente. Astăzi se dezvoltă noi configurații *hardware* și noi concepte *software* care cu siguranță vor aduce într-un viitor apropiat multe schimbări.

## 1.3. CICLUL DE PRODUCȚIE ȘI TEHNOLOGIA CAD/CAM

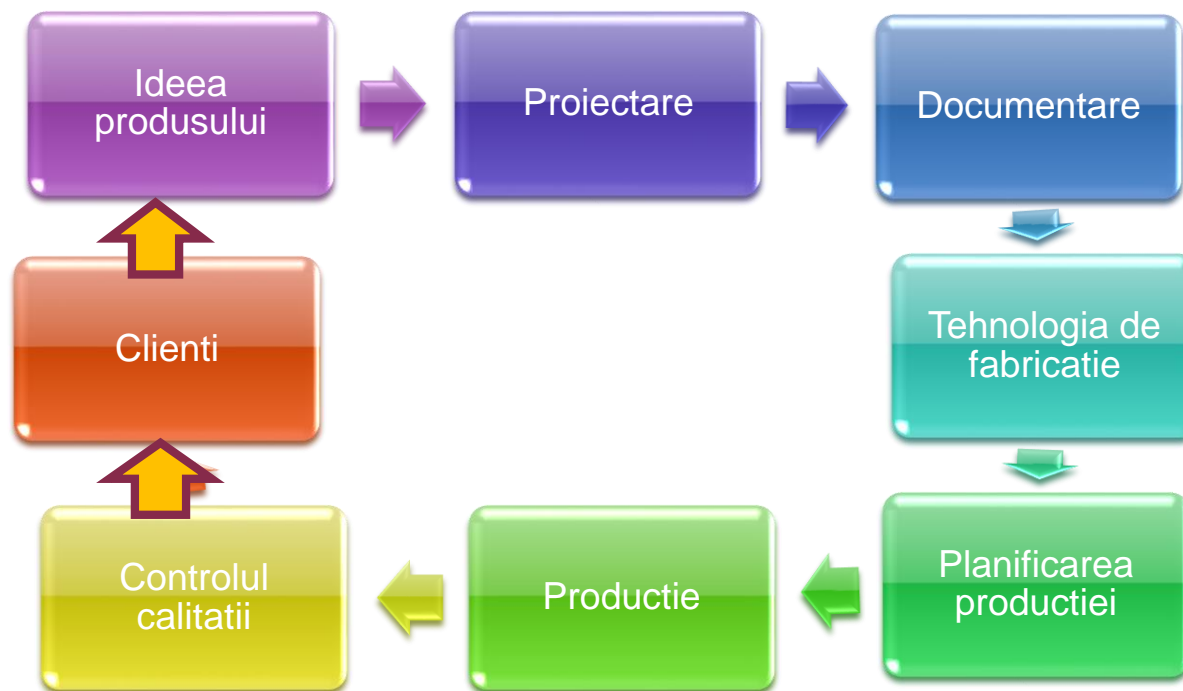
O bună înțelegere a scopului CAD/CAM în activitatea unei fabrici necesită o examinare prealabilă a diverselor activități și funcții care trebuie îndeplinite în proiectarea și fabricarea unui produs, în cadrul unui ciclu de producție.

Un ciclu de producție este condus de către:

- *clienți*
- *piața* care solicită un anumit produs.

În unele cazuri funcțiile de proiectare sunt realizate de client, iar producția este asigurată de o altă firmă. Indiferent de situație, ciclul de producție începe cu un concept sau o idee a produsului.

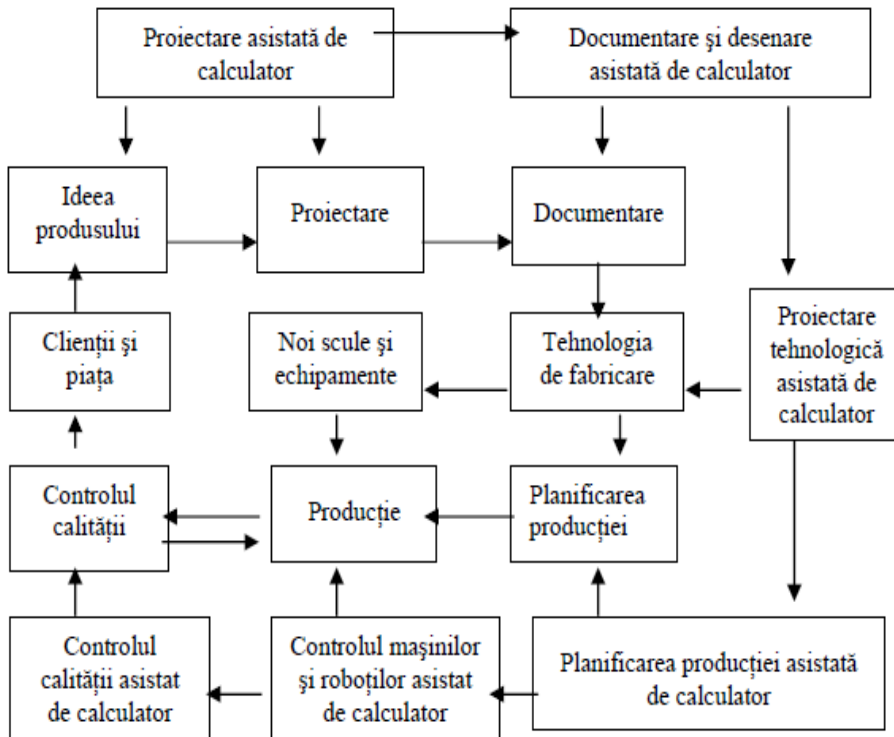
# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 1



## Etapele proiectării și fabricării într-un ciclu de producție

*Conceptul* este cultivat, rafinat, analizat, îmbunătățit și transpus într-un plan de producție printr-un proces de proiectare inginerescă. Planul este documentat prin elaborarea unui set de desene ingineresti care arată cum este produsul și asigură o serie de specificații care indică cum ar putea fi realizat. În figura de mai sus sunt prezentate activitățile de proiectare și fabricare a produsului.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 1



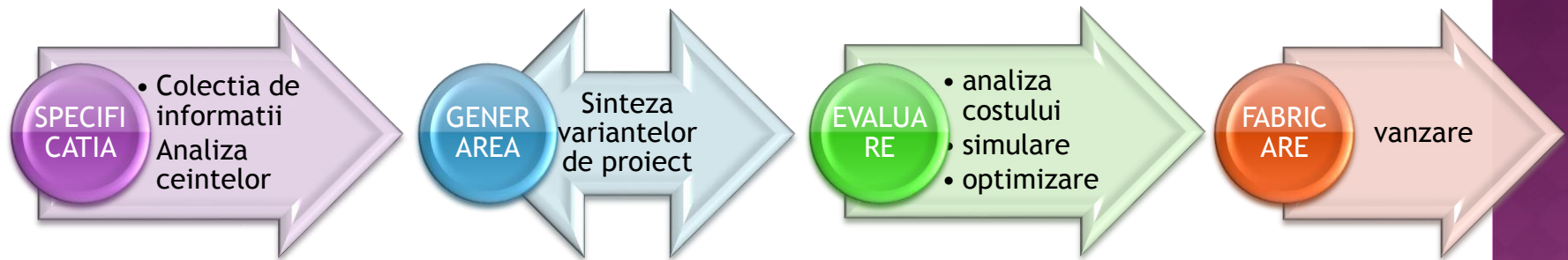
- Fișa tehnologică întocmită cuprinde operațiile și fazele necesare fabricării produsului.
- Influența tehnologiei CAD/CAM se manifestă în toate activitățile din cadrul ciclului de producție, așa cum rezultă din figura alaturată. Proiectarea asistată de calculator și documentarea automată sunt utilizate în etapa de concepție a produsului.

## Ciclu de producție în conexiune cu tehnologia CAD/CAM

Calculatoarele sunt utilizate la proiectarea tehnologiei de fabricație, la planificarea producției în condiții optime și la asigurarea calității produselor.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 1

## 1.4. STRUCTURA UNUI PROCES DE PROIECTARE ȘI FABRICARE



### Etapele unui proces de proiectare și fabricare

*Specificația* - sunt marcate sarcinile proiectantului și sunt trasate criteriile de performanță ale obiectului proiectat. .

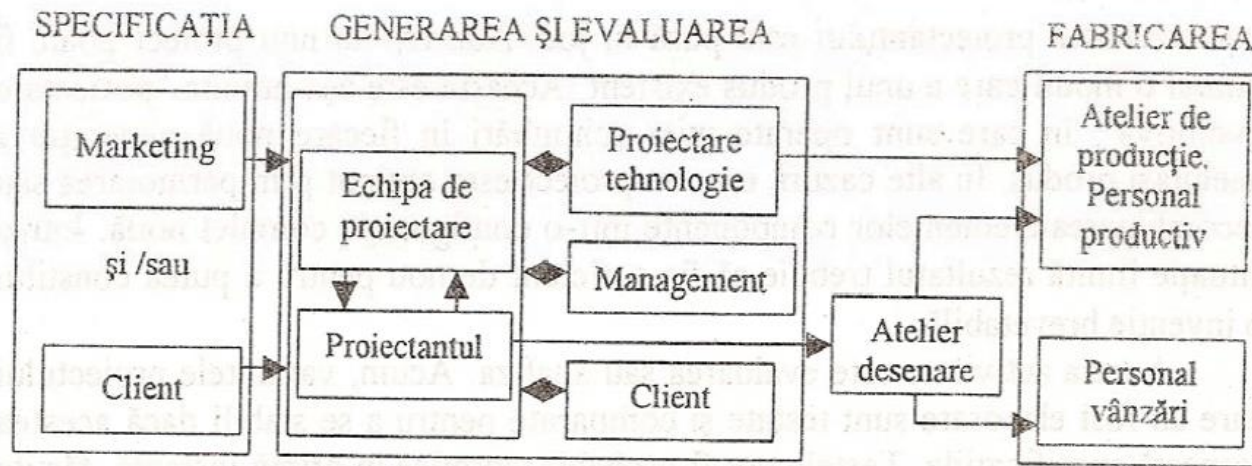
*Generarea* sau sinteza variantelor proiectului - activitate în care este pusă în joc puterea creatoare și inventivitatea proiectantului.

*Evaluarea sau analiza* este etapa în care variantele proiectului care au fost elaborate sunt testate și comparate pentru a se stabili dacă acestea respectă specificațiile.

*Fabricarea* – constă în punerea în practică a soluțiilor evaluate și analizate.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 1

Pornind de la structura fundamentală prezentată în figura anterioară, se poate stabili necesarul de personal pentru desfășurarea procesului de proiectare și fabricare și schimbul de informații între membrii echipelor de lucru - v. figura următoare.



Personalul implicat in procesul de proiectare si fabricare

*Proiectantul* - este personajul central interesat de activitățile de sinteză și analiză. În multe industrii, proiectarea este sarcina unei echipe de proiectanți, cu diverse specializări, care trebuie să comunice între ei.

*Tema de proiectare* - vine din partea:

- **compartimentului de marketing** - dacă produsul este de larg consum;
- **clientului** - care poate fi o organizație în cazul unui proiect ingineresc specializat.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 1

## Obligatiile proiectantului

- pe durata procesului de proiectare, proiectantul va continua să se consulte cu beneficiarul, ținându-l la curent cu desfășurarea proiectului și solicitându-i informații suplimentare
- va discuta cu persoanele responsabile cu managementul și planificarea producției, cu specialiștii în marketing și prețuri
- transmite informațiile despre produs, personalului însărcinat cu elaborarea desenelor și a documentației necesare atelierului și personalului executant, în cazul unui produs industrial, sau firmei constructoare, în cazul proiectului unei clădiri.

Descrierea formei geometrice și aspectul vizual al obiectului proiectat vor fi transmise sub forma desenului (în proiectarea tradițională) și sub forma unor model fizice.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC)

## C2

- ❖ Instrumente CAD/CAM
- ❖ Cap II - Echipamente pentru proiectare asistata de calculator
- ❖ Calculatoare și sisteme CAD

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 2

## 1.6. INSTRUMENTELE CAD/CAM

Conceptie	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tehnici de modelare geometrica; ajutoare grafice, manipulari si vizualizare</li></ul>
Modelare si simularea	<ul style="list-style-type: none"><li>• Idem; animatie, ansambluri; pachete speciale de modelare</li></ul>
Analiza	<ul style="list-style-type: none"><li>• Programe de analiza; programe si pachete dedicate</li></ul>
Optimizare	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aplicatii dedicate; optimizare structurala</li></ul>
Evaluare	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cotare; tolerante; liste de materiale; comanda numerica</li></ul>
Comunicare, documentare	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desenarea si extragerea detaliilor; reprezentari umbrite si structurate</li></ul>

Fig. 1 Instrumente CAD utilizate in procesul de proiectare



# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 2

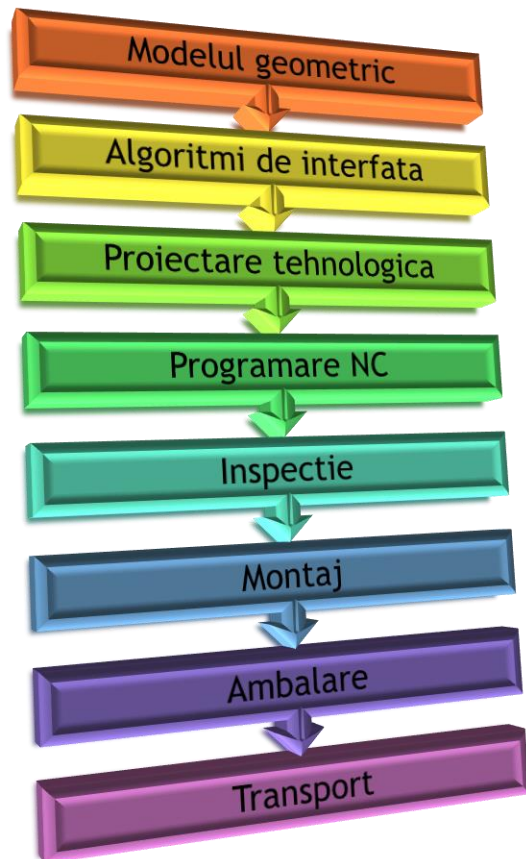


Fig. 2 Etapele implementarii unui proces CAM intr-un sistem CAD/CAM

- Modelul geometric dezvoltat în timpul procesului CAD constituie baza activităților CAM. Diferitele activități CAM pot solicita diverse informații din baza de date CAD.

- În cazul procesului de proiectare tehnologică, elementele care sunt utilizate în prelucrare (ex. găuri, canale, etc.) trebuie să fie recunoscute pentru a permite elaborarea unei tehnologii eficiente.

- În acord cu tehnologia de fabricație elaborată anterior și cu ordonarea sculelor și dispozitivelor necesare, este realizată programarea numerică a mașinilor-unelte.

- După producerea pieselor, programele CAD pot fi utilizate la inspecția acestora. Această operație este realizată prin suprapunerea unei imagini a piesei reale peste o imagine etalon stocată în baza de date a modelului

Programele CAM pot fi utilizate la instruirea sistemelor robotizate pentru montajul produsului final. Instrumentele CAM corespunzătoare fazelor procesului de manufacturare sunt prezentate în figura următoare.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 2

**Tehnicile CAPP** (proiectarea tehnologiei de fabricare asistată de calculator; în engleză, *computer-aided process planning*) permit abordări variaționale, generative și hibride.

Programele de inspecție utilizează mașini de măsurare în coordonate care compară coordonatele pieselor reale cu cele ale piesei etalon din baza de date. Programele pentru roboți permit simularea, programarea "off-line", procesarea imaginilor și aplicațiile de vizualizare

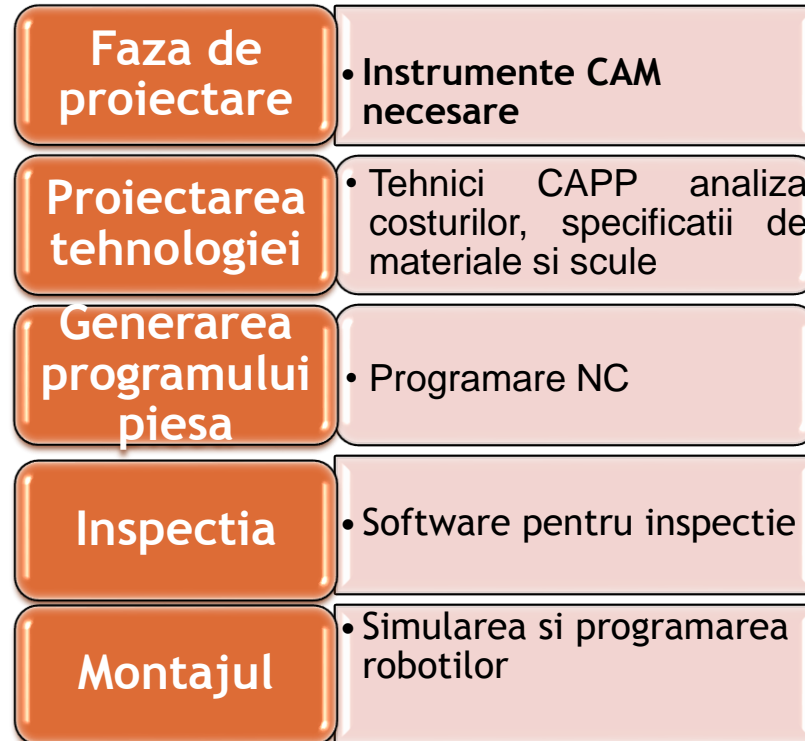


Fig. 3 Instrumentele CAM necesare procesului de fabricare

## BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 2

Definirea instrumentelor CAD/CAM se bazează pe utilizarea practică și industrială a tehnologiei CAD/CAM. Ea este suficient de largă pentru a cuprinde multe detalii pe care utilizatorii ar dori să le adauge.

Instrumentele CAD pot fi definite ca intersecție a trei domenii: *modelarea geometrică*, *grafica-computer* și *instrumentele de proiectare* - v. figura alaturata.

*Conceptele abstracte* ale modelării geometrice și ale graficii-computer trebuie aplicate inventiv spre a servi procesului de proiectare.

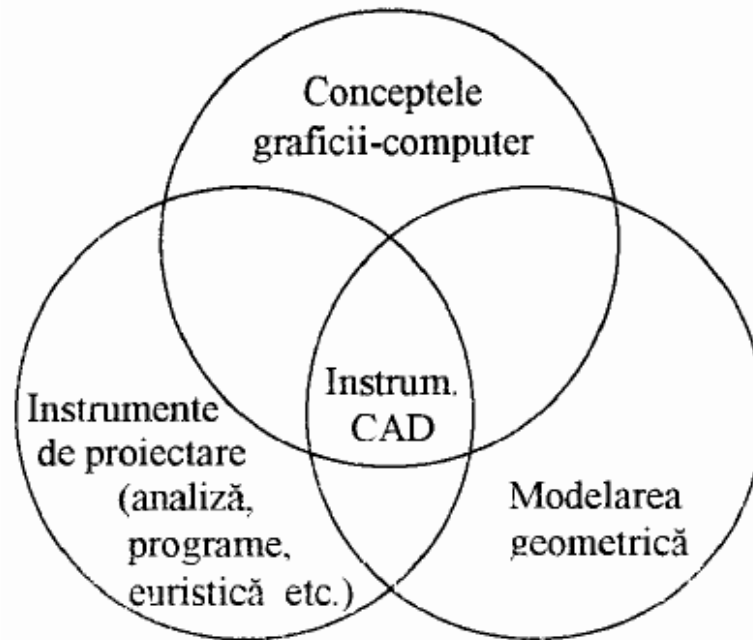


Fig. 4. Definirea instrumentelor CAD pe baza componentelor implicate

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 2

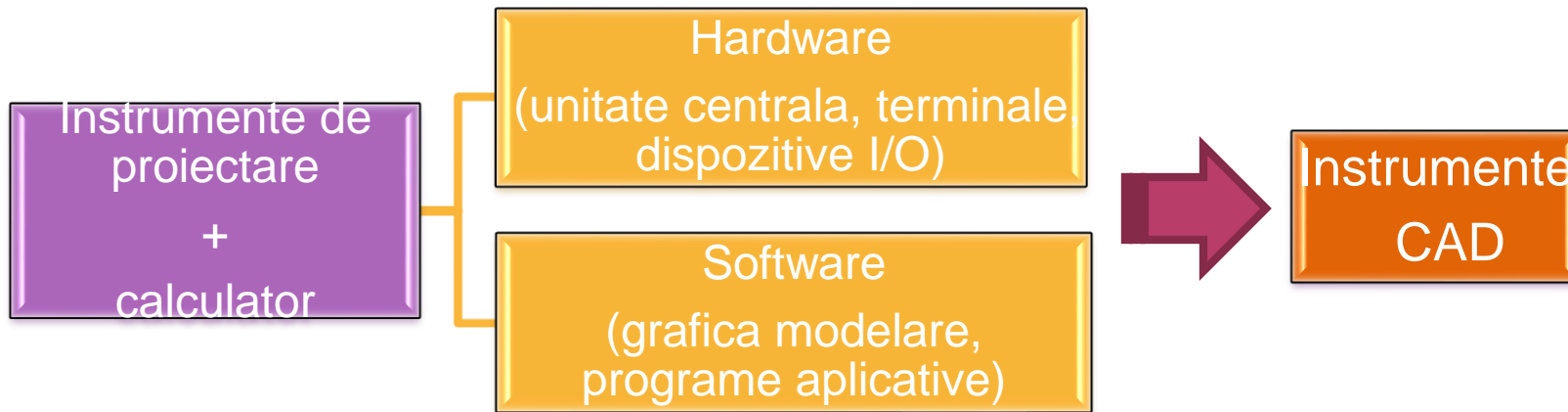
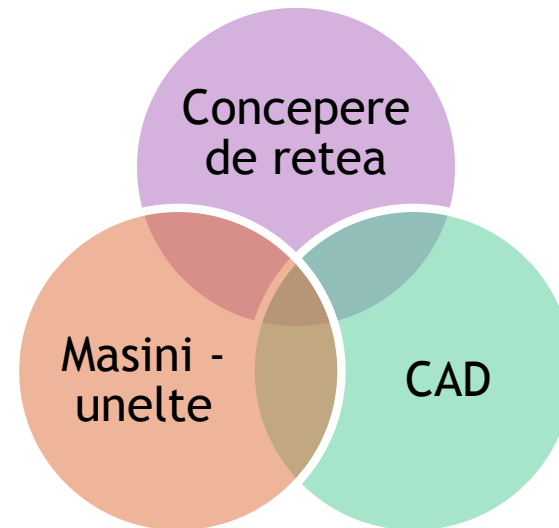


Fig. 5 Definirea instrumentelor CAD în cadrul unui mediu de proiectare

- ◉ Într-un mediu de proiectare, instrumentele CAD pot fi definite ca instrumente de proiectare (programe de analiză, proceduri euristice, algoritmi de proiectare etc.) care sunt susținute de echipamente de calcul și software- v. fig. de mai sus.
- ◉ Instrumentele CAD pot varia de la cele geometrice, precum manipularea entităților grafice și verificarea interferențelor, până la aplicații specializate de analiză și optimizare. Între aceste limite sunt incluse analiza toleranțelor, calculul proprietăților masice și modelarea și analiza cu elemente finite. Aceste definiții nu trebuie să reprezinte o restricție în utilizarea CAD în proiectarea inginerescă.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 2

◉ Instrumentele CAM pot fi definite ca intersecție a trei domenii: instrumentele CAD, conceptele de rețea și uneltele de manufacturare – figura 6.



Principalele elemente necesare implementării CAM într-un mediu de fabricare sunt prezentate în figura 7.

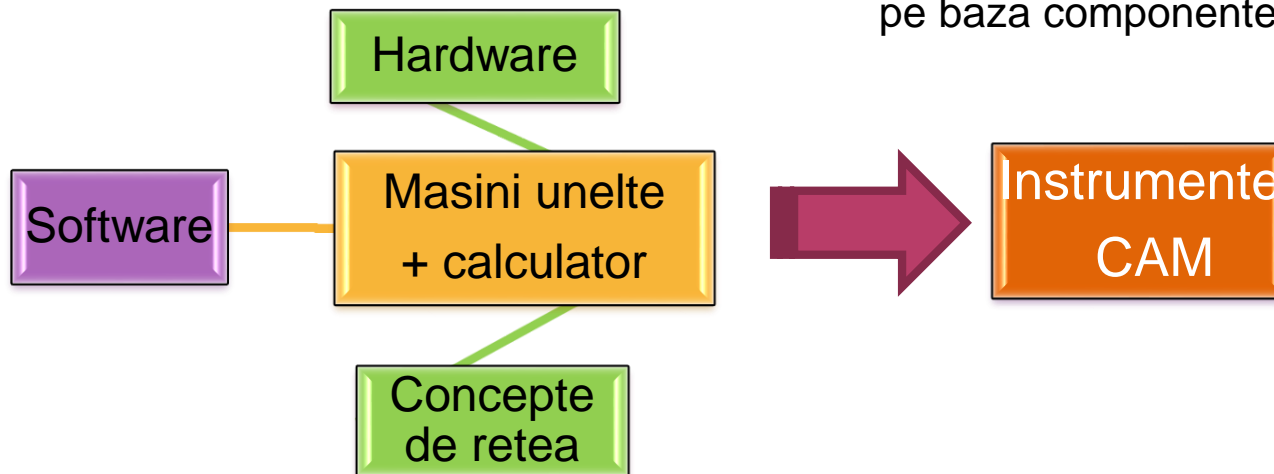


Fig. 6. Definirea instrumentelor CAM pe baza componentelor implicate

Fig. 7. Definirea instrumentelor CAM pe baza componentelor implicate

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 2

**Succesul implementării CAM** într-un sistem de fabricație este determinat de doi factori principali:

- *legătura dintre CAD și CAM care trebuie să fie biunivocă* (baza de date CAD trebuie să reflecte cerințele de manufacturare, proiectanții trebuie să gândească în termenii cerințelor CAM, în faza finală a proiectului);

- *echipamente de calcul și de software-ul de rețea utilizat.*

Fabrica viitorului și nivelul acesteia de automatizare sunt direct influențate de robustețea conceptelor de rețea.

- Implementarea CAM presupune sincronizarea în timp a roboților de:
  - **celulele de fabricare,**
  - **sistemele de observare;**
  - sistemele de manipulare a materialelor.

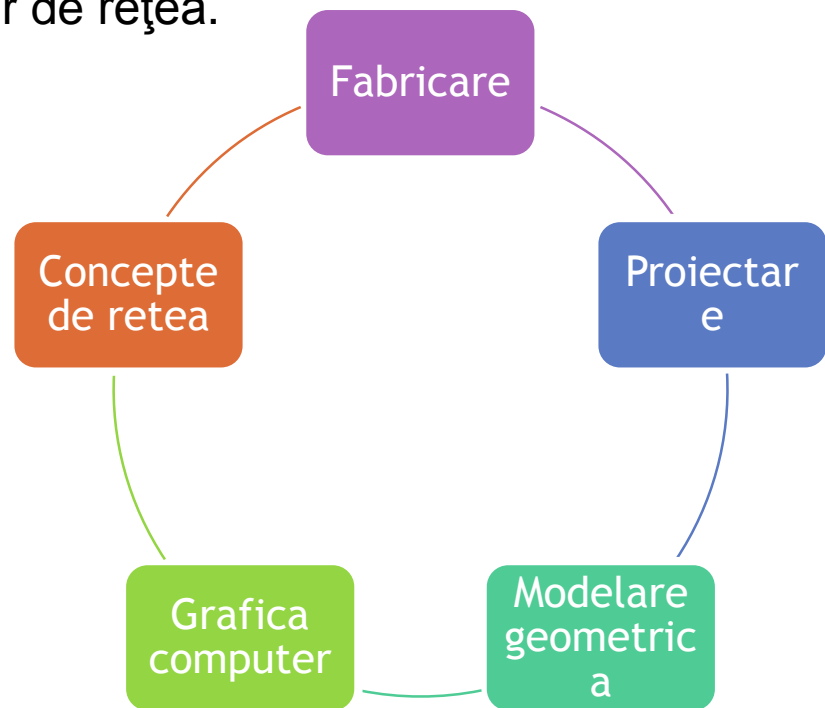


Fig. 8. Componentele instrumentelor CAD/CAM

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 2

## ◉ Cap 2. Echipamente pentru proiectare asistata de calculator

Un sistem modern de proiectare asistată de calculator se bazează pe grafica interactivă. Sisteme de calcul au configuratii specifice domeniului lor de activitate.

Sistemele CAD/CAM sunt caracterizate de:

- rapiditatea răspunsului interactiv;
- capacitatea de reprezentare grafică.

Dispozitivele de intrare includ

- tastaturi alfanumerice,
- tastaturi cu funcții programate,
- tablete digitizoare,
- creioane optice,
- stilouri electronice,
- sisteme de tip mouse,
- bilă rotitoare,
- buton de reglare,
- joystick și dispozitive senzoriale.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 2

Dispozitivele de ieșire cuprind

- ploterele convenționale,
- imprimantele
- display-urile grafice.

Terminalele grafice sunt destul de diferite față de videoterminalele convenționale care, de regulă, sunt utilizate numai pentru ieșirile text.

Display-urile grafice dispun de procesoare și controlere locale care realizează diverse funcții grafice, cum sunt transformările și generările grafice, la nivel de hardware, în scopul reducerii timpului de răspuns dintre utilizator și sistem.

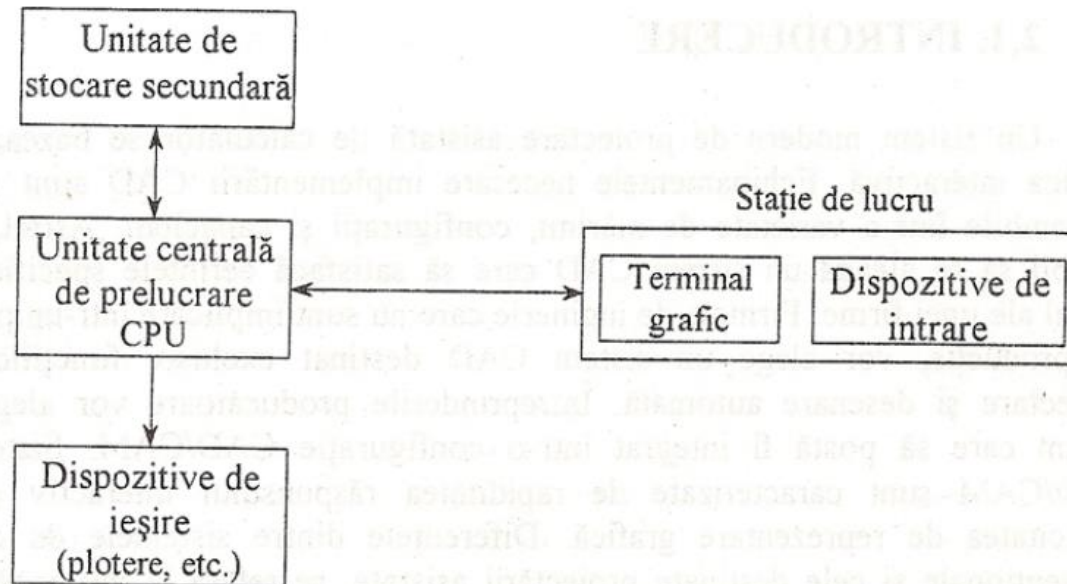


Fig.8 Configuratia componentelor hardware intr-un sistem CAD



# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 2

**Stația de lucru CAD** este interfața sistemului cu lumea exterioară. Reprezintă factorul determinant al eficienței sistemului CAD față de cerințele utilizatorului.

- Funcții
- asigură interfața cu unitatea centrală de prelucrare;
  - generează o imagine grafică stabilă, pentru utilizator;
  - furnizează descrierea numerică a imaginii grafice;
  - traduce comenzile calculatorului în funcții operaționale;
  - înlesnește comunicarea între operator și sistem.

**Unitatea centrală de prelucrare** este “creierul” sistemului CAD, care asigură permanent procesarea comenzilor și controlul tuturor componentelor.

**Dispozitivele de ieșire** sunt, de regulă, ploterele și imprimantele, care tipăresc rezultatele grafice și alfanumerice.

**Unitatea secundară de stocare** include discurile și benzile magnetice sau alte suporturi externe de memorie, de mare capacitate.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 2

## 2.2. CALCULATOARE ȘI SISTEME CAD

Calculatoarele utilizate in sistemele CAD/CAM pot fi grupate în patru categorii:

- microcalculatoare;
- minicalculatoare;
- “mainframes” ;
- supercalculatoare.

*Microcalculatoarele* sunt denumite, de obicei, calculatoare personale. Acestea includ un procesor central dedicat, un display și dispozitive de intrare pentru intrări grafice.

*Minicalculatoarele sau stațiile de lucru* sunt mai puternice decât microcalculatoarele, au capacitate de memorare mai mare, au un disc dur pentru stocare și un display grafic color de mare rezoluție. De regulă, aceste mașini au o configurație “*single user*”, dar pot lucra în rețea și “*multiuser*”. Exemple de minicalculatoare sunt Micro-VAX, HP-Apollo și SUN. pice de microcalculatoare sunt IBM PC și Apple Macintosh.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 2

**Mainframes**” sunt calculatoare de mare viteză și capacitate de stocare extinsă, care deservește pe rând mai mulți utilizatori. Terminalul, în acest caz, depinde de natura aplicației și poate fi de tip alfanumeric sau de tip grafic.

**Supercalculatoarele** sunt rezervate aplicațiilor de calcul intensiv, cum sunt prognoza meteorologică, fizica de înaltă energie și alte asemenea utilizări. Ele au capacități de procesare paralelă și lucrează în rețea cu un mainframe.

## 2.2.1 Sisteme bazate pe microcalculatoare

Microcalculatoarele, popularizate inițial de Apple Computer și IBM, au avut un impact deosebit asupra domeniului CAD. Astăzi există o abundență a programelor CAD pentru PC-uri, mergând de la desenarea bidimensională, la modelarea solidă și aplicațiile 3D.



# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 2

Doi factori principali explică succesul rapid al acestor sisteme:

- evoluția exponențială unor parametri ca: viteza, capacitatea și acuratența - microcalculatoarele pe 32 bit dispun de suficientă memorie dinamică, capacitate de stocare și viteză de lucru pentru aplicațiile de CAD.
- dezvoltarea unor programe aplicative diverse, care acoperă aproape toate cerințele utilizatorilor din diferite domenii de activitate.

## 2.2.2. Sisteme CAD bazate pe minicalculatoare

Dezvoltarea circuitelor LSI și apoi VLSI, a schimbat principiile fundamentale ale arhitecturii calculatorului și a dus la proliferarea minicalculatoarelor, în anii '70. Primele versiuni ale acestora erau pe 16 bit, lente și cu stocare limitată. Exemplu: seria PDP a firmei DEC.

La sfârșitul anilor '70, apariția superminicalculatoarelor, ca VAX 11/780, pe 32 bit, a încurajat dezvoltarea aplicațiilor CAD/CAM și a ajutat la desprinderea acestora de mainframe-uri.



## BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 2

Minicalculatoarele au permis creșterea rapidă a industriei CAD/CAM. Costul scăzut, ușurința programării și dimensiunile mici au constituit argumente importante pentru fabricanții și clienții interesați. Superminicalculatoarele de astăzi dispun de viteză, acuratețe și capacități de stocare mai adecvate aplicațiilor CAD/CAM complexe.

Figura 9 - poate servi ca schemă de principiu a unui sistem CAD condus de un minicalculator. Majoritatea sistemelor CAD bazate pe superminicalculatoare sunt livrate ca sisteme la cheie. Un astfel de sistem este compus din hardware și software pentru CAD și este oferit de un singur furnizor.

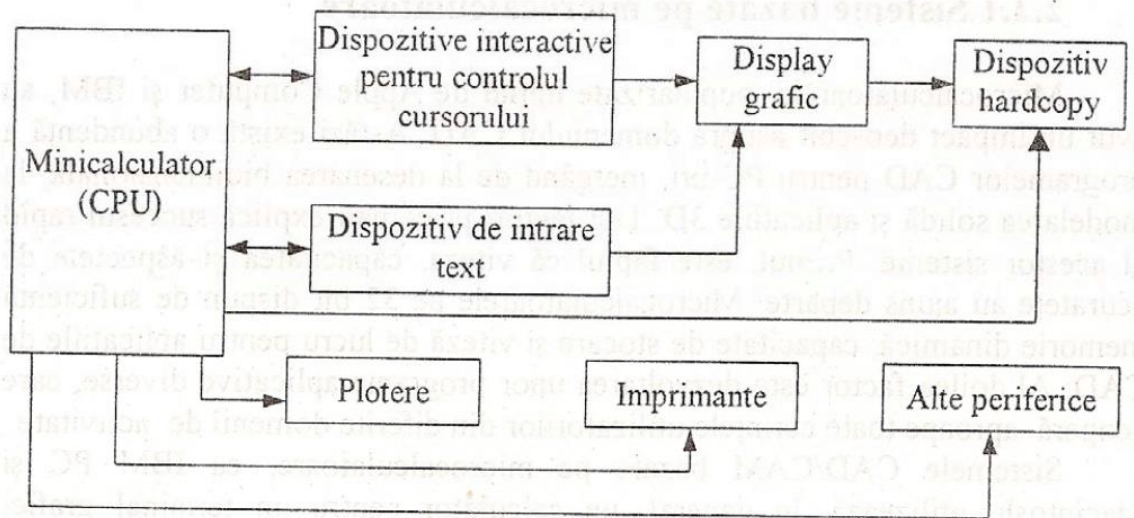


Fig.9. Schema unui sistem CAD bazat pe minicalculatoare

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 2

Minicalculatoarele sunt mașini care se utilizează la constituirea configurațiilor din categoria stație de lucru. Stația de lucru posedă o unitate centrală de prelucrare (CPU), dar este conectată la un calculator mai puternic, mainframe, care deține programe complexe de analiză, proiectare centralizată și baze de date pentru manufacturare. Stația de lucru are acces la gestionarul de fișiere și la dispozitivele de ieșire și pot fi conectate în mai multe moduri, două dintre ele fiind arătate în figura 10.

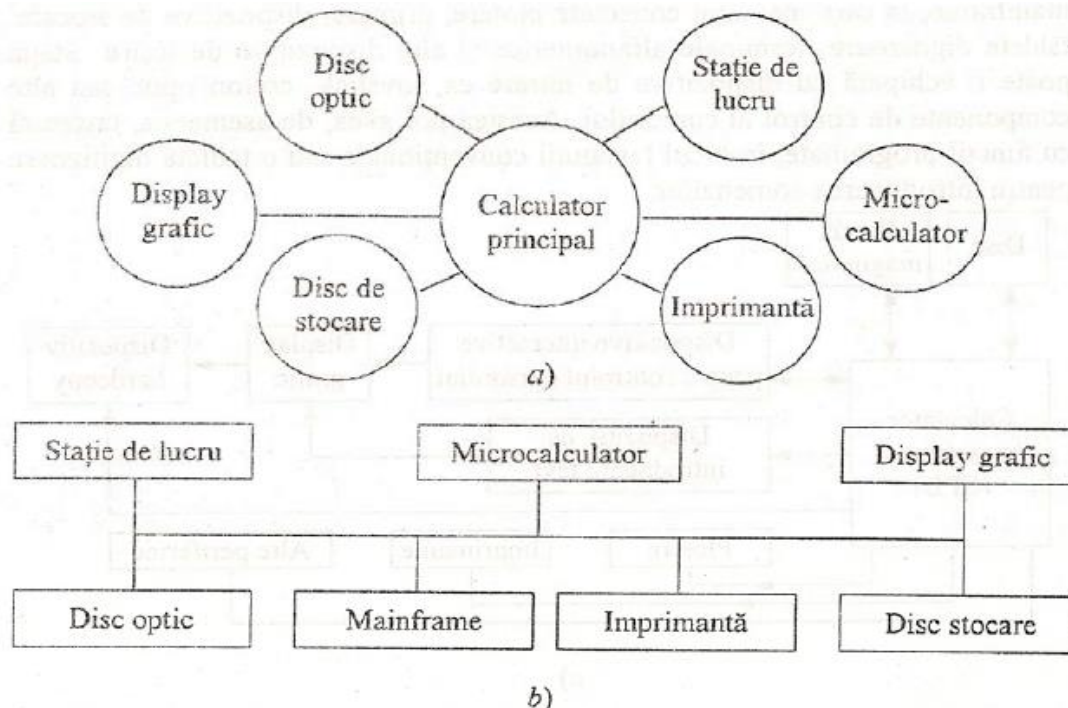


Fig.10. Stație de lucru conectată în rețea  
a) Configurație clasică; b) configurație LAN

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 2

Figura 10 *b* arată o rețea în care participă toate nodurile, indiferent de tip, mainframe, stație de lucru sau dispozitive de ieșire și pot fi procesate informații între oricare dintre acestea..

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC)

C3

- ❖ Calculatoare și sisteme CAD
  - ❖ *Sisteme bazate pe microcalculatoare;*
  - ❖ *Sisteme bazate pe minicalculatoare;*
- ❖ Funcții logice și dispozitive de intrare
  - ❖ *Dispozitive de control al cursorului*
  - ❖ *Analiza comparativa a dispozitivelor de intrare*



# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 3

◉ **Mainframe-urile** – figura 1, (eng.) sunt computer mari folosite de instituții guvernamentale și companii mari pentru procesarea de date importante pe domeniile: statistica, recensăminte, cercetare, proiectare, prognoza, planificarea producției, tranzacții financiare ș.a. Încă nu există un cuvânt românesc corespunzător. Deseori *mainframe*-urile sunt numite, cu o nuanță ironică, *big iron* (engl. „marele fier”).



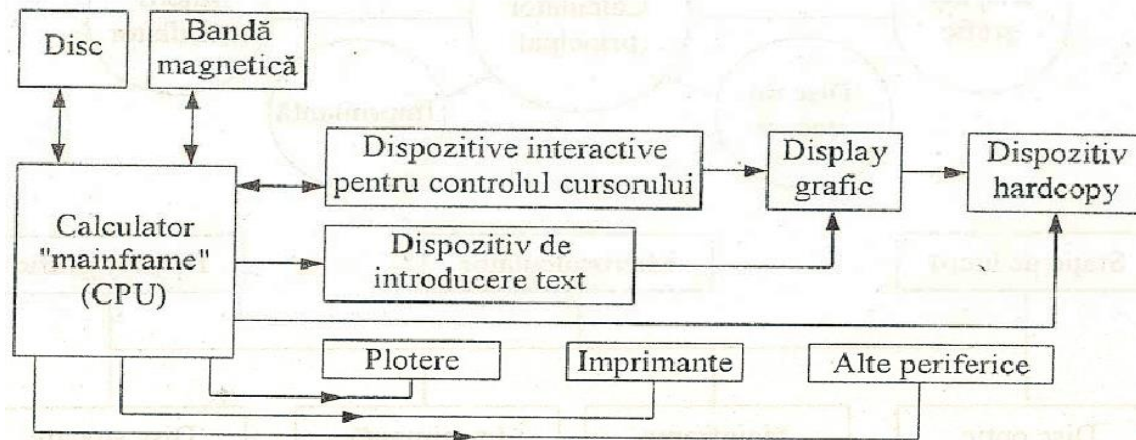
Fig.1. Mainframe al firme IBM - an 2008

*Mainframe* s-ar putea traduce cu "cadru sau dulap principal", ceea ce provine de la aspectul exterior al primelor *mainframe*-uri - ele arătau ca dulapuri mari de metal. În timp, tehnologiile de fabricație s-au dezvoltat, mărimea fizică a *mainframe*-urilor a mai scăzut, iar viteza lor de calcul a crescut foarte mult. Un astfel de sistem CAD/CAM include una sau mai multe stații de proiectare și desenare.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 3

Fiecare stație de proiectare cuprinde:

- un display grafic,
- un display alfanumeric de control;
- o tastatură.



a)

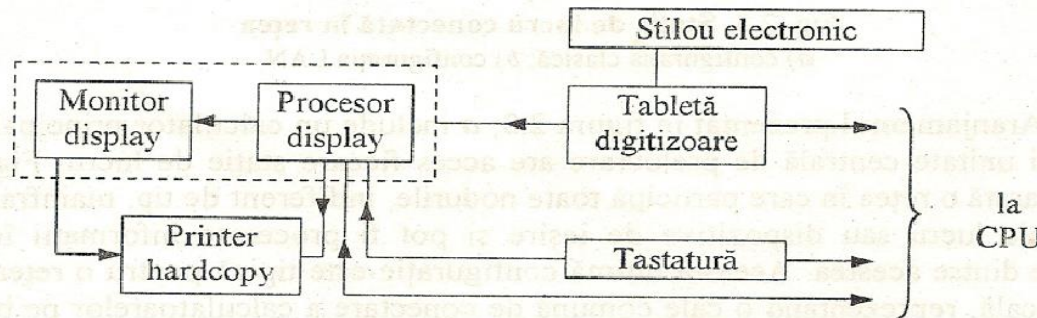


Fig.6. Schema unui sistem CAD bazat pe mainframe  
a) schema generală a sistemului, b) detaliile unei stații de lucru

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 3

O stație de lucru tipică este formată, în principal, din două segmente majore:

- dispozitive de intrare;
- dispozitive de ieșire.

Figura 6.b. arată detaliile unei stații de lucru cu dispozitivele de intrare/ieșire specifice. În această figură, controlul cursorului se face cu un creion electronic și o tabletă digitizoare, în timp ce textul este introdus de la tastatură. Display-ul grafic este compus din monitorul grafic și procesor și poate fi un echipament obișnuit sau unul complex, cu performanțe deosebite.

## 2.3. FUNCȚII LOGICE ȘI DISPOZITIVE DE INTRARE

Sistemele CAD interacționează cu utilizatorul prin diferite tipuri de dispozitive de intrare și ieșire (I/O). Fiecare dispozitiv poate îndeplini una sau mai multe funcții.

Funcțiile dispozitivelor de intrare pot fi grupate în șase categorii logice:

- șir de caractere (*string*);
- buton;
- identificator (*pick*);
- detector (*locate*),
- evaluator (*valuator*);
- șir de poziții (*stroke*). 18

## BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 3

**Funcția *string*** - returnează un șir de caractere - tastatura reprezintă un dispozitiv de intrare de tip string.

**Funcția *button***, returnează 1 sau 0 (on/off) - butoanele sunt utile pentru a semnala operația de eșantionare a datelor.

**Funcția *pick*** returnează identificatorul unui obiect pe ecranul grafic. Obiectul poate fi o linie sau un punct sau o colecție de linii și puncte.

**Funcția *locate*** returnează valorile unei perechi  $x, y$  de coordonate pe ecranul grafic. Funcția corespunde dispozitivelor de tip mouse și tabletă digitizoare.

**Funcția *valuator*** returnează o valoare. Un evaluator este utilizat la introducerea unor valori într-un program. De exemplu, un evaluator poate fi folosit la cotarea unei piese, la introducerea unei forțe sau a unui alt parametru.

**Funcția *stroke*** returnează un șir de poziții. Acest tip logic de intrare are rol de stenogramă în unele sisteme CAD, înlesnind introducerea de valori sau simboluri, prin desenarea acestora pe tabletă, care pot fi recunoscute de sistem ca numere sau litere. În alte cazuri, pentru a micșora un obiect, utilizatorul trebuie să facă o mișcare de baleiere, cu stiloul tabletei, din stânga-jos către dreapta-sus. Calculatorul primește șirul de poziții și interpretează mișcarea pentru a realiza operația de micșorare.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 3

Dispozitivele de intrare pot fi divizate în trei categorii:

- dispozitive de control al cursorului;
- digitizoare;
- tastaturi.

Primele două categorii de dispozitive sunt utilizate pentru obținerea interacțiunii grafice cu sistemul CAD.

Tastaturile sunt folosite la introducerea comenzilor și a datelor alfanumerice.

Interacțiune grafică realizată cu ajutorul controlerului de cursor și al tabletei:

- crearea și poziționarea de noi elemente pe display-ul grafic;
- respectiv punctarea sau identificarea locațiilor pe ecran.

## **2.3.1. Dispozitive de control al cursorului**

În mod normal, cursorul grafic ia forma unui spot luminos pe display, care indică unde va avea loc scrierea sau desenarea. Posibilitatea de a controla cursorul permite operatorului să introducă date de poziție în sistem. Există o varietate de dispozitive de control al cursorului, utilizate în sistemele CAD, care cuprind: tastele direcționale de pe tastatură, butoanele de reglare, joystick-ul, bila rotitoare, mouse-ul, cadranul, creionul optic, tableta și stiloul electronic.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 3

**Tastele direcționale** de pe tastatură, constituie o formă fundamentală de control al cursorului utilizată nu numai pe terminalele grafice, ci și pe display-urile obișnuite. În acest sistem, patru butoane de pe tastatură sunt desemnate pentru cele patru direcții în care cursorul grafic se poate deplasa, dreapta, stânga, sus și jos.

Dispozitivele de tip **buton de reglare** (*thumbwheel*) – figura 8, utilizează două butoane pentru poziționarea pe orizontală și pe verticală a cursorului. Acest tip de dispozitiv este montat direct pe tastatura sau ca parte integrantă a terminalului CRT. În acest caz, cursorul este reprezentat de intersecția a două linii ortogonale pe ecran.



Fig.7. Tastatura



Fig. 8. Tastatura cu buton de reglare

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 3



Fig.9. Joystick

**Joystick-ul** sau manșa - figura 9, permite utilizatorului să trimită un semnal calculatorului prin mișcarea în orice direcție a manșei, indicând deplasările  $x$  și  $y$  ale cursorului pe ecran.

Joystick-ul conține, de regulă, două potențiometre interne, câte unul pentru mișcările pe cele două direcții ortogonale,  $x$  și  $y$  (fig. 2.5). Există două tipuri de joystick-uri . Unul este pozițional, iar celălalt se numește joystick de viteză.



Fig. 10. Joystick de viteză

**Joystick-ul pozițional** utilizează coordonatele  $x$ ,  $y$  furnizate de dispozitiv pentru a indica componentele pe direcțiile  $x$  și  $y$  ale vitezei cursorului pe ecran.

**Joystick-ul de viteză** este prevăzut cu traductori care înregistrează intensitatea forței de apăsare și arcuri care îl aduc în poziția verticală atunci când acesta este eliberat.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 3



Fig. 11. Mouse mecanic

Mouse-ul este un dispozitiv de intrare inventat la sfârșitul anilor 60, care permite introducerea de date în sistem. Pot fi de două tipuri de mouse: - mecanice – fig 11, sau optice – fig 12.



Fig. 12. Mouse optic

**Bila rotitoare (trackball)** este un dispozitiv de intrare asemănător joystick-ului și mouse-ului. Ca formă constructivă, trackball-ul este un mouse răsturnat, în care bila este situată deasupra și poate fi mișcată liber în locașul ei (fig. 13).

**Cadranele (dials)** sunt utilizate ca evaluatoare și pot fi programate să introducă valori în aplicațiile grafice.



Fig. 13. Bila rotitoare sau *trackball*



# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 3



Fig. 14. Creion optic

**Creionul optic** (*lightpen*) este un dispozitiv care permite interacțiunea cu display-ul direct pe ecranul calculatorului (fig. 14). Lightpen-ul este format dintr-un fotodetector care poate fi manevrat manual și poziționat pe ecran. Fotodetectorul sesizează lumina venită de la ecran și prin intermediul unui circuit de sincronizare poate determina coordonatele  $x, y$  în care este poziționat creionul optic pe ecran.

**Tableta și creionul electronic** - este formata dintr-un ecran cu sensibilitate electronică și un creion electronic. Utilizatorul are posibilitatea să deseneze cu creionul electronic, să introducă instrucțiuni sau să controleze cursorul pe o suprafață plană, separată de ecran.



Fig. 15. Tableta

# BAZELE PROIECTĂRII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 3

## Digitizorul

Digitizorul este un dispozitiv de intrare format dintr-o planșetă mare și netedă și un instrument de trasare/urmărire care poate fi deplasat pe suprafața planșetei, după contururi existente (fig. 2.10). Aceasta constituie o tehnică a sistemului CAD, utilizată la înregistrarea coordonatelor unui desen de pe hârtie, într-un fișier de date. Instrumentul electronic de urmărire, numit stilou sau puc, este prevăzut cu un comutator ce permite utilizatorului să înregistreze coordonatele  $x,y$  ale pozițiilor dorite.



Fig. 16. Digitzor



Fig. 17. Manusa de date

**Alte dispozitive de intrare:** mănușa de date (*data glove*) – fig. 17, dispozitivele prin atingere (*touch devices*) și dispozitive activate prin comanda vocală.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 3

## 2.3.2 Analiza comparativă a dispozitivelor de intrare

Tabelul 1 prezintă avantajele și dezavantajele celor mai răspândite dispozitive de control al mișcării cursorului pe display.

Tabelul 2 prezintă datele comparative ale unor parametri funcționali pentru unele dispozitive de intrare descrise în acest capitol.

Tabelul 1

Creion optic	Tabletă / stilou	Mouse, joystick, trackball
Avantaje		
Ideal pentru urmărirea și mutarea obiectelor. Eroarea este mică atunci când se aplică unor entități de pe ecran. Recomandat în operațiile de desenare simplă.	Multiple moduri de introducere a datelor. Rezoluție înaltă. Analogie cu creionul și hârtia. Utilizare comodă.	Poate fi atașat unei tastaturi. Rezoluție înaltă. Utilizare comodă.
Dezavantaje		
Rezoluție slabă. Obositor de utilizat. Obstrucționează părți din ecran. Nu lucrează bine cu obiecte mici.	Necesită suprafață de lucru suplimentară. Cost ridicat.	Calitate slabă a intrărilor cu "mâna liberă". Mouse-ul necesită suprafață de lucru suplimentară. Control slab al cursorului.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 3

*Tabelul 2. Comparație între dispozitivele de intrare*

Funcția	Dispozitivul						
	Creion optic	Tabletă/ stilou	Planșetă/ puc	Mouse	Joystick	Trackball	Touch screen
Rezoluție	slabă	înaltă	înaltă	medie	medie	medie	slabă
Reacție la mișcare	înaltă	înaltă	înaltă	înaltă	înaltă	înaltă	înaltă
Poziționare	slabă	foarte bună	foarte bună	foarte bună	bună	bună	-
Selectare	bună	foarte bună	foarte bună	foarte bună	bună	bună	-
Digitizare	-	bună	foarte bună	-	-	-	-
Urmărire	-	foarte bună	bună	-	-	-	-
Schițare	-	foarte bună	bună	bună	slabă	slabă	medie
Solicitare	înaltă	scăzută	scăzută	medie	scăzută	scăzută	scăzută

Aceste informații reflectă sensibilitatea și fiabilitatea tabletei și a mouse-ului, attribute care contribuie la popularitatea și răspândirea acestor dispozitive de intrare în sistemele CAD.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC)

## C4

- ❖ Conectarea in retea a sistemelor CAD
- ❖ Standarde grafice
- ❖ Structuri de date
- ❖ Modele de baze de date utilizate in programele CAD/CAM

## 2.4. CONECTAREA ÎN REȚEA A SISTEMELOR CAD

În atelierele de proiectare există diferite sisteme CAD/CAM și multe dispozitive de introducere și afișare a datelor.

Necesitățile de conectare a echipamentelor CAD/CAM sunt multiple, datorită caracterului interdisciplinar al procesului de proiectare și fabricare.

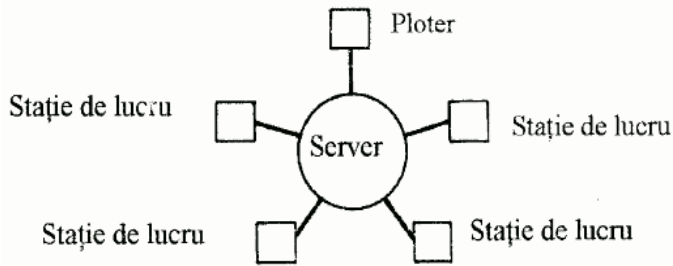
Avantaje ale  
conectării  
echipamentelor  
de calcul

- acces la aceeași baza de date;
- distribuirea funcțiilor aceluiași program CAD/CAM în mai multe departamente (design și manufacturare);
- posibilitatea de utilizare în comun a resurselor și perifericelor (ploterele și imprimantele);
- perspectiva extinderii sistemelor CAD/CAM prin adăugarea unor noi stații de lucru într-o manieră incrementală

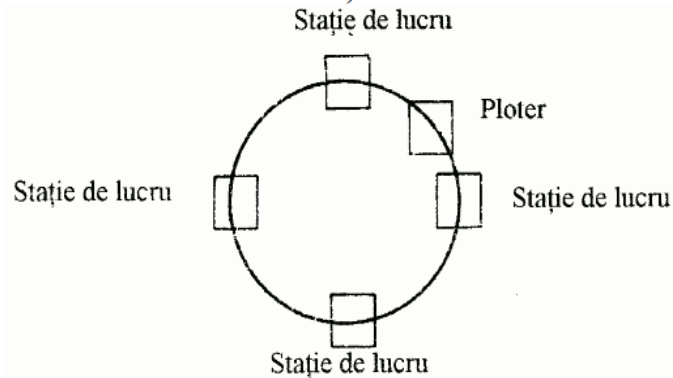
Principala tehnologie de comunicare disponibilă în prezent este aplicată în structurile de rețele locale (LAN). *Rețeaua locală* este un sistem de comunicare a datelor care permite diverselor tipuri de dispozitive digitale să dialogheze în cadrul unui mediu comun de transmisie.

Cele trei tipuri de rețele locale, mai răspândite, sunt în formă de *stea*, *inel* și *magistrală*.

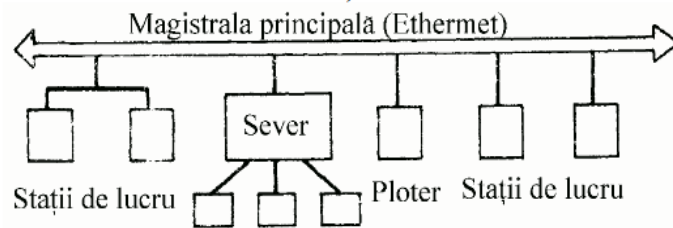
# BAZELE PROIECTĂRII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4



a)



b)



c)

Fig. 1. Rețele locale  
a) în stea; b) inel; c) magistrală

**Rețeaua în stea** (fig. 1.a) este formată dintr-un calculator central, uneori denumit file server, la care sunt conectate mai multe stații de lucru și periferice centrale

**Avantaj:** asigură o bază centrală de date care este accesibilă tuturor utilizatorilor.

**Dezavantaj:** la defectarea calculatorului central, întreaga rețea devine inutilizabilă.

**Rețeaua în formă de inel** sau bandă închisă (fig. 1.b) este recomandată când componentele sunt similare, ca stațiile de lucru independente.

**Avantaj:** - datele sau fișierele de pe o stație de lucru pot fi utilizate în comun de celelalte posturi din rețea.

- la defectarea unei stații de lucru nu afectează funcționarea celorlalte mașini.

**Rețeaua magistrală** (fig. 1c) este un sistem buclă-deschisă, recomandată atunci când dispozitivele conectate sunt diferite.

## BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

Configurațiile prezentate pot fi utilizate și combinate - figura 2. Calculatorul central controlează rețeaua stea și dispozitivele centrale, cum sunt ploterele și imprimantele.

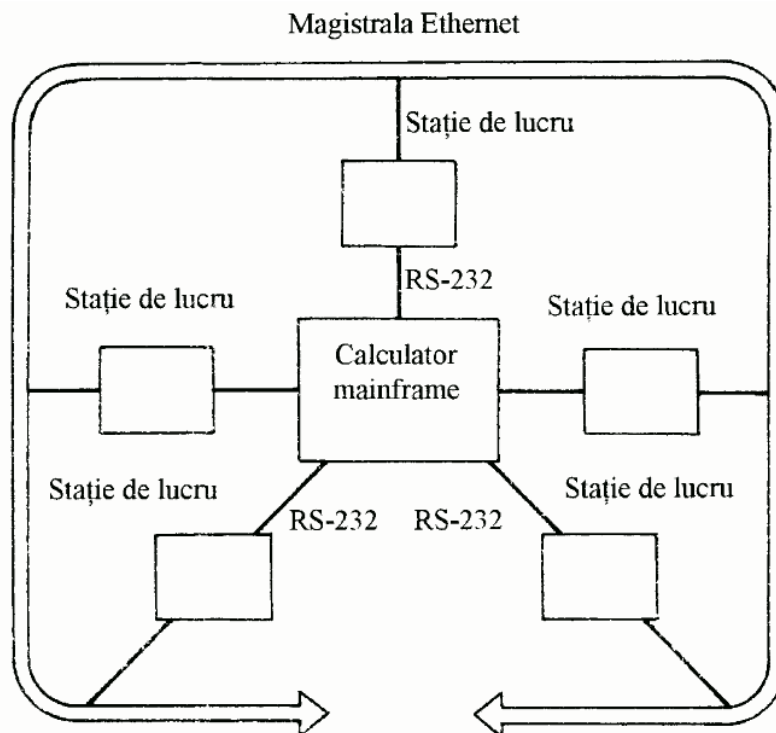


Fig. 3. Rețea combinată formată dintr-o configurație stea și magistrală

Performanțele unei rețele locale sunt direct legate de eficiența și ușurința utilizării sistemului de operare, de viteza de comunicare și de promptitudinea protocolului utilizat.



# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

**Viteza de comunicare** depinde de sistemul de transmitere utilizat în rețea, dacă acesta este sincron sau asincron. Vitezele standard sunt de 300, 1200, 4800, 9600 și 15600 band (un band este echivalent cu un byte pe secundă). Rețelele locale de înaltă viteză utilizează transmisii sincrone la viteze de 4800 band și mai mari. Rețelele de mică viteză transmit asincron, la viteze relativ scăzute, de regulă 300 band.

**Protocolul de comunicare** suportat de sistemul CAD/CAM în rețea locală este important în evitarea izolării sistemului față de alte facilități de calcul. Protocolul este formatul sau limbajul utilizat de rețea pentru a transmite informațiile prin cablurile rețelei. Cel mai răspândit protocol suportat de diverse sisteme de operare cum sunt Unix, VMS și MS-DOS, este TCP/IP.

Un alt protocol considerat mai evoluat decât TCP/IP, este NFS, care a fost dezvoltat pentru a evita dezavantajul creat de Unix (numai un singur utilizator, într-un anumit moment, poate copia fișierele originale de pe rețea). Codul NFS lucrează cu orice fel de mediu, stație de lucru și protocol. Acesta permite un acces transparent la fișiere, prin utilizatori multipli, simultan. O rețea locală poate acoperi spații de până la 10 km. Comunicațiile pe distanță mare, în mod normal, folosesc modem-uri și linii telefonice închiriate sau rețele publice.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

Aplicatiile CAD/CAM accelerează procesul de proiectare, măresc productivitatea, capacitatea de inovare și creativitatea proiectanților. Ele au caracteristici comune, indiferent de echipamentele pe care rulează. De regulă, sunt programe interactive, scrise în limbaje de programare standard: Fortran, Pascal sau C.

Structura și sistemul de gestionare a bazei de date a software-ului determină calitatea, viteza de lucru și ușurința regăsirii informațiilor. Utilizatorii programelor de CAD trebuie să-și însușească *semantica* și *sintaxa interfeței*.

*Semantica* - specifică modul de funcționare a software-ului și ce informații sunt necesare pentru fiecare operație asupra unui obiect. De exemplu, pentru a genera un bloc sunt necesare trei dimensiuni și o orientare. Semantica este, de regulă, limitată de principiile și teoriile care stau la baza unui domeniu dat.

*Sintaxa* definește formatul intrărilor și ieșirilor din sistem. Aceasta este considerată gramatica software-ului, deoarece specifică regulile pe care utilizatorul trebuie să le respecte pentru a îndeplini o semantică dorită.

## BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

**Performanța** este o altă caracteristică a programelor de CAD. Lărgirea numărului de utilizatori interactivi duce la creșterea timpului de răspuns. Software-ul încetează, uneori, să mai răspundă sau să primească noi comenzi, situație întâlnită sub numele de *blocare* a sistemului.

Cea mai importantă caracteristică a unui program de CAD/CAM este ca baza sa de date să fie **integrată tridimensională, asociativă și centralizată**. O astfel de bază de date este întotdeauna bogată în informații necesare proceselor de proiectare și fabricare.

Conceptul de **centralizare** presupune că orice modificare a unui model geometric operată într-una din vederi, este automat reflectată în toate celelalte vederi sau în cele care vor fi definite ulterior.

Conceptul de **integrare** se referă la faptul că un model geometric al unui obiect poate fi utilizat în diferite faze ale ciclului de producție.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

Conceptul de *asociativitate* presupune că datele de intrare sa poata fi regăsite în diverse forme. *De exemplu*, dacă două puncte care definesc un segment de dreaptă sunt date de intrare, atunci lungimea și cota acestuia pot fi date de ieșire

Utilizatorii ai programelor CAD/CAM

- operatori de software – sunt inginerii si proiectantii care invata sa utilizeze softul;
- programatori de aplicații - pot dezvolta noi programe care vor fi legate cu software-ul, dar ei nu sunt autorizați să modifice codul sursă existent. Ei au o pregatire extensiva, în programare si pot personaliza prin aplicatii softul)
- programatori de sistem - au privilegiul de a face modificări în codul sursă. În esență, ei sunt dezvoltatorii software-ului însuși. Ei cunosc organizarea internă a programului, structura bazei de date și sistemul de gestiune al acestuia. Ei știu, de asemenea, cum să modifice interfața cu utilizatorul și, de regulă, au o pregătire solidă în grafica pe calculator, în analiza inginerească și în știința calculatoarelor.

## 3.1. STANDARDE GRAFICE

Un program CAD/CAM este perceput ca o aplicație software suportată de un sistem grafic (fig. 4, a). În această formă a codului sursă, sistemul grafic este organizat pe baza apelurilor de subrutine. Astfel, aplicația devine, în mod inevitabil, dependentă de dispozitive. Dezavantaj: prin schimbarea dispozitivelor I/O aplicația își pierde actualitatea.

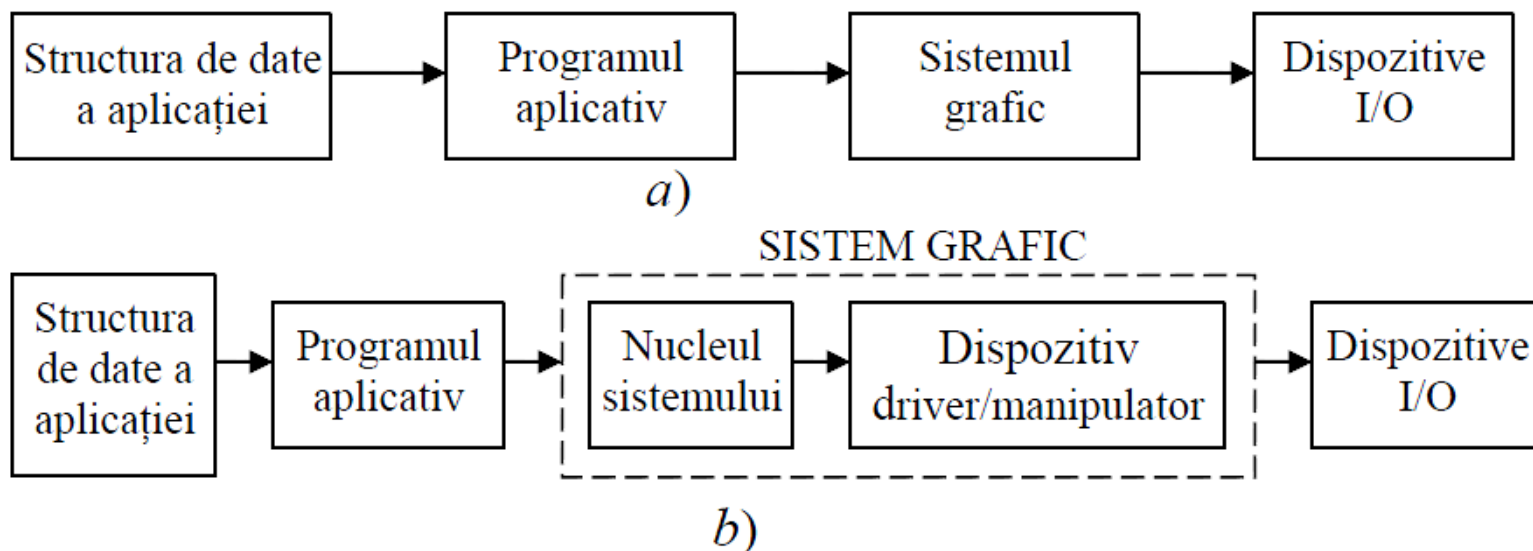


Fig. 4. Organizarea tipică a unei aplicații software CAD/CAM  
a) structură fără standard grafic; b) structură cu standard (sistem) grafic.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

Oportunitatea  
sistemelor  
grafice

- *portabilitatea programelor aplicative;*
- *portabilitatea bazei de date a imaginilor;*
- *portabilitatea textului;*
- *portabilitatea bazei de date a obiectului.*

**Scopul** unui standard grafic = aplicatie grafica independeta  
de dispozitive

**Avantajul** software-ului CAD/CAM = poate deservi mai multe generații  
de echipamente.

**Portabilitatea** = este valabilă și pentru programatorii de sisteme CAD.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

## Standarde grafice

- **GKS** (Graphics Kernel System) este un standard ANSI și ISO
- **PHIGS** (Programmer's Hierarchical Interactive Graphics System)
- **VDM** (Virtual Device Metafile)
- **VDI** (Virtual Device Interface)
- **IGES** (Initial Graphics Exchange Specification) a fost introdus în 1981 ca standard ANSI;
- **NAPLPS** (North American Presentation-Level Protocol Syntax-acceptat în Canada și America în 1983)

Pentru proiectarea mecanică - se recomandă un sistem care suportă  
GKS-3D sau PHIGS.

Pentru o aplicație 2D - este adecvat GKS-2D.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

## 3.2. STRUCTURI DE DATE

*Structura de date* = un set de date sau elemente între care există un set de relații.

**Exemple:** - o schemă, un algoritm o secvență de pași care sunt parcurși pentru a îndeplini un obiectiv grafic, nongrafic sau de programare.

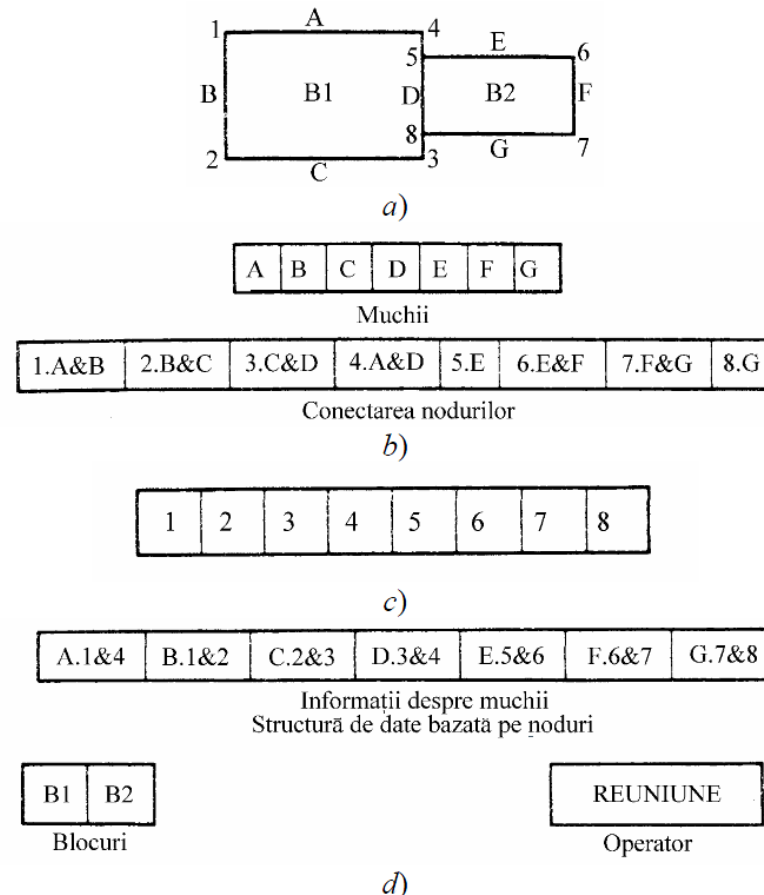


Fig. 5 Structuri de date ale unui obiect

- a) obiect;
- b) structură de date bazată pe muchii;
- c) noduri;
- d) structură de date cu blocuri.



# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

## 3.3. BAZA DE DATE

**Baza de date (BD)** = o colecție organizată de date grafice și nongrafice stocate pe un suport de memorie în calculator.

**Rolul** = de a colecta și menține datele într-o zonă de stocare centrală, astfel încât să fie disponibilă pentru operatori și factori de decizie.

Avantajele unei  
BD centralizate

- Eliminarea redundanței;
- Aplicarea standardelor;
- Aplicarea restricțiilor de securitate;
- Menținerea integrității;
- Compensarea situațiilor conflictuale;

Bazele de date trebuie să poată stoca date picturale pe lângă datele alfanumerice care sunt stocate în bazele de date convenționale.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

## 3.4. MODELE DE BAZE DE DATE

**Baza de date relațională** = datele sunt stocate in tabele aflate in legatura unele cu altele, relatiile sunt stocate in fisiere care pot fi acesate secvential sau aleatoriu

Punct	x	y
1	$x_1$	$y_1$
2	$x_2$	$y_2$
3	$x_3$	$y_3$
4	$x_4$	$y_4$
5	$x_5$	$y_5$
6	$x_6$	$y_6$
7	$x_7$	$y_7$
8	$x_8$	$y_8$

Relația  
PUNCT

Linie	Punct de start	Punct final
A	1	4
B	1	2
C	2	3
D	3	4
E	5	6
F	6	7
G	7	8

Relația  
LINIE/CURBA

Suprafață	Linie/curbă	Tip
1	A	Linie
	B	Linie
	C	Linie
	D	Linie
2	E	Linie
	F	Linie
	G	Linie
	D	Linie

Relația SUPRAFAȚĂ

Fig. 6. Baza de date relationale pentru obiectului din fig.5.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

**Bază de date ierarhică** - datele sunt reprezentate într-o structură arborescentă. Vârful arborelui este denumit “rădăcină” – v. figura 7 .

**Dezavantaj** al acestui tip de bază de date este asimetria structurii arborescente, care este dificil de organizat.

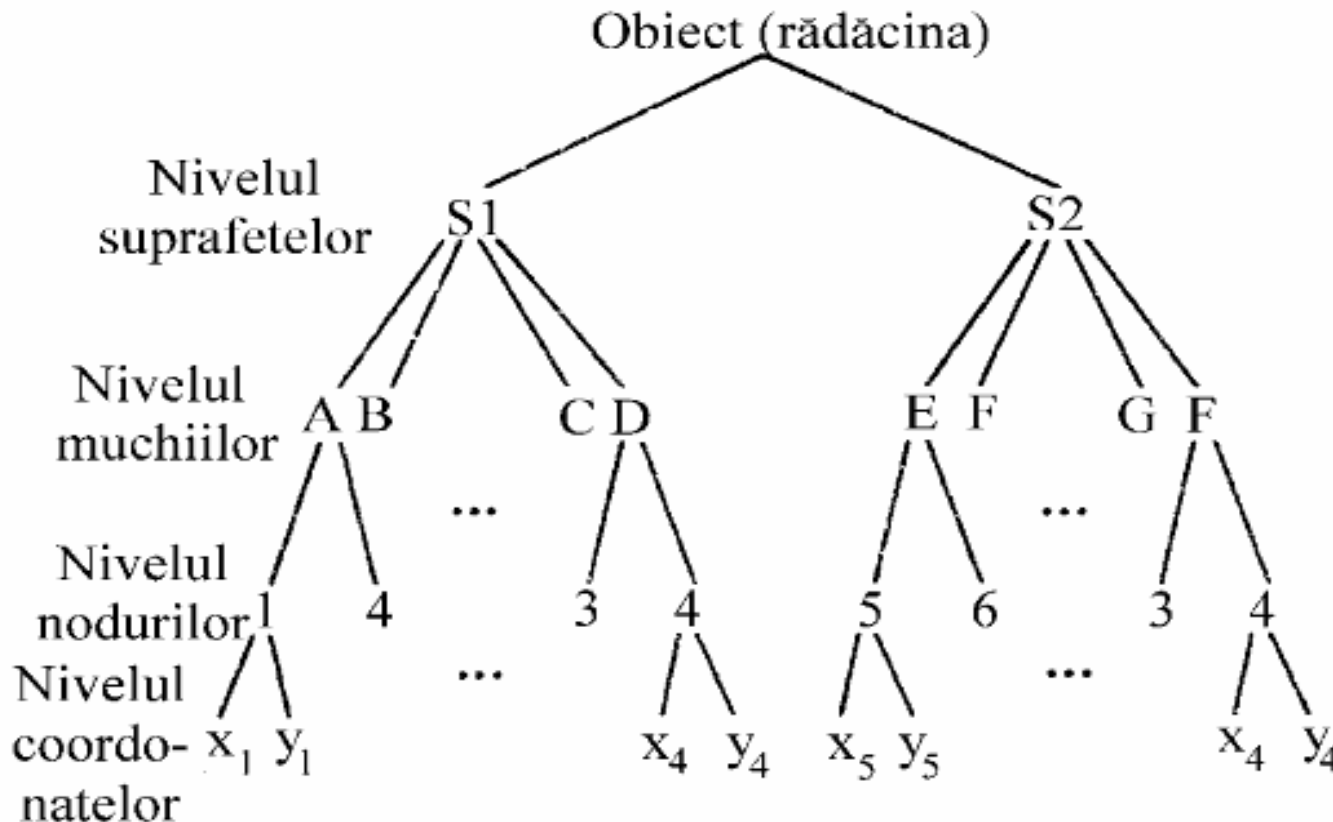


Fig. 7. Baza de date ierarhica pentru obiectul din fig.5

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC)

## C5

- ❖ Modele de baze de date utilizate in programele CAD/CAM
- ❖ Managementul bazei de date
- ❖ Sistemul de coordonate a bazei de date
- ❖ Interfata cu utilizatorul
- ❖ Module software

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

## 3.4. MODELE DE BAZE DE DATE

**Bază de date ierarhică** - datele sunt reprezentate într-o structură arborescentă. Vârful arborelui este denumit “rădăcină” – v. figura 7 .

**Dezavantaj** al acestui tip de bază de date este asimetria structurii arborescente, care este dificil de organizat.

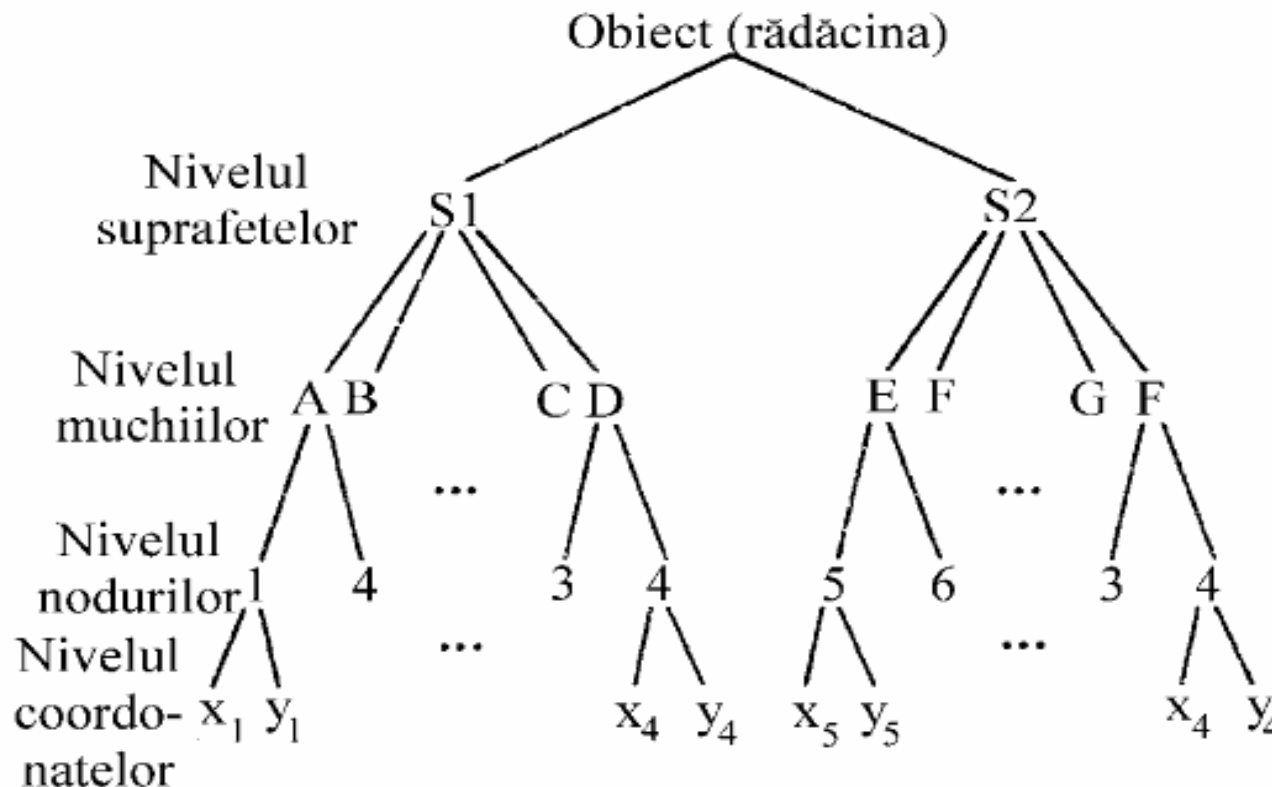


Fig. 7. Baza de date ierarhica pentru obiectul din fig.5

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

**Bază de date în rețea** - permite modelarea tuturor relațiilor mult mai direct decât structura ierarhică – v. figura 8,

**Dezavantaj** = complexitatea acesteia și dificultatea programării.

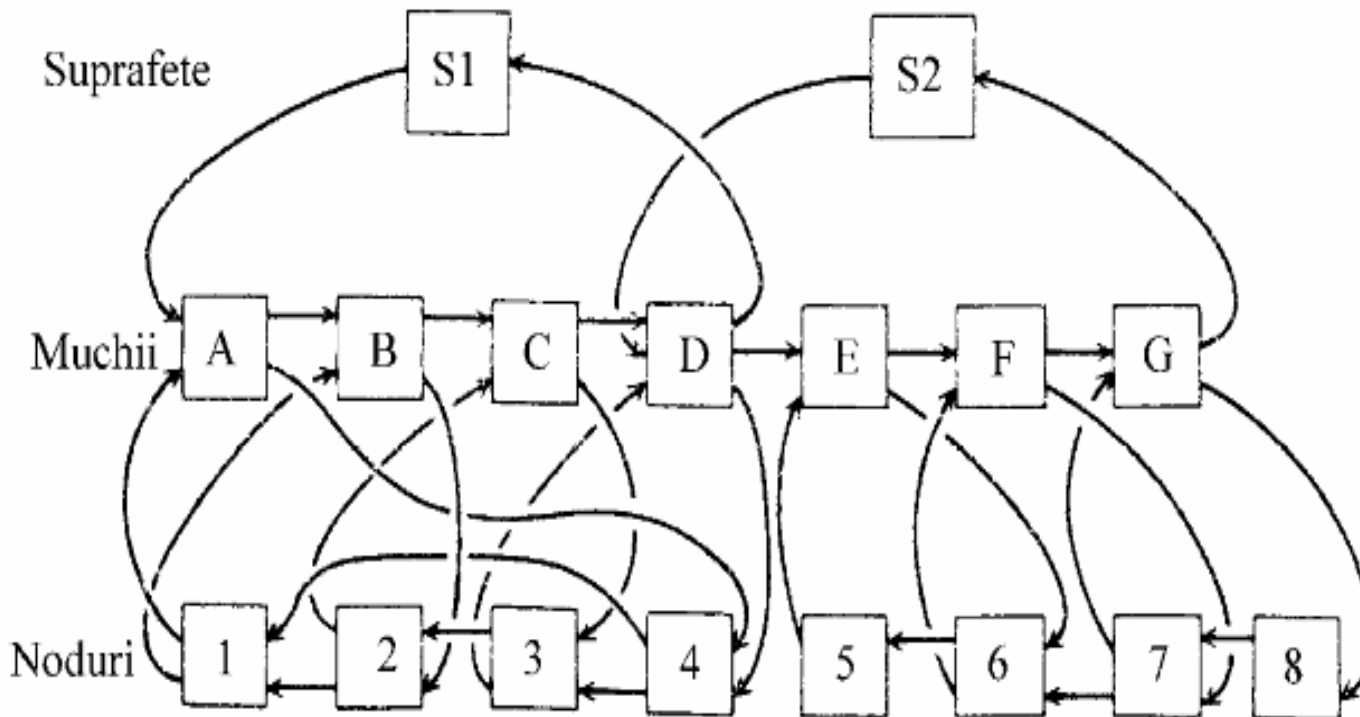


Fig. 8. Baza de date in retea a obiectului din fig.5.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

**Baza de date orientată pe obiecte (BDOO)** - necesită operații de accesare și manipulare orientate pe obiecte. Modelul orientat pe obiect trebuie să poată înmagazina toate informațiile relevante ale acestuia.

Modelele BDOO includ relațiile dintre entități, reprezentările obiectelor complexe, reprezentarea obiectelor moleculare și date abstracte.

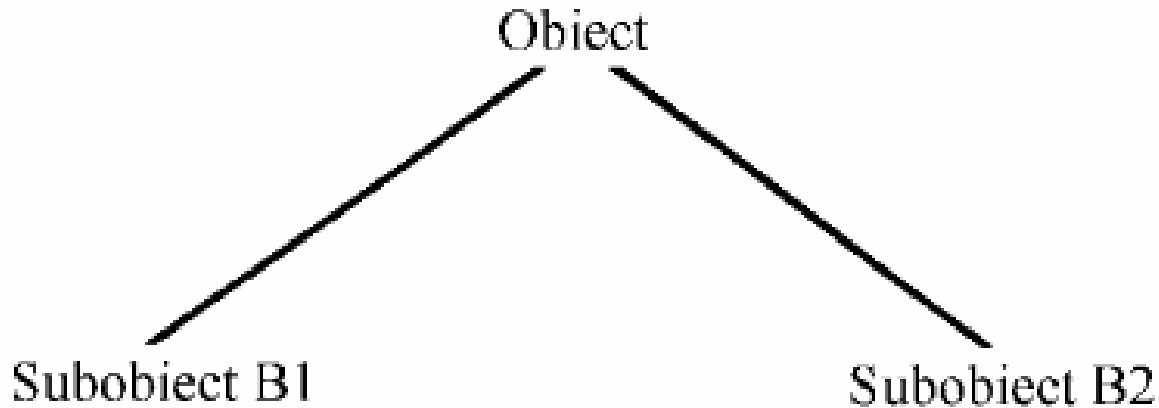


Fig. 9. Baza de date orientata a structurii din fig.5

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

BDOO precum și bazele de date hibride sunt ideale pentru aplicațiile CAD/CAM.

Cerințe și  
specificații ale  
unei BD  
CAD/CAM:

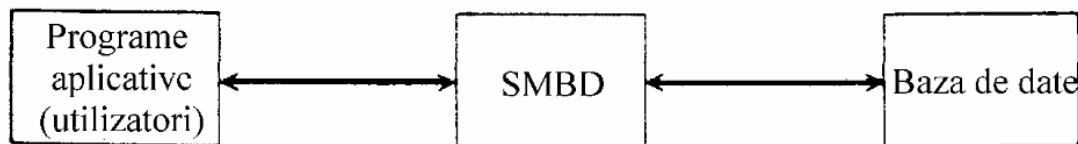
- Sa contina aplicații inginereste;
- Sa permita modificarea dinamică,
- Natura iterativă a proiectării;
- Sa ofere capacitate de stocare și gestionarea a soluțiilor de proiectare;
- Bazele de date trebuie să suporte utilizatori multipli care pot lucra simultan;
- Sa prezinte suport temporar;
- Sa prezinte secvențe de proiectare;
- Sa permita acces ușor.



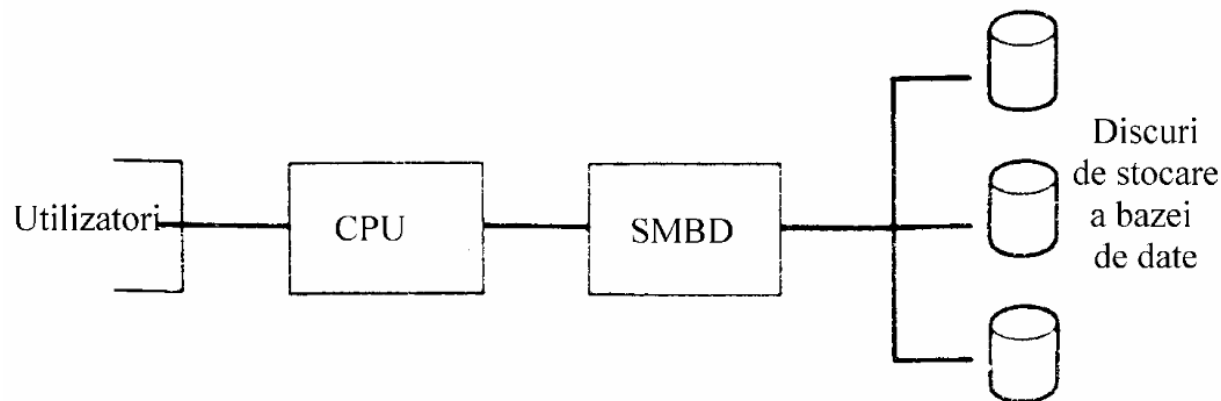
## 3.5. MANAGEMENTUL BAZEI DE DATE

**Sistemul de management al bazei de date (SMBD)** = este un software care permite accesarea, utilizarea și modificarea informațiilor stocate în baza de date.

Rolul SMBD = de protecție a BD fata de abuzurile utilizatorilor.



a)



b)

Fig.10, **Sistemul de management al bazei de date**

a) sistem de management al bazei de date;

b) conceptul de mașină al bazei de date

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

## 3.6. SISTEMUL DE COORDONATE A BAZEI DE DATE

Există trei tipuri de sisteme de coordonate necesare pentru a introduce, stoca , afisa grafica si geometria modelului:

- sistemul de coordonate de lucru – **WCS**;
- sistemul de coordonate al modelului – **MCS** (sistemul de coordonate a bazei de date sau sistemul de coordonate universal);
- sistemul de coordonate al ecranului - **SCS** (sistemul de coordonate al dispozitivului).

**MCS** - este definit ca spațiul de referință în funcție de care sunt stocate toate datele modelului geometric.

*Originea* **MCS** poate fi aleasă arbitrar de către utilizator, în timp ce orientarea lui este aleasă de software

Pentru ca utilizatorul să poată comunica eficient cu baza de date a modelului, trebuie inteleasa relația dintre planele perpendiculare ale **MCS** și vederile modelului – figura 11.

# BAZELE PROIECTĂRII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

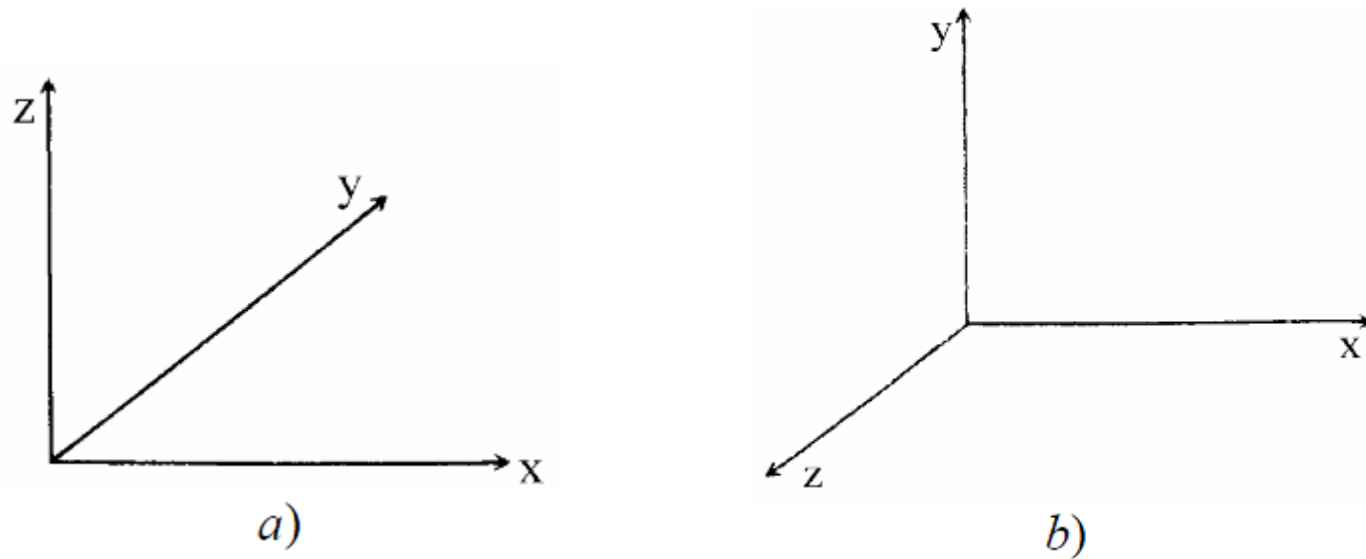


Fig. 11. Posibile orientări ale MCS în spațiu:  
a) planul XY definește vederea de sus a modelului;  
b) b) planul XY definește vederea frontală a modelului.

Exemplu : Un model geometric care urmează a fi utilizat pentru proiectare și fabricare - este prezentat în figura 12.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

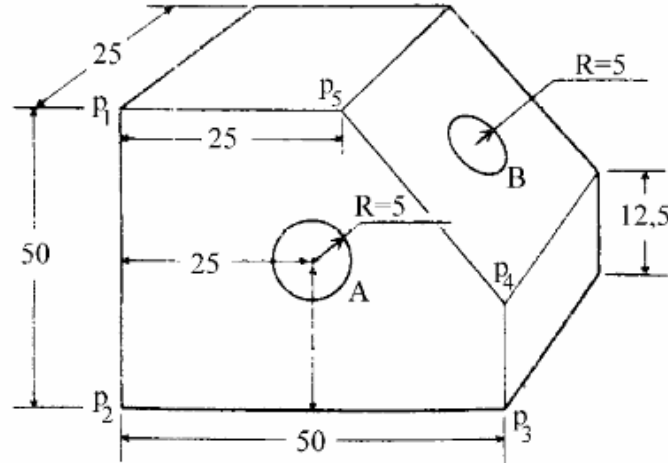


Fig. 12. Modelul geometric al unui obiect

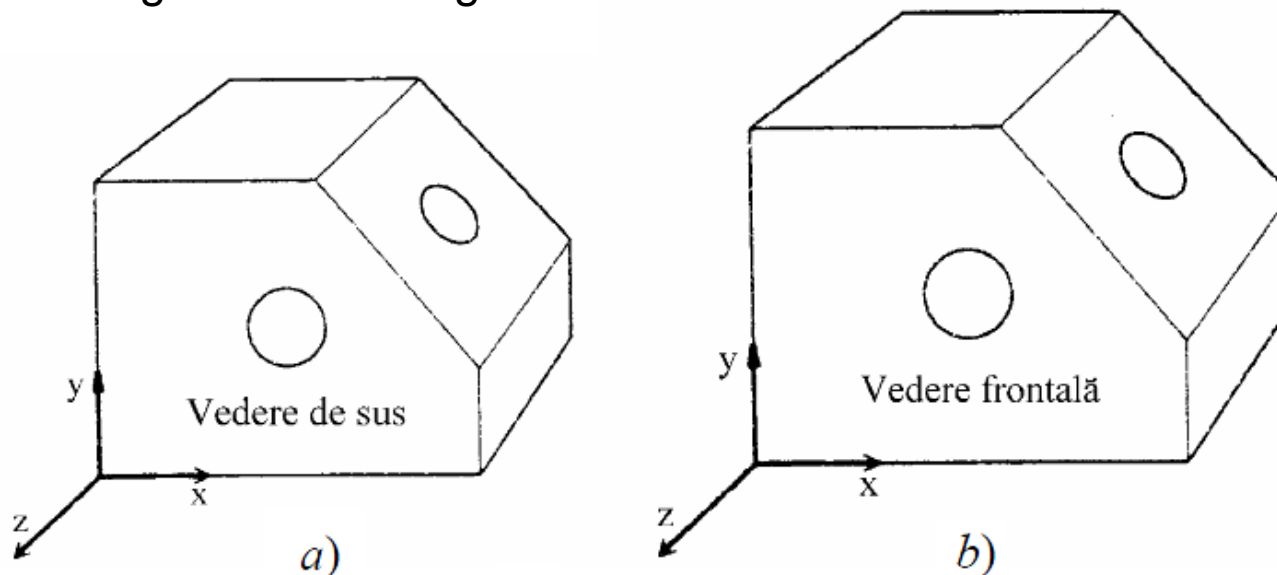


Fig. 13. Orientarea MCS-ului fata de obiect:

a) MCS in cazul figurii 11,a; b) MCS – in cazul figurii 11,b.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

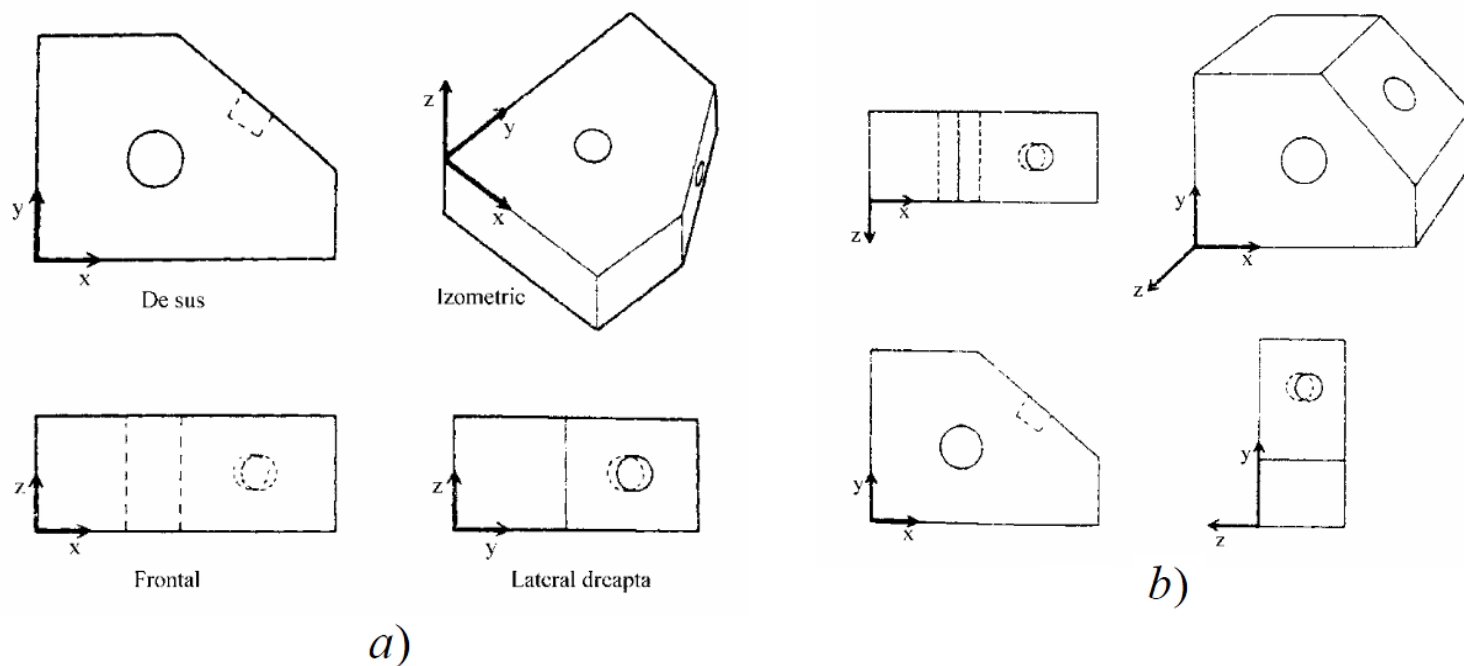


Fig. 14. Vederi ale obiectului prezentat în figura 12

a) utilizarea MCS în figura 12, a - *Proiectant I*;

b) utilizarea MCS în figura 12, b - *Proiectant II*

**Solutie:** Proiectantul care folosește software-ul corespunzător figurii 10, a îi este recomandat să activeze planul de construcție care corespunde planului XZ, adică vederea frontală definită de software, înainte de începerea construcției.

## 3.7. INTERFATA CU UTILIZATORUL

**Interfață cu utilizatorul** = o colecție de comenzi pe care utilizatorii le pot folosi pentru a interacționa cu un anumit sistem CAD/CAM.



Fig. 15. Structura generică a unei comenzi CAD/CAM

### Exemplu:

Se consideră crearea unei linii între două puncte  $(1, 2, 0)$  și  $(3, 5, 0)$  folosind comanda "LINE,":

- LINE este considerată a fi prima parte a comenzii;
- coordonatele sunt partea bazei de date.

Figura 16 arată o structură de meniu.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

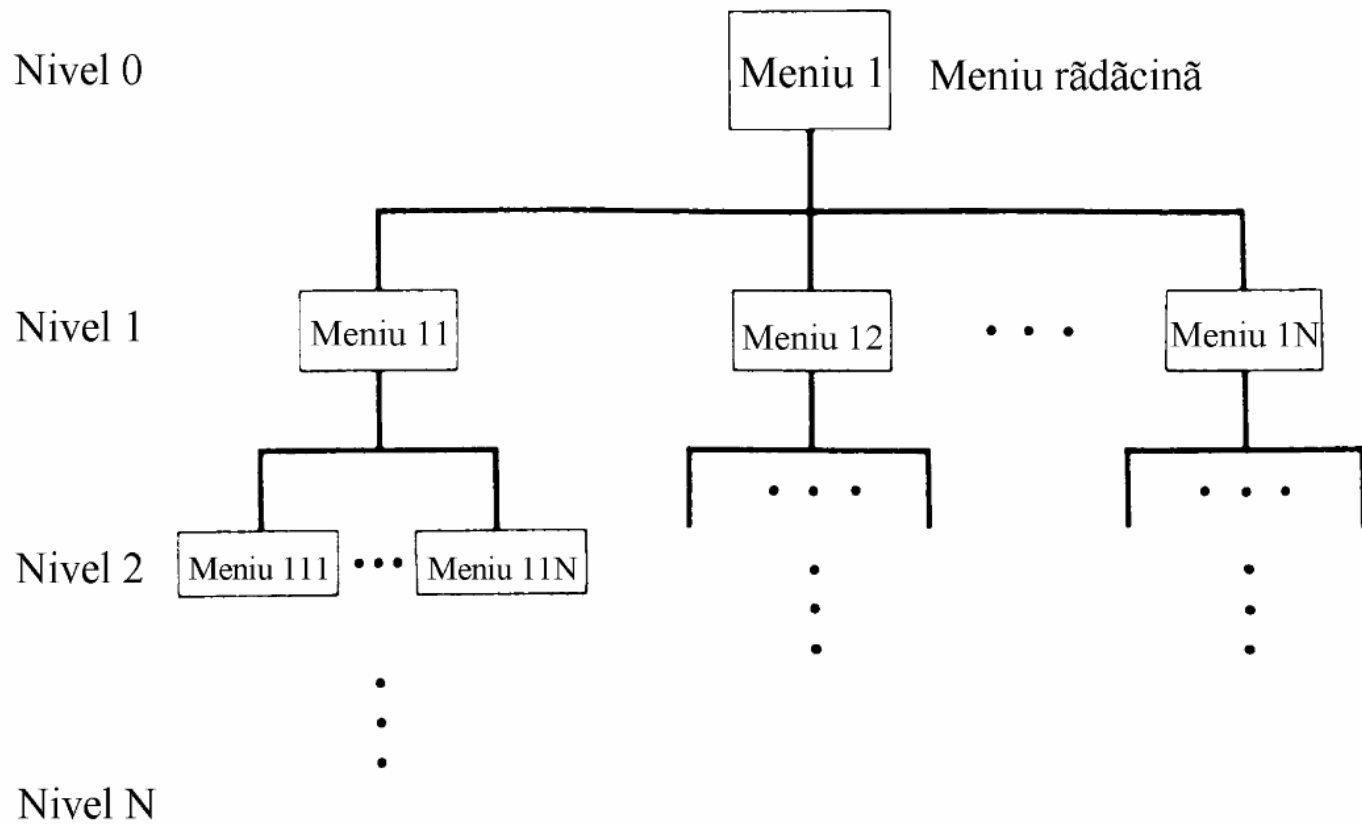


Fig. 16. Structura tipică a unui meniu.

## 3.8. MODULE SOFTWARE

### 3.8.1. Modulul sistemului de operare (MSO)

**MSO** - furnizează utilizatorilor competenți, comenzi utilitare și de sistem, în conturile de lucru ale acestora. Funcțiile tipice ca manipulările fișierelor (ștergere, copiere, redenumire etc.), directoarelor și subdirectoarelor, editarea textelor, programarea și organizarea conturilor, sunt suportate de către modulul OS.

Fișierele generate pot fi clasificate în două grupuri:

- grupul I - include toate fișierele convenționale (fișiere text).
- grupul II - include fișierele grafice (includ modelul geometric, texturile, umbririle etc).

Într-un sistem CAD/CAM, utilizatorului îi sunt disponibile două niveluri de acces:

- nivelul OS
- nivelul grafic.

Software-ul este flexibil și furnizează, de obicei, utilizatorilor o comandă sau o procedură de a merge înainte sau înapoi între două niveluri.



# BAZELE PROIECTĂRII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

## 3.8.2. Modulul de grafica (MG)

**MG** - oferă utilizatorilor funcții variate pentru a realiza modelarea și construcția geometrică, editarea și manipularea geometriei existente, documentația și proiectarea. Operațiile grafice tipice pe care utilizatorii le pot activa sunt crearea modelului, curățarea, documentarea și plotarea – figura 17.

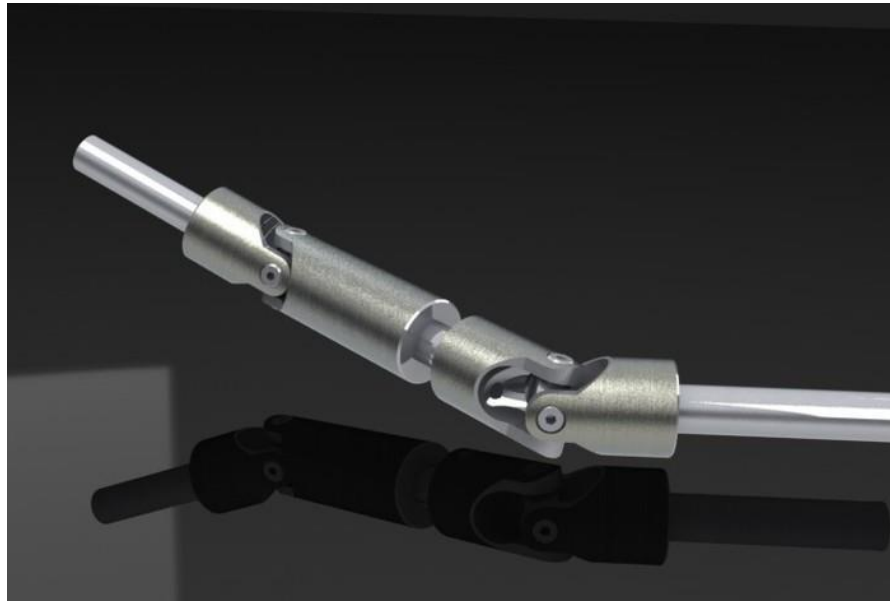


Fig. 17. Imaginea umbrita a unui cardan.

## 3.8.3. Modulul aplicațiilor (MA)

Crearea unui model geometric al unui obiect reprezintă o modalitate și nu un scop pentru ingineri. Țelul lor este să poată utiliza modelul pentru proiectare și producție. Modelul diferă de la un soft la altul.

Aplicațiile mecanice ale softurilor:

calculul proprietăților masice, analiza ansamblului, analiza toleranțelor, croirea tablelor, modelarea și analiza cu elemente finite, analiza mecanismelor, tehnicile de animație și simulare, analiza procesului de injecție a maselor plastice etc. Aplicațiile tehnologice includ planificarea procesului, programarea NC, simularea mișcărilor robotilor, tehnologia de grup –fig. 18.

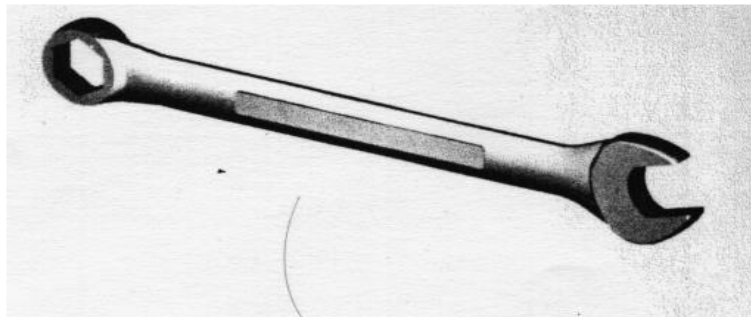


Fig. 18. Modelul unei chei utilizate în analiza cu elemente finite.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

## **3.8.4. Modulul de programare (MP)**

**MP** - oferă utilizatorilor limbaje dependente de sistem și limbaje de programare standard.

Exemple de limbaje dependente de sistem, VARPRO2 și CVMAC, DAL și respectiv GRIP (Computervision, GE Calma și McDonnell Douglas)

## **3.8.5. Modulul de comunicare (MC)**

**MC** - este foarte important pentru procesul de integrarea dintre sistemul CAD/CAM și alte sisteme de calcul și resursele de producție.

**MC** - servește și pentru transferarea bazelor de date între sistemele CAD/CAM, utilizând standardele grafice, cum ar fi IGES.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC)

## C6

- ❖ Modelare si vizualizare
- ❖ Documentatia software-ului
- ❖ Dezvoltarea software-ului
- ❖ Modelare geometrica
- ❖ Modelarea si reprezentarea curbilor
- ❖ Curbe conice

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

## 3.9. MODELARE SI VIZUALIZARE

**Modelarea** = arta abstractizării și reprezentării unui fenomen, iar modelarea geometrică nu face excepție de la această definiție.

Modelarea și simularea geometrică cu ajutorul calculatoarelor au ajuns să înlocuiască prototipurile și testele reale.

Modelul geometric = o reprezentare completă a unui obiect care include și informațiile lui grafice și cele care nu sunt grafice.

Moduri de reprezentare a obiectelor

- 2½D,
- 3D
- printr-o combinație 2½D și 3D

Obiectele 2½D sunt caracterizate de secțiuni și grosimi transversale uniforme în direcții perpendiculare pe planele secțiunii transversale.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

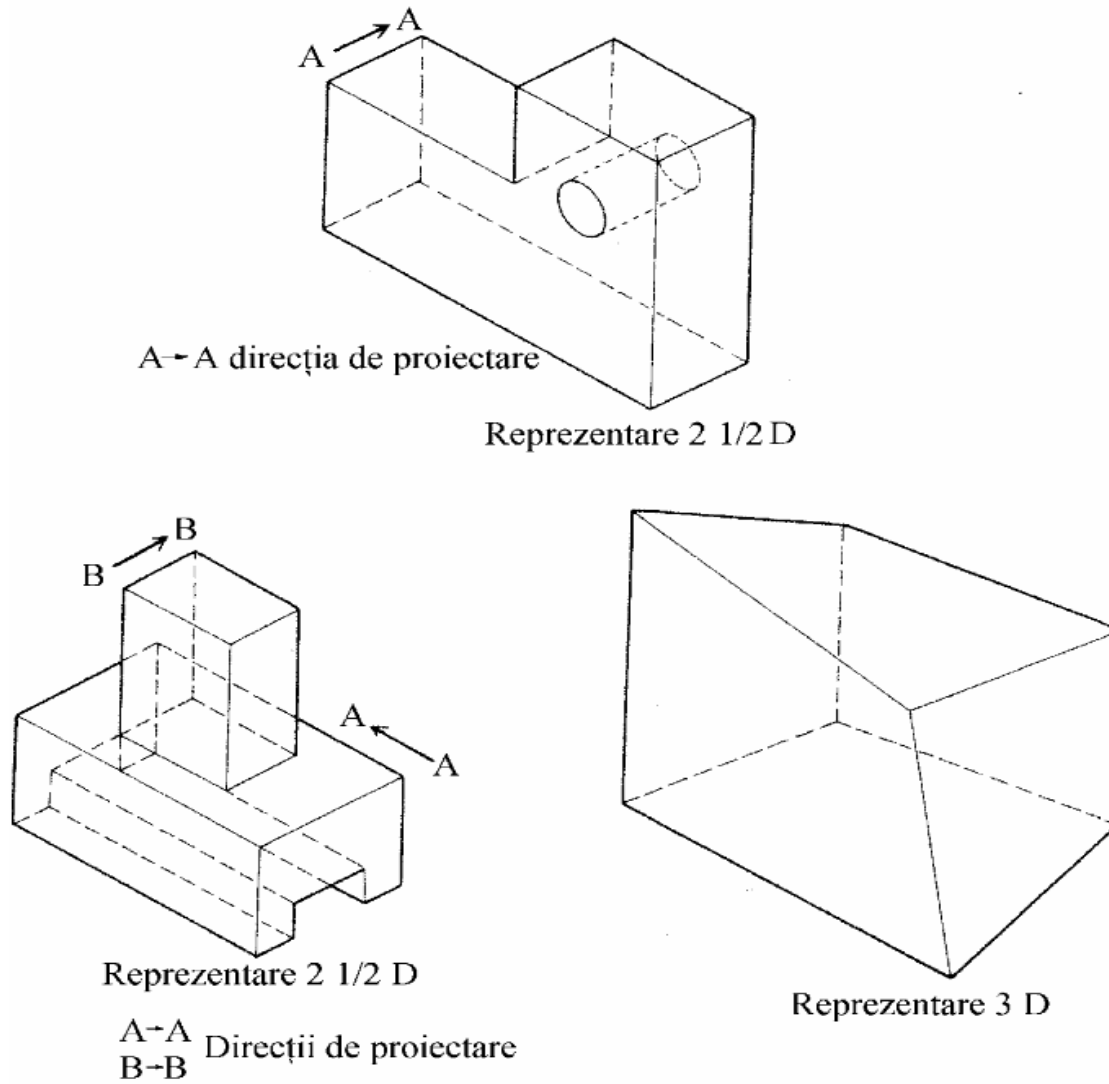


Fig. 19. Modele 2 1/2 D și 3 D

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

Procedura de organizare a bazei de date pentru constructia unui obiect tridimensional real cuprinde:

- inițierea unui model nou;
- alegerea configurației ecranului;
- definirea ferestrelor configurației, ca vederi ale modelului;
- selectarea planului de construcție sau a WCS-ului.

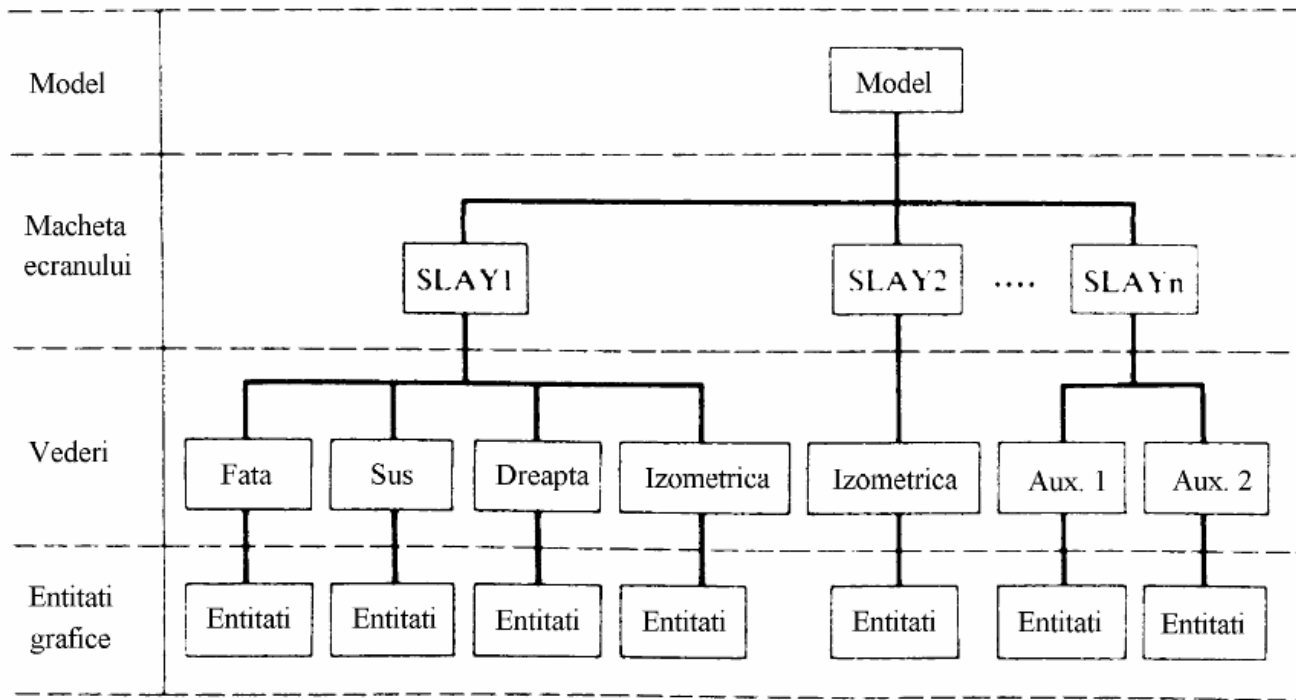


Fig. 20. Ierarhia tipică a bazei de date a unui model geometric

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

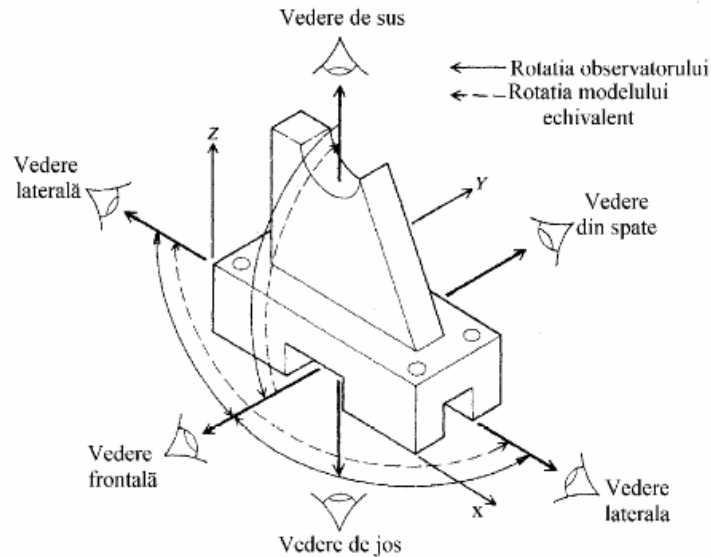


Fig. 21. Directiile standard de proiectie

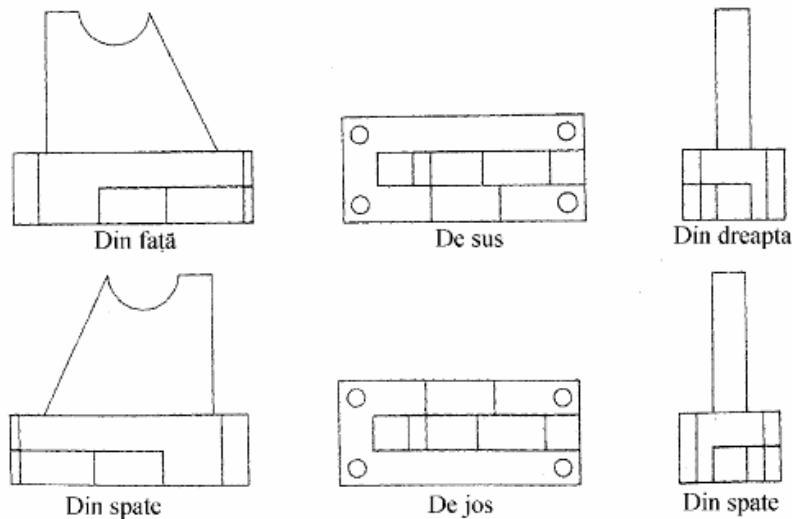


Fig. 22. Vederile bidimensionale standard ale unui model geometric



# BAZELE PROIECTĂRII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

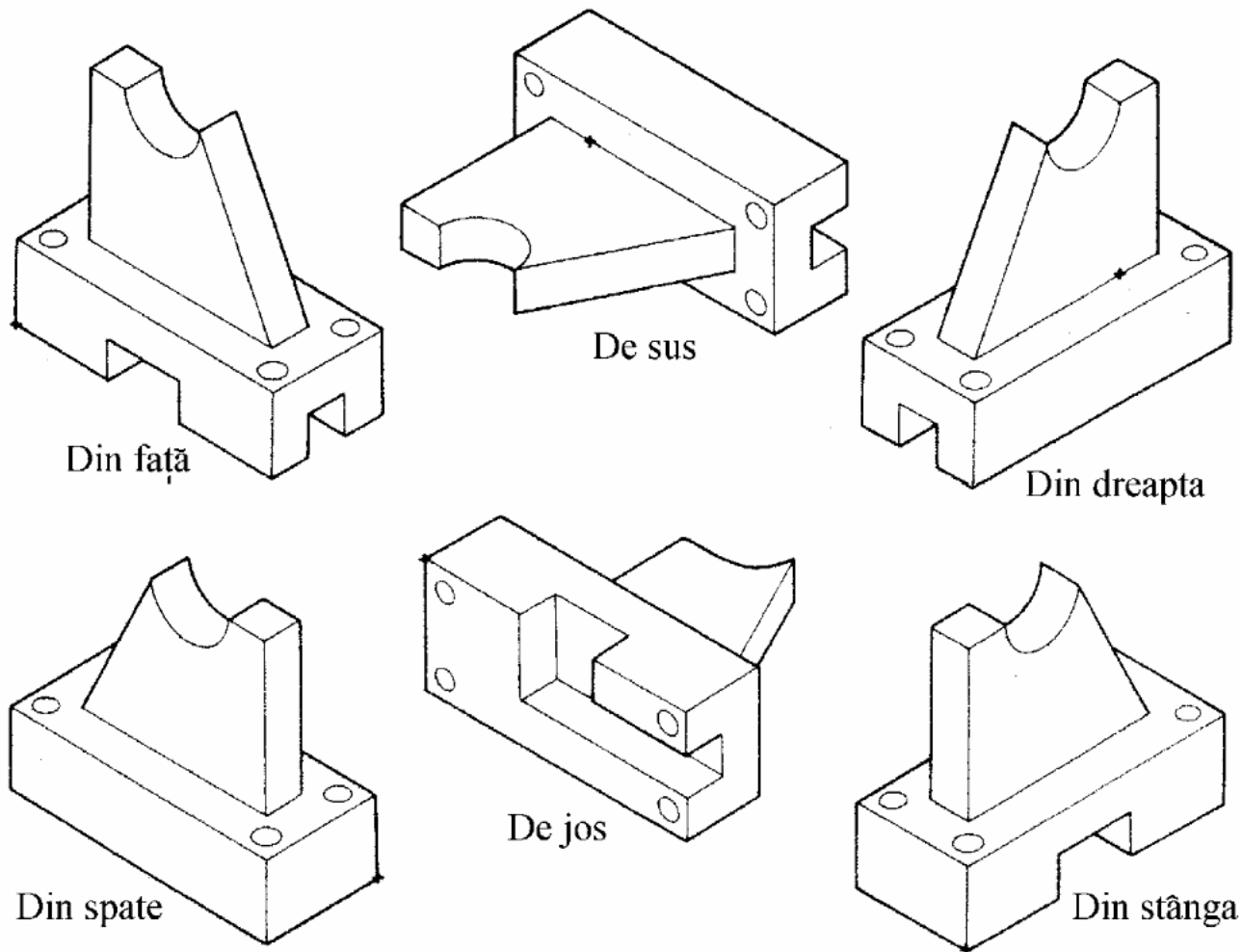


Fig. 23. Vederile tridimensionale standard ale unui model geometric

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

## 3.10. DOCUMENTATIA SOFTWARE-ULUI

Documentația reprezintă unica sursă de informare pe care o pot consulta utilizatorii, în scopul cunoașterii posibilităților programului.

Se pot identifica două tipuri de documente:

- documente de tip I - descriu originea teoretică și semantică a software-ului, numit manual de referință
- documente de tip II - descriu sintaxa și interfața cu utilizatorul, fiind denumit ghidul utilizatorului. Documentația on-line și funcțiile help furnizate de către software-ul CAD/CAM înlocuiește, de obicei, al doilea tip de documentație.

## 3.11. DEZVOLTAREA SOFTWARE-ULUI

Software-ul CAD/CAM livrat utilizatorilor este rareori complet, astfel încât să îndeplinească toate cerințele specifice ale utilizatorului.

Există două niveluri de dezvoltare a software-ului de către utilizatori:

- Nivelul I – se bazează pe interacțiunea cu utilizatorul pentru a introduce informații și a codifica entități grafice. Nu necesită cunoștințe despre structura BD a software-ului.
- Nivelul II - necesită modificarea și accesarea bazei de date, motiv pentru care necesită cunoștințe mai detaliate despre structura BD a software-ului.

## 4. MODELAREA GEOMETRICA

### 4.1. Notiuni introductive

“**Modelarea geometrică**” = o colecție de metode matematice care interacționează într-o manieră integrată, pentru a descrie forma unui obiect, sau pentru a exprima un proces fizic în termenii unui model geometric corespunzător. Această colecție de metode include proiectarea geometrică asistată de calculator, modelarea solidă, geometria algebrică și geometria numerică

**Proiectarea geometrică asistată de calculator** aplică matematica curbelor și a suprafețelor de modelare, utilizând în primul rând, ecuațiile parametrice ale geometriei diferențiale.

**Modelarea solidă**, cunoscută de obicei sub numele de geometrie constructivă solidă (CSG), permite combinarea formelor simple pentru a realiza modele solide complexe. CSG își are baza matematică în topologie, geometria algebrică și algebra booleană.

**Geometria algebrică** = extinderea contemporană a geometriei analitice clasice, inclusiv geometria diferențială.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

**Geometria numerică** = se ocupă cu elaborarea și analiza algoritmilor geometrici și are legături strânse cu metodele numerice, teoria calculului și analiza complexă.

Proiectarea geometrică asistată de calculator și geometria constructivă solidă sunt ramuri ale modelării geometrice, în timp ce geometria algebrică și numerică se îndreaptă către alte domenii. Când se construiește modelul unui obiect, se crează un substitut – o reprezentare

În modelarea geometrică contemporană, forma unui obiect se definește printr-un set de declarații matematice și relații logice care satisfac un set de axiome.

Axiomele sunt interpretate ca fiind afirmații adevărate despre model, iar proprietățile generale care rezultă prin analiza și evaluarea modelului, sunt reprezentative pentru însuși obiectul modelat..

*Modelarea geometrică este procesul creării afirmațiilor despre model și legăturilor dintre acestea.*

Prin intermediul graficii pe calculator și a capacității de randare, un model geometric devine baza de explorare și evaluare a calităților estetice și funcționale ale unui obiect.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

## Concluzie

Modelarea geometrică, utilizează geometria analitică și diferențială, metodele vectoriale și matriceale, calculul tensorial, topologia și o multitudine de metode de calcul numeric, pentru a realiza descrierea complexă a unui obiect fapt care necesită puterea unui calculator.

Aplicații ale  
modelării  
geometrice:

- *reprezentarea unui obiect deja existent;*
- *reprezentarea ab initio,*
- *randarea,* se generează o imagine

Aceste trei categorii sunt, desigur, în strânsă legătură.

**Grafica pe calculator** = forța motoare din spatele dezvoltării celei mai mari părți din modelarea geometrică.

Analiza științifică este un domeniu aflat în permanentă schimbare, în care complexitatea modelatorilor de solide este în continuă creștere. Modelatorii de solide permit construcția rapidă a modelelor din elemente finite.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

De asemenea, modelatorii permit analiza structurală automată, statică și dinamică, a părților componente supuse unei varietăți de condiții inițiale. Efectele acestor solicitări sunt prezentate rapid și corect utilizând grafica pe calculator.

Cea mai productivă aplicație a modelării geometrice este *fabricarea asistată de calculator*.

## 4.2. MODELAREA SI REPREZENTAREA CURBELOR

*Curbele* sunt definite ca fiind locul geometric al unui punct în mișcare, cu un singur grad de libertate.

O altă definiție descrie curba ca fiind locul geometric al unei familii de puncte, de un singur parametru.

### 4.2.1. Ecuatiile intrinseci ale curbelor

O proprietate intrinsecă depinde doar de reprezentarea în discuție și nu de legătura ei cu un sistem de coordonate sau alt cadru de referință extern.

O curbă necesită două *ecuații intrinseci*:

- prima pentru a exprima curbura ei,  $\rho/1$ :

$$\frac{1}{\rho} = f(s)$$

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

- a doua pentru a exprima torsiunea ei,  $\tau$  funcție de lungimea arcului :

$$\tau = g(s) \quad (1)$$

*Ecuția naturală* a unei curbe pune în legătură curbura  $\rho_1$ , torsiunea  $\tau$  și lungimea arcului  $s$ :

$$\tilde{f}\left(\frac{1}{\rho}, \tau, s\right) = 0. \quad (2)$$

De exemplu,  $\tau = 0$  este o ecuație naturală care caracterizează toate curbele plane, iar  $1/\rho = 0$  este, de asemenea, o ecuație naturală care caracterizează toate liniile drepte. O ecuație naturală adițională,  $\bar{g}(1/\rho, \tau, s) = 0$  a unei curbe, determină și mai mult curba..

Rezolvând cele două ecuații naturale  $\tilde{f}(1/\rho, \tau, s) = 0$  și  $\bar{g}(1/\rho, \tau, s) = 0$  simultan pentru  $1/\rho$  și  $\tau$  ca fiind funcție de  $s$ , se obțin ecuațiile intrinseci.

Două ecuații naturale determină o curbă în mod unic, cu excepția poziției sale în spațiu - v. figura 23.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

Curbura,  $\kappa=1/\rho$ , provine din următoarea ecuație intrinsecă:

$$\kappa = \frac{d\theta}{ds} . \quad (3)$$

O descriere parametrică a unei curbe în funcție de lungimea arcului începe cu ecuațiile  $x = x(s)$  și  $y = y(s)$  .

Funcțiile  $x(s)$  și  $y(s)$  sunt date de ecuațiile:

$$\frac{dx}{ds} = \cos \theta \quad \text{și} \quad \frac{dy}{ds} = \sin \theta . \quad (4)$$

Prin diferentierea acestor ecuații și ținând cont de  $s$  și înlocuind  $\kappa$  cu  $d\theta/ds$ ,  $dx/ds$  cu  $\cos\theta$  și  $dy/ds$  cu  $\sin\theta$  se obțin ecuațiile diferențiale simultane:

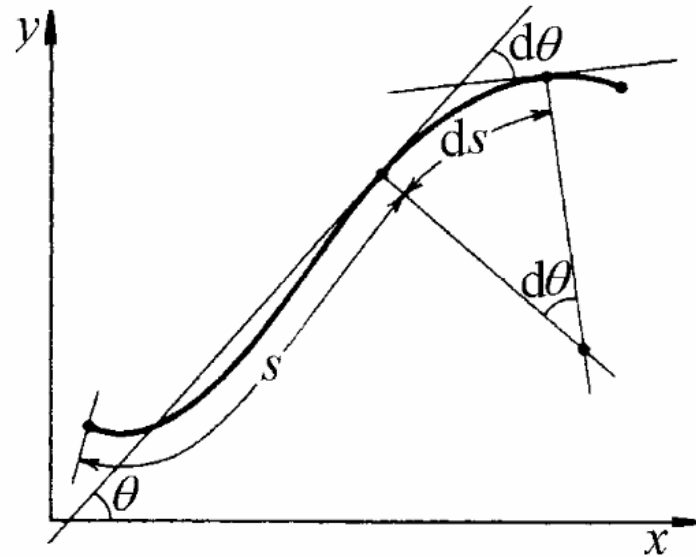


Fig. 23. Definirea intrinseca a unei curbe



# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

$$\begin{aligned}\frac{d^2x}{ds^2} + \frac{\kappa(s)dy}{ds} &= 0, \\ \frac{d^2y}{ds^2} - \frac{\kappa(s)dx}{ds} &= 0.\end{aligned}\tag{5}$$

## 4.2.2. Ecuațiile implicite și explicite ale curbelor

În plan, ecuația explicită a unei curbe ia următoarea formă generală:

$$y = f(x).\tag{6}$$

Sau a ecuației implicite de formă generală:

$$f(x, y) = 0.\tag{7}$$

Ecuațiile implicite ale liniei drepte și curbei conice sunt:

$$\begin{aligned}Ax + By + C &= 0 \\ Ax^2 + 2Bxy + Cy^2 + Dx + Ey + F &= 0\end{aligned}$$

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

Următoarele condiții determină simetriile posibile ale unei curbe plane:

- dacă  $f(x,y) = \pm f(-x,-y)$ , curba este simetrică față de origine (sau alt punct, dat de o altă transformare); Ex: un cerc:  $x^2 + y^2 = r^2$
- dacă  $f(x,y) = \pm f(x,-y)$ , curba este simetrică față de axa  $x$ ; Ex: parabola  $x = y^2$
- dacă  $f(x,y) = \pm f(-x,y)$ , curba este simetrică față de axa  $y$ ; Ex: parabola  $y = x^2$
- dacă  $f(x,y) = \pm f(y,x)$ , curba este simetrică față de linia  $x=y$ ; Ex hiperbola  $xy=k^2$
- dacă  $f(x,y) = \pm f(-y,-x)$ , curba este simetrică față de linia  $x=-y$ ; Ex: hiperbola  $xy=-k^2$

## 4.2.3. Ecuatiile implicite si explicite ale curbelor

În mod obișnuit, funcțiile explicite cum ar fi  $y = f(x)$ , nu pot reprezenta majoritatea formelor utilizate în modelarea geometrică.

Din aceste cauze, și multe altele legate de ușurința de programare și calculabilitate, modalitatea preferată de reprezentare a formelor în modelarea geometrică este cea cu ecuații parametrice. De exemplu, o curbă bidimensională este definită nu de o singură funcție obișnuită, cum ar fi  $y = f(x)$ , ci de un set de două funcții  $x=x(u)$ ,  $y = y(u)$  de parametru  $u$ .

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

Pentru o curbă spațială, se poate scrie

$$\vec{p}(u) = [x(u) \quad y(u) \quad z(u)] \quad (8)$$

și prin simplă extensie, pentru o suprafață, rezultă:

$$p(u, w) = [x(u, w) \quad y(u, w) \quad z(u, w)]. \quad (9)$$

Ecuatiile parametrice descriu cel mai bine felul în care sunt desenate curbele de către un ploter sau de către display-urile grafice – prin funcții parametrice care controlează servosistemul ploterului sau sistemul de deflexie al fasciculului de electroni al tubului catodic, făcând ca dispozitivul de scriere sau fasciculul de electroni să se deplaseze pe curba dată.

Punctul este elementul de bază al geometriei parametrice și al modelării geometrice. El reprezintă un set ordonat de numere reale, ale căror coordonate naturale definesc poziția într-un spațiu euclidian tridimensional.

Un segment de curbă este o colecție mărginită de puncte, ale căror coordonate sunt date de polinoame continue, de un singur parametru, de forma:

$$x = x(u); y = y(u); z = z(u) \quad (10)$$

Unde  $u \in [0, 1]$ , iar sensul pozitiv al curbei este direcția în care  $u$  crește.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

Coordonatele oricarui punct pe o curbă parametrică pot fi tratate ca fiind componentele unui vector  $p(u) - v$ . fig 24.

Vectorul  $p(u)$  este vectorul punctului  $x(u), y(u), z(u)$  iar  $p'(u)$  este vectorul tangent la curbă în acel punct, obținut prin diferențierea lui  $p^u(u)$ :

$$p'(u) = \frac{dp(u)}{du} \quad (11)$$

Vectorii componenți ai lui  $p^u(u)$  sunt:

$$x^u = \frac{dx(u)}{du}; \quad y^u = \frac{dy(u)}{du}; \quad z^u = \frac{dz(u)}{du} \quad (12)$$

și reprezintă derivatele parametriche.

Relația dintre derivatele parametriche și derivatele obișnuite ale spațiului cartezian este

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dy/du}{dx/du}$$

Similar se obține pentru  $dy/dz$  și  $dz/dx$ .

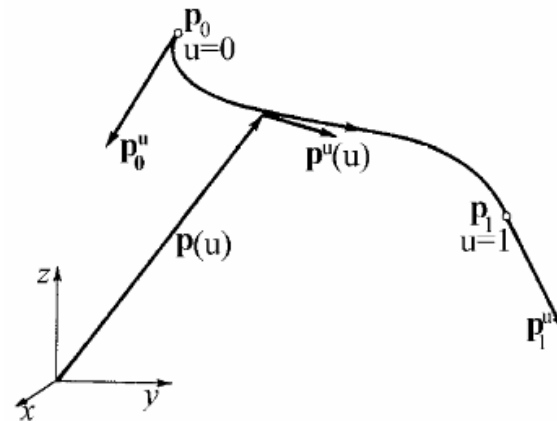


Fig. 24. Elementele unei curbe parametriche

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

*Spațiul modelului* = spațiul tridimensional definit de coordonatele carteziene  $x, y, z$  în care un model geometric este dezvoltat și exprimat în totalitate.

*Spațiul parametric al unei curbe* = reprezintă un set de trei spații tridimensionale definite de  $(x,u)$ ,  $(y,u)$ , și  $(z,u)$ . Orice curbă parametrică poate fi descompusă în trei componente în spațiul parametric.

*Avantaje* ale utilizării ecuațiilor parametrice:

- permit separarea variabilelor și calculul direct al coordonatelor punctului;
- sunt ușor să fie exprimate ecuații parametrice ca vectori;
- fiecare variabilă este tratată la fel;
- sunt mai multe grade de libertate pentru a controla forma curbei;
- transformarea poate fi realizată direct;
- adaptează toate pantele fără întreruperea calculului;
- scalarea dimensiunilor este directă fără să afecteze reprezentarea inițială;
- curbele pe care le definesc sunt inerent mărginite atunci când parametrul este limitat într-un interval finit specificat;
- aceeași curbă poate fi deseori reprezentată prin parametrizări diferite.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

## 4.3. CURBE CONICE

O *curbă conică* este definită de o ecuație implicită de gradul doi. În consecință, orice ecuație de ordinul doi definește un con. Forma standard este:

$$Ax^2 + 2Bxy + Cy^2 + 2Dx + 2Ey + F = 0. \quad (13)$$

În formă matriceală, această ecuație devine:

$$\mathbf{PQP}^T = 0, \quad (14)$$

unde:

$$\mathbf{Q} = \begin{bmatrix} A & B & D \\ B & C & E \\ D & E & F \end{bmatrix} \quad (15)$$

și

$$\mathbf{P} = [x \quad y \quad 1], \quad (16)$$

Anumite caracteristici ale ecuației conice sunt invariante în transformările de translație și rotație. Valorile lui  $k$  și  $Q$  indică tipul curbei conice.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

Formele parametrice obișnuite ale curbelor conice sunt:

- parabola:

$$x = au^2;$$

$$y = 2au,$$

- Hiperbola:

$$x = a \sec u;$$

$$y = b \tan u;$$

$$u \in [-\pi, \pi],$$

- Elipsa:

$$x = a \cos u;$$

$$y = b \sin u;$$

$$u \in [-\pi, \pi].$$

Tabelul 1 clasifică curbele conice folosind aceste caracteristici.

# BAZELE PROIECTARII TEHNOLOGICE ASISTATE DE CALCULATOR (BPTAC) – CURS 4

**Tabelul 1** Caracteristicile curbelor conice

$k$	$ Q $	Alte condiții	Tip
0	$\neq 0$		Parabolă
0	0	$C \neq 0, E^2 - CF > 0$	Două linii paralele reale
0	0	$C \neq 0, E^2 - CF = 0$	Două linii confundate
0	0	$C \neq 0, E^2 - CF < 0$	Două linii paralele imaginare
0	0	$C = B = 0, D^2 - AF > 0$	Două linii paralele reale
0	0	$C = B = 0, D^2 - AF = 0$	Două linii confundate
0	0	$C = B = 0, D^2 - AF < 0$	Două linii paralele imaginare
$< 0$	0		Elipsă punctuală
$< 0$	$\neq 0$	$-C Q  > 0$	Elipsă reală
$< 0$	$\neq 0$	$-C Q  < 0$	Elipsă imaginară
$< 0$	$\neq 0$		Hiperbolă
$< 0$	0		Două linii concurente

Exprimarea coeficienților algebrici în funcție de condițiile pe frontieră duce direct la o formă geometrică mai convenabilă. Funcțiile Hermite fundamentale apar ca niște conexiuni matematice între formularea algebrică și cea geometrică.