

---

## *Capitolul 1:*

---

### **Sisteme moderne de fabricație. Sisteme de producție**

---

**N**oul model de producție este unul supra simbolic și diferă în mod dramatic de cel materialist, de masă. Așa cum timpul este unul dintre cele mai importante resurse economice, chiar dacă nu se arată nicăieri în inventarele vreunei companii, el ramâne, efectiv, o resursă ascunsă. Noile cunoștințe grăbesc lucrurile, ne conduc spre o economie de timp-real, instantanee și substituie consumul de timp.

La ora actuală, pe plan mondial, concurența impune realizarea de produse noi în timp foarte scurt, micșorând timpul dintre cererea produsului și livrarea lui pe piață.

Evoluția dinamică a societății românești a determinat schimbări majore și în obiectivele economiei. Economia de piață, cu rigorile și exigențele ei, face necesară acum, mai mult ca oricând, trecerea de la cantitate la calitate, iar accentul trebuie pus pe abordarea domeniilor de vârf ale științei, pe tehnologia avansată și pe metodele manageriale eficiente.

Metodele și mijloacele de producție ale industriei mecanice sunt bulversate de prezența calculatoarelor, roboților, automatelor programabile, comenzilor numerice etc. După apariția mașinilor-unelte cu comandă numerică, evoluțiile au fost în principal marcate de dezvoltarea într-un ritm accelerat a tehnicii de calcul, centrelor de prelucrare, tehnologiilor de grup, sistemelor DNC, senzorilor, tehnicilor de modelare geometrică și procesare grafică a datelor, simulării, sistemelor CAD/CAM, sistemelor și tehnicilor de diagnosticare, limbajelor de programare de înalt nivel, inteligenței artificiale.

Fabricația integrată cu calculatorul este o versiune automatizată a procesului general de fabricație, în care fiecare funcție este înlocuită printr-un set de tehnologii automatizate. În plus, mecanismele tradiționale de integrare a comunicării orale și scrise sunt înlocuite prin tehnologie numerică. Prin CIM, cele trei funcții principale - concepția produsului și a procesului de fabricație, planificarea și urmărirea producției, fabricația propriu-zisă - sunt înlocuite prin șase zone funcționale: con-

cepția asistată de calculator, tehnologia de grup, sistemele de planificare și urmărire a fabricației, manipularea automată a materialelor, fabricația asistată de calculator și robotica.

La conceperea și implementarea unui sistem integrat de producție, principalele demersuri sunt: cel de integrare a echipamentelor și cel de integrare a datelor.

### 1.1. Cerințele actuale ale sistemelor de producției

Organizarea unei întreprinderi depinde în mod esențial de importanța sa și de tipurile de produse fabricate. Se poate considera că resursele unei întreprinderi sunt organizate după o structură determinată de funcțiile sale. Cele cinci funcții principale ale întreprinderii sunt:

- funcția **marketing**, al cărui rol este de a percepe nevoile pieței;
- funcția **producție**, care regrupează concepția și realizarea cererilor clienței în condițiile impuse de obiectivele întreprinderii;
- funcția **distribuție**, care asigură difuzarea produsului finit;
- funcția **financiară**, care privește optimizarea resurselor financiare ale întreprinderii;
- funcția **personal**, care privește gestiunea personalului necesar la bunul mers al întreprinderii.

Aceste funcții pot fi repartizate în servicii independente pentru marile întreprinderi, regrupate în câteva servicii pentru întreprinderile mijlocii sau centralizate în același serviciu pentru întreprinderile mici.

Funcția **producție** poate fi considerată principala funcție a unei întreprinderi, ea constând în a produce, la timpul dorit, în cantitățile cerute de către clienți, la cost și calitate determinate, realizând optimizarea resurselor întreprinderii în așa fel încât să se asigure perenitatea, dezvoltarea și *competitivitatea* sa.

În ciclul de viață al unui produs, etapele de concepție și industrializare au o mare responsabilitate, influențând costurile, calitatea și termenele de realizare.

Pe parcursul creației unui produs, cea mai mare parte din întreprinderile manufacturiere aplică un demers liniar. Acest demers a fost impus de modul de organizare al întreprinderii și de fluxul de informații între diferitele servicii. În vederea parcurgerii etapelor ciclului de viață al produsului urmează să intervină în mod succesiv un număr mare de persoane:

- \* specialiștii în marketing, care definesc caietul de sarcini al produsului;
- \* inginerul de concepție, care va crea o soluție tehnică;
- \* desenatorul, care o va reprezenta;
- \* designerul, care va ajusta formele în mod estetic;

- \* inginerul de calcul, care va dimensiona elementele care trebuie să garanteze un anumit comportament în funcționare sau o anumită durată de viață a produsului;
- \* inginerul de metode, care va alege procedeele de obținere a pieselor și va studia procesele de fabricație;
- \* muncitorii din atelier, care urmează să realizeze produsul;
- \* echipa de încercări, care va accepta sau va respinge produsul, după verificarea conformității cu caietul de sarcini;
- \* agentul de vânzare, care va comercializa produsul;
- \* echipa de mentenanță, care va urmări produsul pe parcursul utilizării sale.

Această viziune tradițională, moștenire a taylorismului, este calificată, în general, ca secvențială, ținând cont de anclanșarea cronologică a activităților. Ea are meritul de a defini o ordine necesară în parcurgerea ciclului de viață al unui produs, a proceselor sale, precum și stabilirea clară a responsabilităților. Dar, diviziunea muncii între diferite servicii, cât și în interiorul acestora determină o specializare îngustă a personalului și regruparea după criteriul sarcinilor de îndeplinit.

Pentru o întreprindere dornică să păstreze sau să câștige segmente de piață, o soluție posibilă o constituie `spargerea` demersului liniar și secvențial, de la concepție până la producție, încercând realizarea unei suprapuneri parțiale sau paralelizare a unor activități ale ciclului de viață, ceea ce aduce un câștig de timp și reduce termenele de lansare și de punere în distribuție ale produsului. Acest mod de organizare bazat pe *ingineria simultană (concurrentă)* contribuie în mod decisiv la creșterea reactivității întreprinderii.

Producția de bunuri materiale a cunoscut în timp o continuă evoluție. Creșterea productivității muncii a determinat trecerea de la o industrie de tip artizanal, în care rolul hotărâtor îl deține munca manuală, la una de tip manufacturier, caracterizată atât de munca manuală cât și de o subdiviziune a muncii, figura 1.1.

În producția de serie mică și mijlocie, îmbunătățirea tehnologiilor și creșterea performanțelor mașinilor-unelte nu pot, singure, conduce la creșterea eficienței funcționării sistemului industrial. Rezerve mari de raționalizare se află în domeniul automatizării și conducerii, acestea având rolul să asigure sincronizarea multitudinii de activități diferite, specifice acestui tip de producție.

Creșterea flexibilității fabricației implică combinații noi de informații legate de valorificarea resurselor, care să pună în evidență analogiile din structura sarcinii de producție cât și din structura capacității de producție.

Flexibilitatea este calitatea unui sistem tehnologic de a se adapta la sarcini de producție diferite, atât din punctul de vedere al formei și dimensiunilor produsului, cât și din punctul de vedere al operațiilor tehnologice care trebuie efectuate pentru producerea lui.

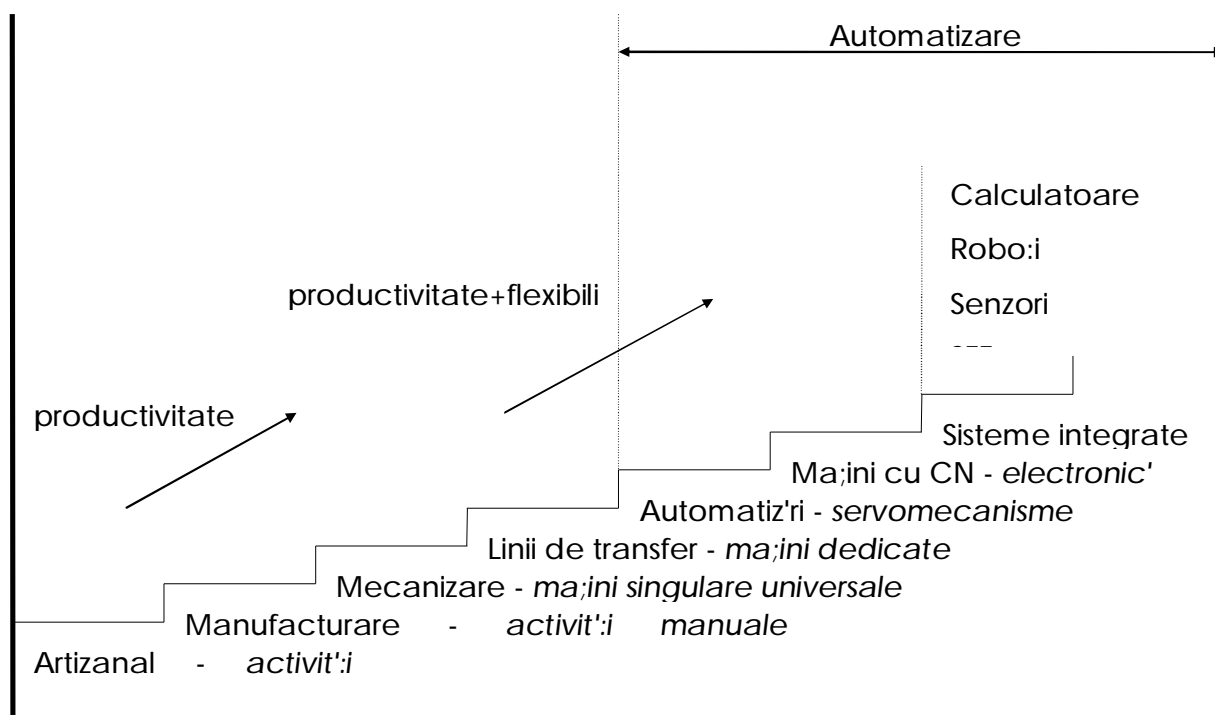


Figura 1.1: Evoluția structurilor de producție

Una din premisele fundamentale ale aplicării în condiții optime a tehnologiilor flexibile este tocmai capacitatea de a face să devină transparente spectre largi de produse și de activități asemănătoare, ceea ce crează posibilitatea de a trece la normalizarea, standardizarea și organizarea optimală a fabricației.

Aplicarea în practică a fabricației flexibile a întâmpinat destule greutăți, piedici, din acestea rezultând concluzia că noțiunea de flexibilitate nu înseamnă numai optimizarea sistemului tehnologic sub aspectul economiei de resurse materiale și umane, ci o evaluare legată de dinamismul sistemului, de capacitatea lui de a se adapta atunci când intervin factori noi.

Factorii externi ce pot interveni în modificarea unui sistem de fabricație, necesitând adaptarea lui la condițiile nou create ar putea fi:

- cerințele pieții;
- modificarea sarcinii de producție (a reperelor puse în fabricație, a cantității și calității lor);
- uzura fizică și morală a mașinilor-unelte aflate în dotare;
- uzura morală a procedeele tehnologice de fabricație.

## 1.2. Sisteme integrate de producție - CIM

O soluție prin care se poate ameliora competitivitatea constă în a face întreprinderea să evolueze spre conceptul de sistem integrat de producție (CIM). Acest mod de organizare industrială s-a dezvoltat în Japonia cu scopul de a crește *reactivitatea întreprinderii și flexibilitatea fabricației*. Demersul poate fi definit ca un proces de simplificare, urmat de unificarea întreprinderii prin automatizare și integrare.

Simplificarea constă în suprimarea oricărei activități inutile sau redondante, care nu adaugă valoare produsului. Este vorba de a reconsidera fluxurile în întreprindere, în scopul de a simplifica metoda de gestiune a producției și a reduce termenele de fabricație, timpii de schimbare a echipamentelor, mărimea loturilor lansate în fabricație, producția în curs, stocurile, costurile indirecte de transport și magazinare, procedurile etc.

Se poate afirma că fluxul informațional este un factor determinant în caracterizarea conceptului CIM, calitatea, intensitatea și viteza acestuia având implicații hotărâtoare asupra produselor realizate. Tehnologiile informaționale sunt un complex de discipline interconectate pentru constituirea întreprinderilor integrate, având la bază sisteme de baze de date distribuite, unificate și standardizate.

Tehnica de calcul necesară sistemului integrat de producție reprezintă complexul software/hardware/comunicații capabil, pe baza unor algoritmi implementați, să realizeze conducerea optimală, în timp real, a fabricației, figura 1.2.

Sistemul integrat de producție (CIM) reunește sub cupola sa un mănunchi de subsisteme de sine stătătoare dezvoltate ca urmare a utilizării informaticii în activitățile ciclului de viață ale produsului: concepție, planificare, fabricație, control, mentenanță.

Conceptul CIM cuprinde în principal:

- ◆ **PP&C** - **P**lanning **P**roduction & **C**ontrol (Planificarea și Urmărirea Producției);
- ◆ **CAD** - **C**omputer **A**ided **D**esign (Concepția Constructivă Asistată de Calculator);
- ◆ **CAE** - **C**omputer **A**ided **E**ngineering (Ingenieria Asistată de Calculator);
- ◆ **CAPP** - **C**omputer **A**ided **P**rocess **P**lanning (Concepția Proceselor de Fabricație Asistată de Calculator);
- ◆ **CAM** - **C**omputer **A**ided **M**anufacturing (Fabricația Asistată de Calculator);
- ◆ **CAP** - **C**omputer **A**ided **P**lanning (Planificarea Asistată de Calculator);
- ◆ **CAQ** - **C**omputer **A**ided **Q**uality (Calitatea Asistată de Calculator);

- ◆ CAS - Computer Aided Service (Mentenanța Asistată de Calculator).

### Componentele principale ale sistemului CIM sunt:

a) *PP&C - Production Planning & Control (Planificarea și Urmărirea Producției)* este un domeniu clasic de aplicație pentru procesarea electronică a datelor legate de întregul proces de producție. Termenul de PP&C este folosit pentru a descrie modul de folosire a sistemelor informatice pentru planificarea, urmărirea și monitorizarea proceselor ciclului de viață al produsului, de la faza de preluare a datelor (comenzii) până la expedierea produselor, ținând cont, în același timp, de aspectele legate de calitate, date de livrare și capacitate.

Sistemele PP&C sunt destinate să satisfacă următoarele obiective operaționale:

- îmbunătățirea cunoașterii datelor de livrare;
- perfecționarea livrării informațiilor (în fluxul informațional);
- reducerea termenelor de livrare;
- reducerea nivelurilor de stocuri în timp, cu păstrarea nivelurilor de disponibilități în materiale și componente.

Astfel, PP&C sprijină diverse activități din întreprindere sau din afara ei, ele fiind enunțate sub formă de întrebări:

- ◇ *ce produse finite trebuiesc fabricate, când și în ce cantitate?*
- ◇ *ce grupuri de componente (repere) și subansamble urmează să fie produse la un moment dat și în ce cantitate ?*
- ◇ *câte repere urmează să fie comandate din afară, la ce calitate, la ce moment și de la care furnizor ?*
- ◇ *ce nivel de capacitate este utilizat ? resursele materiale și umane disponibile sunt suficiente pentru a realiza programul de fabricație ?*
- ◇ *ce măsuri de mărire sau micșorare a capacității de fabricație trebuie să fie planificate în cazul nevoii de depășire sau micșorare a capacității disponibile?*

În contextul planificării și urmării producției se poate face o distincție între activitățile de planificare și cele de urmărire, figura 1.3.

Planificarea și urmărirea producției industriale se bazează pe diferite tipuri de date. Acestea servesc ca punct de plecare pentru funcțiile principale și complementare.

Tipurile de date sunt:

- \* date directoare - master date;

\* date (informații) curente;

\* informații variabile.

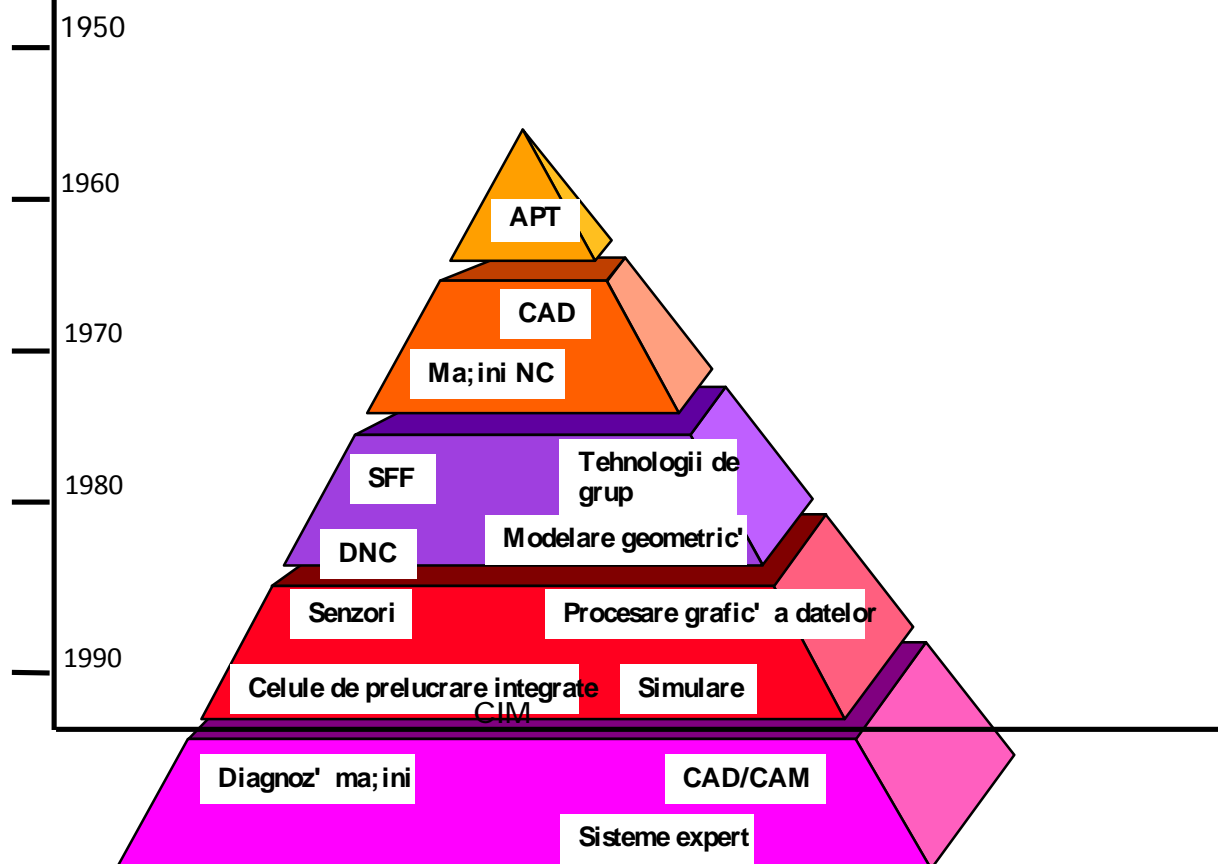


Figura 1.2: Elementele participante la dezvoltarea conceptului CIM

<b>Date inițiale (de bază)</b>	<b>Administrarea datelor</b>	<b>Liste de inventar / Plane de lucru</b>
Funcții de planificare	Programe de planificare a producției	Programe de planificare a producției Planificarea capacității de personal Administrare comenzi-clienți
	Planificarea cantităților	Planificarea necesității Control stocuri Aprovizionare
	Planificare program și capacități	Program livrare Prognoză Program capacități
Funcții de urmărire	Ordine (comenzi) inițiale	Directive inițiale atelier fabricație Monitorizare disponibilități Necesar documente atelier fabricație
	Ordine generale (comenzi)	Control stocuri atelier fabricație Programe termen scurt Date operaționale

Figura 1.3: Funcțiile subsistemului PP&amp;C

Fișierele de informații formează baza sistemului PP&C, alcătuită din prelucrarea comenzii, circulația materialelor, directive de producție și fișiere directoare:

- fișierul director al clientului, necesar în vânzări, contabilitate și prelucrarea comenzii. El poate fi utilizat de asemenea pentru planificarea vânzărilor și pentru directa promovare a vânzărilor.
- fișierul director al produsului, solicitat în principal pentru fabricație și pentru optimizarea materialelor necesare.
- fișierul comenzii curente, utilizat pentru comenzile clientului.

Pentru optimizarea materialelor sunt necesare, în general, următoarele fișiere: fișierul director al materialelor, fișierul resurselor materiale, fișierul structurii listelor de piese, fișierul director al furnizorilor, fișierul comenzii de cumpărare curent. În sfera PP&C s-au dezvoltat diferite metode de planificare a producției, dintre care se pot aminti: MRP, PERT, Kanban. Sistemele de operare compatibile sau unificate și programele sursă solicitate pentru subsistemul PP&C nu sunt încă disponibile la extensia necesară. Dacă se consideră de exemplu 76 de sisteme PP&C disponibile pe piață, atunci numai 5% dintre acestea satisfac cerințele.

**b) CAD - Computer Aided Design (Concepția Constructivă Asistată de Calculator)** este termenul utilizat pentru folosirea mijloacelor informatice în concepția produselor. În figura 1.4 este prezentat mecanismul general de concepție și proiectare, distingându-se și locul unde intervine inteligența artificială. Rolul concepției constructive asistate de calculator este acela ca pornind de la cerințele funcționale, estetice și constructive să fie determinate, cu ajutorul calculatorului, proprietățile de formă, de material și de calitate ale obiectului.

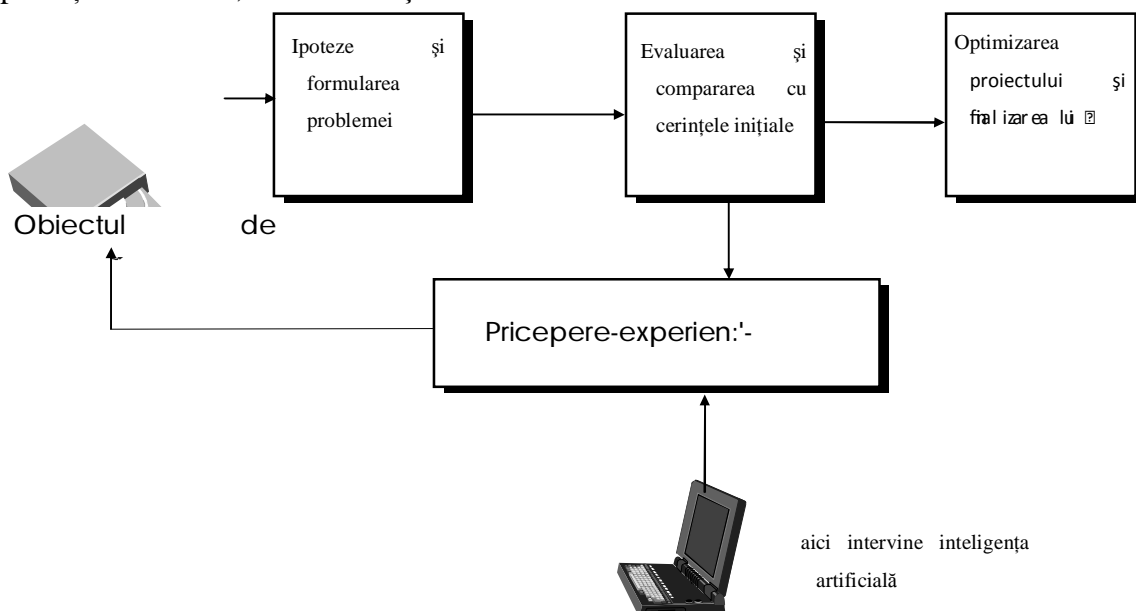




Figura 1.4: Procesul de concepție și proiectare în subsistemul CAD

Procesul de concepție este considerat ca o activitate bazată pe inducție, deducție, intuiție, experiență și creativitate.

Prin intermediul mijloacelor informatice este posibil să se transfere progresiv experiența, deducția și inducția de la inginerul de concepție la sistemul CAD, aceasta devenind un sistem inteligent.

Un sistem CAD, având schema generală prezentată în figura 1.5, presupune dialogul permanent, prin intermediul monitorului de concepție, între baza de date tehnice și baza de date generale, pe de o parte, și baza de algoritmi, pe de altă parte.

Fiind sistem om-mașină, sistemul CAD se bazează pe capacitatea creativ-inteligentă a omului și pe puterea de calcul a calculatorului, acesta posedând rapiditate în funcționare, precum și o capacitate superioară de stocare și regăsire a informațiilor.

Sistemele CAD reprezintă deci integrarea metodelor științei calculatoarelor și a celor ingineresti, cuprinzând: baze de date, bănci de metode fundamentale și algoritmi, sisteme de comunicație, sisteme de grafică, programe de aplicație.

Un sistem CAD trebuie să aibă capacitate de decizie care să includă asignarea cerințelor de proiectare și a specificațiilor de proiectare.

Aceste caracteristici includ prelucrarea limbajului natural, transformarea și rafinarea prin chestionarea utilizatorului (interactiv) asupra gradului de detaliere a proiectării.

Un sistem inteligent destinat concepției asistate de calculator va trebui să prezinte capacitate de arhivare, într-o logică simbolică accesibilă utilizatorului, care să-i permită să formuleze expresiile sale despre cunoștințele de proiectare și să acceseze calculatorul în sensul reprezentării corespunzătoare a acestora .

Crearea unui sistem CAD presupune integrarea informațiilor negeometrice și tehnico-administrative cu informațiile geometrice, într-o bază de date și cunoștințe, încorporând deci “realitatea” oricărui produs conceput.

Trecerea de la geometria analitică clasică, euclidiană, la geometria axionometrică, care se pretează la interfețe logice asupra multor proprietăți abstracte ale entităților geometrice poate constitui soluția de integrare a celor trei tipuri de informații.

Astfel, a apărut necesitatea de a dezvolta sisteme CAD mai inteligente, în domeniul modelării grafice și geometrice.

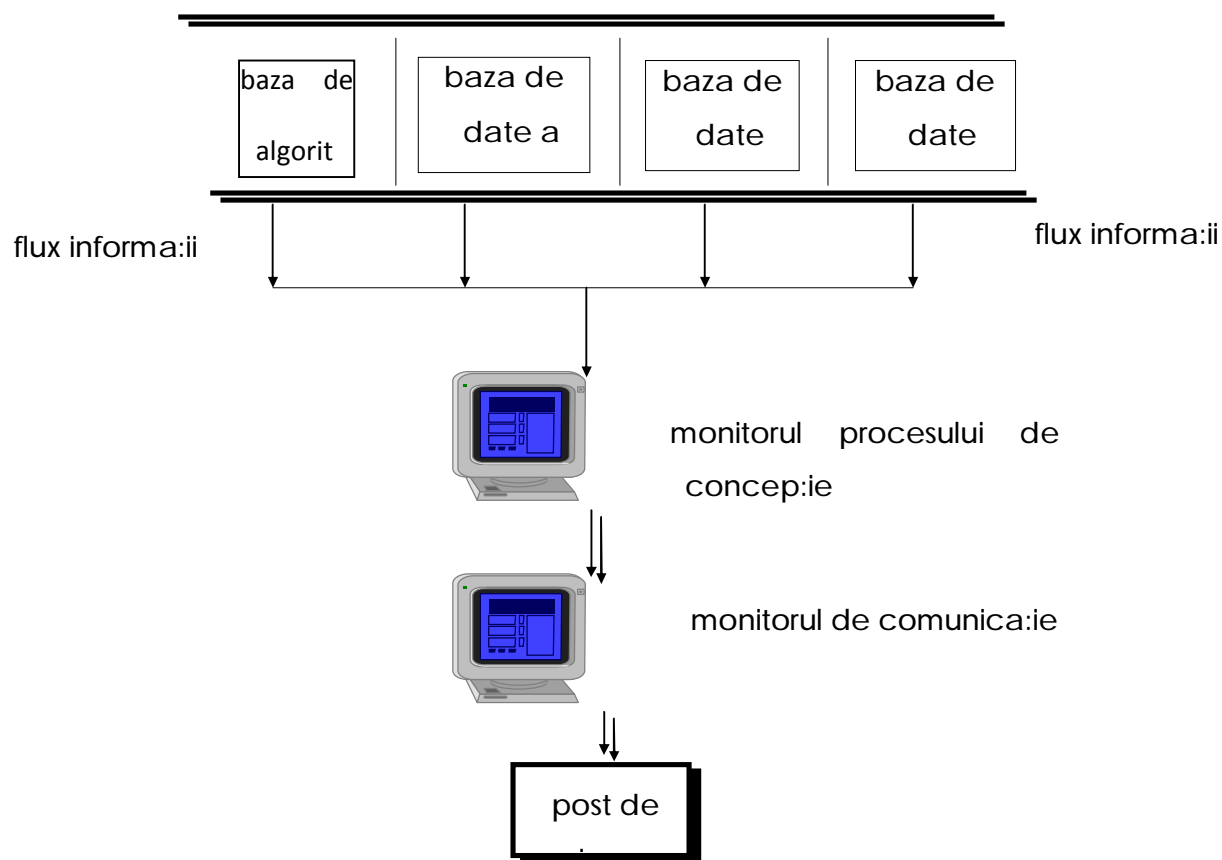


Figura 1.5: Structura generală a unui sistem CAD

*c) CAE – Computer Aided Engineering (Ingineria Asistată de Calculator)* este subsistemul destinat optimizării și calculelor ingineresti cu ajutorul mijloacelor electronice de calcul. CAE se ocupă cu analiza și evaluarea proiectelor utilizând tehnici asistate de calculator pentru a calcula parametri operaționali, funcționali și de fabricație ai produsului.

În cadrul procesului de proiectare, CAE își găsește locul la nivelul etapelor de sinteză, analiză și evaluare și are de asemenea un loc bine determinat în cadrul conceptului de inginerie simultană.

La nivel de sinteză a soluțiilor, principala activitate a CAE este concentrată pe tehnologicitatea produsului: la nivel de analiză și evaluare, CAE este utilizat pentru analiza calității proiectului produsului. Pe baza informațiilor CAE, proiectul produsului este iterat prin primii pași ai procesului de proiectare până în momentul în care este găsită soluția optimă.

### **CAE în etapa de sinteză presupune realizarea următoarelor activități:**

Schițele de principiu rezultate din etapa de concepție sunt dezvoltate în etapa de sinteză, prin adăugarea detaliilor geometrice și remodelarea produsului prin aplicarea condițiilor dictate de tehnologie:

- ◇ din punct de vedere a procesului de fabricație:
  - raționalizarea construcției și a schemei cinematice;
  - unificarea constructivă;
  - masa și consumul de material;
  - concordanța formei constructive cu particularitățile metodelor și proceselor de fabricație.
- ◇ din punct de vedere a tehnologiei de asamblare:
  - condiții de manipulare;
  - condiții de asamblare;
  - condiții privind schema de montaj.

Procedurile utilizate în scopul realizării unor produse cu o tehnologie cât mai ridicată au fost înglobate sub terminologia DFMA - Design for Manufacturing and Assembly. Calculele efectuate se referă la timpul de asamblare, costul produsului și o limită teoretică a numărului minim de piese. În plus, sunt evaluate diferite variante de materiale și procese de fabricație. Cu ajutorul acestor programe proiectantul introduce specificațiile pentru un anumit proiect, iar programul oferă o analiză cantitativă a alternativelor de proiectare.

### **CAE în etapa de analiză presupune:**

În multe aplicații, datele și informațiile utilizate ca intrări pentru programul CAE sunt sub forma desenelor create în CAD. Fișierul cu informații geometrice produs în CAD este utilizat de programul CAE pentru obținerea informațiilor necesare analizei.

Aplicațiile CAE în etapa de analiză a proiectării au loc în două mari domenii: analiza cu metoda elementelor finite și analiza proprietăților de masă (structură).

Analiza prin metoda elementelor finite este o tehnică numerică utilizată pentru analizarea și studierea performanței funcționale a unei structuri prin divizarea obiectului într-un număr mic de blocuri numite elemente finite.

Analiza proprietăților de masă se referă la posibilitatea realizării de calcule inginerești. Cele mai comune aplicații CAE au posibilitatea calculării ariei sau volumului, iar cele mai complexe realizează calculul centrelor de greutate, momentelor de inerție. Parametrii complexi sunt importanți pentru analiza geometriei reperelor care se află în mișcare de translație sau de rotație.

**CAE în etapa de evaluare presupune:**

Procesul de analiză al proiectului oferă informații ample cu privire la diferitele alternative de proiectare. Examinarea acestor informații pentru a determina gradul de corespondență între proiectul real și obiectivele și specificațiile de proiectare inițiale este una dintre componentele procesului de evaluare. Una dintre activitățile CAE realizată în mod tradițional în etapa de evaluare a proiectului este construirea și testarea prototipului utilizând programe concepute în acest scop. Tehnicile de prototipare rapidă/virtuală tind să înlocuiască actualmente tehnicile clasice de evaluare.

*d) CAPP - Computer Aided Process Planning (Concepția Proceselor de Fabricație Asistată de Calculator)* este subsistemul destinat realizării următoarelor categorii de activități:

- selectarea operațiilor de prelucrare;
- determinarea secvenței operațiilor de prelucrare;
- selectarea (alegerea) utilajului tehnologic;
- alegerea sculelor așchietoare;
- determinarea necesarului de dispozitive de prindere a piesei;
- proiectarea schemelor de prindere și a dispozitivelor;
- stabilirea condițiilor de așchiere.

În figura 1.6. este prezentată evoluția sistemelor CAPP. Tendința este ca sistemele CAPP să înglobeze tot mai multe elemente de inteligență artificială, urmărindu-se atât interpretarea automată a desenelor și metodelor de proiectare, dar și detalierea planului de operații, a modalităților optime de prindere a piesei, analizarea economică a proceselor, precum și generarea traiectoriilor optime de așchiere. Utilizarea sistemelor CAPP prezintă următoarele avantaje:

- reducerea cerințele de experiență ale tehnologului;
- reducerea timpul de concepție a proceselor de fabricație;
- reducerea costurilor, atât în proiectarea proceselor, cât și în realizarea acestora;
- elaborarea proceselor de fabricație în mod minuțios și consistent;
- creșterea productivității.

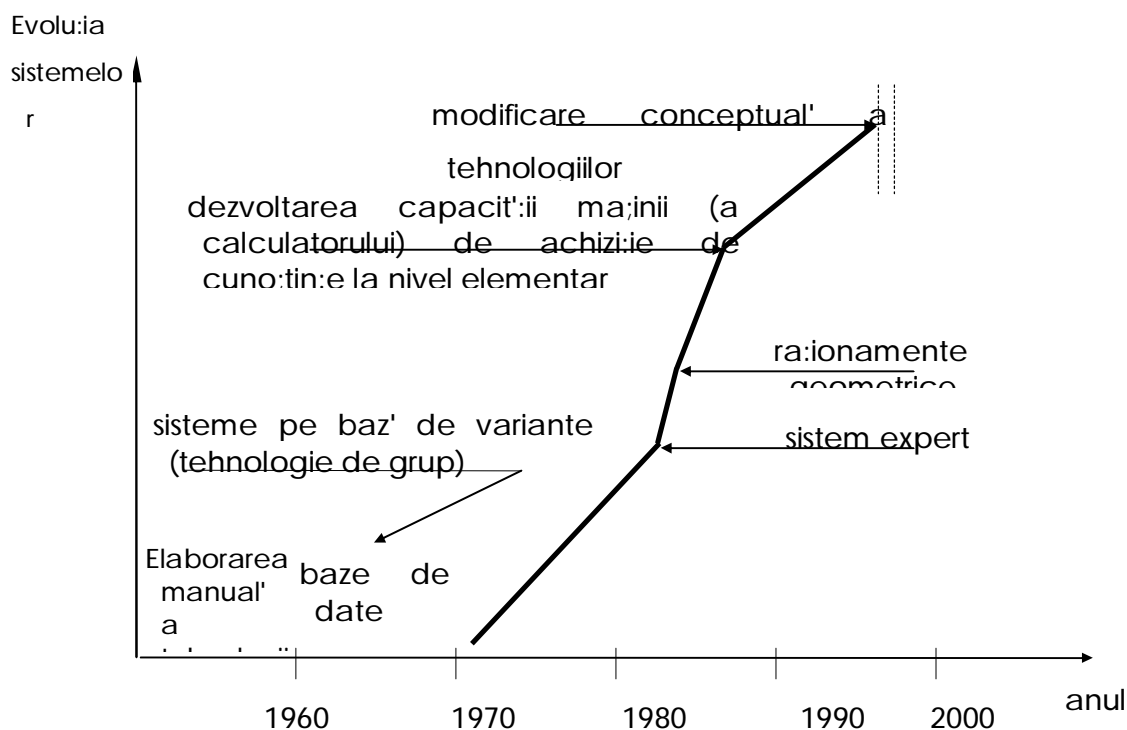


Figura 1.6: Evoluția sistemelor CAPP

e) **CAM - Computer Aided Manufacturing (Fabricația Asistată de Calculator)** este un termen care nu are o consistență clară. Unii folosesc termenul pentru a defini prelucrarea asistată de calculator, alții includ în CAM funcțiile de control ale producției. Cel mai adesea, CAM desemnează asistarea cu calculatorul a procesului de fabricație. În esența sa, aceasta presupune elaborarea programelor NC, a tehnologiilor de prelucrare și de montaj.

Funcțiile sistemului CAM sunt:

- ⇒ comanda fabricației și a atelierelor de fabricație;
- ⇒ comanda posturilor de lucru;
- ⇒ comanda fluxurilor de materiale;
- ⇒ comanda magaziilor și a transportului;
- ⇒ comanda procesului de prelucrare;

și necesită baze de date care conțin informații despre:

- \* contracte de fabricație;
- \* capacități de producție;
- \* fluxuri de materiale;
- \* mijloace de producție;
- \* situația magaziilor și a transportului;
- \* contracte de service.

În cadrul sistemului CAM un loc aparte îl ocupă **FMS - Flexible Manufacturing System (Sistemul Flexibil de Fabricație)**. Acesta se definește diferit de la o țară la alta, dar în esență este o unitate de producție capabilă de a fabrica o gamă (familie) de produse discrete cu o intervenție manuală minimă. El cuprinde posturi de lucru echipate cu capacități de producție (mașini-unelte cu comandă numerică sau alte utilaje de asamblare sau tratament) legate printr-un sistem de manipulare a materialelor, în scopul deplasării pieselor de la un post de lucru la altul, funcționând ca un sistem integrat cu comandă complet programabilă.

Din punct de vedere al domeniilor de utilizare a FMS și a răspândirii acestora, în figura 1.7., se observă supremația Japoniei.

Apariția și dezvoltarea sistemelor flexibile de prelucrare, asamblare, turnare, sudare au constituit un real sprijin în dezvoltarea sistemelor CIM. Dintre acestea, evoluția cea mai rapidă au avut-o sistemele flexibile de prelucrare. Această tendință s-a remarcat încă de la începutul utilizării mașinilor cu comandă numerică, incluzând dezvoltarea sistemelor DNC până la o treaptă superioară de automatizare a FMS și încorporarea acestora în CIM.

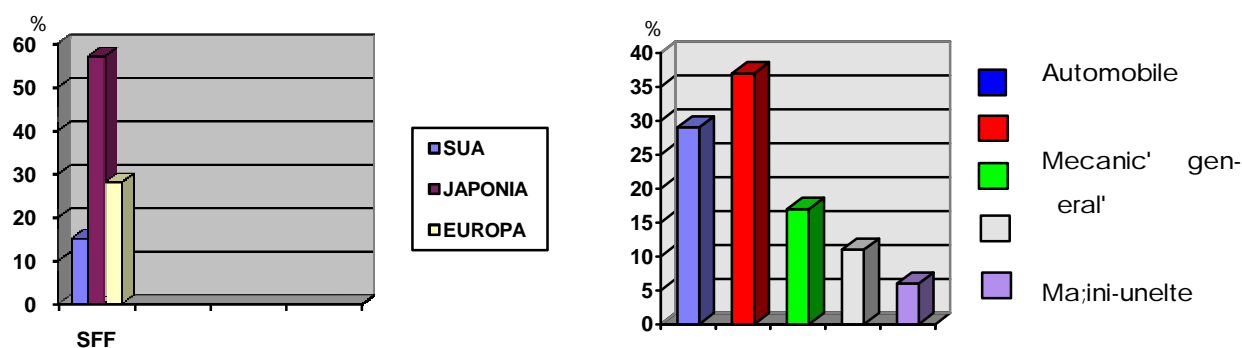


Figura 1.7: Distribuția FMS în lume

Fiind sisteme înalt automatizate, sistemele flexibile de fabricație, indiferent de natura proceselor comandate, sunt conduse de calculatoare. În scopul îmbunătățirii modului de funcționare, pentru a le mări gradul de flexibilitate și în același timp productivitatea, aceste sisteme necesită structuri software tot mai evoluate, utilizând din ce în ce mai mult elemente de inteligență artificială.

Atât componentele hardware cât și componentele software ale unui sistem flexibil de fabricație pot fi separate în blocuri funcționale, FMS putând fi privit ca un ansamblu integrat de mașini cu comandă numerică deservite de un sistem automatizat de manipulare, transport și depozitare a semifabricatelor, pieselor finite, sculelor și dispozitivelor, prevăzute cu mijloace automatizate de măsurare și testare, capabil să realizeze sub comanda calculatorului fabricarea

simultană sau succesivă a unor piese de tip diferit aparținând unei anumite familii, în condiții de intervenție minimă a operatorului uman și cu timpi de reglare reduși.

f) **CAP- Computer Aided Planning (Planificarea Asistată de Calculator)** este un subsistem al CIM unde se realizează planificarea asistată a proceselor de fabricație, unde are loc pregătirea, proiectarea și coordonarea proceselor tehnologice.

O dată cu apariția calculatorului, metodele de planificare a producției, bazate pe algoritmi matematici au putut deveni operative.

În dezvoltarea unor metode moderne de planificare a producției s-a pornit de la criteriile de optimizare abordate, criteriile care vizau: reducerea timpului și a costurilor de producție, amortizarea investițiilor, circulația minimă a semifabricatelor și reducerea stocurilor, maximizarea producției etc. Indiferent de metoda folosită, un sistem CAP realizează următoarele categorii de funcții:

- planificarea resurselor de fabricație;
- distribuirea resurselor planificate;
- simularea și optimizarea resurselor planificate;
- monitorizarea proceselor tehnologice de fabricație.

Aceste funcții sunt posibil de realizat datorită unei colecții de structuri de date de sistem care devin operabile printr-un sistem de decizie și un sistem grafic, figura 1.8.

Experiența a demonstrat că planificarea este cu atât mai bine realizată cu cât ține cont de mai multe resurse și este structurată pe două niveluri: nivelul planificării pe termen lung și cel al planificării zilnice.

Piața deschisă, ciclul de viață scurt al produselor și intensificarea concurenței reclamă utilizarea sistemelor informatice pentru planificarea și urmărirea procesului de producție.

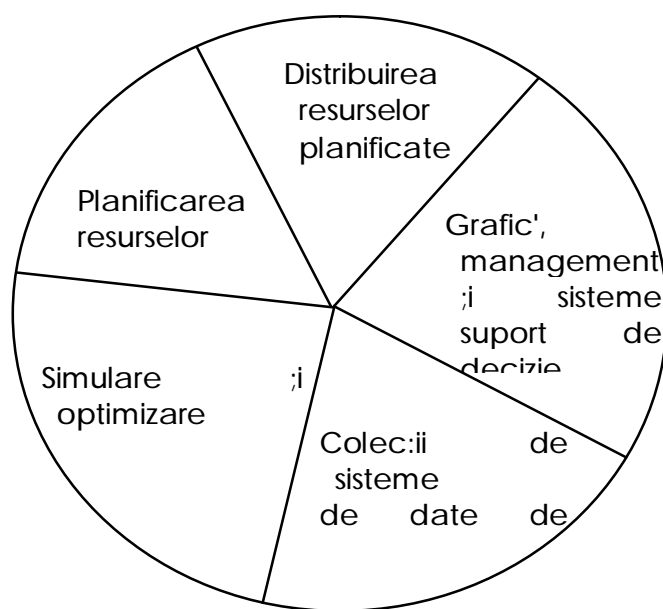


Figura 1.8: Planificarea asistată de calculator a proceselor de producție