

SISTEME INTEGRATE DE PRODUȚIE

ing. Dumitru Petre Popescu

Institutul de Cercetări în Informatică

Rezumat:

Definirea sistemelor integrate de producție trebuie privită într-o manieră evoluționistă și are în vedere aspectele funcționale, conceptuale și tehnologice.

Structura fluxului material, structura funcțională și structura suportului tehnologic, hardware și software, constituie elementele reprezentative ale unui sistem integrat de producție.

Cuvinte cheie: sisteme productive, integrare, aided-computer, funcțiuni, structuri.

1. Definirea sistemelor integrate de producție

Fabricația integrată cu calculatorul (Computer Integrated Manufacturing - CIM) se impune ca un stadiu distinct al dezvoltării industriale de la sfârșitul secolului XX. Acest stadiu reprezintă răspunsul industriei, bazat pe tehnologiile computerizate, la cerințele de calitate, flexibilitate și productivitate prin care orice companie își adjudecă competitivitatea în economia modernă. C.I.M.-ul este confirmat azi atât în planul cercetării conceptuale și tehnologice, cât și în cel al realizărilor fizice al căror număr, numai în a doua jumătate a anilor '80, a crescut cu mai mult de un ordin de mărime. În evoluția rapidă a automatizării fabricației, rezultatele experimentale devansează stabilizarea concepției și forțează de multe ori standardizarea tehnologiilor; mai mult, noțiunile cu care se operează sînt supuse permanent reconsiderării și sistematizării, datorită evidențierii de noi și noi aspecte care conduc la regruparea unor termeni și relații și la modificări de semnificații și priorități. Aceasta explică maniera evoluționistă adoptată în diferitele încercări de definire a fabricației integrate cu calculatorul, indiferent dacă se pune accentul pe aspectele funcționale, conceptuale sau tehnologice.

Conceptul de integrare a apărut în momentul în care, în câmpul industrial, s-a ajuns la un stadiu avansat de automatizare a unor activități atât din zona fabricației, cât și din zonele concepției ingineresti și a managementului producției. Apariția mai multor insule automatizate, în cadrul cărora au fost rezolvate problemele specifice fiecăreia, a scos în evidență dificultățile de comunicare între aceste insule, precum și incompatibilitățile ce grevau transferurile în fluxurile material și de informații. În aceste condiții performanțele insulelor automatizate nu sînt valorificate suficient la nivelul ansamblului. Mai mult, a apărut cerința de rezolvare a integrării zonelor

automatizate sau semiautomatizate în scopul ridicării performanțelor ansamblului la nivelul performanțelor zonelor automatizate. În consecință, integrarea trebuie să asigure interfețele între zone cu diferite grade de automatizare concomitent cu adaptarea acestor zone, în sensul satisfacerii cerințelor de corelare între ele.

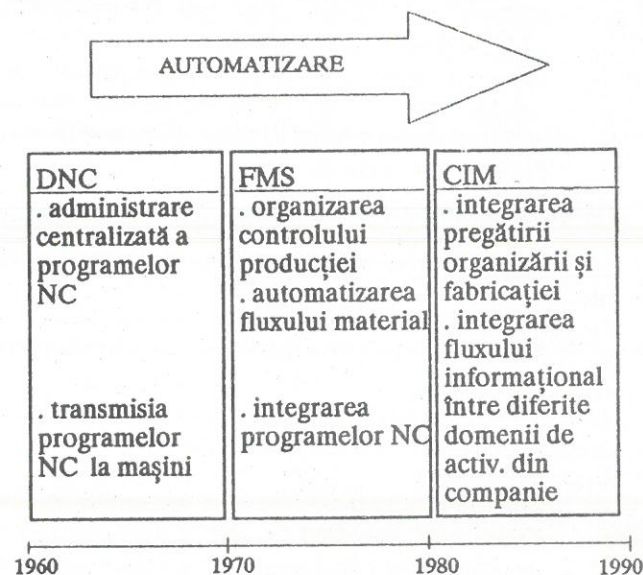


Fig. 1
Dezvoltarea fabricației integrate
(după M. Weck și D. Kiratli)

Adaptarea acestor zone presupune selectarea acelor soluții de automatizare care se bazează pe criterii, simboluri și clasificări ce satisfac mai multe activități. Cele mai importante probleme de adaptare au vizat integrarea activităților ingineresti (Computer Aided Design and Drafting - CADD și Computer Aided Process Planning - CAPP) cu activitățile de fabricație (Flexible Manufacturing System - FMS sau Computer Aided Manufacturing - CAM).

Considerînd aspectul funcțional al integrării rezultă că CIM asigură integrarea pregătirii producției, organizării și fabricației, precum și a activităților de conducere a acestora, considerate adesea ca aparținînd asigurării logistice a producției.

În plan conceptual, integrarea vizează realizarea unui flux material și energetic integrat sincronizat cu un flux informațional integrat. Fluxul informațional este structurat ierarhic pe un număr de nivele, astfel încît să asigure o descentralizare maximă a deciziilor și o polarizare a lor către nivelul operativ.

În planul tehnologiei suport, sistemele de fabricație integrată se bazează pe arhitecturi de echipamente și software ierarhizate, potrivit funcțiunilor asistate, interconectate prin rețele complexe de comunicații, dispun de baze de date unitare și asigură prelucrări în timp real.

Criteriile menționate acționează în strînsă interdependență, astfel încît o definiție cuprinzătoare

trebuie să țină seama concomitent de toți factorii de influență. Astfel, se ajunge la concluzia că sistemele CIM sînt rezultatul integrării:

- pe baza unui set de tehnologii "aided computer" a activităților de concepție inginerescă, de fabricație și de management cu diferite grade de automatizare,
- realizîndu-se un flux material și energetic integrat, sincronizat cu un flux informațional integrat și structurat ierarhic,
- avînd ca suport o arhitectură hardware și software care asigură prelucrări în timp real și utilizînd o rețea complexă de comunicații și o bază de date unitară.

Rezultatul integrării CIM este o nouă structură de producție, competitivă prin performanțele sale privind calitatea, productivitatea, flexibilitatea și costul de producție.

Departele de a fi o simplă reuniune de activități automatizate sau semiautomatizate, un sistem CIM valorifică tehnologiile "aided computer" prin utilizarea unor soluții optimizate de conducere și prin asocierea metodelor bazate pe inteligența artificială.

În sistemele CIM:

- conceptele individuale sînt înlocuite de un concept al ansamblului,
- organizarea structurată a ansamblului înlocuiește reuniunea simplă a unor componente,
- se dispune de obiective, strategii, componente și metode aliniate pentru optimizarea performanțelor sistemului de producție.

În ultimii ani s-au făcut mai multe încercări de definire a unor concepte CIM (CIME, CIM Total, CIM-I etc.). Conceptul de bază, care răspunde cerințelor evoluției sistemelor CIM, este conceptul de sistem deschis (OSA - Open System Architecture) care asigură o perspectivă de dezvoltare sistemelor de producție moderne.

În prezent, asistăm la o extindere a conceptului de integrare și în alte domenii decît ale fabricației, cum sînt agricultura, navigația etc. Extinderea integrării se explică numai în parte prin posibilitatea aplicării structurilor funcționale CIM, mult mai importantă însă fiind posibilitatea extinderii aplicării unor tehnologii și a unor instrumente integratoare specifice acestui domeniu.

2. Structura sistemelor integrate de producție

Studiul structurii complexe a sistemelor CIM impune o secționare a acestora în cel puțin trei structuri de bază:

- structura fluxului material, care dezvăluie structura fizică a sistemului obiect caracterizat printr-o integrare tehnologică specifică domeniului de fabricație;

- structura activităților funcționale, care evidențiază atât structura relațiilor orizontale (ale activităților din zonele creației ingineresti și producției), cît și structura relațiilor ierarhice (de management operativ, tactic și strategic);
- structura tehnologiei suport (aided-computer) reprezentînd arhitecturile hardware și software, care asigură funcționalitatea activităților integrate.

Pot fi recunoscute și structuri derivate din aceasta, cum ar fi structuri ale datelor și bazelor de date, structuri ale sistemului de comunicații, structuri ale modelării și simulării etc., care sînt în mare măsură subordonate celor trei structuri de bază. Mai mult, chiar structurile de bază se află într-o relație de dependență, structuri fluxului material subordonîndu-i-se structura funcțională și acestea, în continuare, structura suportului tehnologic. În cele ce urmează, vor fi parcurse succint aceste structuri, cu scopul de a întregi definiția sistemelor CIM și de a ilustra interdependența și unitatea lor în cazul unui sistem integrat. Pentru aceasta s-a avut în vedere domeniul industriei constructoare de mașini, care este domeniul de origine al sistemelor integrate.

2.1. Structura fluxului material al CIM

Fluxul material al sistemului integrat este susținut de un ansamblu de facilități de producție considerate de bază și destinate să asigure prefabricarea, prelucrarea, asamblarea și controlul pieselor, facilități logistice destinate asigurării transportului/transferului și stocării și facilității auxiliare, care susțin procesul de producție, asigurînd diferite forme de energie, scule și dispozitive, medii de răcire etc.

Facilitățile de bază sînt constituite în sisteme de producție, care potrivit unor criterii tehnologice și a unor cerințe de producție cum ar fi tipul, complexitatea și dimensiunea produselor, volumul și ritmicitatea cererii de produse etc., sînt structurate astfel: facilități adecvate producției continue și facilități adecvate producției discrete, respectiv organizate pe tipuri de operații, organizate pe tipuri de produse sau componente ale acestora sau organizate celular. Sistemele de producție constituie elementele fizice principale, care susțin segmentele de bază ale fluxului material al producției.

Sistemele de producție grupează pe lîngă facilitățile productive, și facilități logistice și auxiliare necesare funcționării lor.

În funcție de nivelul tehnologic al facilităților din componența sistemelor de producție (respectiv de gradul de mecanizare și automatizare) se disting:

- sisteme cu facilități tradiționale,
- sisteme automatizate.

Sistemele de producție automatizate, care prezintă cel mai mare interes și se regăsesc în structura sistemelor

CIM, sînt sistemele bazate pe automatizarea flexibilă, respectiv sistemele flexibile de fabricație (FMS - Flexibile Manufacturing Systems).

În evoluția lor, sistemele flexibile de fabricație au parcurs diferite stadii, de la celula flexibilă de fabricație la linia flexibilă de fabricație și la sistemul flexibil de fabricație. În prezent, mai nou, se operează cu două noțiuni semnificative: celule flexibile și insule flexibile, acestea din urmă prezentînd o diversitate tehnologică a facilităților de producție (fig. 2).

Simplificînd, putem spune că fluxul material al

pregătire scule, sisteme pentru lichide de răcire și altele.

Rezultă că fiecare sistem de fabricație integrată are o configurație proprie, rezultată din sistemele componente, precum și din amplasarea lor. Această configurație trebuie să asigure o integrare în fluxul material, care să respecte criteriile tehnologice și economice, fapt ce se realizează prin dimensionarea și amplasarea optimă a facilităților, prin performanțele lor etc. Aceasta este posibil în primul rînd pentru că înainte de a fi integrată în sistemul de conducere,

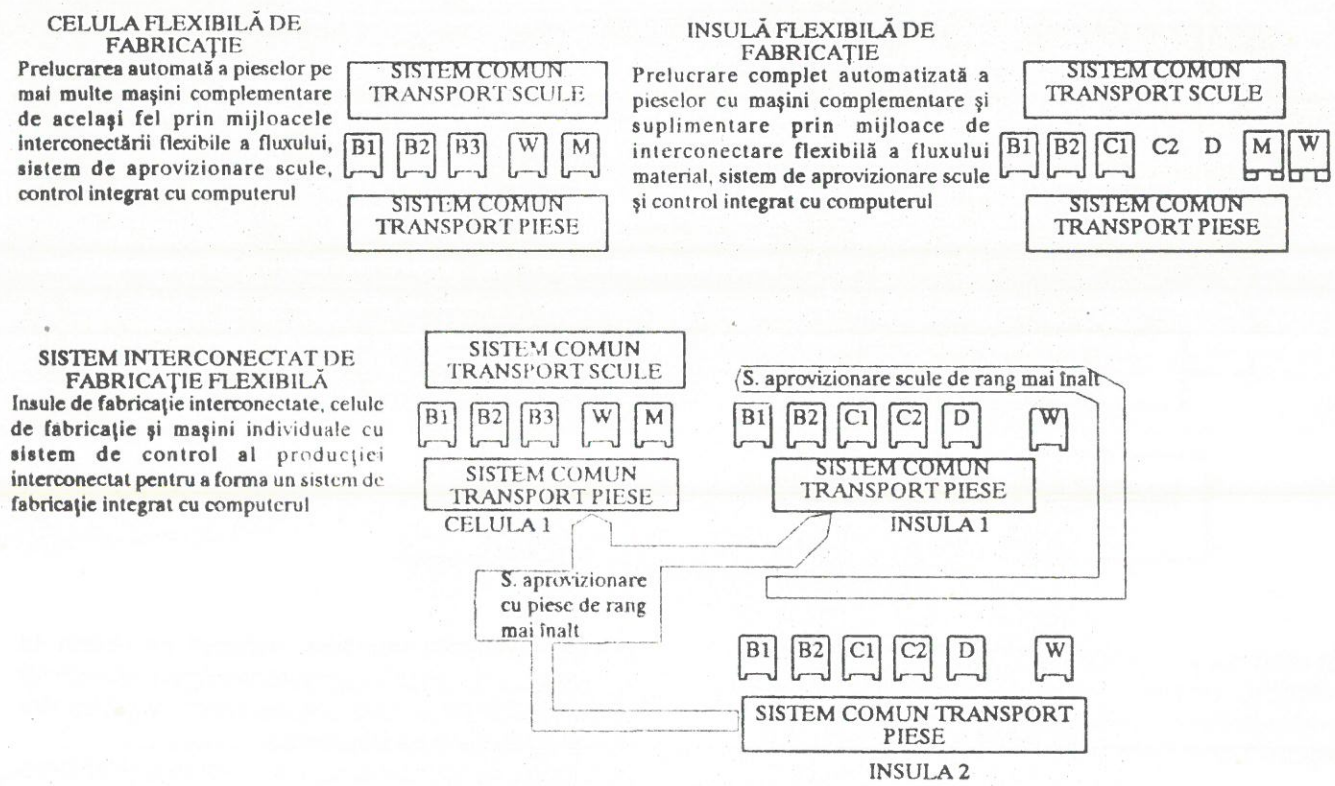


Fig. 2 Stadii de realizare a sistemelor flexibile de fabricație (după HELMUT HAMMER -Robotics & CIM 1990)

- sistemelor de producție integrate poate cuprinde:
- sisteme productive automatizate flexibil, celule și insule flexibile de fabricație;
 - sisteme productive tradiționale.

În cadrul acestor sisteme, cît și pentru integrarea lor, se regăsesc sisteme de transport piese și sisteme de transport scule, sisteme de stocare piese și sisteme de stocare scule, sisteme de pregătire piese și sisteme de

configurația ansamblului este proiectată după metode și criterii bine fundamentate tehnologic. În acest sens, este de subliniat faptul că primul element al succesului unui sistem integrat de fabricație este calitatea proiectului tehnologic al acestuia, defecțiunile la acest nivel fiind cel mult atenuate prin sistemul integrat de conducere, dar nu eliminate.

O astfel de configurație este prezentată în fig.3, care reprezintă zona de fabricație a unui sistem CIM.

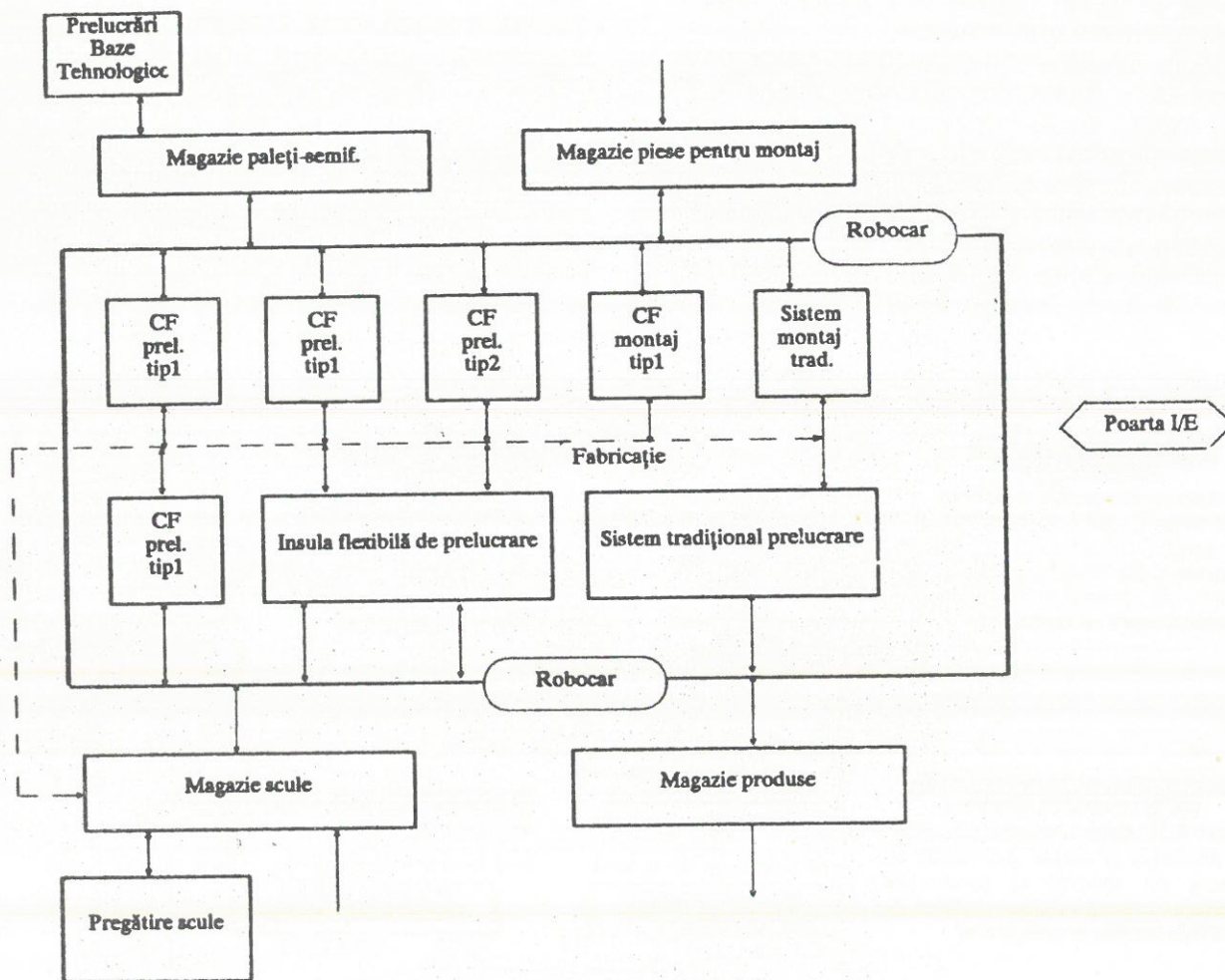


Fig. 3 Schema de principiu a fluxului material

În continuare se descrie un flux material devenit de referință, pentru un sistem integrat de fabricație, evidențiindu-se unele caracteristici ale principalelor segmente care îl compun.

2.1.1. Sistem de prelucrare a bazelor tehnologice (bazare)

Acest sistem este de regulă dotat cu mașini universale/tradiționale, care efectuează operații de bazare, respectiv de prelucrare a unor suprafețe de referință în raport cu care urmează a fi măsurate și respectiv prelucrate toate celelalte suprafețe. În sistem intră piese brute, în stadiu de semifabricat turnat, forjat sau debitat. La posturile de lucru ale acestui sistem se mai pot executa, după caz, operații de amplasare, centrare și prindere pe paleți, în cazul în care în sistemul de prelucrare se folosesc paleții cu dispozitive de prindere sau, mai simplu, se practică amplasarea pe paleții destinați în exclusivitate transportului pînă la celulă. De asemenea, se mai pot executa operații de

marcare a pieselor pregătite, utilizînd un sistem de simbolizare destinat să asigure identificarea pieselor și stadiul lor de prelucrare. Piesele astfel pregătite sînt expediate la un sistem de stocare.

De remarcat că atât la intrarea, cît și la ieșirea acestui sistem pot exista posturi de recepție și respectiv de control.

2.1.2. Sistem de stocare - magazie automatizată

Sistemul de stocare este organizat pe locații (pentru containere sau paleți) sau pe rastele (pentru profile metalice) dispuse pe etaje și culoare de trecere. Obiectele stocate în acest sistem pot fi:

- materiale și piese finite sau semifabricate,
- paleți cu piese bazate,
- paleți cu piese în diferite stadii de prelucrare,
- paleți fără piese.

Aceste obiecte pot fi recepționate la un post de intrare/recepție (în cazul celor aprovizionate din exterior) sau preluate din sistemul de prelucrare.

Operațiile de manipulare se execută de către elevatoare automatizate sau biocomandate, care fac transferul între postul de intrare/recepție, locații și postul de încărcare pe vehiculele sistemului de transport.

Magazia automatizată pentru stocarea materialelor, pieselor sau semifabricatelor intrate în sistem poate fi separată sau comună cu magazia automatizată pentru paleți, paleți cu dispozitive de prindere și paleți cu semifabricate sau cu piese în diferite stadii de fabricație.

2.1.3. Sisteme de transport ale obiectelor

Sistemele de transport intern asigură transportul obiectelor între și în interiorul sistemelor de prelucrare.

Sistemele de transport pot utiliza:

- vehicule ghidate automat (AGV - Automated Guided Vehicle) sau robocare, care pot circula pe suprafețe plane sau pe șine și se alimentează prin fir de contact, prin șine sau de la surse autonome. Ele pot fi comandate prin radio, prin fir inductiv sau prin cablu rulat;
- roboți cu șine, autonomi, de tip portal etc. Roboții sînt folosiți în interiorul celulelor sau a unor insule flexibile cu număr redus de posturi, pentru manipularea pieselor și a sculelor.

Sistemele de transport asigură continuitatea fluxului material între diferite segmente ale sale, cum sînt:

- sisteme de stocare,
- celule flexibile (între și în interior),
- insule flexibile (între și în interior),
- porțile de intrare/ieșire din sistem,
- puncte de schimbare a prinderii pieselor pe paleți,
- sisteme de producție tradiționale.

Interfața sistemelor de transport cu oricare din segmente se realizează prin puncte/porți de transfer.

2.1.4. Sisteme productive flexibile din zona de producție.

Aceste sisteme sînt componentele de bază ale sistemului integrat de producție. În funcție de operațiile realizate pot fi:

- celule flexibile de fabricație - CFF, pentru prelucrări (pentru piese de revoluție, pentru piese prismatice sau pentru tipuri speciale de piese). În configurația CIM pot fi incluse celule de diferite tipuri, în unul sau mai multe exemplare. Celulele conțin două sau mai multe mașini sau centre de prelucrare (de regulă de același fel de prelucrare), sistem de transfer/transport propriu (robot), magazii de scule ale mașinilor sau ale celei alimentate manual sau automat, sistem de transfer scule, dispozitive de control unidimensional și posturi de transfer

pentru unul sau mai mulți paleți. Pentru fiecare lot de piese sau tip de piese se execută reglări pentru menținerea parametrilor mașinilor în limitele permise de normele AQ.

- celule flexibile de montaj. Acestea sînt consacrate unor tipuri de articole sau produse. Articolele componente cu care sînt alimentate porțile de intrare sînt selectate cu dispozitive de recunoaștere a formelor și preluate potrivit unei scheme de montaj. În cadrul montajului se mai execută și operații de presare, ștemuire, înșurubare etc.
- celule flexibile de control multidimensional destinate efectuării unor măsurători ale pieselor pe parcursul unor prelucrări, precum și înainte de montaj.
- insule flexibile de fabricație. În compunerea insulelor flexibile intră atît posturi de același fel de prelucrare, cît și posturi de tip diferit, interconectate prin sisteme comune de transport piese și sisteme comune de transport scule.

Rezultă că față de celule, insulele flexibile cuprind un număr mai mare de mașini și care, în plus, sînt și de tipuri diferite.

2.1.5 Sisteme productive tradiționale

Este din ce în ce mai mult afirmată necesitatea existenței unor posturi de lucru tradiționale - de prelucrare sau montaj, dotate cu mașini universale. Acestea pot executa fie operații ce nu sînt executabile pe sisteme flexibile de fabricație, fie aceleași operații ca și acestea, în acest ultim caz, preluînd vîrfurile de încărcare ce depășesc capacitatea sistemelor flexibile. Utilizarea mașinilor universale pentru acoperirea vîrfurilor sporadice ale supraîncărcării este considerată ca o soluție mult mai economică față de menținerea unui număr supradimensionat de sisteme flexibile la un nivel de încărcare neconvenabil. Se știe că datorită complexității lor, sistemele flexibile se dovedesc eficiente la o încărcare de cel puțin două schimburi, idealul fiind o încărcare de 2,5 schimburi. Față de acestea, mașinile universale tradiționale se dovedesc mai puțin păgubitoare în cazul unui coeficient de încărcare mai redus.

2.1.6. Sisteme de pregătire și administrare scule

Acest sistem cuprinde stocarea, selectarea, verificarea, ascuțirea, pregătirea și marcarea sculelor. Este la fel de complex și de important ca și sistemul de pregătire a pieselor, fapt demonstrat și de aceea că în sistemul de conducere al sistemului flexibil a devenit prioritar criteriul utilizării sculelor față de utilizarea mașinii. Segmentele prezentate sînt susținute de facilități

auxiliare cum sînt sistemele de distribuire și colectare a lichidului de răcire, sistemele de ventilație, de încălzire sau răcire, sistemele energetice de distribuție (energie electrică, aer comprimat, abur tehnologic etc.), care asigură funcționarea facilităților de producție și de transport din fluxul material.

2.1.7 Sistem lichid de răcire

Fie că este comun sau individual mașinilor sau sistemelor flexibile din compunerea CIM, acest sistem auxiliar, ca și celelalte sisteme auxiliare (sistemul energiei electrice), contribuie la funcționarea sistemelor productive ca facilități auxiliare, fără a fi luate în considerare la modelarea conducerii acestora.

Un sistem flexibil sau o combinație de sisteme flexibile se prezintă ca o soluție optimă pentru zona cea mai densă a producției, care este zona seriilor mici și medii de piese (ce reprezintă 80-85% din totalul pieselor uzinate). În acest sens amplasarea acestor sisteme în raport cu alte tipuri de sisteme de producție este edificatoare potrivit graficului din fig.4.

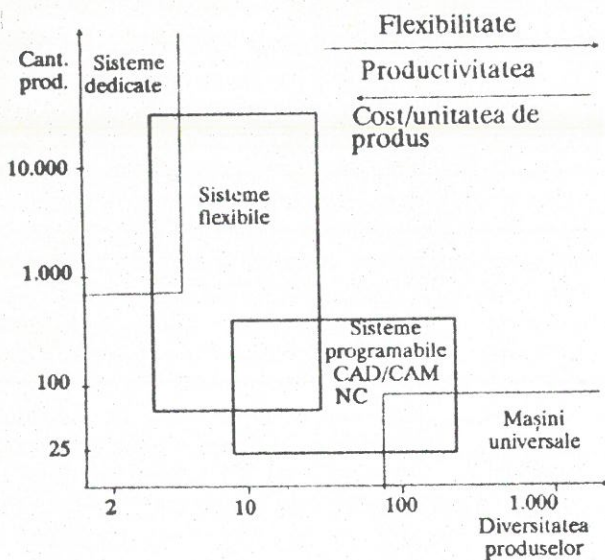


Fig. 4

Adaptarea noilor tehnologii la volumul și varietatea pieselor produse

(după Jelinek – prezentare a prof. C. A. Voss - University of Warwick)

O chestiune deosebit de importantă este delimitarea ariei unui sistem CIM. În etapa actuală, sistemele CIM s-au dezvoltat ca substructuri ale unei companii (ateiere, secții, uzine), fiind puține exemple în care sistemele CIM au cuprins întreaga arie a companiei. De aici și dorința de a fructifica, păstrîndu-se autonomia fluxului material, caracteristicile specifice de

flexibilitate și productivitate odată cu integrarea informațională în sistemul companiei. Menținîndu-ne în limitele planului material, sistemele CIM în marea lor majoritate asigură fabricația unor familii și tipuri de piese sau subansamble și tind să cuprindă fabricația unor produse de complexitate mică, în timp ce pe plan informațional proiectele lansate își propun să realizeze instrumentele necesare integrării pe întreaga arie a unei companii.

2.2. Structura funcțională a sistemelor de fabricație integrată

În structura funcțională a CIM sînt evidențiate în planul orizontal activitățile de creație inginerescă și de fabricație, iar în plan vertical activitățile de management.

Domeniul creației ingineresti (Computer Aided Engineering-CAE) subsumează două activități distincte.

- **Proiectarea asistată de calculator a produselor** menționată inițial sub termenul CAD (Computer Aided Design) și apoi sub termenul mai complex CADD (Computer Aided Drafting and Design) care are ca rezultat:
 - desene ale componentelor și ansamblului produselor,
 - calcule de alegere a materialului, de dimensionare, de evaluare a parametrilor și caracteristicilor,
 - analize și testări ale produselor etc.

Introducerea tehnologiei "aided computer" în activitatea de proiectare a dat posibilitatea să urmărească mai bine consecințele unor modificări ale unei componente asupra celorlalte componente și asupra ansamblului, a permis utilizarea animației pentru a proba funcțiile unui produs și a prilejui atingerea unui obiectiv al proiectării eficiente de realizare a unui produs complex cu un număr minim de componente.

Există numeroase instrumente disponibile pentru aplicate în proiectare, de la metode de rezolvare ecuațiilor matematice și vizualizări grafice ale rezultatelor, la mecanisme de simulare a problemelor cinetice și cinematice și testarea prototipurilor etc. Metoda de analiză a elementului finit a devenit un instrument valoros al proiectării structurilor complexe. Tot astfel, problemele de vibrații, transfer de căldură, interacțiunile cu fluide și alte analize mecanice pot rezolvate cu rapiditate.

- **Planificarea asistată de calculator a prelucrărilor** necesare pentru obținerea produsului (Computer Aided Process Planning - CAPP) care determină:
 - operațiile tehnologice și succesiunea lor,
 - mașinile, SDV-urile și regimurile/parametri tehnologici de desfășurare a operațiilor,
 - programele NC (pentru operațiile executate pe

mașini cu comandă numerică),

– consumurile specifice de resurse (materiale și capacități).

Pentru activitatea de planificare asistată a operațiilor tehnologice au fost elaborate diferite metode de elaborare a tehnologiei, de tip generativ, de tip adaptiv sau mixte, care se bazează pe sisteme complexe de clasificare și simbolizare a factorilor care concură la procesul de producție și pe metodologii specifice de aplicare.

Tot în etapa activităților ingineresti se inițiază și activitățile de asigurare a calității (Computer Aided Quality Assurance - CAQ) și de testare a proiectelor (Computer Aided Testing - CAT). Aceste activități, ca de altfel întreg ansamblul de activități din domeniul creației ingineresti, nu se încheie odată cu transferarea rezultatelor către activitățile de fabricație, ele continuându-se cu o asistare a proceselor de fabricație până la încheierea ciclului de fabricație și cu o actualizare pe o anumită perioadă a elaborărilor ingineresti pe baza informațiilor obținute prin bucla de urmărire a rezultatelor de pe fluxul material.

O parte din datele elaborărilor creației ingineresti sînt utilizate și la diferitele niveluri ale activităților de management.

Activitățile de fabricație se desfășoară potrivit structurii fluxului material, în cadrul sistemelor productive succesive ce intră în compunerea sa. Sistemele productive (pregătitoare, prelucrătoare sau de asamblare) prezintă diferite grade de automatizare, după cum posturile de lucru sînt dotate cu:

- mașini tradiționale, universale, specializate pentru diferite operații,
- mașini cu comandă numerică (NC), în care acțiunile mașinii sînt subordonate comenzilor secvențiale prevăzute de programe NC,
- mașini cu comandă numerică computerizată, CNC (Computer Numerical Control) la care controlul unui computer permite schimbarea sculelor, editarea on-line a programelor, utilizarea subrutinelor și comunicarea cu alte dispozitive; programele pot fi preluate de la computer de nivel superior și stocate,
- mașini cu comandă tip DNC (Direct Numerical Control) în care computerul alimentează direct mașinile cu instrucțiuni. Acest sistem nu s-a răspîndit datorită scăderii prețurilor computerelor. În schimb s-a realizat cuplarea mașinii la un calculator de nivel superior, realizîndu-se transferul programelor pieselor și a datelor asupra stării mașinii. După distribuirea informațiilor prin rețele, semnificația acronimului DNC s-a modificat în Distributed Numerical Control, care este mult utilizată astăzi.
- sisteme flexibile de fabricație (Flexibile Manufacturing System - FMS), care grupează mașini cu înalt grad de automatizare conectate cu un sistem de manipulare, astfel încît orice piesă poate accesa mașinile în orice ordine, toate dispozitivele din sistem fiind sub controlul

computerului. Aproape orice tip de piesă poate fi obținut în sisteme FMS, însă datorită costului investiției, piesele prelucrate în FMS sînt complexe și ca atare scumpe. Sistemele FMS reduc substanțial timpul de pregătire al fiecărei operații datorită accesării multiple a sculelor și schimbării lor pe durata ciclului de fabricație. Această calitate favorizează fabricația în condiții JIT (just in time) în care mărimea lotului tinde către unitate.

Integrarea tuturor posturilor de lucru într-un flux material unitar, avînd oricare din gradele de automatizare arătate, pune probleme deosebite de coordonare, atît în planul metodelor, cît și în planul mijloacelor.

Pentru aceasta, cu datele care reprezintă structura sistemelor productive existente în fluxul material reprezentate în sistemul unitar de clasificare și codificare, trebuie să se opereze încă de la nivelul activităților de proiectare (CADD și CAPP), realizîndu-se un flux informațional unitar.

Activitățile de management integrate sub denumirea de "planificarea resurselor de fabricație" (Manufacturing Resources Planning - MRPII) asigură planificarea și controlul fabricației și se prezintă azi ca rezultatul unei evoluții. Astfel, prima formă consemnată în literatura de specialitate este:

- Structura produselor și listele de materiale (Bills of Materials - BOM),

Acestea i-a urmat:

- Planificarea cerințelor de materiale (Materials Requirements Planning - MRPI)

și

- Planificarea cerințelor de capacități (Capacity Requirements Planning - CRP).

Rezultatul combinării MRPI și CRP a condus la o componentă care poartă denumirea "Planificarea resurselor în buclă închisă (Closed loop MRP)". Ulterior, la componentele de bază se adaugă și activități logistice, cum sînt: prelucrarea și controlul comenzilor, controlul inventarului de producție, controlul transportului, controlul relației cu clienții și furnizorii, controlul întreținerii și reparațiilor, controlul personalului. În sfera mai largă a conceptului MRPII se mai cuprind și componente specializate, pentru pregătirea și pentru antrenarea personalului operativ, precum și pentru diagnoza sistemelor de producție, ca activități asistate de calculator.

Toate aceste componente funcționale sînt integrate în structuri ierarhice în care își găsesc aplicarea cîteva principii care stau la baza integrării și anume:

- Polarizarea deciziei în sistemele automatizate, respectiv tendința de coborîre a nivelului decizional către cel mai scăzut nivel de interes și competență (nivelul executiv).
- Utilizarea în comun a datelor și a sistemelor de clasificare și a sistemelor de simbolizare.
- Alinierea metodelor de conducere la standardul zonelor cu flexibilitate maximă.

E7	PIAȚA, CONSUMATORI, CLIEȚI		
E6	FUNȚIUNI DE PLANIFICARE	COMENZI ↓	PLANIFICARE PRODUCȚIE, ASIGURARE MATERIALE, PLANIFICARE TEHNOLOGICĂ, PROIECTARE
E5	FUNȚIUNI DE COORDONARE	↓ ↑	PROGRAMARE PRODUCȚIE CELULE, ADMINISTRARE PROGRAME NC, PUPITRU COMANDĂ, ADMINISTRARE STARE INFO-SISTEM
E4	FUNȚIUNI CELULA	↓ ↑	PUPITRU OPERARE CELULA, PROGRAMARE PRODUCȚIE, ADMINISTRARE PROGRAME NC, STARE INFO-SISTEM
E3	FUNȚIUNI MAȘINA	↓ ↑	PLC, PUPITRU OPERARE, FUNCȚII DE MĂSURĂ, SIMULARE, ADMINISTRARE S.D.V. uri
E2	FUNȚIUNI CONTROL	↓ ↑	CONTROL MIȘCARE ȘI POZIȚIE MASURA DATE PRECALCULARE DATE
E1	FUNȚIUNI PRELUCRĂRI FIZICE	↑ SEMNALE	INDICATOARE, COMENZI, COMUTATOARE, SENZORI, PRINDERI

Fig. 6 Model în "7 straturi" de fabricație (după G. PRITSCHOW)

În ce privește nivelurile cuprinse în structura ierarhică de comandă a sistemelor CIM, literatura de specialitate oferă mai multe modele. Studiind aceste modele, rezultă un grad important de compatibilizare în sensul că sînt admise:

- Nivelul 1** - Management companie, relații cu piața, cu consumatorii și clienții.
- Nivelul 2** - Management sistem integrat de fabricație (indiferent de aria de cuprindere a acestuia: uzină, fabrică, secție); funcțiuni de planificare în domeniu.
- Nivelul 3** - Management procese desfășurate în cadrul ansamblurilor de sisteme productive (funcțiuni de coordonare a ansamblului).
- Nivelul 4** - Controlul sistemului flexibil, celulă/insulă flexibilă de fabricație (funcțiunii celulă/insulă).
- Nivelul 5** - Mașină executivă (funcțiuni mașină).
- Nivelul 6** - Controlul fiecărei deplasări sau poziții a elementului activ al unei mașini.
- Nivelul 7** - Controlul acțiunii fizice, nivel elementar cuprinzînd dispozitivele de comandă, control, comutare, indicatoare etc. (funcții traductor).

Această structură a arhitecturii de sistem deschis

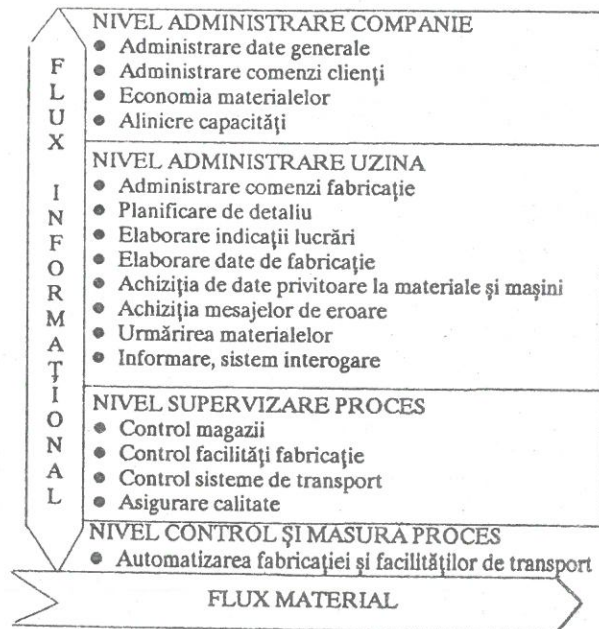


Fig. 7 Nivele ierarhice în CAM (după D. RESCH)

(OSA) aplicată la arhitectura sistemelor CIM bazate pe tehnologii automatizate este exhaustivă, regăsindu-se prin comprimare în diferitele structuri propuse de alți

PLANIFICAREA ȘI CONDUCEREA PRODUCȚIEI PLANIFICAREA LUCRULUI ASIGURARE FONDURI INFORMAȚII MANAGEMENT	NIVEL DOMENIU
OPTIMIZARE DESFĂȘURARE CONTRACT MANAGEMENT DISPOZITIVE ȘI SCULE LOGISTICA PIESEI ADMINISTRARE ȘI REPARTIZARE PROGRAME NC COLECTARE ȘI EVALUARE DATE DE PRODUCȚIE	NIVEL CONDUCEI ANSAMBL
ADMINISTRARE ȘI DIRIJARE PALETE ÎN INTERIOR ADMINISTRARE ȘI DIRIJARE PROGRAME NC ADMINISTRARE PALETE ÎN CELULĂ COLECTARE DATE DE STARE	NIVEL CELULA
ADMINISTRARE ȘI DIRIJARE PALETE LA MAȘINĂ ADMINISTRARE PROGRAM NC PRELUCRARE PROGRAM NC ALES	NIVEL COMAND. MAȘINĂ

Fig. 8 Ordonarea funcțiilor la nivelele ierarhice ale rețelei de calculatoare (după H. HAMMER)

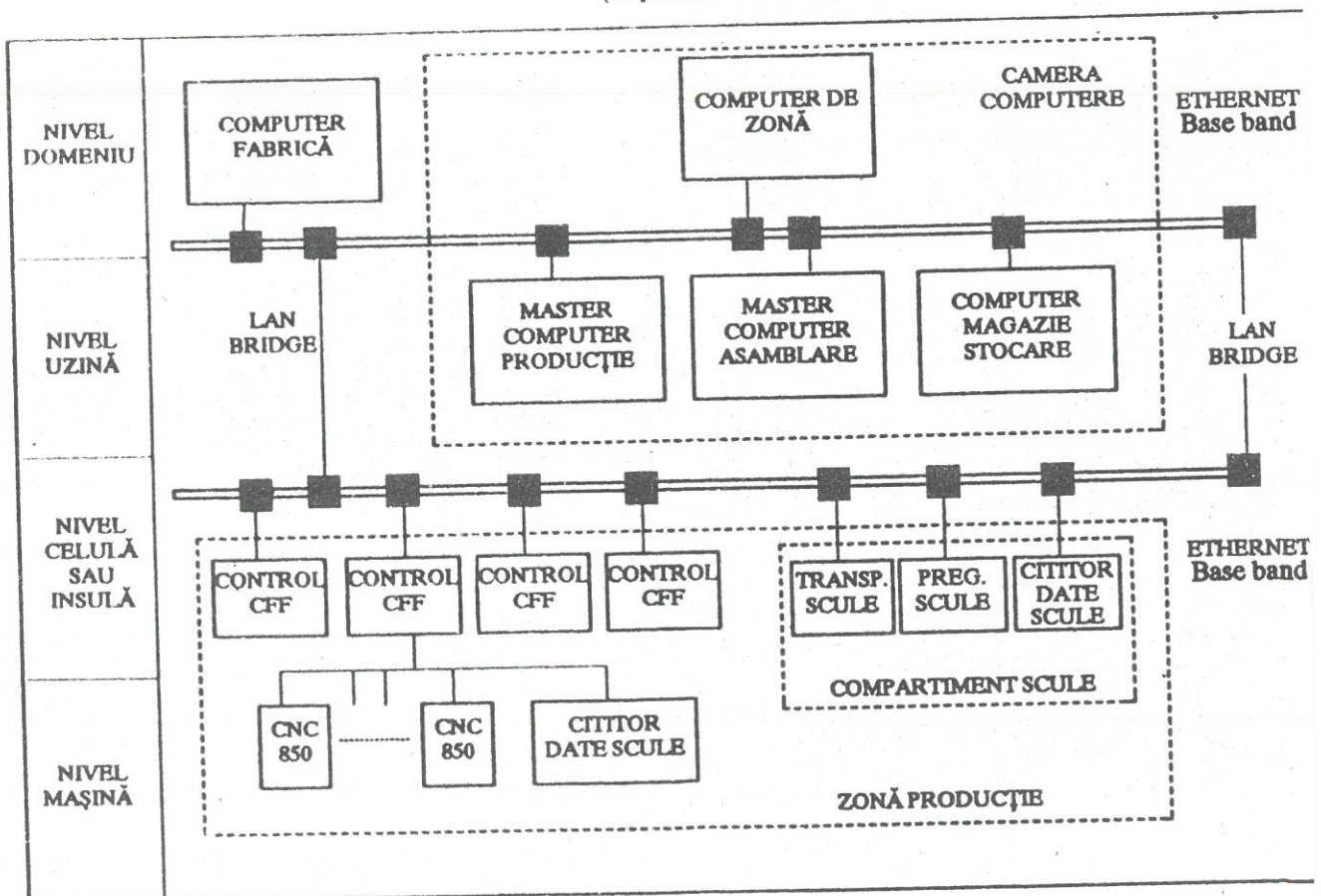


Fig. 9 Sistemul de control structurat ierarhic al sistemului complex de fabricație (după H. HAMMER)

specialiști în domeniu, așa cum rezultă și din comparațiile următoare:
după H. HAMMER

- nivel planificare domeniu (nivel 2)
- nivel control atelier în ansamblu (nivel 3)
- nivel control celulă (nivel 4)
- nivel control mașină (nivel 5+6)
- nivel senzori mașină (nivel 7)

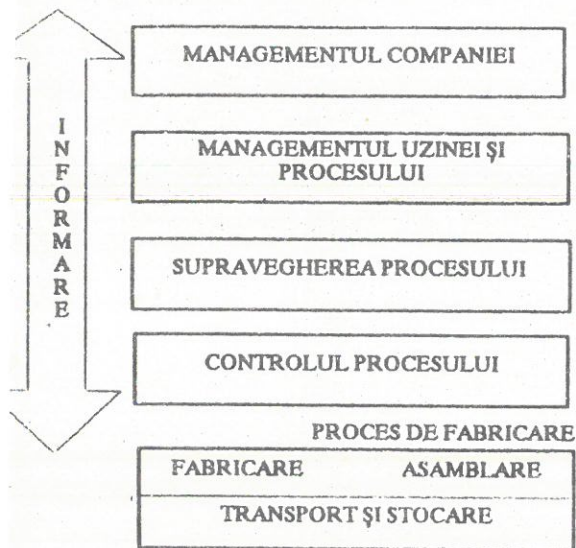


Fig. 10 Ierarhia structurii pentru producția automatizată (după S. WALLER)

după S. WALLER

- managementul companiei (nivel 1)
- managementul uzinei (nivel 2)
- supravegherea proceselor (nivel 3)
- controlul proceselor (nivel 4,5,6,7)

după H.J. WANECKE și W. DANGELMAIER

- uzină (nivel 2)
- atelier (nivel 3)
- celulă (nivel 4)
- stații de lucru (nivel 5)
- proces (nivel 6,7)

Cele mai multe sisteme CIM sînt astăzi părți componente ale unei companii. Aceasta face ca unii autori să nu se mai refere la nivelul supraordonat sistemului CIM, respectiv la nivelul companiei. Pe de altă parte, integrarea sistemelor CIM în sistemele companiei a ridicat o serie de probleme care au condus la elaborarea unui concept de integrare organizațională, care are ca principal obiectiv soluționarea descentralizării funcțiilor de planificare și urmărire pentru nivelurile segmentelor de producție automatizate flexibil, asigurînd autonomizarea funcționării acestora, astfel încît să se conserve performanțele de productivitate și flexibilitate.

2.3. Structura tehnologiei suport a sistemelor integrate de fabricație

Fiecare componentă a structurii funcționale este susținută de o tehnologie hardware-software adecvată performanțelor sale.

Activitățile ingineresti (CADD și CAPP) sînt susținute de stații de lucru specializate, capabile să asigure performanțe pentru calcule matematice, rezoluții înalte pentru reprezentările grafice, bibliotecă de funcții matematice și baze de date pentru date tehnice și științifice, pentru imagini și programe.

Activitățile de producție (CAM) sînt susținute de echipamente de calcul cu mare fiabilitate pentru gestionarea și prelucrarea datelor de producție și a programelor NC, de echipamente de comandă numerică și automate programabile pentru controlul mașinilor și roboților, de echipamente de achiziții date, traductoare, senzori și echipamente de măsură și control nedistructiv, destinate exploatării în mediu industrial.

Activitățile de management și administrative sînt susținute de echipamente de calcul capabile să susțină o rețea dezvoltată de terminale, baze de date de mare volum și rețea de posturi de lucru dotate cu microcalculatoare (compatibile IBM-PC) echipate cu software specific activităților de birou.

Integrarea echipamentelor care susțin aceste activități urmărește asigurarea prelucrărilor în timp real și gestiunea distribuită a datelor. Dar baza tehnologiei "aided computer" în sistemele integrate o constituie "networking-ul", suportul care asigură comunicațiile performante între toate activitățile și la toate nivelurile structurii. Această componentă tehnologică s-a dovedit a fi deosebit de costisitoare și producătorii de echipamente și marii utilizatori și-au unit eforturile pentru a se soluționa prin standardizare și prin concepte generalizate problema comunicațiilor în condițiile diversității de produse hardware și software existente pe piață. Un efort notabil este susținut în acest sens de Comunitatea Economică Europeană prin lansarea programelor ESPRIT. În cadrul secțiunii CIM a acestor programe au fost lansate proiecte pentru Rețea de Comunicații pentru Aplicații de Fabricație (CNMA - proiecte 955, 2617 și 5104) și tehnologii de testare a rețelei (CNMA faza II, proiect 5392). Aceste proiecte sînt elaborate în concordanță cu conceptele privind arhitecturi de sisteme deschise CIM-OSA (proiecte AMICE 688, AMICE II 2422 și AMICA II/M 5288). Toate aceste proiecte dezvoltă modelul ISO/OSI (International Standard Organization - Open System Interconnection Model) al protocolului de comunicații structurat pe 7 straturi de servicii (de la stratul fizic - nivel 1 la stratul 7 - aplicații).

O posibilă structură de rețea OSI/ISO este prezentată de PRITSCHOW (Universitatea din Stuttgart) (fig.18), care confirmă interesul marilor firme producătoare de echipamente pentru asigurarea integrării produselor proprii în conceptul standard.

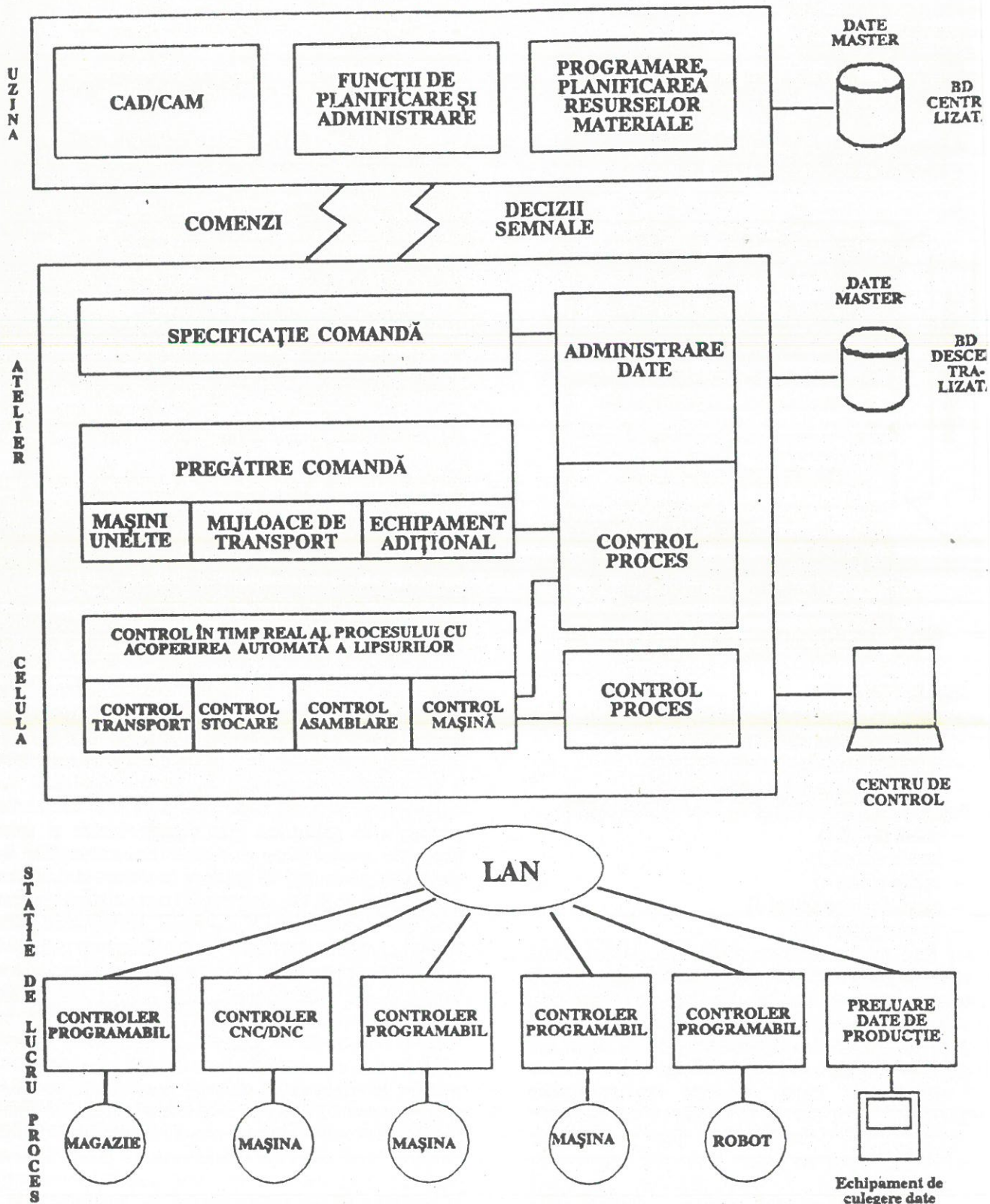


Fig. 11 SISTEME DE FABRICAȚIE AUTOMATIZATE (după H.J. WARNECKE și W. DANGELMAIER)

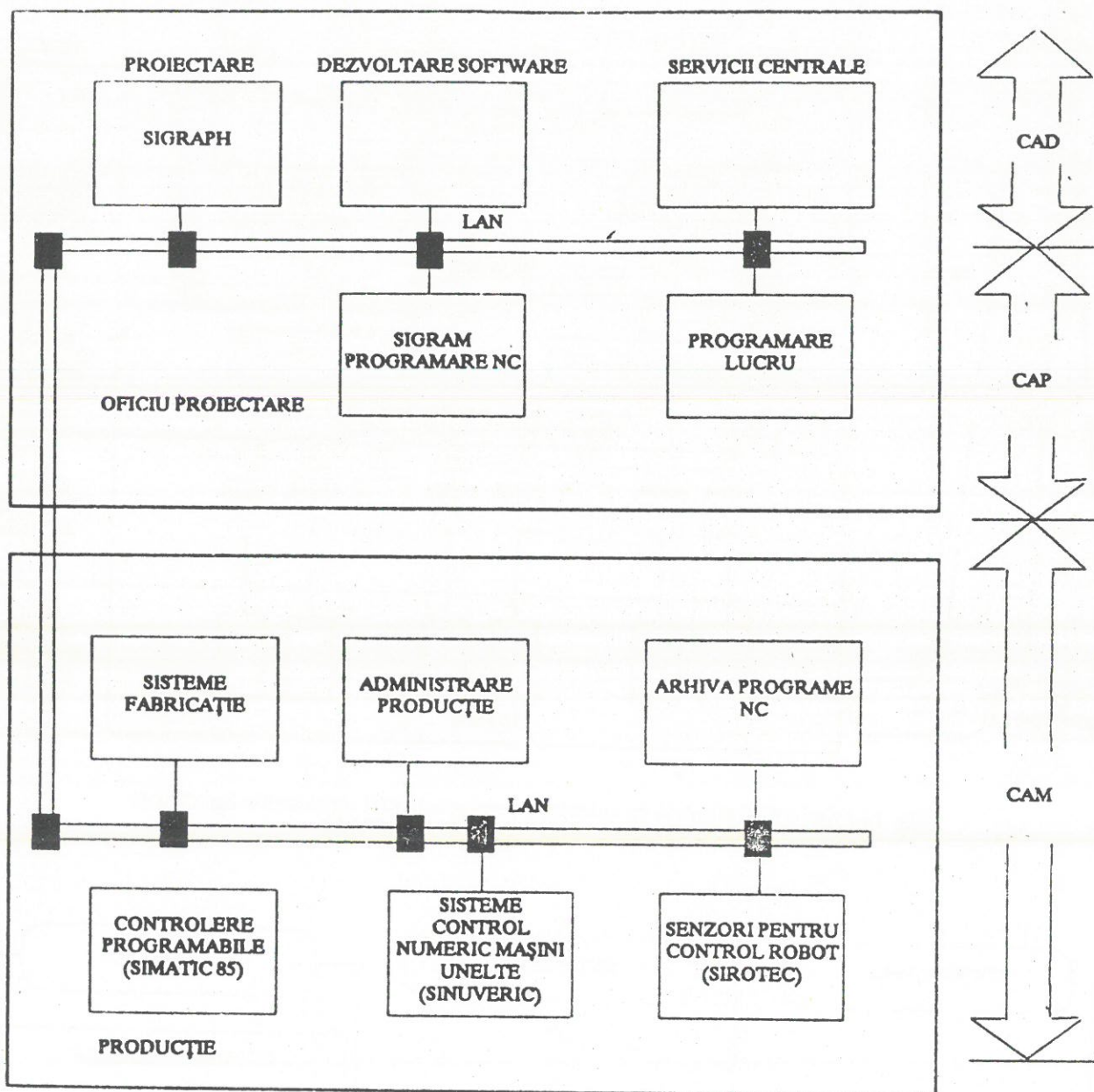


Fig. 12 Automatizarea fabricii de la proiectare la fabricație (după D. Reich)

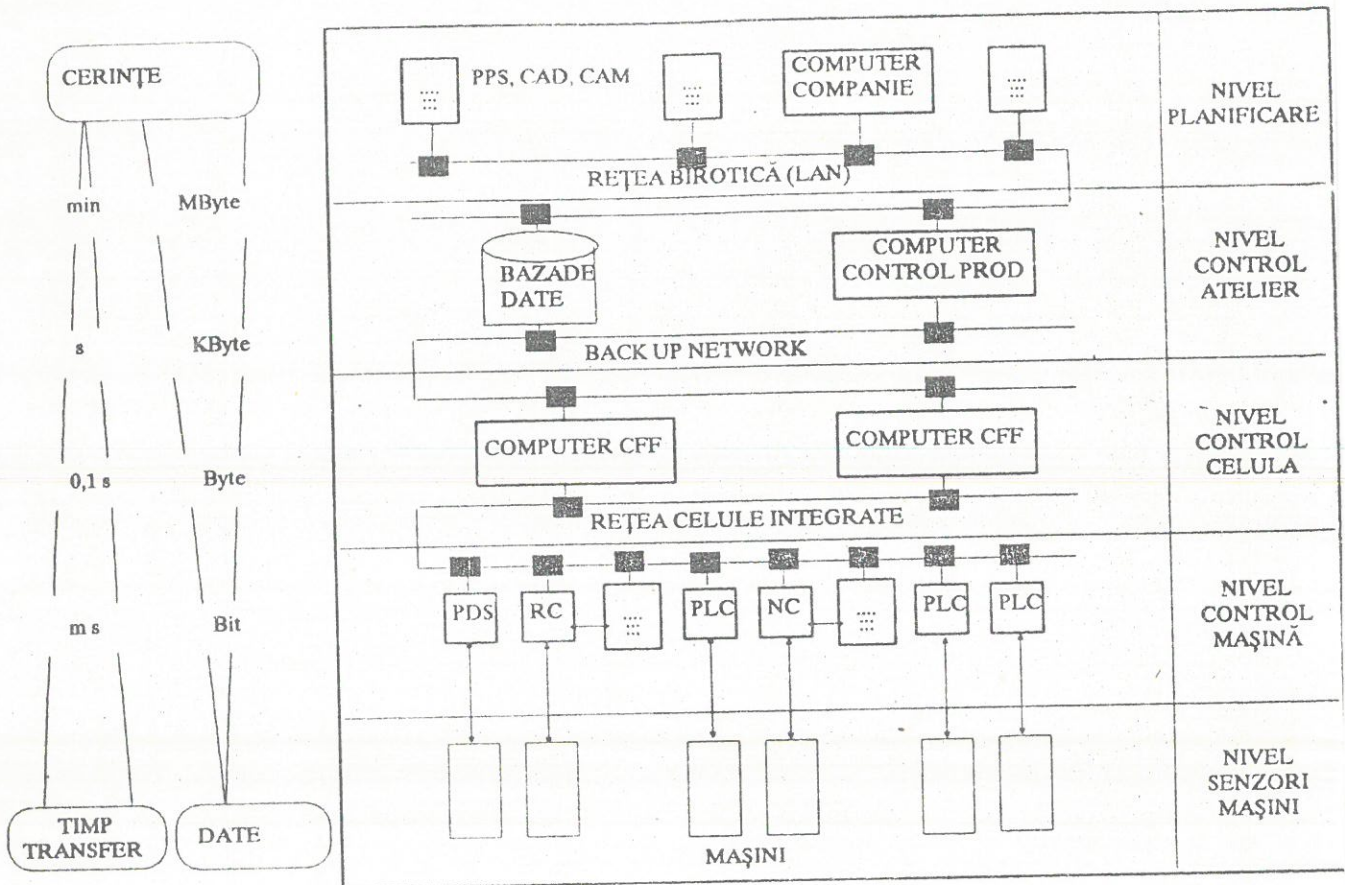


Fig. 13 Fabricație integrată cu calculator cu comunicații structurate ierarhic și rețea computerizată (după H. HAMMER)

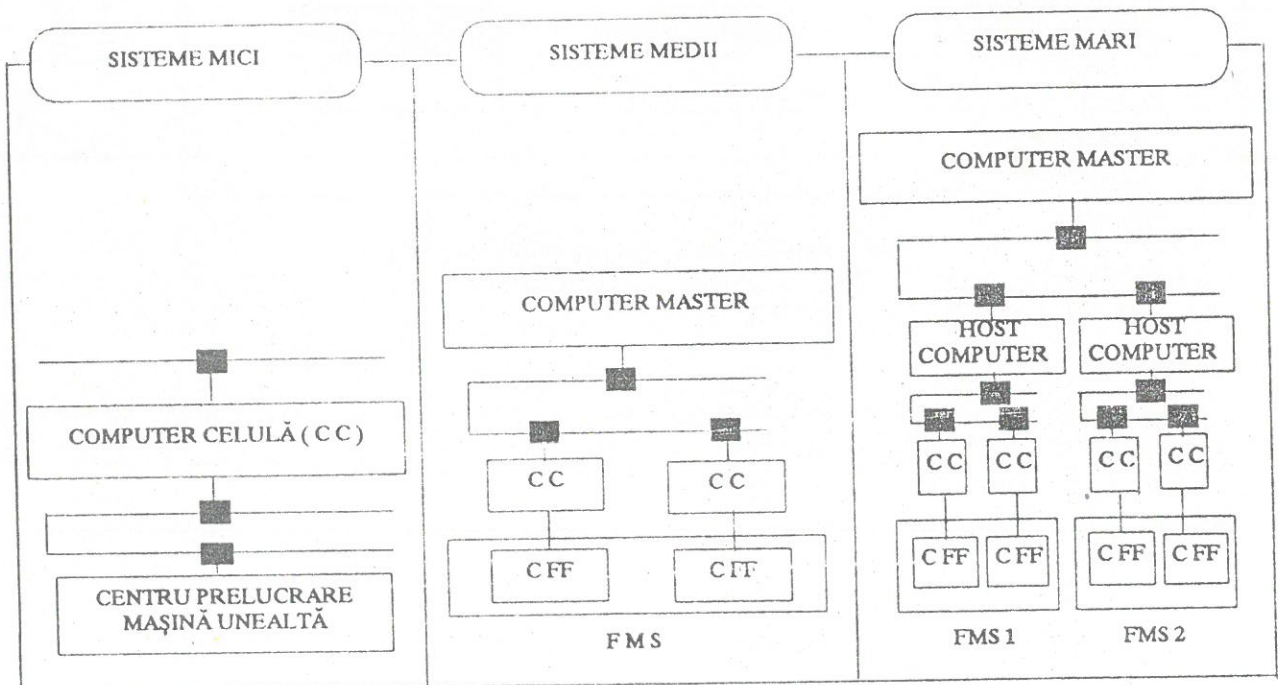


Fig. 14 Configurații alternative pentru sisteme de control FMS (după H. HAMMER)

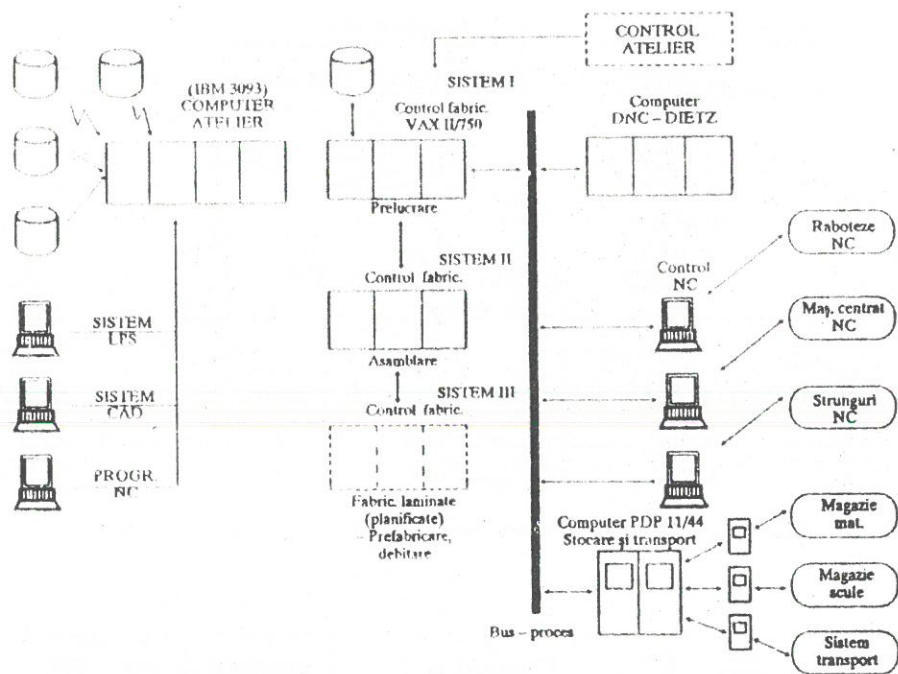


Fig. 15 CIM - integrarea cu calculatorul a proiectării, planificării și fabricației
(după K. NITZ.)

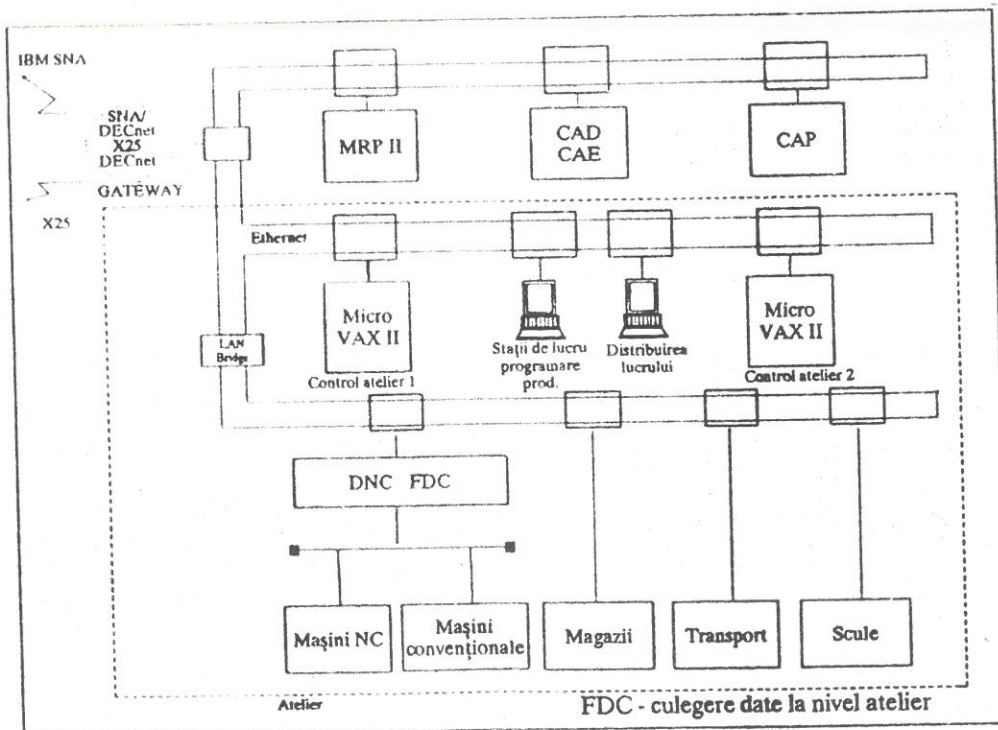


Fig. 16
Sistem avansat de atelier
(după W. GUTSCHKE și K. MERTINS)

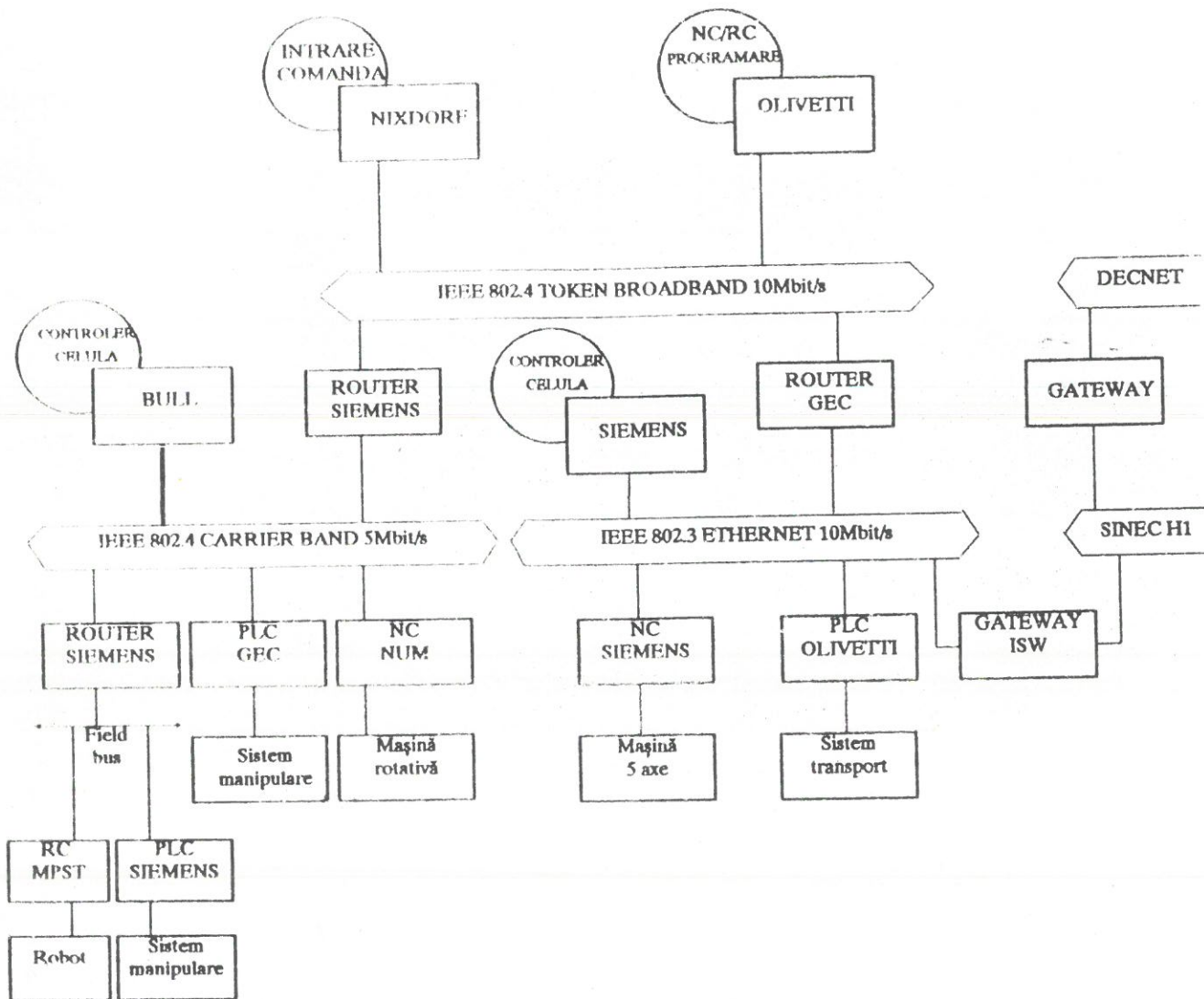


Fig. 17 Structura plănuită a rețelei uzinei pilot CNMA - Proiect ESPRIT 955
(după G. PRITSCHOW)

Pînă la rezolvarea acestor probleme, sînt avansate și practicate soluții parțiale, cele mai multe experimentale, care permit funcționarea sistemelor CIM. Multe dintre acestea pot servi ca referință pentru dezvoltarea de sisteme în etapa imediat următoare și pot fi ulterior convertite la standardele ce se elaborează în prezent fără modificări majore.

3. Concluzii

Fabricația integrată cu calculatorul (CIM) reprezintă o perspectivă certă imediată a dezvoltării industriale. Evoluția rapidă în acest domeniu este determinată de eficiența obținută, eficiență însă puternic condiționată de acceptarea implicațiilor și de pregătirea temeinică pentru impactul cu această nouă tehnologie. De aceea,

nici un efort nu poate fi considerat exagerat dacă se studiază și se pregătesc toate condițiile pentru aplicarea acestei tehnologii. Este de datoria potențialilor utilizatori ai acestei tehnologii să obțină capacitatea de analiză și selecție a soluțiilor și să utilizeze toate oportunitățile care pot conduce la soluții optime de modernizare prin re tehnologizare. Tehnologia CIM este și o punte de trecere la fabrica viitorului, fiind posibilă crearea de modele ale noilor forme de producție. Iată cîteva din aceste modele:

- fabrica mono-mașină, organizată ca o celulă de fabricație;
- fabrica multi-mașină, organizată ca structură de celulă complexă;
- fabrica satelit descentralizată care este conectată printr-o rețea de comunicații la un cartier general al fabricii;

fabrici mobile pe vapoare, trenuri sau vehicule motorizate;
 unități de fabricație intra-terestre, sub pământ sau submarine;
 unități de fabricație extra-terestre.

Separat de fabricile centralizate, înalt automatizate, piesele, ansamblele sau prelucrarea datelor ar putea fi realizate în interiorul companiei sau în companii specializate. Aceasta datorită faptului că structura unei companii s-ar putea diviza în două părți, pe de o parte fabrica integrată înalt automatizată, pe de altă parte un grup de companii care nu fabrică, dar asigură produse și cunoștințe de marketing, deci orientate pe produse. În acest sens, flexibilitatea, ca preocupare la nivelul unei companii, se propagă la nivelul unei industrii sau arii economice. Secțiunile de fabricație, la rândul lor, sînt văzute ca stații descentralizate de fabricație interconectate la mai multe fabrici centrale. Pe această cale, la nivelul economiei zonale, se întrevide o economie de capital disponibil pentru noi investiții. Aceste perspective, justificate și plauzibile, sînt posibile numai într-o societate marcată de tehnologia informatizării, care activează efortul psihic concomitent cu relaxarea efortului fizic și în care se promovează conceptul unei dezvoltări sistemice.

Bibliografie

1. von ZEPPELIN, W. GANIYUSUTOGLU, Ö.S.: *Developments towards CIM by a Machine Tool Builder*. In: Robotics & CIM, vol.3, nr.1, pp.63-76, 1986.
2. GUTSCHKE, W. MERTINS, K.: *CIM: Competitive Edge in Manufacturing*. In: Robotics & CIM, vol.3, pp.77-87, 1987.
3. WECK, M., KIRSTLI, G.: *Applicability of Expert System to Flexible Manufacturing*. In: Robotics & CIM, vol.3, nr.1, pp.97-103, 1987.
4. REISCH, D.: *Total CIM Concept Embracing Logistics*. In: Robotics & CIM, vol.3, nr.1, pp.105-122, 1987.
5. HITZ, K.: *Flexible Integrated Computer Aided Manufacturing System Increase Productivity*. In: Robotics & CIM, vol.3, nr.1, pp.123-128, 1987.
6. MILACIC, J.R., UROSEVIC, M.: *SAPT - Knowledge - Based CAPP System*. In: Robotics & CIM, vol.4, nr.1/2, pp.69-76, 1988.
7. GRUM, J., LOGAR, B., HLEBANJA, G., PEKLENIK, J.: *Design of the Database for CAD Based on Group Technology*. In: Robotics & CIM, vol.4, nr.1/2, pp.49-62, 1988.
8. SPUR, G.: *Advanced Manufacturing Systems*. In: Robotics & CIM, vol.4, nr.1/2, pp.7-12, 1988.
9. MERCHANT, M.E.: *The Percepts and Sciences of Manufacturing*. In: Robotics & CIM, vol.4, nr.1/2, pp.5-6, 1988.
10. KUSIAK, A.: *Artificial Intelligence and Operations Research in Flexible Manufacturing*. In: System INFOR, vol.25, nr.1, 1987.
11. HEIPP, G.: *Computer-Integrated Mechanical Engineering (CIME)*. In: Robotics & CIM, vol.7, nr.1/2, pp.89-101, 1990.
12. ATMACA, T.: *Evaluation des performances d'un atelier flexible avec pannes - Teză de doctorat 1987* Universitatea din Paris-Sud
13. CHENG, T.C.: *A Simulation Study of Automated Guide Vehicle Dispatching Department of Actuarial and Management*. In: Robotics & CIM, Vol.3, nr. 3, 1987 pp.335.
14. HAGEDORN H, J., ARHTUR, D., LITTLE Inc. *The Maagement and Organization of People in the Automated Factory*. In: The Automated Factory Handbook, pag.5, Division of TAB BOOKS (1990), McGraw Hill Inc.
15. POLAKOFF, J.C., SEIDMAN, B.J.: *The Changing Role of the Production Supervisor in the ructory of the Future*. In: The Automated Factory Handbook, pag.20, Division of TAB BOOKS (1990), McGraw Hill Inc.
16. BANKS, J.: *Management of Quality*. In: The Automated Factory Handbook, pag.35, Division of TAB BOOKS (1990), McGraw Hill Inc.
17. SMELTZER, L. R., GRITZMACHER, K. J.: *The Use of Quality Circles for Implementing Automated Manufacturing*. In: The Automated Factory Handbook, pag.59, Division of TAB BOOKS (1990), McGraw Hill Inc.
18. TONKAY, G.L.: *Taxonomy of Manufacturing Operations*. In: The Automated Factory Handbook, pag.235, Division of TAB BOOKS (1990), McGraw Hill Inc.
19. ASKIN, R.G., VAKHARIA, A.J.: *Group Technology Planning and Operation*. In: The Automated Factory Handbook, Division of TAB BOOKS (1990), McGraw Hill Inc.
20. CHANG, TIEN-CHIEN, JOSHI SANJAY: *Computer-Aided Process Planning*. In: The Automated Factory Handbook, Division of TAB BOOKS (1990), McGraw Hill Inc.
21. BADIRU, A.B.: *Artificial Intelligence Applications in Manufacturing*. In: The Automated Factory Handbook, Division of TAB BOOKS (1990), McGraw Hill Inc.
22. RAJGOPAL, J., FRABOTTA, M.: *Manufacturing Resources Planning - MRP II*. In: The Automated Factory Handbook, Division of TAB BOOKS (1990), McGraw Hill Inc.
23. HAMMER, H.: *Demand-Controlled Production Using an Interconnected Manufacturing System: Realization and Application*. In: Robotics & CIM, vol. 7, nr.1/2, 1990, pp.113
24. WALLER, S.: *Criteriaes for Selecting Control Systems in Flexible Manufacturing*. In: Robotics & CIM, vol. 7, nr.2, 1990, pp.63
25. WARNECKE, H.J., DANGELMAIER, W.: *Some Thoughts on Integration in CIM Systems*. In: Robotics & CIM, vol. 3, nr.1 1989, pp.89.
26. EVERSHEIM, W., SCHMITZ-MERTENS, H.J., WIEGERSHAUS, U.: *Organizational Integration of Flexible Manufacturing Systems in Conventional Workshop Structures*. In: Robotics & CIM, vol. 7, nr.1/2, 1990, pp.39.
27. PRITSCHOW, G.: *Automation Technology - on the Way to an Open System Architectura*. In: Robotics & CIM, vol. 7, nr.1/2, 1990, pag.103.
28. JONES, J.: *Logistics Support for the Automated Factory*. In: The Automated Factory Handbook, pag.107, Division of TAB BOOKS (1990), McGraw Hill Inc.

ACRONIME ÎN DOMENIUL FABRICAȚIEI INTEGRATE (UTILIZATE ÎN LITERATURA DE SPECIALITATE ÎN LIMBA ENGLEZĂ)

AMS	- Automated Manufacturing System Sistem de fabricație automatizată	CRP	- Capacity Requirements Planning Planificarea necesarului de capacitate
AMHS	- Automated Materials Handling System Sistem de manipulare automatizată a materialelor	CWQC	- Company Wide Quality Control Control calitate generalizat pe scară largă la nivelul companiei
AMT	- Advanced Manufacturing Technology Tehnologie avansată de fabricație	DFA	- Design for Assambly/Dynamic Full Acces Capability Proiectare pentru montaj/capacitate de acces complet dinamică
APT	- Automatically Programmed Tool Instrument programat automat	DNC	- Direct Numerical Control/Distributed Numerical Control Control numeric direct/Control numeric distribuit
AGVs	- Automated Guided Vehicles Vehicule ghidate automatizat	FAAS	- Flexible Automated Assembly Systems Sisteme flexibile de asamblare automatizată
AS/RS	- Automated Storage/Retrieval Systems Sisteme de stocare/regăsire automatizate	FEM	- Finite Element Method Metoda elementului finit
BOM	- Bill of materials Lista de materiale (structură constructivă și consumuri specifice)	FMS	- Flexible Manufacturing Systems Sistem de fabricație flexibil
CAD	- Computer Aided Design Proiectare asistată de calculator	FMC	- Flexiblè Manufacturing Cells Celule de fabricație flexibile
CADD	- Computer Aided Drafting and Design Proiectare și desen asistate de calculator	FTL	- Flexible Transfer Lines Linii flexibile de transfer
CAI	- Computer Aided Industry Industrie asistată de calculator	GT	- Group Technology Tehnologie de grup
CAM	- Computer Aided Manufacturing Fabricație asistată de calculator	GEO	- Processing of Geometrical Data Prelucrarea datelor geometrice
CAP	- Computer Aided Planning Planificare asistată de calculator	IC	- Island Computer Calculator al insulei de fabricație
CAPP	- Computer Aided Process Planning Planificare asistată de calculator a proceselor (prelucrărilor)	IIS	- Integrated Logistics Support Suportul integrat al activităților logistice
CAQ	- Computer Aided Quality Assurance Asigurarea calității asistată de calculator	IIS	- Integrated Infrastructura System Sistemul integrat al infrastructurii
CAT	- Computer Aided Testory Testarea asistată de calculator	JIT	- Just in Time Avansul producției cu bucata (mărimea lotului = 1)
CAS	- Computer Aided Service Planning Planificarea service asistată de calculator	LAN	- Local Area Network Rețea locală
CIIL	- Computer Integrated Logistics Logistici integrate cu calculatorul (transport, manipulare, stocare, aprovizionare, distribuire, asigurarea producției etc.)	MA	- Master (Computer) Calculator principal al sistemului
CIM	- Computer Integrated Manufacturing Fabricația integrată cu calculatorul	MAP	- Manufacturing Automation Protocols Protocole de automatizare în fabricație
CIME	- Computer Integrated Mechanical Engineering Ingineria mecanică integrată cu calculatorul	MIN	- Multistage Interconnection Network Rețea de interconectare multifază
CNC	- Computer Numerical Control/Machine Control Control numeric cu calculatorul/comandă numerică cu calculatorul	MDI	- Manual Data Input Date de intrare introduse manual
CIPI	- Computer Integrated Production Insula	MIS	- Management Information System Sistem informatic pentru conducere
		MFC	- Material Flow Control Controlul fluxului material
		MPCS	- Manufacturing Planning and Control System Sistem de planificare și control a fabricației
		MPS	- Master Production Schedule Programul de producție global

PST	- Multiple-Processor Control System Sistem de control multiprocesor	PCS	- Computer-aided Planning and Control System Sisteme de planificare și control
PD	- Manufacturing Process Design Proiectarea proceselor de fabricație	PPP	- Part Program Preparation Pregătirea programului NC al piesei
RP	- Material Requirement Planning Planificarea necesarului de materiale	QM	- Quality Monitoring Monitorizarea calității
RPII	- Manufacturing Resources Planning Planificarea resurselor de fabricație	RAPT	- Robot APT Language Limbaj APT pentru programarea roboților
C(M)	- Numerical Control (Machine) Control numeric (mașină cu)	SPC	- Statistical Process Control Control statistic al prelucrării
DP	- Open Distributive Processing Prelucrarea deschisă distributivă	SAPD	- Strategic Approach to Product Design Abordarea strategică a proiectării produselor
PT	- Optimized Production Technology Tehnologie optimizată de producție	SMEs	- Small and Medium - sized Enterprises Întreprinderi de mărime mică și medie
SI	- Open Systems Interconnection Interconexiune deschisă a sistemelor	TEC	- (Processing of) Technological Data Prelucrarea datelor tehnologice
SA	- Open Systems Architecture Arhitectura deschisă a sistemelor	TCP	- Tool Center Point Punct central cu scule
AC	- Production Activity Control Controlul activității de producție	TSC	- Tool Supply Control Control aprovizionare scule
DC	- Production Data Capacity/Production Data Capturing Culegerea datelor de producție	TQC	- Total Quality Control Control total al calității
PC	- Production Planning and Control Planificarea și controlul producției	VMD	- Virtual Manufacturing Device Dispozitiv de fabricație conducător/principal
LC	- Programmable Logic Controllers Controler logic programabil	WAN	- Wide Area Network Rețea de mare dimensiune
PS	- Planning of the Program Sequence Planificarea secvenței program - Production Planning System Sistem de planificare a producției	WIP	- Work in Process Lucrări în prelucrare (producție neterminată)
		WTC	- Workplace Transport Control Controlul transportului de la locul de muncă