

Corina Adriana DOBOCAN

SISTEME DE FABRICAȚIE

Îndrumător de laborator

**UTPRESS
Cluj-Napoca, 2022
ISBN 978-606-737-569-5**

Corina Adriana DOBOCAN

SISTEME DE FABRICAȚIE

Îndrumător de laborator



UTPRESS
Cluj-Napoca, 2022
ISBN 978-606-737-569-5



Editura U.T.PRESS
Str. Observatorului nr. 34
400775 Cluj-Napoca
Tel.:0264-401.999
e-mail: utpress@biblio.utcluj.ro
<http://biblioteca.utcluj.ro/editura>

Director: ing. Viorica Domșa

Recenzia: Prof.dr.ing. Călin Neamțu
Conf. dr.ing. Radu Comes

Copyright © 2022 Editura U.T.PRESS

Reproducerea integrală sau parțială a textului sau ilustrațiilor din această carte este posibilă numai cu acordul prealabil scris al editurii U.T.PRESS.

ISBN 978-606-737-569-5

Bun de tipar:30.05.2022

Cuprins

LUCRAREA NR. 1 SISTEME FLEXIBILE DE PRELUCRARE	5
LUCRAREA NR. 2 SISTEMELE CIM (COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING).....	14
LUCRAREA NR. 3. STRUCTURA SISTEMELOR CIM	23
LUCRAREA NR. 4. SISTEMUL DE STOCARE A PALETELOR PORT-PIESE	29
LUCRAREA NR. 5 SISTEME DE MĂSURARE COMPUTERIZATE PENTRU SISTEMELE FLEXIBILE DE FABRICAȚIE	35
LUCRAREA NR. 6 METODE DE CONCEPȚIE AUTOMATĂ A PROCESULUI DE PRELUCRARE	41
LUCRAREA nr. 7 Metoda de producție Just In Time (Fix La Timp)	51
BIBLIOGRAFIE.....	59

LUCRAREA NR. 1 SISTEME FLEXIBILE DE PRELUCRARE

1.1 SCOPUL LUCRĂRII

Învățarea de către studenți a noțiunii de sisteme de prelucrare, structura acestora și tipurile principale de sisteme flexibile.

1.2 DEFINIREA SISTEMELOR FLEXIBILE

Un sistem flexibil (SF) poate fi definit ca un ansamblu integrat de mașini-unelte deservite de către un sistem automat de transport, manipulare și depozitare a semifabricatelor, pieselor finite, sculelor și instrumentelor, prevăzut cu echipamente automatizate de măsurare și testare, capabil să realizeze, sub comandă computerizată, prelucrarea simultană sau succesivă a unor piese diferite, aparținând unei anumite familii de produse, în condiții de intervenție minimă a operatorului uman și cu timpi de reglare reduși.

Sistemul flexibil poate fi prezentat ca un sistem cibernetic cu posibilități proprii de autoreglare și optimizarea proceselor de prelucrare, prin integrarea unor elemente de inteligență artificială, sub comanda centralizată computerizată. Principalele componente tehnologice ale sistemelor flexibile sunt ilustrate în figura de mai jos.

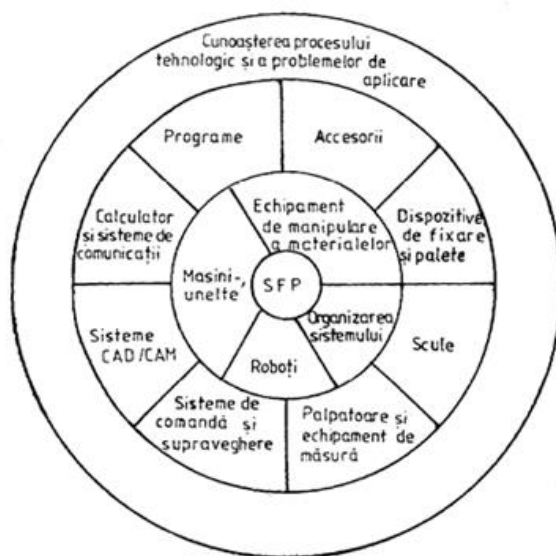


Fig. 1.1 Componentele tehnologice ale sistemelor flexibile [2]

Sisteme de fabricație - Îndrumător de laborator

Diferențele cele mai importante față de sistemele de producție clasice sunt următoarele:

- flexibilitatea - capacitatea de adaptare/readaptare rapidă și optimală a sistemului la modificările dimensionale ale pieselor sau la schimbarea acestora cu una similară din cadrul aceleiași familii de piese și capacitatea de funcționare pe perioade mari de timp în condiții de eficiență economică și modificări structurale minime;
- capacitatea de acceptare în ordine aleatoare a semifabricatelor;
- capacitatea de prelucrare simultan sau succesivă a unor piese diferite aparținând unei aceleiași familii, utilizând scule și dispozitive de prindere/fixare necesare la o anumită mașină, la timpul potrivit și în secvența dorită;
- utilizarea în domeniul producției de unicate, serie mică și mijlocie;
- posibilitatea de integrare etapizată;
- autonomie funcțională pentru trei schimburi fără intervenția operatorului uman pentru funcțiile direct productive;
- utilizează mașini unelte cu comandă numerică, roboți industriali, sisteme automate de transport;
- realizează încărcarea intensivă a mașinilor.

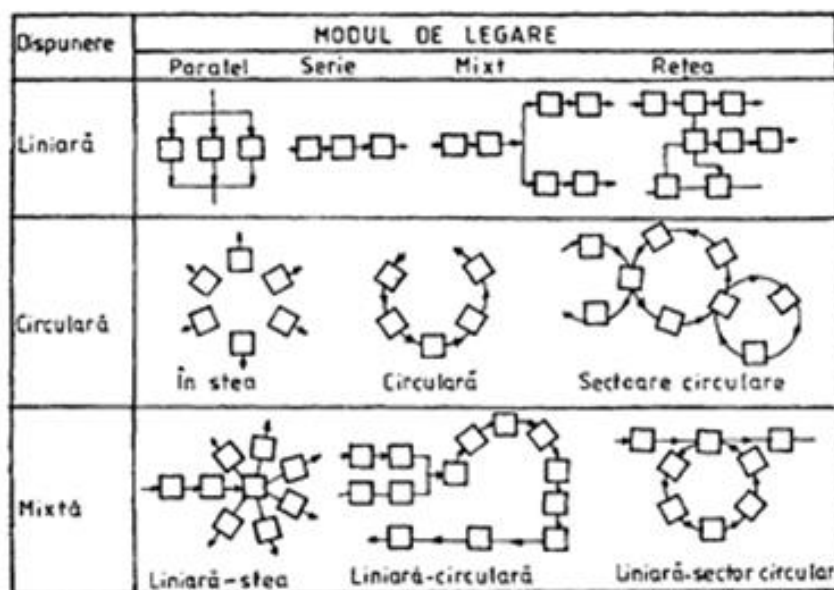


Fig. 1.2 Legarea și dispunerea generală a subsistemelor de lucru [1]

1.3. CLASIFICAREA SISTEMELOR FLEXIBILE

Principalele criterii utilizate în clasificarea sistemelor de fabricație sunt:

1. *Procesul tehnologic predominant de obținere a formei:*

- sisteme flexibile de prelucrare prin așchiere;
- sisteme flexibile de prelucrare prin turnare;
- sisteme flexibile de prelucrare prin deformare plastică;
- sisteme flexibile de prelucrare prin procedee neconvenționale.

2. *Tipul piesei de prelucrat*

Din acest punct de vedere se disting *sisteme destinate prelucrării pieselor*.

- prismatice;
- de rotație;
- tip placă.

3. *Traseul sistemului de transfer*

Conform acestui criteriu dispunerea unităților de lucru poate fi liniară, circulară sau mixtă. În fig.1.2 sunt prezentate posibilitățile de legare și dispunere a unităților de lucru, sistematizate după relația acestora cu fluxul de piese.

4. *Nivelul de automatizare*

Există sisteme flexibile:

- parțial automatizate, care conțin stații de lucru deservite de operatori umani;
- automatizate, cu pregătire exterioară a reechipării de către operatorii umani;
- automatizate, care necesită operatori umani în proces numai pentru supraveghere de avarie;
- automatizate, care necesită implicarea factorului uman numai în afara procesului, pentru programarea și întreținerea planificată.

5. *Ordinea de prelucrare a pieselor*

- sistem „random”, conceput pentru tratarea aleatorie a semifabricatelor;
- sistem „în grup”, conceput pentru tratarea în grupuri a semifabricatelor.

6. *Gradul de varietate al pieselor*

- sisteme care prelucrează o varietate mare de piese, în loturi mici de producție;
- sisteme care prelucrează o varietate medie de piese, în loturi medii de producție;
- sisteme care prelucrează o varietate mică de piese, în loturi mari de producție.

7. *Gradul de închidere al procesului*

- sisteme care permit închiderea procesului de fabricație pentru sarcina dată

- sisteme care realizează numai o parte a procesului de fabricație pentru o sarcină dată.

8. Sistemul de concepție – sistem la temă

- sistem modular, proiectat în așa fel încât să permită o extindere etapizată, prin completarea sau multiplicarea unui modul de bază, reprezentat de regulă de celula flexibilă de prelucrare.

1.4. CRITERII DE FLEXIBILITATE

Flexibilitatea este caracteristica dominantă a unui SF care permite adaptarea acestuia la cerințele producției de serie mică și mijlocie, în condițiile asigurării unui nivel ridicat al productivității muncii, calității produselor și eficienței economice.

Conceptul de flexibilitate presupune o analiză complexă a procesului de prelucrare, fundamentată pe baza următoarelor elemente:

- indicatorii care determină caracterul prelucrării (sortiment, mărimea lotului,
- volumul total al producției, caracteristicile tehnice ale pieselor, consumul de timp necesar, etc.);
- nivelul tehnic al mașinii unelte și sistemului logistic al pieselor, sculelor și instrumentelor;
- experiența acumulată în proiectarea, organizarea, întreținerea și exploatarea sistemului;
- accesibilitatea sau integrarea factorului uman în cadrul sistemului;
- capacitatea de adaptare și extindere a sistemelor tehnice (schimbarea și reamplasarea mașinilor și instalațiilor, disponibilitate de interconectare și transfer);
- posibilitatea de automatizare a operațiilor de pregătire tehnologică a procesului de producție: (pre)reglarea și schimbarea sculelor, reglarea dispozitivelor de prindere și fixare, reglarea dispozitivelor de alimentare și transfer, modificarea programelor de comandă.

După gradul de flexibilitate, sistemele tehnologice de fabricație se împart în trei categorii: linie flexibilă de transfer, sistem flexibil de prelucrare și celulă flexibilă de prelucrare.

Sisteme de fabricație - Îndrumător de laborator

Linia flexibilă de transfer este alcătuită dintr-un grup de mașini unelte universale sau speciale și/sau diverse unități automate de lucru, dispuse, de regulă, într-o configurație de tip serie și interconectate prin intermediul unui sistem automat de transport al semifabricatelor, subordonat principiului de lucru al unei linii automate.

Pe o linie flexibilă de transfer se pot prelucra simultan sau secvențial diferite tipuri de piese, reglarea liniei realizându-se automat în momentul trecerii de la un tip de piesă la altul. Liniile flexibile se utilizează la prelucrarea pieselor în producția de serie mare.

Criteriile de flexibilitate utilizate pentru evaluarea sistemelor de fabricație sunt următoarele:

- flexibilitatea mașinilor, reprezentând ușurința de adaptare a acestora în scopul prelucrării unor piese cu configurație geometrică diferită (structura utilajelor, poziționarea, programarea, etc.);
- flexibilitatea tehnologică, caracterizată prin aptitudinea de prelucrare a unui ansamblu dat de piese din materiale diferite și prin metode variate;
- flexibilitatea producției, constând în posibilitatea de trecere rapidă și în condiții de eficiență economică la prelucrarea unui produs nou;
- flexibilitatea itinerariului sau capacitatea de a asigura funcționarea sistemului, în cazul unor avarii accidentale ale anumitor părți componente, prin modificări operate în dirijarea pieselor și prin preluarea funcțiilor utilajului defectat de către calculatorul mașinii;
- flexibilitatea sarcinii de fabricație, asigurată de capacitatea sistemului de a prelucra în mod rentabil volume diferite;
- flexibilitatea extinderii, respectiv posibilitatea adaptării sistemului în conformitate cu cerințele consumatorilor, pe baza folosirii principiului modularizării și integrării etapizate;
- flexibilitatea operațională, reprezentând posibilitatea de schimbare a succesiunii diferitelor operații pentru toate tipurile de piese prelucrate;
- flexibilitatea fabricației, determinată de universalitatea pieselor ce pot fi prelucrate de către sistem.

Selectarea mașinilor-unelte care intră în componența unui SF se face pe baza

Sisteme de fabricație - Îndrumător de laborator

următoarelor criterii:

- criteriul organizatoric, care ia în considerație aspectele legate de flexibilitatea pe termen lung și flexibilitatea pe termen scurt, obiectivele de utilizare și cerințele organizatorice;
- criteriul tehnologic, care constă în compatibilitatea și interfața mașinilor unelte cu sistemul de transport al pieselor și sculelor și cu sistemul de comandă;
- criteriul economic, care se referă la investiție, la costul fabricației și la productivitate;
- criteriul referitor la personal, care cuprinde diverse aplicații de natură tehnică și organizatorică.

Efectele economice cele mai semnificative datorate utilizării SF sunt:

- o creșterea de 2...10 ori a productivității muncii;
- o reducerea cu 50...88% a numărului de mașini în comparație cu schemele tradiționale;
- o micșorarea cu 30...76% a spațiului de producție și cu până la 75% a spațiilor auxiliare;
- o reducerea cu 20...50% a timpului de prelucrare și cu 40...50% a timpilor morți ai prelucrării;
- o reducerea cu 13...15% a consumurilor specifice;
- o reducerea cu 70...80% a valorii stocurilor;
- o autonomie funcțională pe durata a cel puțin trei schimburi, etc.

Creșterea cu 40...80% a gradului de încărcare a mașinilor, însoțită, în paralel, de atingerea unui coeficient de utilizare de 0,8 a acestora, reprezintă alte avantaje economice semnificative, care se realizează în principal prin: funcționare fără intervenția operatorului uman cel puțin pe durata unui schimb de lucru, eliminarea timpilor morți și a perturbațiilor de natură organizatorică și trecerea rapidă de la un program de prelucrare la altul.

Alte avantaje importante constau în:

- realizarea unui proces de producție „transparent”, ușor de supravegheat în toate punctele cheie;
- reducerea la minim a stocurilor de producție neterminată;
- reducerea duratei de asimilare în fabricație a produselor noi;
- instaurarea unei discipline noi la nivelul procesului de producție.

1.5. STUDIU DE CAZ

Pentru a învăța noțiunile de sisteme de prelucrare, se prezintă un studiu de caz: fabricarea bujiilor cu înțelegerea etapelor de fabricație care intervin în acest proces. În continuare se descrie procesul de fabricație.

Unul dintre cele mai importante elemente ale unui motor este reprezentat de bujie (care este, adesea, ignorată). O bujie, cu cât este mai puternică și mai mare, cu atât arderea este mai bună. O bujie mai mare va aprinde aerul/combustibilul mai bine. Rata de ardere și expansiunea flăcării frontale fac pistonul să-și schimbe direcția și să producă o putere mai mare.

Puterea maximă este atinsă atunci când scânteia frontală este în punctul de maximă expansiune. Este foarte important să se întâmple asta în același timp cu fiecare cilindru. Bujia produce această ardere, așa ca o bujie puternică poate produce o ardere consistentă.

O bujie performantă nu ar trebui trecută cu vederea. Aceasta este o parte esențială în procesul de ardere. Bujiiile au o ardere nominală. Dacă mergi cu o bujie care este foarte încinsă, se poate provoca o ardere prematură, care îi poate cauza motorului. Bujia produce un fulger în miniatura ca să aprindă benzina ce alimentează mașina.

Pentru fabricarea bujiilor se amestecă pudra ceramică de alumina și alte elemente cu apa. După amestecare, soluția laptoasă se scurge într-un uscător ce o transformă înapoi în pudră. Pudra ajunge într-un mulaj. Mulajul se închide, presând pudră de forma unei izolații pentru bujie, iar liantul din amestec, ajută la menținerea acestei forme.

Un sistem automat încarcă izolațiile în niște mandrine, ce le rotesc pe o roată de polizor. Roata le modelează treptat forma și face asta cu o precizie mare. Aceste izolații ceramice sunt fragile și trebuie să fie coapte ca să se întărească.

Înainte de asta, un lucrător verifică dimensiunile piesei cu o unealtă cu laser. Izolațiile se coc în cuptor la temperatura mare, până se întăresc. Procesul durează până la 24 de ore.

În timp ce izolațiile sunt în cuptor, niște unelte împing otel prin niște matrițe. Astfel se fabrică carcusele bujiilor. Alte unelte modelează partea superioară a carcuselor, dându-le o formă hexagonală. Aceasta formă le permite mecanicilor să le monteze în blocul motor. Carcusele sunt prelucrate, iar rezultatul este uimitor. O bandă rulantă transportă carcusele în timp ce un fir din aliaj de nichel e desfășurat

Sisteme de fabricație - Îndrumător de laborator

pe deasupra lor. Un sudor automat sudează firul de carcasă . Acest fir este electrodul de masă al bujiei și va fi îndoit mai târziu spre electrodul de tragere. Scânteia se produce între cei doi electrozi.

Niște role cu margini ascuțite filetează carcasa, pentru a fi înșurubată în blocul motor. Carcasa este acoperită cu un strat argintiu protector. Atunci când izolațiile ceramice au ieșit din cuptor se imprimă pe acestea emblema companiei. Izolațiile intră în contact cu o roată ce le acoperă cu un strat protector de cauciuc. În mijlocul izolațiilor se montează electrozi iar spațiul din jurul electrodului este umplut cu pudră cu ajutorul unor tije care presează pudra. Pudra este un amestec de sticlă și metal. Niște fălci montează bornele în izolații. Borna face contact electric cu electrodul central.

Izolațiile intră în cuptor unde pudra neagră se topește în jurul bornelor și a electrozilor de mijloc fixându-le în interiorul izolațiilor. Carcasele sunt stropite cu ulei pentru a fi lubrifiate cu ajutorul unor duze. Izolațiile ajung la brațe robotice ce le montează în carcase. Acestea intră ușor datorită lubrifierii. Se aplică un curent electric asupra fiecărei carcase cu ajutorul unui utilaj pentru a se fixa de izolație, apoi un robot așază bujiile în poziția corectă cu electrodul lateral în sus. Se îndoaie electrodul lateral spre electrodul central.

La sfârșit se face verificarea de către un lucrător care verifică straturile protectoare, emblema și stratul de nichel. Apoi măsoară spațiul dintre electrozi, înainte să le trimită la departamentul de ambalare. Procesul s-a sfârșit și bujiile sunt gata să ajute motorul să pornească cu toți cilindrii.

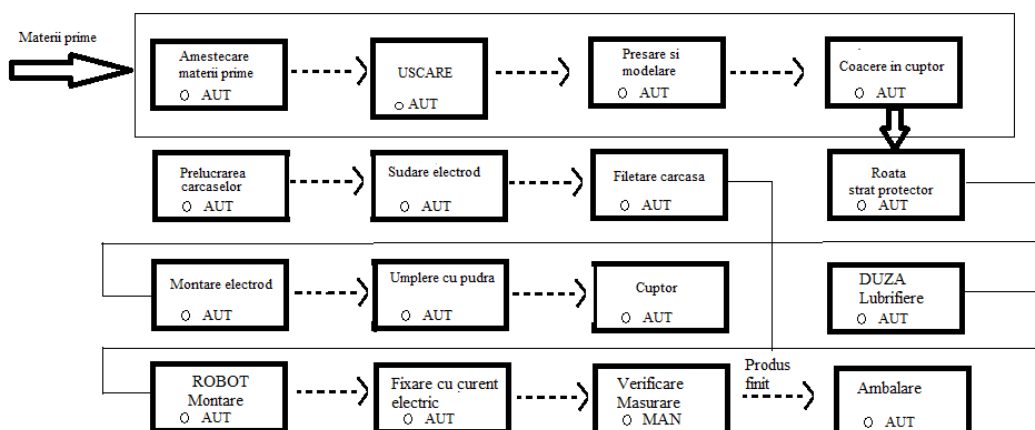


Fig. 1.3 Schema fluxului tehnologic

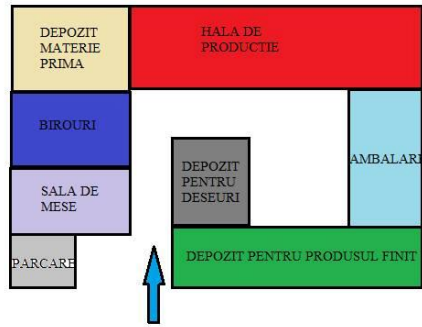


Fig. 1.4 Schema fabricii

1.6 RAPORTAREA REZULTATELOR

După însușirea noțiunilor și a procesului de fabricație prezentat în studiul de caz, studenții trebuie să prezinte un proces asemănător cu descrierea etapelor de fabricație.

LUCRAREA NR. 2 SISTEMELE CIM (COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING)

2.1 SCOPUL LUCRĂRII

Învățarea de către studenți a noțiunii de sisteme de prelucrare, structura acestora și tipurile principale de sisteme flexibile.

2.2 CONSIDERAȚII GENERALE

Lumea concurențială de astăzi conduce la o competiție industrială acerbă în lansarea de noi produse mai ieftine și mai bune. Pentru a răspunde exigențelor tot mai severe, fabricanții sunt obligați să perfecționeze continuu metodele de concepție și de fabricație ale produselor lor, să-și modernizeze permanent structura organizatorică, astfel încât să creeze o legătură fluentă între studiu, concepție, pregătire, fabricație, comercializare și urmărire în exploatare.

Abordarea modernă a concepției produselor industriale face apel la metode și instrumente eficiente de comunicare și de decizie, aceleași pentru toți executanții ce participă la realizarea a diferite etape ale materializării proiectului. Toate activitățile programate pentru realizarea diferitelor etape ale materializării proiectului. Toate activitățile programate pentru realizarea produselor trebuie cunoscute și stăpânite de către toți participanții la concepția și fabricația acestor produse. Pentru a avea produse noi, competitive, exact în momentul în care piața o cere, trebuie renunțat la maniera actuală de proiectare în biroul de concepție și apoi de execuție în atelierul de producție.

Câștigătorii competiției industriale vor fi cei care de la emiterea ideii produsului până la lansarea pe piață, trecând prin fazele de proiectare, testarea prototipului, pregătirea fabricației, execuție, control de calitate, expediție, vor realiza toate acestea în minimum de timp. Tehnologiile de fabricație flexibilă integrate cu calculatorul răspund îndeplinirii acestui tip de deziderat. În cadrul acestor sisteme, calculatoarele au rolul de a asigura legătura logică între proiectare (CAD), pregătirea fabricației (CAM), execuție (CAP), incluzând încercările prin simulare, gestionarea echipamentelor și componentelor auxiliare dispozitive, palete, scule, verificatoare etc.), a materialelor (semifabricate, piese finite), asamblarea, controlul de calitate (CAQ), depozitarea etc. Prima aplicație a acestui tip de tehnologie, cunoscută sub denumirea de CIM (COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING), în traducere

Fabricație integrată cu calculatorul, datează din 1985 și și-a dovedit eficacitatea imediat. Cele mai multe aplicații sunt în industria electronică, a automobilelor, a mașinilor unelte și a roboților industriali. Sistemele CIM s-au dovedit esențiale în competiția concurențială prin diversificarea ofertei, calitatea și prețul produselor.

Implementarea sistemelor CIM conduce la un câștig de eficacitate spectaculos prin creșterea productivității cu aproape 300%, micșorarea spațiului de producție necesar cu aproape 50%, eliminând practice rebuturile, desființând stocurile, reducerea personalului direct productiv cu peste 75%, indicatorul de utilizare a echipamentelor devenind aproape perfect (funcționează 24 de ore din 24, 7 zile din 7).

Deși difuzia sistemelor CIM în sectorul productiv este rapidă, gradul de utilizare al acestora este foarte inegal de la o firmă la alta și de la o țară la alta. Penuria de personal calificat, structura organizatorică depășită, dotarea informatică neadecvată din întreprinderi creează dificultăți în generalizarea utilizării sistemelor CIM.

Aplicarea lor efectivă impune o flexibilitate funcțională fără cusur. Acest lucru presupune:

- existența unui flux informațional continuu și complet pentru toți participanții la acțiune;
- cunoașterea cu exactitate a sarcinilor fiecăruia;
- acordarea perfectă între toate serviciile firmei;
- mobilitate în preluarea sarcinilor între persoane, grupuri și servicii;
- pregătire profesională adecvată etc.

Sistemele CIM sau sistemele de producție flexibilă integrate cu calculatorul sunt structuri complexe al căror scop este fabricarea produselor mecanice, electrice, electronice, mecatronice în loturi mijlocii și mici până la nivel de unicat, într-o ordine aleatoare. Produsele au caracteristici constructiv-funcționale variabile în timp. Întreg spectrul de activități de la concepția produsului până la livrarea pe piață, cuprinzând planificarea și ordonanțarea producției, încercarea prin simulare, pregătirea fabricației, gestionarea materialelor și componentelor, execuția, controlul de calitate, managementul resurselor umane etc. se află sub conducerea unui sistem ierarhic de calculatoare.

Acronimul CIM (Computer Integrated Manufacturing) este păstrat în forma sa inițială în limba engleză pentru că este unanim acceptat în literatura tehnică și niciuna dintre încercările de traducere într-o altă limbă nu este reușită. Mai mult, nici o definiție a sistemului CIM nu satisface cu adevărat sensul complex al conceptului. Eforturi în

acest sens, se depun cu insistență. Astfel, Institutul European (Joint European Standard Institute - CEN/ CENELEC) a elaborat prestandardul ENV40 003 1990-04-18 în care propune următoarea definiție pentru sistemele CIM:

“Computer Integrated Manufacturing (CIM) = Joint application of Information Technology and Manufacturing to increase the productivity and responsiveness of manufacturing enterprises, whereby all functional and organizational aspects of an enterprise are parts of an integrated whole.”

„CIM = aplicație comună a tehnologiilor informatice și de prelucrare realizată pentru creșterea vitezei de reacție la schimbare și a productivității întreprinderilor industriale, prin integrarea tuturor aspectelor funcționale, informaționale și organizaționale ca părți ale unui tot unitar.”

Alte definiții sunt următoarele:

- CIM este o rețea unificată de sisteme informatice care asigură și controlează totalitatea funcțiilor integrate ale unei întreprinderi.
- CIM reprezintă o strategie, constând într-o metodologie conceptuală care integrează toate componentele fizice, participante în realizarea unui produs.
- CIM reprezintă o tehnologie care facilitează integrarea producției.

CIM permite integrării de a produce efecte și profituri maxime pentru întreprindere. Dar, implementarea sistemelor CIM într-o întreprindere, chiar mijlocie sau mică, îi creează acesteia avantaje economice evidente în mediul concurențial în care activează.

Avantajele mai importante sunt:

- adaptarea rapidă a produselor la cerințele beneficiarilor;
- mărirea considerabilă a productivității;
- creșterea gradului de utilizare a echipamentelor;
- reducerea sensibilă a costurilor;
- asigurarea calității produselor;
- folosirea eficientă și uniformă a forței de muncă.

Tehnologiile CIM conduc la fabrica viitorului. Aceasta nu este însă una fără oameni, deoarece orice fabrică lucrează după un program conceput de oameni, pentru a fabrica produse proiectate de oameni pentru oameni. În plus, oamenii trebuie să prospecteze piața și să introducă datele obținute în sistemul CIM. Deci sistemele CIM impun formarea unor competențe noi, pentru îndeplinirea unor sarcini

noi. Este evident că structurile relațiilor de muncă vor fi diferite.

2.3 STRUCTURA SISTEMELOR CIM

Sistemele CIM includ, într-un cadru foarte bine structurat, toate componentele și toate activitățile unui sistem flexibil de producție, împreună cu toate relațiile între componente, între activități și respectiv între componente și activități. O arhitectură CIM poate oferi informații despre derularea fiecărei activități, în orice moment, independent de etapa din care face parte: proiectare, implementare și mentenanță etc. Arhitecturile CIM include funcționabilitatea sistemului sau sistemelor flexibile de producție, în cadrul ansamblului de modele și interconexiuni, care pot servi la simularea și analiza parțială sau globală (la diferite nivele de detaliere) a sistemului de producție.

Conducerea sistemelor CIM este ierarhica (fig. 2.1). La nivelul cel mai de jos se face conducerea în timp real a mașinilor, a roboților, a sistemului de transport și de stocare a materialelor și a pieselor finite. La nivelul cel mai de sus se realizează coordonarea globală, de decizie, de previziuni, de control, de simulare, de diagnostic etc.

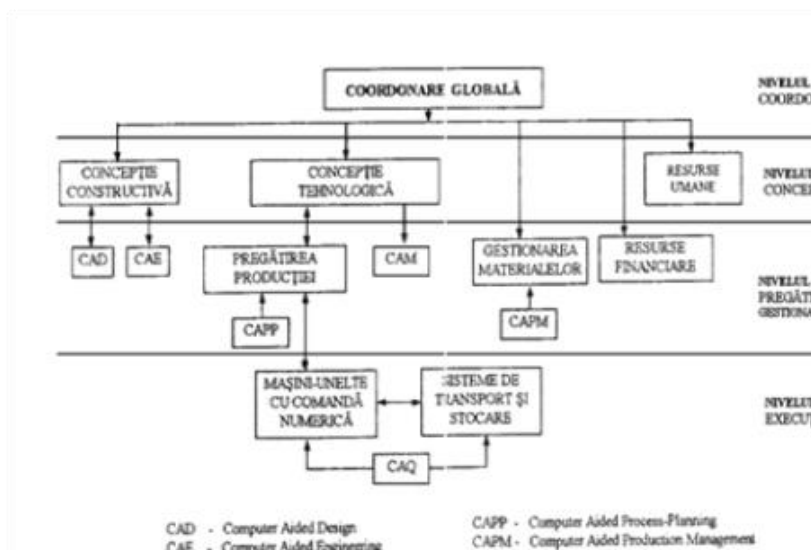


Fig. 2. 1 Structura sistemelor CIM [4]

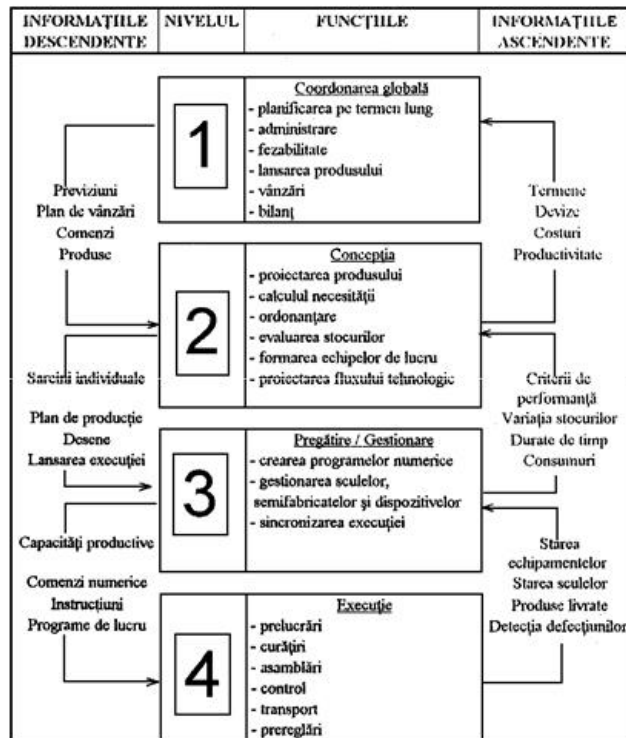


Fig. 2.2 Fluxul informațional al sistemelor CIM

Între cele două nivele se crează un flux informațional continuu de la nivelul superior spre cel inferior și invers (figura 2.2). Performanțele realizate în funcționare sunt dependente de calitatea comunicării între toate componentele sistemului indiferent de nivelul la care se află. De menționat că „a comunica înseamnă a transmite și a folosi cu inteligență fiecare informație”. De aceea, informațiile trebuie să fie disponibile, coerente, fiabile și accesibile în timp real pentru oricare dintre participanți, la momentul potrivit, pentru a evita orice blocaj în derularea activităților. În acest sens, posibilitățile oferite de tehnica de calcul sunt esențiale în achiziția de date, circulația, stocarea și distribuția lor. Furnizarea informațiilor este realizată prin terminale repartizate strategic pe teritoriul firmei sau întreprinderii. În formarea băncilor de date din sistemele CIM există principii a căror respectare este obligatorie. Dintre acestea, mai importante sunt următoarele:

- toate datele tehnice sau comerciale sunt introduse în sistem o singură dată, în momentul în care ele sunt create;
- modificările sunt notificate în sistem, cât mai repede posibil, uneori fără a cunoaște toate detaliile, pentru a pune în gardă toate persoanele interesate;
- toate serviciile și persoanele firmei au acces la informațiile necesare îndeplinirii

- sarcinilor lor în timp real;
- direcția poate controla întreprinderea, ia decizii rapide și stabilește prioritățile bazate pe faptele cunoscute din banca de date;
- datele privind costurile sunt acumulate în timp real și diferențele față de estimări sunt furnizate prin excepție;
- operațiile de actualizare a informațiilor se produc automat după reguli predeterminate, stabilite de către conducerea sistemului și modificate după necesități.

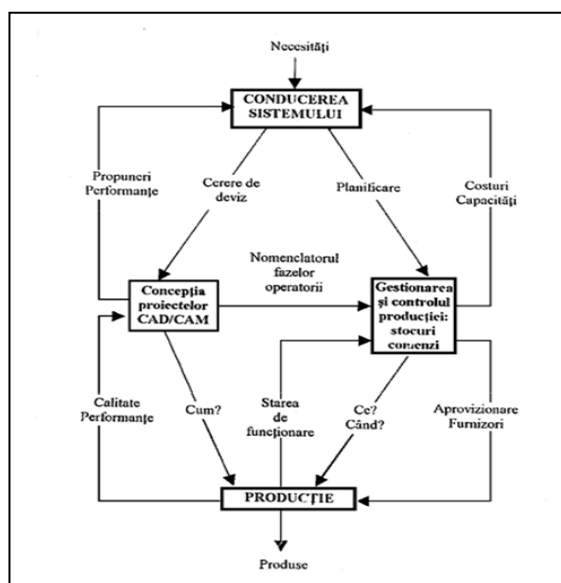


Fig. 2.3 Modelul fluxului de informații în sistemele CIM [6]

Deci, fluxul informațiilor din cadrul sistemului CIM trebuie organizat și dirijat astfel încât informația utilă să fie furnizată la momentul potrivit și în zona solicitată, pentru ca pe baza ei să se enunțe decizia potrivită privind derularea activității sistemului. Un model al fluxului de informații în sistemele CIM este prezentat în figura 2.3. În cadrul acestui model se realizează legătura informațională directă între intrarea și ieșirea diferitelor activități, evidențiindu-se structura de bază a datelor de interes comun.

Acest model creează cele mai largi facilități de utilizare eficace a informațiilor în derularea tuturor activităților din sistem. Concepția acestei structuri și utilizarea ei constituie elementele cruciale ale sistemelor de producție flexibilă integrată cu calculatorul.

Fluxul de informații în cadrul sistemului CIM este asigurat prin rețeaua de comunicație PROFIBUS (Process Field Bus), care realizează legătura între

subsistemele de execuție (manipulatoare, cei doi roboți, mașina unealtă, transportor, magazine de piese), furnizorii de informații (cititori de cod, traductoare de proximitate, limitatorii de cursă, stația de control etc.) și elementele de recepție, memorizare, furnizare și vizualizare.

2.4 STUDIU DE CAZ - PROCESUL DE FABRICAȚIE A CĂRĂMIZILOR DE STICLĂ

Cărămizile de sticlă sunt un material de construcție clasic. În anii 1920-1930, erau nelipsite din clădirile în stil Art Deco. Se folosesc și în prezent pentru pereți, ferestre și elemente deosebite de design, asigurând intimitatea și lăsând totodată să pătrundă lumina. Cărămizile de sticlă nu sunt doar decorative. Ele nu permit pătrunderea căldurii, frigului și zgomotului.

Se începe cu 4 ingrediente: bucăți de sticlă reciclată sau cioburi, nisip, sodă calcinată și calcar. Un sistem computerizat stabilește cantitățile și introduce ingredientele într-un furnal. În furnal, sunt încălzite ingredientele la 1.500°C , transformându-le în sticlă topită. Din furnal iese suficientă sticlă topită pentru o jumătate de cărămidă. O foarfecă automată taie sticla topită. Bucata de sticlă ajunge într-o matriță. Un piston presează sticla, întinzând-o în toată matrița. Modelul matriței se imprimă în sticlă. Se suflă prin conducte aer atmosferic pentru a răci sticla topită, de la 1.000°C la 600°C în doar câteva secunde. Astfel, nu-și vor pierde forma când acest braț retractabil le scoate din matrițe și le așază pe o bandă transportoare care le conduce la mașina de lipit. Aici se lipesc câte două jumătăți pentru a forma o cărămidă.

La intrarea în mașină, jumătățile trec peste o serie de flăcări care mențin constantă temperatura sticlei. Răcirea bruscă poate determina crăparea sau spargerea sticlei. Mașina reîncălzește treptat jumătățile, până încep să se topească marginile. Jumătățile intră în porțiunea de presare a mașinii. Aici, o presă automată împinge o jumătate de cărămidă în alta. Marginile lor topite se contopesc, formând o cărămidă. Cărămizile intră într-un cuptor de răcire în care sticla e răcită la temperaturi prestabilite, într-un interval de câteva ore. Procesul de recoacere previne crăparea sticlei și permite întărirea ei. Temperatura sticlei la intrarea în cuptor este de 1.000°C , iar la ieșire ajunge la 80°C .

Cărămizile sunt gata pentru verificare. Cu instrumentele de măsură digitale se determină dacă jumătățile sunt egale. Cu un instrument de oțel se verifică dacă

suprafața cărămizii prezintă distorsiuni. Fiecare cărămidă trebuie să respecte standarde stricte de mărime și formă.

Cărămizile de sticlă se folosesc precum cărămizile normale. Se lipesc cu mortar. Pentru a le pregăti, cărămizile se așază pe un suport special. La rotire, se pulverizează pe laturi vinil lichid. Datorită vinilului, mortarul aderă la suprafața de sticlă. Urmează ultimul pas: un imprimator cu jet de cerneală imprimă codul produsului, data și ora de fabricație. La Controlul Calității, se efectuează un test de impact pe unele cărămizi. Se lasă să cadă o greutate printr-un tub, pe latura cărămizii. Se verifică astfel rezistența sa și îmbinarea dintre cele două jumătăți.

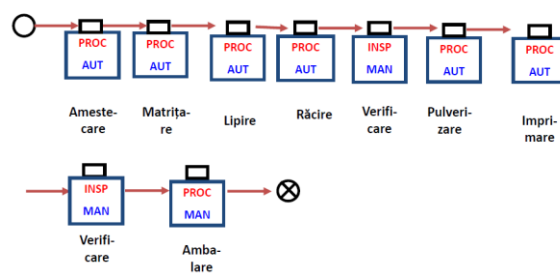


Fig. 2.3 Fluxul tehnologic

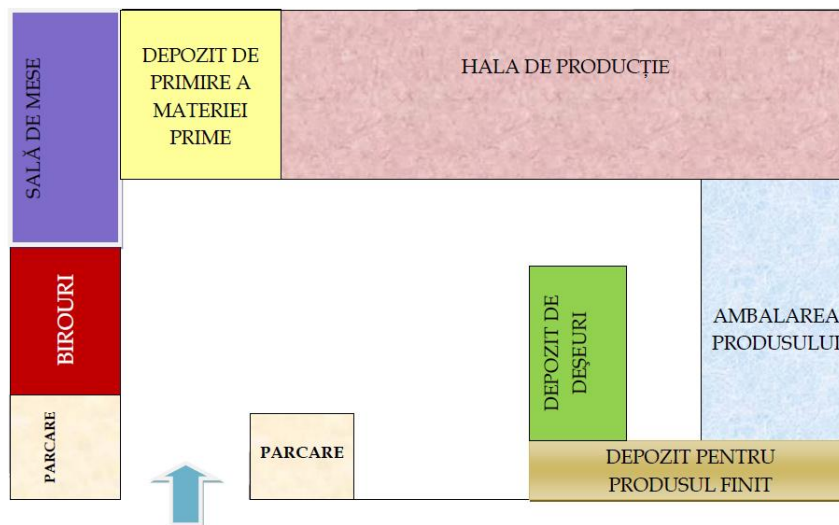


Fig. 2.4 Schema fabricii

2.5 RAPORTAREA REZULTATELOR

După însușirea noțiunilor și a procesului de fabricație prezentat în studiul de caz, studenții trebuie să realizeze un model propriu de îmbunătățire a procesului de fabricație.

LUCRAREA NR. 3. STRUCTURA SISTEMELOR CIM

3.1 SCOPUL LUCRĂRII

Învățarea de către studenți a structurii sistemelor CIM și însușirea elementelor component ale sistemelor CIM.

3.2 GENERALITĂȚI

Sistemele CIM (COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING) sunt structuri complexe formate din echipamente de producție legate între ele prin intermediul unui sistem automatizat de transport și stocare a materialelor, toate acestea fiind sub conducerea unui sistem ierarhic de calculatoare. Caracteristica de bază a sistemelor CIM este că acestea sunt concepute să producă o varietate largă de repere (produse) în loturi mici (sau chiar unicate) într-o ordine aleatoare.

Avantajele care apar la utilizarea sistemelor CIM sunt productivitatea ridicată, reducerea costurilor de producție, creșterea gradului de utilizare a echipamentelor, reducerea timpilor neproductivi, toate în condițiile păstrării unui grad de flexibilitate ridicat. Pentru respectarea acestor cerințe, în cadrul sistemelor CIM se utilizează echipamente de producție flexibile, dar mai ales strategii de conducere speciale care se bazează pe un grad ridicat de automatizare.

În sistemul CIM FESTO din fig. 3.1, piesele sunt preluate din magazie sub forma unor plăci paralelipipedice care sunt prelucrate pe mașina de frezat iar cei doi roboți realizează transferul între linia de transport și mașina unealtă respectiv procesarea pieselor în care s-au efectuat găurile prin montarea unor știfturi de culori diferite în alezajele efectuate pe mașina unealtă.

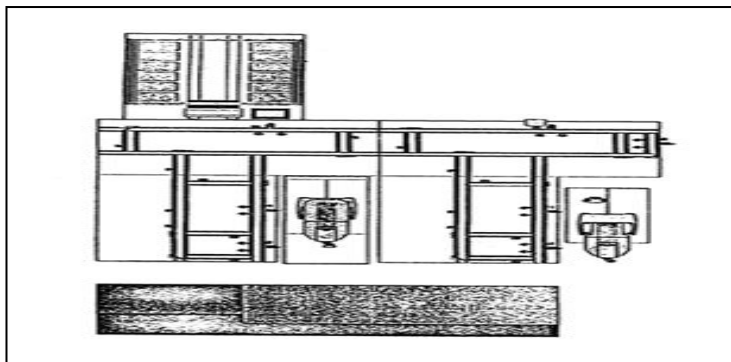


Fig. 3.1 Structura de ansamblu a sistemului CIM FESTO [7]

Sisteme de fabricație - Îndrumător de laborator

Componentele sistemului CIM sunt:

- sistemul de depozitare pentru palete/repere/piese, programul de comandă a magaziei fiind instalat pe un PC;
- stațiile de încărcare/descărcare a pieselor, aflat în interiorul unui sistem de transport automat al reperelor, format din două segmente de transport;
- postul de control cu raze infraroșii și cameră video, pentru verificarea pieselor;
- magazinul cu știfturi;
- robotul de montaj al știfturilor în găurile prelucrate în piese;
- mașina de frezat CNC, echipată cu cap revolver cu 10 poziții;
- robotul de manipulare a pieselor (preluarea de pe transportor și poziționarea în menghina mașinii unelte);
- sistemul automat de transport al pieselor al postul de control și spre magazia de stocare.

3.3 CONDUCEREA SISTEMELOR FLEXIBILE DE FABRICAȚIE

Conducerea în timp real a echipamentelor presupune distribuția către echipamentele de conducere a programelor necesare îndeplinirii activităților alocate prin ordonanțare (programe care sunt de regulă generate în cadrul proiectării reperelor și sunt stocate în biblioteci specializate), executarea acestor programe, diagnoza în timp real a echipamentelor (la nivel local) și monitorizarea activităților.

Structura de conducere utilizată pentru sistemele flexibile de fabricație (SFF) este ierarhică. La nivelul cel mai de jos se face conducerea în timp real a echipamentelor și a sistemului de transport; pe măsură ce nivelul ierarhic crește, crește și orizontul de timp alocat, iar frecvența acțiunilor de control scade.

Pe măsură ce nivelul ierarhic crește, scade eterogenitatea sistemului de conducere, reflectată în principal în suportul hardware al activităților: la nivelul inferior se întâlnesc nu numai calculatoare dar și echipamente CNC, automate programabile etc. pentru care trebuie prevăzute mijloace și echipamente adecvate de comunicație și stocare a datelor.

Stocarea și gestionarea datelor necesare fiecărui nivel este o problemă importantă. În general, aceste date pot fi împărțite în două categorii:

- *date statice*: programele de comandă numerică, planurile de proiectare și proiectare tehnologică a reperelor, structura și capacitățile de producție

Sisteme de fabricație - Îndrumător de laborator

(număr, tip, amplasare), planurile de producție;

- *date dinamice*: grafice de producție, variabilele de stare ale sistemului, încărcarea și starea curentă a capacităților de producție.

Modul de stocare și de acces la aceste date diferă în funcție de tipul lor, de gradul de abstractizare, de utilizatori etc.

Tot din sistemul de conducere fac parte și interfețele sistemului de conducere cu echipamentele conduse și cu operatorii umani (senzori, encodere, limitatori de cursă, terminale și console operator, etc.).

Datorită cantității de date cu care trebuie să se opereze cât și datorită orizontului mic de timp de lucru, se poate spune că problemele cele mai dificile sunt cele din categoria operării în timp real.

O primă abordare a acestei categorii de probleme a impus o arhitectură de conducere distribuită, care are ca avantaje, în primul rând reducerea ariei de interes la nivel local (micșorarea cantității de date) și, în al doilea rând, o fiabilitate mai mare a sistemului de conducere, dacă acesta se poate reconfigura. Din punctul de vedere al tehnicilor și metodelor de lucru, introducerea tehnicilor de inteligență artificială reprezintă o cale de reducere a timpului de lucru necesar rezolvării unor probleme de tipul diagnosticului și reordonanțării.

Informatizarea în flux continuu presupune integrarea acestuia în sistem, utilizarea rețelelor de calculatoare și o bază de date comună a sistemului de producție.

Nivelul informațional include întregul ciclu proiectare-fabricație al produsului și, în plus, fluxul informațional referitor la managementul sistemului. Fluxul informațional constituie elementul unificator la nivelul sistemului de fabricație. Părți ale acestui flux sunt datele provenite de la toate activitățile asistate de calculator care au loc (proiectarea, planificarea proceselor, fabricația și feedback-ul fabricației). În plus, trebuie să existe un flux de informații continuu, între sectorul managerial și cel de fabricație (deciziile privind fabricația trebuie să ajungă imediat în sistemul de fabricație propriu-zis, iar rapoartele de performanță ale sistemului trebuie să se constituie într-o reacție imediată către sectorul decizional). Sectoarele de proiectare, management și fabricație trebuie să fie interconectate prin intermediul unui flux informațional continuu care să permită funcționarea efectivă a fiecărui sector ca o parte a unui întreg.

Numele generic utilizat pentru descrierea unui astfel de sistem informatic în flux continuu este fabricația integrată cu calculatorul - Computer Integrated Manufacturing

(CIM).

Dezvoltarea unui astfel de mediu integrat implică utilizarea extensivă nu numai a calculatoarelor ca unități individuale, cât mai ales a rețelelor de calculatoare. Fluxul informațional trebuie folosit în scopul fundamentării operațiunilor și deciziilor manageriale.

Sistemul de transport a fost divizat în patru sectoare simbolizate cu X_1, \dots, X_4 . Linia transportoare este înzestrată cu traductoare amplasate în posturile de lucru Ix_n , opritori St_n și senzori de poziție.

3.4 STUDIU DE CAZ: FABRICAREA MAGNEȚILOR

Magneții sunt folosiți în viața de zi cu zi mai ales pentru motoare electrice și generatoare, dar sunt, de asemenea găsiți în computere, televizoare și microfoane. Magneții se găsesc în natură, dar acum aproximativ 200 de ani, oamenii de știință au descoperit cum să îi producă folosind metale și energie electrică. Procesul urmărește următoarele etape:

- *Fabricarea unei matrițe*
- *Această matriță este introdusă într-o mașină, care o umple cu nisip;*
- *Un muncitor scoate apoi matrița și o introduce într-o presă, care întărește nisipul;*
- *Acest tip de matrițe se pot realiza într-o varietate mare de forme, singurul dezavantaj fiind numărul mic de piese la care rezistă.*
- *Ingredientele pentru fabricarea magneților sunt: cupru, cobalt, sulf, nichel, fier, aluminiu și titan. Toate aceste ingrediente sunt introduse într-un cuptor cu inducție electrică.*
- *Dupa ce toate metalele s-au topit complet, acestea se toarnă în matrițele din nisip, formându-se flăcări din cauza temperaturilor ridicate.*
- *Matrițele sunt apoi transportate într-o altă zonă a fabricii unde sunt desfăcute.*
- *Apoi, folosind alți magneți, muncitorii separă bucățile de metal de cele de nisip, aceste bucăți de metal nefiind magnetizate încă.*

Sisteme de fabricație - Îndrumător de laborator

- Inelele de metal, în acest caz, sunt introduse într-un tub unde sunt menținute în poziție de nisip de siliciu. Capetele tubului sunt sigilate cu ciment, după care sunt introduse într-un cuptor.
- După ce sunt scoase din cuptor, inelele de metal sunt supuse unui curent de tensiune joasă.
- Următoarea etapă este finisarea muchiilor. În această etapă magneții nu sunt încă eficienți, dar următoarea mașină îi încarcă cu un câmp magnetic de înaltă tensiune, astfel obținându-se magneții permanenți.

Fluxul tehnologic:

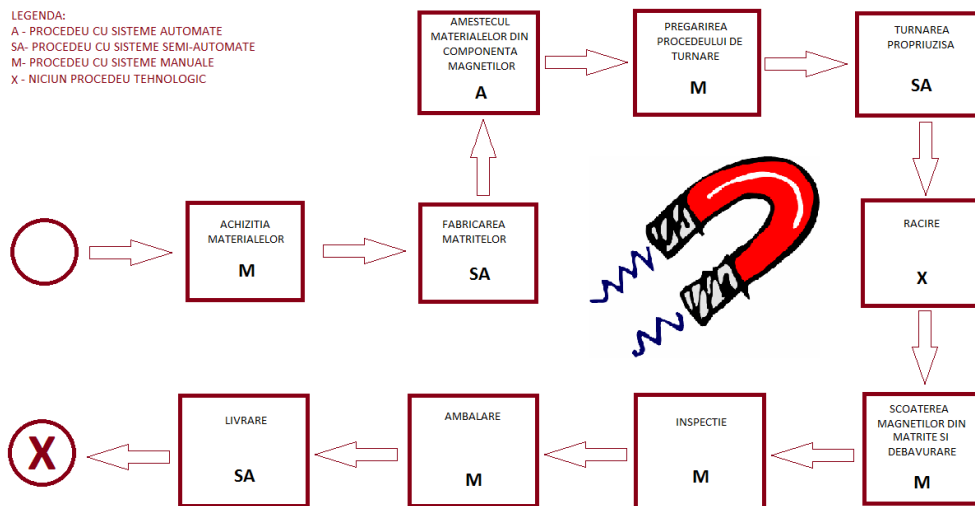


Fig. 3.2 Fluxul tehnologic

3.5 RAPORTAREA REZULTATELOR

După însușirea noțiunilor și a procesului de fabricație prezentat în studiul de caz, studenții trebuie să realizeze simularea procesului de fabricație prezentat.

LUCRAREA NR. 4. SISTEMUL DE STOCARE A PALETELOR PORT-PIESE

4.1 SCOPUL LUCRĂRII

1. Identificarea structurii sistemului de stocare al paletelor port-piese.
2. Studiul cinematic și constructiv al manipuloarelor de transfer al paletelor între depozit și sistemul de transport.
3. Stabilirea ciclului de transfer al paletelor între depozit și sistemul de transport.

4.2. GENERALITĂȚI

Soluțiile tehnice de realizare a unui sistem de stocare a paletelor port-piese sunt condiționate de o multitudine de factori, cei mai importanți fiind:

- umărul maxim de palete port-piese ce pot fi stocate;
- configurația semifabricatelor și a pieselor finite;
- timpul auxiliar maxim impus pentru mișcările necesare stocării unei palete sau de evacuarea acesteia din sistem;
- probleme de interfațare, standardizare și integrare în cadrul unui sistem de fabricație automat;
- limitări de natură economică.

Din punct de vedere al conceperii structurale, sistemele de depozitare pot fi separate sau comune pentru semifabricate și produse finite (prelucrate și/sau asamblate).

Diversitatea sistemelor de fabricație, din punct de vedere al tipurilor de operațiilor la care sunt supuse semifabricatele, se poate realiza și prin conexiunea unor module de lucru care să poată asigura fluxul de piese între subsisteme.

4.3 STOCAREA PALETELOR PORT-PIESE ÎN SISTEMUL CIM-FESTO

În cadrul sistemului modular de fabricație computerizată CIM-FESTO, subsistemul de stocare este subordonat subsistemului de prelucrare, montaj și sistemului de control final al produsului asamblat (fig.4.1).

Intervenția operatorului uman în cadrul sistemului este minimă. Se pot asigura

lansări simultane sau succesive în fabricație a unor loturi formate din produse diferite.

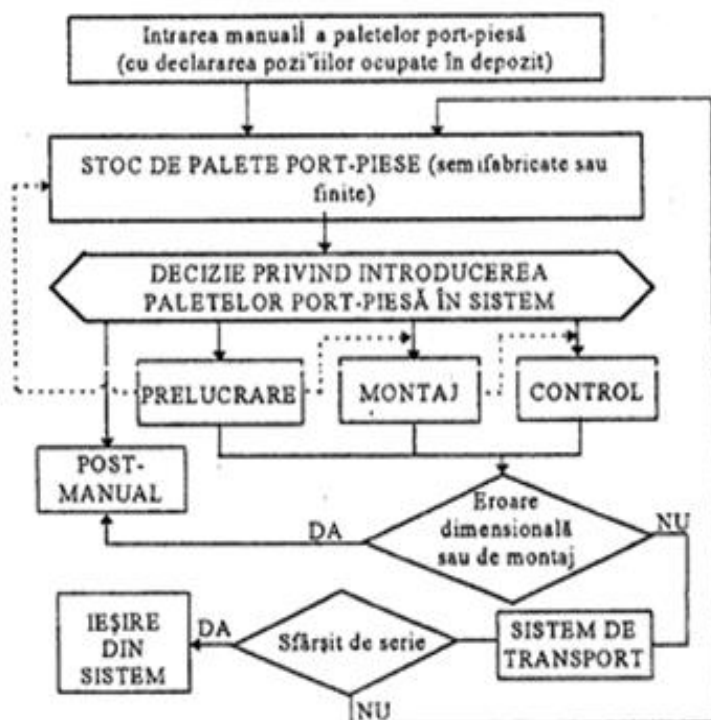


Fig. 4.1 Conexiuni posibile ale sistemului de stocare palete port-piese [7]

Pentru preluarea semifabricatelor și livrarea acestora într-o poziție fixă stabilită pentru sistemul de transport sunt necesare două mișcări pentru poziționarea în dreptul locașului din depozit, o mișcare pe o cursă fixă pentru preluarea paletel dintr-un modul-depozit și două mișcări tot pe curse fixe (în plan vertical) pentru depunerea paletel pe sistemul de transport.

Manipulatorul de palete asigură transferul paletel port-piesă între oricare din locașele depozitului și sistemul efectiv de transfer pe banda transportoare. Este dispus între cele două module din care este alcătuit depozitul.

Plăcile suport 10 și 14 susțin două lanțuri cinematice similare, pentru deplasările pe două direcții, într-un plan vertical, care să acopere din punct de vedere al cursei lungimea și respectiv înălțimea magaziei. Preluarea efectivă a paletel din depozit se face cu ajutorul unui lanț cinematic dispus pe placa suport 10. Antrenarea lanțului cinematic se face cu un motor electric de curent continuu, acționarea efectivă făcându-se cu un mecanism cu cablu, amplificator de cursă. Se asigură astfel preluarea și stocarea paletel din/în cele două module ale magaziei, dispuse de-o parte și de alta

a manipulatorului.

Sistemul de transfer al paletelor port-piese între manipulator și sistemul de transport cu bandă, este prezentat în fig. 4.2. Acesta asigură două poziționări pe curse fixe: prima necesară pentru ridicarea/depunerea paletii, iar a doua pentru deplasarea acesteia între magazie și sistemul de transport. Acționarea este pneumatică, pentru ambele poziționări folosindu-se motoare pneumatice liniare.

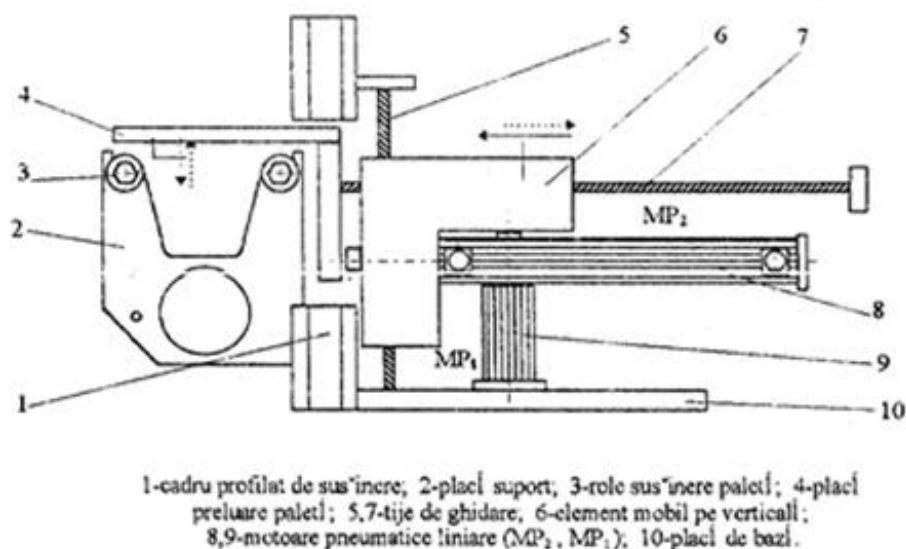


Fig. 4.2 Sistemul de transfer al paletelor între manipulator și sistemul de transport [8]

4.4 CICLUL DE TRANSFER AL PALETELOR ÎNTRE MAGAZIE ȘI SISTEMUL DE TRANSPORT

Ciclul de transfer al paletelor între manipulator și sistemul de transport cuprinde următoarele faze:

- ridicarea paletii prin deplasare pe verticală (utilizând MP₁);
- deplasarea orizontală până în postul de preluare de către sistemul de transport;
- coborârea paletii pe sistemul de transport;
- retragerea orizontală în poziția de așteptare.

Similar se poate executa un ciclu compus tot din patru mișcări atunci când este necesară stocarea unei paleti în magazie. Succesiunea mișcărilor este următoarea:

Sisteme de fabricație - Îndrumător de laborator

- deplasarea pe orizontală până în postul de preluare a paletii de pe sistemul de transport;
- ridicarea paletii prin deplasare pe verticală;
- deplasarea orizontală până în poziția corespunzătoare plăcilor suport 8;
- depunerea paletii pe suportul 8.

4.5 STUDIU DE CAZ: FABRICAREA SEIFULUI DIN OȚEL

Oțelul este un aliaj ce conține ca elemente principale fierul și carbonul, având un conținut de carbon sub 2,11 %. Oțelurile sunt materialele cu cea mai largă utilizare în industrie. Proprietățile lor pot să varieze în limite foarte largi în funcție de conținutul de carbon și de alte elemente de aliere.

Totul începe cu o explozie, ca materialele de bază ale oțelului (fier, cărbune) să se poată extrage din pământ. Aceste materiale se macină în mașinării speciale, până rezultă o pudră, iar apoi fierul din mangan se extrage cu ajutorul magneților puternici din aparate. Cărbunele se încălzește și se păstrează pentru mai târziu la procesul de producere al oțelului. În furnal se mixează cărbunele cu aerul fierbinte pentru a crea un combustibil ce va topi fierul. La intervale fixe, fierul se toarnă în vagoane speciale de transport.

Se pot produce până la 25 de tone de oțel în mai puțin de 45 de minute. Procesul de fabricație al oțelului începe cu turnarea fierului reciclat în interiorul furnalului, iar apoi se adaugă fierul proaspăt topit. Datorită oxigenului pur ce este introdus în furnal, apar așa-numitele "spectacole de scânteii". În urma acestui proces, rezultă oțelul. În medie se produc peste 1500 de tipuri de oțel. Următorul proces de fabricație este turnarea oțelului în lingotiere, iar apoi finisarea lui dacă este cazul.

Primele seifuri erau concepute din lemn, iar hoții nu aveau de înfruntat o sarcină foarte grea pentru a le sparge. O dată cu avansarea tehnologiei, acestea erau concepute din fier. Dar și așa, erau folosiți explozibili pentru a le sparge. În ultimă instanță au apărut seifurile din oțel. Acestea erau rezistente și puternice.

Prima fază în procesul de fabricație începe prin tăierea oțelului în plăci cu grosime de maxim 3,5 cm cu o flacără de gaze cu oxigen de către un braț robotizat. Al doilea pas este tăierea cu același tip de flacără a plăcii în întregime de către un sudor. Plăcile sunt numerotate pentru a ști ulterior ordinea în care vor fi asamblate.

Sisteme de fabricație - Îndrumător de laborator

Ele sunt asamblate de către un sudor ce folosește un aparat de sudură automat cu electrod compus din mai multe metale.

Electrodul vine pe o rolă. Într-o altă parte a fabricii se taie bucăți de oțel pentru formarea structurii de la capetele viitorului seif. Cu ajutorul unui strung-revolver, se vor tăia barele de oțel ce vor fi folosite la mecanismul de blocare și la balamale. De regulă, materialul trece de la un aparat la altul, dar cu ajutorul acestui aparat, barele de oțel rămân de la începutul procesului de fabricație până la sfârșit pe același suport port-sculă.

Angajații preiau piesele deja tăiate cu laser și le supun unei prese, pentru a pregăti piesa care va fi montată în mecanismul seifului. Plăcile de oțel tăiate la începutul procesului de fabricație, ajung în prese pentru a fi presate, în așa fel încât să ajungă plate.

Începe asamblarea într-un jug în care se pun plăcile de oțel, apoi se sudează cu același aparat automat de sudură. Se măsoară unghiurile plăcilor și apoi se securizează toate plăcile. Seiful se finisează prin polizarea sudurilor. Această fabrică produce de asemenea și seifuri din compozite moi cum ar fi cupru, aluminiu și oțeluri de grad inferior dar cu pereți interiori de ciment ceea ce-l face mult mai puternic și mai greu de spart.

Mecanismele de blocare pot fi atât mecanice cât și digitale, iar acestea se montează de regulă pe ușa seifului. Acestea pot fi chiar și temporizate să poată fi deschise numai la anumite ore.

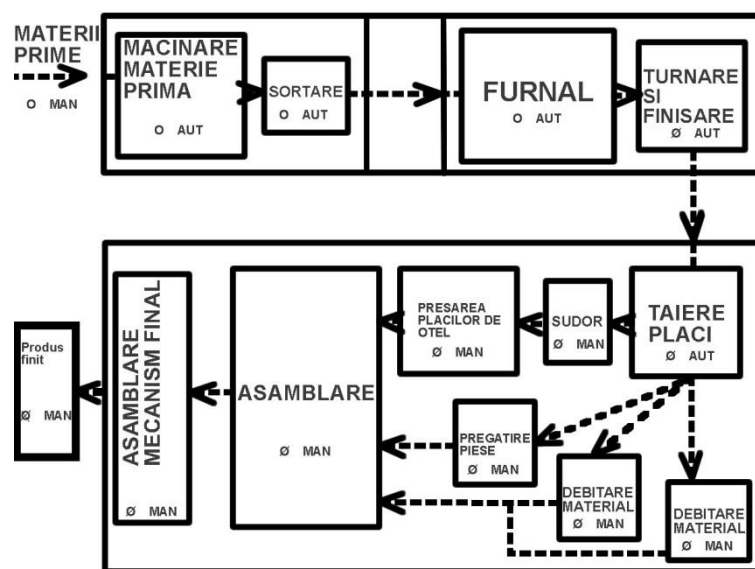


Fig. 4.3. Fluxul de fabricație



Fig. 4.4. Schema unei fabrici

4.6 RAPORTAREA REZULTATELOR

După însușirea noțiunilor și a procesului de fabricație prezentat în studiul de caz, studenții trebuie să găsească un proces asemănător.

LUCRAREA NR. 5 SISTEME DE MĂSURARE COMPUTERIZATE PENTRU SISTEMELE FLEXIBILE DE FABRICAȚIE

5.1 SCOPUL LUCRĂRII: **prezentarea sistemelor de măsurare utilizabile în sistemele de fabricație.**

5.2 FUNDAMENTARE

Avantajele oferite în multiple domenii de modalitatea digitală de transmitere a semnalelor purtătoare de informație au condus la utilizarea acesteia și în cadrul sistemelor de măsurare. Creșterea performanțelor calculatoarelor și extinderea utilizării acestora au făcut ca sistemele de măsurare ce includ acest tip de componente să formeze nu numai o categorie distinctă ci să fie utilizate cu preponderență în comparație cu sistemele de măsurare exclusiv analogice.

Cunoscute sub diverse alte denumiri (sisteme de măsurare digitale, sisteme computerizate de achiziție de date, sisteme de măsurare pe bază de microprocessor, etc), sistemele de măsurare computerizate se caracterizează în primul rând prin faptul că, dintr-un anumit punct al sistemului, semnalul electric purtător de informație este convertit din formă analogică în formă digitală.

Prin însăși natura fizică a multor fenomene măsurate se impune ca traductoarele utilizate să genereze semnale analogice. Primele prelucrări (condiționări) ale acestor semnale (amplificări, liniarizări, anumite tipuri de filtrări) rămân încă apanajul unor circuite electronice lucrând în domeniul analogic. Din acest punct, începând cu o serie de tipuri de condiționare a semnalului (unele filtrări și liniarizări, multiplexări), continuând cu transmiterea acestuia, prelucrarea informației, stocarea acesteia și până la transmiterea informației către utilizatorul sistemului, toate operațiile dintr-un sistem de măsurare computerizat sunt efectuate de către componente electronice digitale independente sau aflate sub comanda unui calculator.

5.3 CLASIFICAREA SISTEMELOR DE MĂSURĂ COMPUTERIZATE

În continuare prezentăm o clasificare succintă a celor mai utilizate categorii de sisteme de măsurare computerizate. Vor fi prezentate principalele tipuri de componente ale acestor sisteme, funcțiunile și performanțele acestora, astfel încât să se poată trage o serie de concluzii privind domeniile lor de aplicabilitate. Utilizarea

Sisteme de fabricație - Îndrumător de laborator

calculatoarelor fiind implicit legată de existența unui software, vor fi descrise unele variante principale de programe utilizate în cadrul sistemelor de măsurare computerizate.

Deoarece o bună parte din problematica sistemelor de măsurare computerizate este reprezentată de către aspectele referitoare la transmiterea și prelucrarea informației conținute în semnale digitale, una dintre cele mai des întâlnite clasificări ale acestor sisteme este efectuată în funcție de protocolul utilizat pentru transmiterea semnalelor digitale.

Astfel, în ordinea în care diversele protocoale au început să fie utilizate, dar și în ordinea crescătoare a complexității acestora, sistemele de măsurare computerizate pot fi clasificate în următoarele categorii principale:

- cu comunicație serială;
- cu plăci de achiziție de date;
- cu comunicație paralelă;
- cu calculatoare de uz industrial.

Sistemele de măsurare computerizate cu comunicație serială reprezintă una dintre primele categorii de astfel de sisteme. Apărute odată cu ideea utilizării calculatorului în măsurare, ele au fost formate prin dotarea aparatelor de măsură cu convertoare analog - digitale și cu interfețe de comunicație serială prin intermediul cărora informația privind valorile măsurate să poată fi transmisă unui calculator.

Dezvoltări ulterioare ale aparatelor de măsură analogice au permis ca modificarea unor parametri de configurare a acestora (domeniul de măsurare, factorul de amplificare, indicele canalului activ, tipul de prelucrare a semnalului, etc) să poată fi efectuată la primirea unei comenzi generate de către un calculator și transmisă aparatului de măsură prin calea de comunicație serială.

Datorită vitezei relativ reduse de transmitere a informației în cazul comunicației seriale, acest tip de sisteme de măsurare computerizate poate fi utilizat fie în cazul în care valorile mărimilor măsurate variază relativ lent, fie în cazul în care interfața de comunicație serială a aparatului de măsură analogic nu transmite către calculator decât o parte din valorile măsurate sau indicatori statistici ai acestor valori.

Prezența convertorului analog - digital în placa de achiziție de date montată în calculator conferă sistemului de măsurare computerizat performanțe și flexibilitate sporite. Viteza de transmitere a informației provenite din măsurare către microprocesorul calculatorului este mult sporită în comparație cu sistemele cu

comunicație paralelă. Modul în care placa de achiziție de date realizează transferul informațiilor către și de la microprocesor depinde de tipul de magistrală de date existent în structura calculatorului (AT, ISA, PCI etc).

Transmiterea sub formă analogică a semnalului de la aparatul de condiționare la calculator ridică unele probleme în situațiile în care distanța pe care se efectuează transmiterea este mare sau atunci când există posibilitatea ca informația conținută în semnal să fie afectată de perturbații exterioare sistemului de măsurare. Evitarea alterării informației se poate realiza fie prin inserarea în sistem a unor componente suplimentare (de obicei modulate) fie prin luarea unor măsuri suplimentare de izolare și ecranare a componentelor sistemului de măsurare.

Pe lângă conectarea condiționatoarelor de semnal (în majoritatea cazurilor în variantă multicanal), plăcile de achiziție de date oferă posibilitatea generării de către calculator a unor semnale analogice de comandă și posibilitatea măsurării sau generării de semnale logice sau sub formă de trenuri de impulsuri.

5.4 STUDIU DE CAZ: FABRICAREA LAMBORGHINI AVENTADOR

Lamborghini Aventador este construit dintr-o structură monococă ușoară realizată din fibră de carbon și șasiu de aluminiu, și un motor W12 de 6.5l, 700 CP.

Cabina mașinii este realizată din fibră de carbon, în construcția acesteia fiind inclusă și o spumă care dă geometria mașinii. Din această cauză vehiculul este robust și ușor.

Într-o încăpere specială ce nu permite depunerea prafului, muncitorii întind o fâșie de fibră de carbon pe o masă vidată, deasupra se așează o folie protectoare, aceasta fiind vidată de fibra de carbon. Apoi se taie materialul cu ajutorul unui cuțit cu ultrasunete pentru tăieturi cât mai exacte. Părțile tăiate sunt apoi grupate în funcție de zona specifică unde se lipește pe structura de suport a mașinii. Apoi fâșiile sunt lipite pe structura mașinii, fiecare fiind lipită cu precizie, pentru a da grosimea exactă și o rezistență cât mai mare. Foarte puțin material se folosește, pentru a se asigura că mașina rămâne foarte ușoară. Muncitorii lipesc manual fibra de carbon și se asigură că nu rămân bule de aer sub aceasta. Marginile fâșiilor de suprapun pe muchiile structurii din spumă, acest lucru permițând acestor fâșii de fibră de carbon să devină un singur element la o fază ulterioară a construcției.

Sisteme de fabricație - Îndrumător de laborator

Construcția este vidată iar apoi se coace într-un cuptor la o temperatură de 275⁰ Fahrenheit. După această etapă se curăță manual toate elementele caroseriei. Avantajul folosirii spumei este multitudinea geometriei. Elementele din spumă se vor asambla între elementele compozite ale mașinii, pentru a reduce vibrațiile și sunetele.

Designul acestei mașini este revoluționar. Un tehnician unește șasiul și spatele cu cel din fata. Odată ce cele două părți sunt unite se deplasează în alta încăpere unde se adaugă elementele de caroserie. Apoi se verifică liniile de aliniere ale mașinii. După această etapă se duce caroseria la vopsit. Aici prima etapă o reprezintă eliminarea defectelor și aplicarea unei vopsele preliminare; apoi un tehnician șlefuieste caroseria pentru a o pregăti pentru vopseaua finală. Sunt disponibile 30 de culori. Toate cele 27 de componente se vopsesc manual, timpul total de vopsire fiind de peste 200 de ore. O dată ce vopseaua se usucă, se face un o polish la mașină, aceasta etapă durând aproape 3 zile. Apoi se verifică estetica mașinii și un tehnician marchează greșelile cu ajutorul unui creion tehnic.

Vitezele de pe Lamborghini Aventador se schimbă foarte rapid. Sistemul de răcire al motorului necesită două termostate.

Defectele în structura caroseriei se realizează de către un tehnician care lovește cu moneda caroseria pentru a determina diferențele dintre acustica mașinii și soliditatea acesteia. Apoi marchează zonele care trebuie să fie luate în considerare pentru recondiționare. Loviturile severe se câmpesc cu fâșii de fibră de carbon.

Montarea mașinii este realizată la 11 posturi de lucru. La un anumit post se instalează materialele termo acustice, apoi se montează o cutie de transfer, specifică mașinilor cu tracțiune integrală, aceasta primind puterea de la cutia de viteze. Pentru autenticitate, fiecare model este marcat cu numele acestuia și anul. Ca opțiune se poate grava și numele posesorului. Culorile bordului sunt tot timpul opționale.

Spatele mașinii este cea mai complicată parte a mașinii. Se montează eleronul și apoi se testează. Apoi se montează bara spate, scaunele și ușile. Fluxul de fabricație și schema fabricii sunt prezentate în cele ce urmează.

Sisteme de fabricație - Îndrumător de laborator

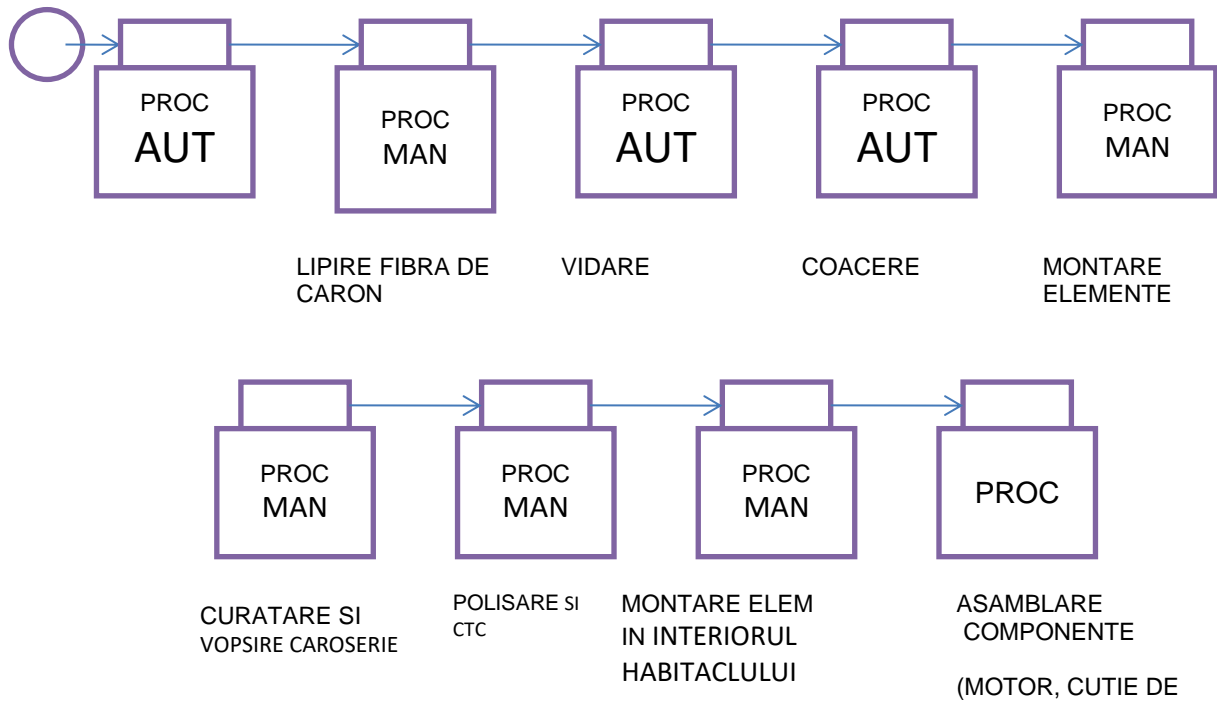


Fig. 5.1 Fluxul de fabricație și schema fabricii

LUCRAREA NR. 6 METODE DE CONCEPȚIE AUTOMATĂ A PROCESULUI DE PRELUCRARE

6.1 INTRODUCERE

Elaborarea procesului de prelucrare a unei piese cuprinde ca faze: analizarea desenului de definiție al piesei, alegerea tipului de semifabricat, stabilirea prelucrărilor, structurarea și ordonarea lor, stabilirea modului de prindere a piesei, alegerea mașinilor-unelte, a sculelor, dispozitivelor și instrumentelor de măsură și control, stabilirea cotelor de prelucrat și ale semifabricatului (simularea prelucrării), stabilirea regimului de așchiere și a timpilor de prelucrare, programarea mașinilor-unelte cu comandă numerică.

Studiul diferitelor faze de elaborare ale procesului de prelucrare pune în evidență două tipuri de activități:

- activități cu caracter creativ: definirea modului de lucru, alegerea mijloacelor tehnice, alegerea soluțiilor tehnologice, alegerea celui mai bun proces de prelucrare;
- activități cu caracter de rutină: determinarea regimurilor de așchiere, calculul timpilor, întocmirea documentației tehnologice de execuție.

Concepția automată a procesului de prelucrare (Computer Aided Process Planning - CAPP) permite stabilirea în mod automat a unui proces de prelucrare pornind de la descrierea geometrică a piesei de realizat.

Un sistem CAPP trebuie să permită:

- constituirea unei baze de date tehnologice ușor exploatabilă, capabilă să prezinte mijloacele disponibile și modurile de prelucrare;
- alegerea dintre toate soluțiile compatibile pentru realizarea unei operații a soluției care minimizează costul;
- raționalizarea fabricației, pe baza principiilor tehnologiei de grup;
- ușurarea pregătirii personalului;
- reducerea lucrărilor repetitive;
- reducerea activităților de urmărire a fabricației.

În acest context, procesul de prelucrare al unui produs trebuie să ia în considerare un atelier existent, să fie generat rapid, să detalieze operațiile de prelucrare, să definească fazele de prelucrare fiabile.

Metodele de elaborare automată ale procesului de prelucrare sunt prezentate

în figura 6.1

6.2. METODA PRIN VARIANTE

Metoda prin variante (Variant Process Planning - VPP) folosește arhitectura unui proces tip prestabilit și un sistem de codificare asociat. În funcție de specificațiile geometrice ale piesei de prelucrat, pornind de la procesul tip, se stabilește noul proces.

Metoda prin variante este bazată pe principiul tehnologiei de grup și necesită deci o oarecare similitudine a pieselor fabricate. Scopul original al acestei tehnici este de a evita căutarea unei soluții la o problemă deja rezolvată.

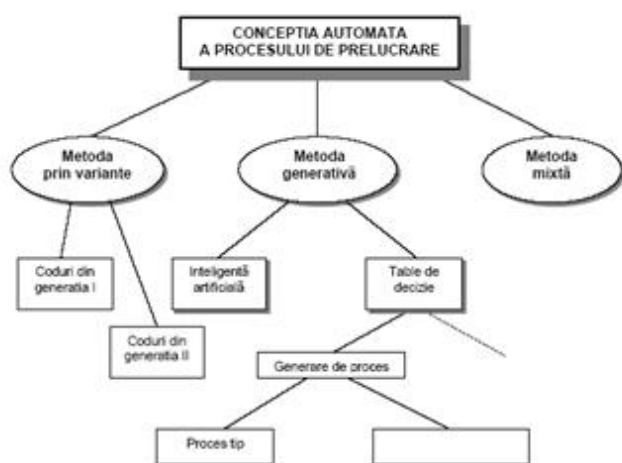


Figura 1. Metodele de elaborare automată a procesului de prelucrare

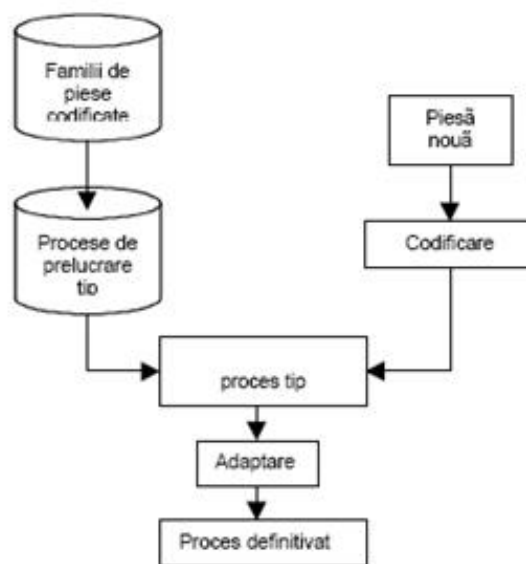


Figura 2. Metoda VPP

Fig. 6.1 Metoda prin variante[8]

Fiecare piesă este descrisă printr-un cod simplu sau lărgit. Pornind de la o populație esantion de piese se caută o clasificare adaptată. Asociate la acest cod se memorează desenele, procesul, documentele de execuție etc.

O dată cu realizarea unei noi piese se determină în primul rând codul său parțial sau complet. Prin căutare în datele memorate anterior se selectează piesa sau piesele analoage. Este posibil să se găsească una sau mai multe piese analoage, având realizate procesele de prelucrare. Dacă nici o piesă nu este selectată, trebuie creată noua piesă. Figura 2 prezintă principiul metodei prin variante.

Reprezentarea și codificarea sunt elemente esențiale și depind de metoda de rezolvare aleasă. Ca regulă generală, criteriile de clasificare a pieselor sunt morfologia și dimensiunile, mai rar funcția sau modul de fabricație. Dintre numeroasele sisteme de clasificare se pot cita: OPITZ, OIR, TNO, TEKLA, ZAFO, VUSTE, COPIC-BRISCH, CETIM-PMG etc.

Sistemele de concepție automată a procesului de prelucrare bazate pe metoda prin variante sunt cunoscute și sub denumirea de sisteme de Tehnologie de Grup Asistată de Calculator. Domeniul lor de utilizare este vast, permițând standardizarea concepției produselor noi, crearea unităților de producție adaptate unei familii de piese și generarea proceselor tip pentru ansamblul de coduri.

Metoda prin variante, bazată pe arhivare, întâmpină dificultăți legate de timpul mare necesar pentru capitalizarea experienței (5 - 7 ani), ceea ce pune probleme de investiții, dar mai ales de perenitate a informației, ținând cont de evoluția mijloacelor de producție în cadrul unei fabrici. În plus, un astfel de sistem nu este suficient. El trebuie dublat de un sistem expert capabil să verifice compatibilitatea soluțiilor și să le adapteze la caracteristicile precise ale piesei.

6.3. METODA GENERATIVĂ

Metoda generativă (Generativ Process Planning - GPP) se bazează pe generarea unui proces de prelucrare ce urmează a fi finisat în raport cu geometria fiecărei piese, aplicându-se un ansamblu de reguli și metode de fabricație (fig. 6.2).

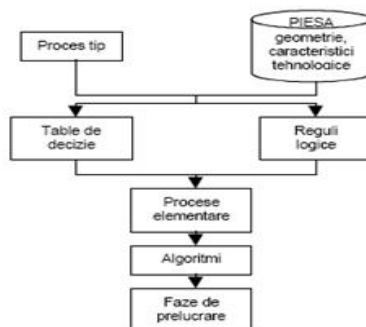


Figura 3. Metoda GPP

Fig. 6.2 Metoda generativă [8]

Pornind de la descrierea piesei, se utilizează table de decizie care asociază la fiecare condiție tehnologică modurile de fabricație. Modelul îl poate constitui un proces de prelucrare ideal pentru familia de piese, care se adaptează prin reguli logice

la piesa considerată. În cadrul acestei metode piesa trebuie descrisă complet, cu geometria și caracteristicile sale tehnologice. Forma geometrică poate proveni dintr-un sistem CAD, însă caracteristicile tehnologice nu figurează, în general, în baza de date.

În general, sistemele bazate pe metoda generativă realizează generarea proceselor elementare de prelucrare a entităților. Fazele de prelucrare ale acestora se obțin prin aplicarea de algoritmi care afectează alegerea sculelor și codul condițiilor de prelucrare.

Metoda se bazează pe utilizarea metodologică a cunoștințelor descrise fie sub formă de reguli de prelucrare, în ceea ce privește sistemele care utilizează tehnicile de Inteligență Artificială, fie prin înlănțuiri procedurale predefinite, în cazul sistemelor algoritmice. Categoriile de reguli de prelucrare sunt:

- reguli de coordonare: flancul, fundul, formele de intrare, formele de ieșire, formele de colț, degajarea etc;
- reguli de generare a stării anterioare: determinarea pasului radial și a formei de colț, etc;
- reguli de validare a unei faze și principiul de întoarcere, ultimul aplicându-se problemelor de schimbare de formă a unei stări intermediare.

Sistemele algoritmice sunt adesea specializate într-un domeniu de fabricație (strunjire, frezare etc.) și conțin baze de date foarte documentate asupra regimurilor de așchiere, sculelor, dispozitivelor, mașinilor-unelte. Aceste sisteme necesită o formalizare științifică a cunoștințelor tehnologului, ceea ce constituie o dificultate majoră. Generarea procesului de prelucrare se face în etape succesive, la fiecare etapă făcându-se anumite alegeri. Posibilitățile de intervenție ale operatorului sunt reduse, deoarece revizuirea unei decizii poate destabiliza sistemul. Cele două moduri curente de descriere a cunoștințelor sunt arborii și tablele de decizie. Un arbore de decizie poate fi implementat într-un sistem CAPP fie direct, sub formă de limbaj informatic, fie sub formă de date. În cazul implementării sub forma de limbaj, arborele de decizie se traduce printr-o organigramă.

Sistemul LURPA-TOUR [1] ilustrează bine această metoda. El generează procesul de prelucrare al pieselor de revoluție pe strunguri cu comandă numerică, în producția de serie mică și mijlocie. Strategia de concepție a procesului cuprinde 6 etape:

Sisteme de fabricație - Îndrumător de laborator

Etapa 1 constă din generarea mai multor procese de prelucrare care sunt clasate pe criterii tehnologice, cele mai bune soluții fiind apoi analizate în etapele următoare.

Etapa 2 constă în selectarea mașinilor-unelte în funcție de capacitățile cerute prelucrărilor.

Etapa 3 realizează generarea de operații, determinând un proces de prelucrare detaliat care permite estimarea costurilor de producție și validarea fezabilității procesului.

Etapa 4 evaluează global procesele de prelucrare pe bază de criterii tehnologice (calitate, risc de producție), estimându-se costul total și selecționându-se procesul de prelucrare aplicabil.

Etapa 5 constă în determinarea toleranțelor de prelucrare și de control, pornind de la desenul de definiție al piesei și de la procesul de prelucrare.

Etapa 6 realizează generarea detaliată a operației, cu procesele elementare, fazele, sculele, parametrii regimului de așchiere, traiectoriile sculelor. Se stabilesc planurile de operație, fișele de reglaj și de control.

Arhitectura sistemului LURPA-TOUR este prezentată în figura 4.

Generarea procesului de prelucrare se efectuează cronologic, cuprinzând:

- analizarea geometriei piesei;
- descompunerea formei piesei în entități (exterioare, interioare, frontale etc.) cu ajutorul unui modul de recunoaștere a formei;
- căutarea unei succesiuni de faze de prelucrare pentru fiecare entitate, adică metoda și mijloacele de prelucrare, controlarea fezabilității (interferențe);
- ordonarea procesului de prelucrare, urmând ordinea impusă de către procesul cuprinzător (privilegiat), care respectă restricțiile de prelucrare (realizarea degroșărilor înainte de finisărilor, degroșarea exterioară înainte de prelucrarea interioară, realizarea degajărilor după finisarea conturului, minimizarea numărului de schimbări de scule etc.);
- inițializarea parametrilor de prelucrare ținând cont de materialul piesei și al sculei, procedeul economic etc.;
- calcularea traiectoriilor optime ale sculelor în vederea minimizării timpului de prelucrare.

Conceptul de generare ascendentă a procesului de prelucrare se

bazează pe noțiunea de entitate de prelucrat. Atunci când procesul de prelucrare se realizează în mai multe operații, entitățile de prelucrat vor fi identificate pe piesa finită, iar între operații piesa se va afla în diferite stări intermediare de prelucrare. Generarea ascendentă a procesului de prelucrare constă în stabilirea fazelor de prelucrare în ordine inversă efectuării lor, începând de la starea finită spre starea brută (fig. 6.3).

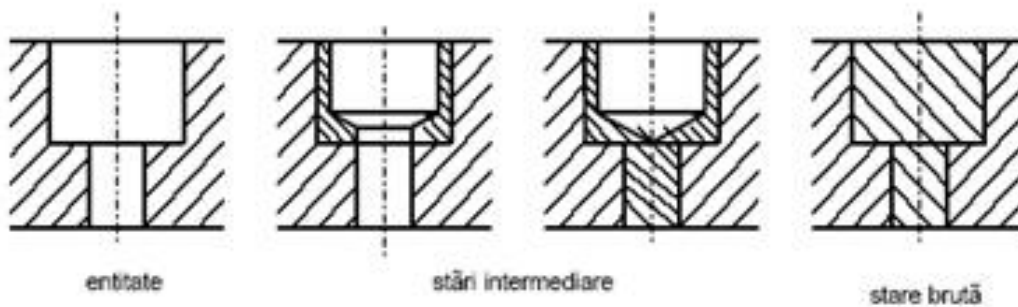


Figura 5. Generarea ascendentă

Realizarea unui sistem inteligent de generare a procesului de prelucrare

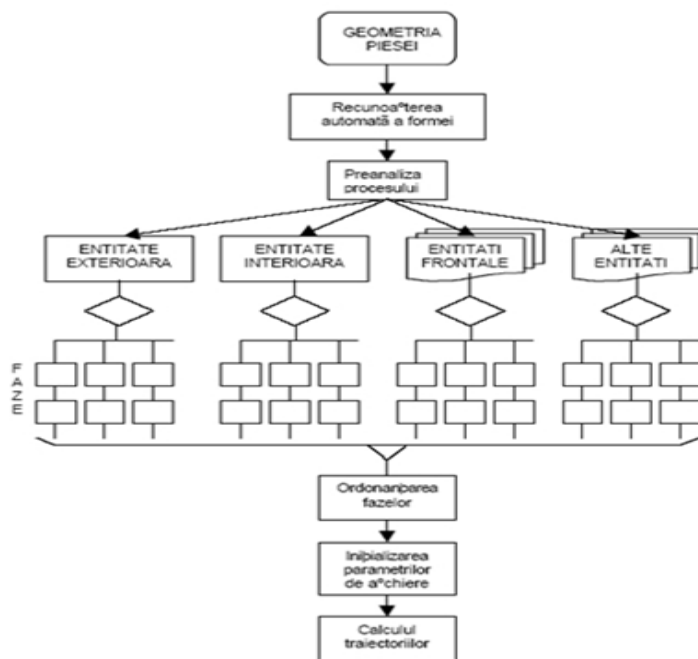


Figura 4. Arhitectura sistemului LURPA-TOUR

Fig. 6.3 Generarea ascendentă a procesului de prelucrare [1]

Această metodă necesită în prealabil identificarea tipului de raționament, apoi alegerea reprezentărilor pentru modelarea problemei și a cunoștințelor. Aceste reprezentări sunt tributare tipului de raționament folosit și metodei de rezolvare

care va exploata cunoștințele. Primele sisteme care folosesc inteligența artificială au fost create la începutul anilor '80, dezvoltările fiind făcute în limbajul LISP. Actualmente sunt folosite diferite medii de programare orientată obiect (CAD-X1 - Kadetech, CAS.CADE - Matra Datavision).

6.4. CONCLUZII

Oricare ar fi tehnica de generare a procesului de prelucrare se întâlnesc două etape:

- etapa de asociere proces elementar - entitate de prelucrare;
- etapa de planificare a fazelor în suboperații și ordonarea lor în cadrul fiecărei suboperații.

Trebuie reținut faptul că nici un sistem CAPP nu este încă disponibil pentru folosire industrială, fiind doar în curs de cercetare în diferite laboratoare universitare. Experiența dobândită este importantă pentru abordarea unei concepții integrate a produsului și a procesului său de prelucrare (Design for Manufacturing - DFM).

6.5 STUDIU DE CAZ: Hota pentru bucatarie

Abia în anii 1800, sobele metalice de gătit foloseau burlanele ca să evacueze aburii și fumul în afara casei. În ziua de azi, se fabrică cutii cu ventilatoare ce evacuează fumul și luminează aragazul. Indiferent de cât de bine gatești vaporii și fumul sunt inevitabili. Producția începe cu un utilaj controlat de calculator. Acesta taie o folie de otel galvanizat, ca să facă o parte din carcasa hotei. O presă de 300 t perforază folia și dă până la 50 de găuri pentru șuruburi, fire și evacuarea gazelor. Un alt panou pentru carcasă e băgat într-o presă de 25 t.

Presă îndoaie oțelul în două locuri. Aceasta componentă se folosește la fabricarea unui canal circular ce evacuează fumul și vaporii ce deseori conțin particule de grăsime.

Un utilaj cu 3 role formează canalul circular ce se pune peste suflantă ca să ghideze aerul prin teava de evacuare. Aici un sudor automat îmbina două colțuri de carcasă. Acest lucru se face pentru estetică. O sudură arată mai bine decât un șurub sau un bulon. O presă de 80 t îndoaie carcasă făcând una din cele 8 cute ce dau aspectul final al carcasei. Se înlătură stratul de plastic ce protejează oțelul în timpul

Sisteme de fabricație - Îndrumător de laborator

tăierii. Se aplica o etichetă cu numărul de fabricare. Apoi presa imprimă numele mărcii, al uneia din cele 12 mărci produse de aceasta fabrica. Aceasta e prima din cele 8 etape din procesul de fabricație. Se montează un transformator, ca să alimenteze motorul hotei și două becuri cu halogen. Aceasta placă cu circuite integrale reglează mai multe funcții ale hotei, cum ar fi cele trei intensități pentru becuri și cele 4 viteze ale motorului. Placa cu circuite e fixată de carcasa prin șuruburi.

Se montează motorul electric de 165 W. Motorul este fixat prin trei șuruburi, de niște bucle de cauciuc ce reduce din zgomot. Apoi se montează dulii din plastic ușor termorezistent. Se aplică siliconul pe carcasa suflantei pentru ca aceasta să fie ermetică. Apoi se montează roata suflantei. Luminile sunt testate. Se montează câte un buton pentru fiecare viteză a motorului. După ce se pune panoul ce închide carcasa hotei, se montează un inel de plastic ce ghidează aerul spre suflanta. Un sistem computerizat urmărește montajul hotei. Când lucrătorii termină o etapă, introduce datele în sistem.

Un scanner optic vede când se scot piese din unul dintre cele 25 de sertare, cum ar fi filtrele din plasa de aluminiu. Acest sistem de observație se numește Poka-yoke și e o metodă japoneză ce asigură o asamblare corectă. Sistemul urmărește fiecare unitate până când acesta e împachetată pentru transport. Ultima obligație a sistemului este să se asigure că fiecare cutie are foaia de garanție și manualul hotei.

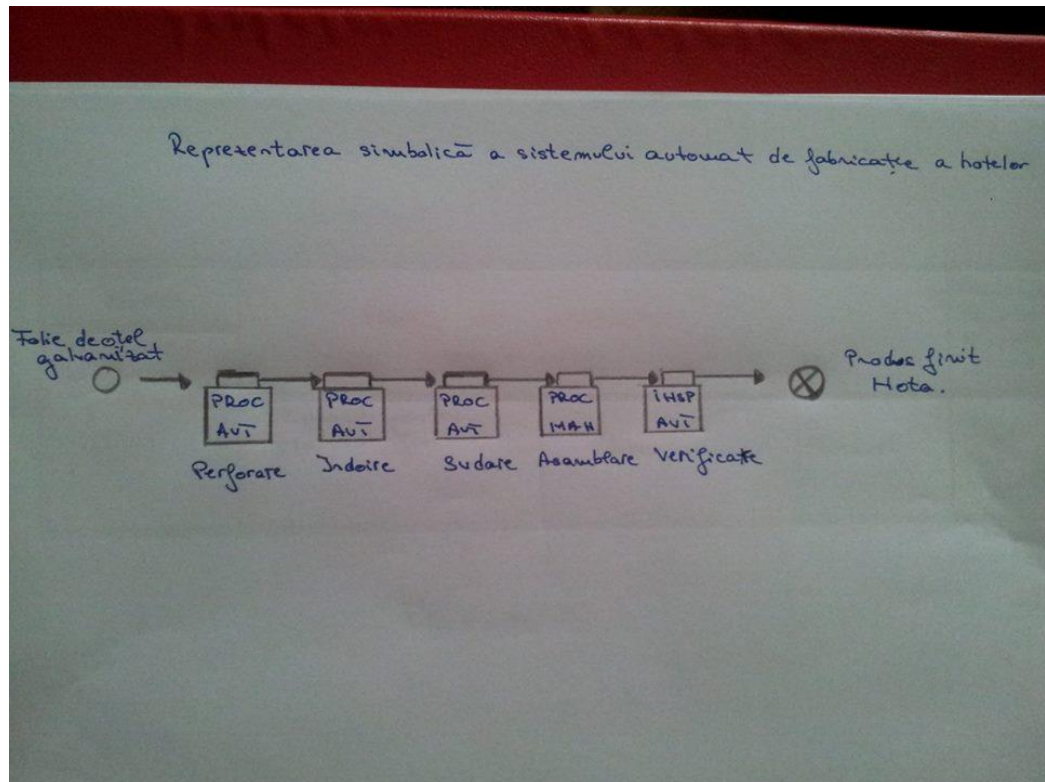


Fig. 6.4 Fluxul de fabricație

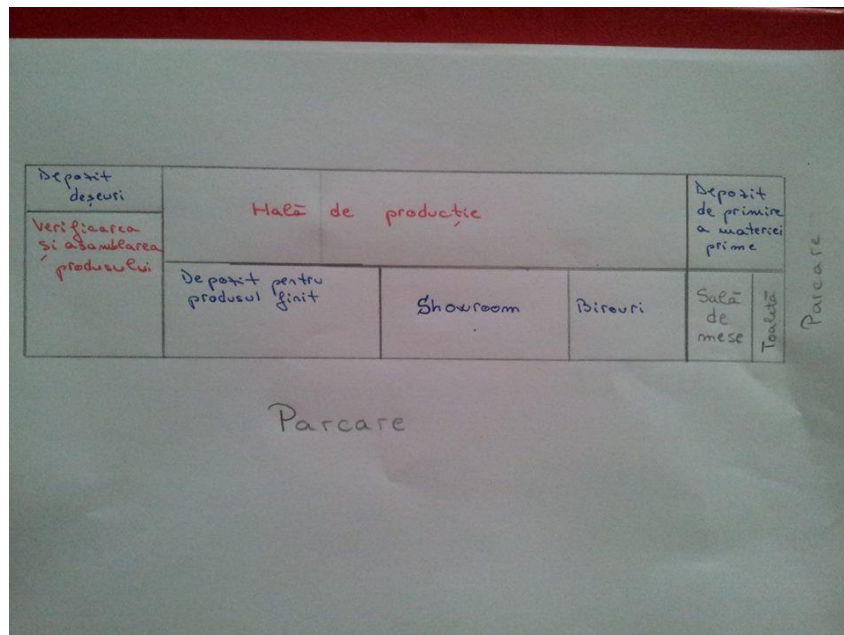


Fig. 6.5 Schema fabricii

LUCRAREA nr. 7 Metoda de producție Just In Time (Fix La Timp)

7.1 GENERALITĂȚI

Metoda de producție Just in Time (Fix la timp) este o inovație și trăsăturile de bază au fost elaborate și perfecționate de Toyota. Dar în producția FLT nu e nimic unicat japonez. Ea poate fi folosită oriunde. Producția FLT înseamnă producția și cumpărarea în cantități foarte mici doar pentru timpul de utilizare. Este un simplu mod de operațiuni care în mod direct micșorează inventarul și reduce necesitatea de depozitare și de terminale de computer pentru controlul inventarului, la fel ca și personalul implicat în acțiunile date. Absența stocărilor excesive creează o imperativă de executare a lucrului fără erori, deoarece nu există o rezervă de detalii extra pentru a putea continua producția atunci când încep să apară probleme. Cauzele erorilor sunt eliminate complet pentru a nu se repeta în viitor. Transformarea FLT începe cu eliminarea materialelor în stoc staționare în cadrul procesului de producție. Sunt procurate mai puține materiale, detaliile și produsele fiind făcute în cantități mici, seriile mari de producție micșorându-se. Rezultatul imediat este întreruperea lucrului. De fapt un șir de întreruperi. Producția stopează din cauză că procesele de aprovizionare se blochează sau sunt prea multe defecte, și nu există absolut nici o rezervă pentru continuarea lucrului. Aceasta duce la ridicarea alarmei pentru întreaga întreprindere, ca urmarea a căreia toți analiștii și inginerii sunt nevoiți să-și părăsească birourile și să încerce să relanseze producția. Când primul șir de probleme e soluționat, stocul de materiale și inventar e redus și mai tare, cauzând un nou șir de probleme. Fiecare șir de probleme și soluții la problemele date duce la sporirea productivității și calității. Cel mai mare obstacol pentru trecerea la modul de gândire FLT este același ca și pentru orice schimbare majoră în sistemul de management, adică reorientarea gândirii umane. Programele FLT au fost organizate la GE, cei 3 mari constructori de automobile, Goodyear, Rolm, și alte mari companii industriale.

Producția FLT nu este la fel numită în toate întreprinderile, spre exemplu IBM utilizează termenul producția în flux continuu, Hewlett-Packard utilizează termenii producție fără stocuri și sistemul de producție repetitiv, GE- management la vedere, Motorola producție în ciclu scurt, câteva firme Japoneze pur și simplu - Sistemul Toyota, alte companii încep să utilizeze termenul competiția bazată pe timp (CBT).

În perioada actuală o pondere foarte mare în succesul unei întreprinderi este desigur reacția ei la cerințele consumatorilor și furnizarea bunurilor și serviciilor într-un timp minim. Majoritatea marilor firme ca GE, HP, Motorola, Gruman, Honda, Toyota, Sony și Canon utilizează FLT ca un instrument de sporire a reacției de răspuns de pe piață. În producția FLT reducerea drastică a timpului scurs de la comandă până la ciclul de livrare a schimbat obiectivul de utilizare la capacitatea de 100% din producția tradițională.

2. PREMISE PENTRU PRODUCȚIA FLT

Ideea generală a FLT e destul de simplă

- reducerea drastică a stocurilor neutilizate pe întreg procesul de producție. În așa mod produsele trec de la furnizor la producător și apoi la client cu mici sau fără întârzieri după însăși timpul utilizat în producție. Obiectivul general a producției FLT este reducerea timpurilor de racordare în procesul producției, acesta fiind obținut prin reducerea drastică a stocurilor staționare. Drept rezultat obținem un flux neîntrerupt de lotul mici de produse pe parcursul întregului proces de producție. Cele mai eficiente aplicări ale FLT au fost în producția recurentă (repetitivă), operații în care grupuri de produse standarde sunt produse cu mari viteze și în mari volume, cu materiale ce se mișcă într-un flux continuu. Uzinele de automobile Toyota, unde a și luat naștere noțiunea de FLT, sunt probabil și cele mai bune exemple de utilizare a FLT în producția recurentă. În aceste uzine, fluxul continuu de produse face ca planificarea și controlul să fie foarte simple, și FLT în situațiile când sunt prezente mai multe ateliere. Utilizarea cu succes a FLT este foarte rar întâlnită în atelierele mari și complexe unde planificarea și controlul producției este extrem de complicată.

FLT nu poate fi implementat imediat în producție. Pentru aceasta e necesar de a efectua un șir de schimbări:

1. Stabilizarea orarelor de producție
2. Concentrarea uzinelor
3. Mărirea capacității de producție a centrelor producătoare
4. Îmbunătățirea calității produselor
5. Antrenarea muncitorilor în așa mod încât ei să posede mai multe deprinderi și să fie competenți în diferite tipuri de lucrări.
6. Reducerea defectiunilor echipamentului prin profilaxie preventivă.

Elemente ale producției FLT

Sisteme de fabricație - Îndrumător de laborator

Eliminarea pierderilor

Eliminarea pierderilor (inutile) de tot felul este ideologia ce stă la baza FLT. Shigeo Shingo, o autoritate FLT la Toyota a identificat șapte pierderi în producție ce trebuie reduse:

1. Supraproducția -trebuie de făcut doar strict necesarul curent
2. Așteptarea - coordonarea fluxurilor între operații și balansarea dezechilibrelor de încărcare cu muncitorii și echipamentul flexibil
3. Transportul- designul încăperii de producție pentru a elimina excedentul de transportare.
4. Producția inutilă - eliminarea tuturor etapelor de producție inutile
5. Stocurile Staționare. eliminarea prin mărirea ratelor de producție și coordonarea mai bună a ratelor de producției între centrele de lucru.
6. Rebuturile - eliminarea rebuturilor și inspecția. Crearea produselor perfecte.

Rezolvarea obligatorie a problemelor și perfecționarea continuă

FLT este într-adevăr un sistem de rezolvare obligatorie, impusă a problemelor. În FLT există puțini factori de securitate. Se așteaptă ca fiecare material să corespundă standardelor calității, iar fiecare detaliu să ajungă fix la timpul promis și la locul prestabilit, fiecare muncitor trebuie să lucreze productiv, și fiecare mașină trebuie să lucreze conform planului, fără defecțiuni. Managerii din producția FLT au însă din ce să aleagă. Ei investesc o enormă cantitate de energie în găsirea și soluționarea cauzelor problemelor de producției, sau ei pot să admită un nivel intolerabil de întreruperi în producție. Una din interpretări ale implementării unui program FLT e de a reduce stocurile staționare în mod crescător dar cu pași mici (în rate reduse). La fiecare pas, sunt descoperite diferite probleme de producției, și atât muncitorii cât și managerii lor lucrează împreună pentru eliminarea problemelor. În cazul acesta aproape nu rămâne aproape nici o cantitate de stocuri staționare, fiind eliminate cauzele majorității problemelor.

Dar eliminarea problemelor nu se sfârșește aici. Vigilența în continuarea studierii ariilor potențial generatoare de probleme e necesară asigurarea unei perfecționări în continuu. Producătorii Japonezi practică de mult timp ceea ce ei numesc kaizen, scopul perfecționării continue în toate fazele de producere. Managerii pot încuraja muncitorii să reducă stocurile staționare cu un pas mai departe pentru a vedea

dacă mai apar probleme de producției, în așa mod identificând o țintă ce trebuie constant eliminată. Instalările de mașini pot fi studiate în așa mod încât inițierea pentru lucru e practic instantanee. Producătorii Japonezi utilizează de mult timp termenul inițiere în mai puțin de un minut. Perfecționarea continuă e o parte principală în filosofia FLT și e un motiv cheie pentru succesul acestui mod de producție.

Oamenii fac ca FLT să funcționeze

Firmele în cea mai mare parte realizează un succes sau pierderi din cauza oamenilor săi. FLT nu reprezintă o excepție din regulă dată. Deoarece FLT e un sistem de soluționare impusă a problemelor, disponibilitatea forței de muncă dedicată, cu angajamentul de a lucra împreună pentru rezolvarea problemelor de producție e esențială. De aceea producția FLT are un puternic element de antrenare și implicare a muncitorilor în toate fazele producției.

În primul rând în organizație trebuie organizată o cultură a încrederii reciproce și a muncii în echipă. Managerii și muncitorii trebuie să se privească drept co-lucrători dedicați succesului companiei. Echipele de lucru sunt încurajate să se întrunească și să caute soluții de lungă durată pentru problemele ce cauzează diferite probleme de producție. Muncitorii de asemenea sunt încurajați să propună căi de realizare mai eficiente a scopurilor existente (începând cu sugestii minore și terminând cu probleme strategice). De rând cu o cultură organizațională deschisă și încrezătoare trebuie dezvoltată și atitudinea de loialitate către echipă și disciplina personală. Din cauza faptului că muncitorii sunt dedicați succesului companiei, atenția e îndreptată mai mult echipei de lucru decât muncitorului individual. Muncitorilor nu li se permite să încerce metode de realizarea a lucrului lor conform oricăror standarde alese de ei ci metode și standarde acceptate de echipă în întregime.

Un alt factor crucial succesului FLT este împuternicirea muncitorilor. Aceasta problemelor de producție. Aceasta este o soluție mai bună decât necesitatea de îndrumări de la conducătorii ierarhici. Muncitorii au autoritatea să stopeze producție oricând doresc din motive de calitate, defecțiuni de utilaje sau motive de securitate. Grupurile de muncitor sunt încurajați să lucreze împreună pentru a relansa producția din nou. Odată ce muncitorii au identificate problemele, ei sunt încurajați să se întrunească în timpul pauzelor, înainte sau după serviciu pentru a discuta probleme încercând să găsească soluții pentru cauzele problemelor. Disponibilitatea muncitorilor activi implicați în rezolvarea problemelor este obiectivul împuternicirii

muncitorilor.

Managementul Calității Totale (MCT)

Producția FLT depinde de un sistem de management al calității totale (MCT). Un FLT de succes evoluează paralel cu o cultură de MCT la nivelul de întregii organizații. Fiecare muncitor și manager trebuie să fie la fel de implicat în MCT ca și în FLT. Devotamentul total de producție a produselor de calitate perfectă și devotamentul total producerii producției pentru livrarea rapidă la clienți au un lucru în comun: ambele concepte sunt concentrate asupra scopului general al clienților satisfăcuți.

Prelucrarea Paralelă

O parte importantă a producției FLT este exploatarea prelucrării paralele oricând aceasta este posibilă. Orice operație executată în serii (una după altă) ce poate fi executată în paralel (simultan) poate micșora considerabil timpul efectiv de producție. Acest concept este similar proiectării simultane. Multe operații pot fi efectuate în paralel, puri și simplu prin planificare, în cazurile în care producția e planificată să se realizeze în același timp pentru mai multe operații. În alte cazuri, pentru atingerea prelucrării paralele e necesar o re proiectare a proceselor de producere. Dar costurile suplimentare pot de obicei să fie mai mari decât pierderile neesențiale în timpul efectiv de producție.

Controlul de Producției Kanban

La baza producției FLT la uzinele Toyota este Kanban-ul un sistem de planificare și control al producției foarte simplu. Kanban înseamnă cartelă sau marcă. Există două tipuri de cartele Kanban: cartele de transport (C-Kanban) și cartela de producție (P-Kanban). În general aceste cartele înlocuiesc multe din formularele de control ale producției în cadrul uzinei sau fabricii. Este important de menționat că în cazul orarelor fixe și stabile de producție, deciziile prioritare (care comenzi sunt emise în fiecare zi, când sunt emise, și secvența comenzilor) sunt rutine, în așa fel planificarea și controlul la nivel de atelier este redusă la planificarea și controlul mișcării comenzilor dintre centrele de lucru.

Procurarea FLT

În procurarea FLT, furnizorii utilizează principiul de înlocuire a Kanban-ului, prin folosirea containerelor mici de mărimi standard și efectuează mai multe livrări zilnic fiecărui client. Dacă Kanban e utilizat de către furnizori, cartelele Kanban autorizează mișcarea containerelor de detalii dintre atelierul (magazinul) furnizorului și client. De

aceea FLT reduce nu numai stocurile staționare din cadrul procesului de producție, dar și stocurile de materii prime care de asemenea sunt reduse, utilizând aceleași principii furnizorilor.

Elementele esențiale ale procurării FLT sunt:

1. Dezvoltarea furnizorului și relațiile furnizorului trec printr-un șir de schimbări fundamentale. Natura relației dintre client și furnizor se schimbă de la adversară la cooperativă. Japonezii numesc relația aceasta rețele-subcontractor și se referă la furnizori ca co-producători. Informația senzitivă, asistență în reducerea costurilor și îmbunătățirea calității, și chiar finanțarea deseori sunt împărtășite de clienți și furnizori.
2. Departamentele de procurare dezvoltă relații de lungă durată cu furnizorii. Rezultatele se materializează în contracte de lungă durată cu puțini furnizori. Businessul recurent este răsplătit de furnizori prin oferirea unor condiții mai avantajoase de procurare.
3. Cu toate că prețul este important, orarele de livrare, calitatea produsului și încrederea și cooperarea reciprocă devine baza primară pentru selectarea furnizorului.
4. Furnizorii sunt încurajați să extindă metodele FLT și asupra propriilor furnizori
5. Furnizorii sunt de obicei amplasați lângă fabrica firmei cumpărătoare, sau la o distanță moderată, ceea ce permite reducerea timpului efectiv de producție.
6. Cantitățile de marfă sunt livrate direct la linia de producție a clientului. Deoarece furnizorii sunt încurajați să producă și furnizeze detalii la o rată stabilă ce corespunde ratei de utilizare a firmei cumpărătoare, se accentuează tendința de preferare a echipamentului de tracțiune propriu al companiei.
7. Detaliile sunt livrate în containere mici de mărimi standard, în cantități exacte, cu un minim de documente.
8. Materialul furnizat este de calitate aproape perfectă. Din cauză că furnizorii au relații de lungă durată cu firmele cumpărătoare și deoarece detaliile sunt livrate în cantități mici, calitatea materialelor procurate tinde să crească.

4. Lucrând Spre o Reducere a Stocurilor

Sistemele FLT cheltuie mari cantități de bani pentru a reduce timpurile de inițiere pentru a reduce consecințele negative ale loturilor de dimensiuni mici. Inginerii studiază inițierile, dispozitivele automate sunt atașate mașinilor, muncitorii sunt antrenați în metode de lucru mai eficiente, și ca rezultat timpul de inițiere devine foarte

scurt. În unele cazuri controalele computerizate pot efectua noile reconfigurări ale utilajului de producție instantaneu, cu rezultatul că timpurile de inițiere dintre diferite părți se apropie de zero.

Mărimile loturilor de producției pot fi stabilite la un nivel foarte scăzut și timpurile de inițiere rezultante pot fi utilizate pentru diferite scopuri ca reducerea la zero a timpurilor de inițiere. În așa mod costurile de inițiere radical reduse în FLT duc la o reducere în nivelurile stocărilor, iar fabrica devine un sistem de producție repetitiv (recurent)

Lucrând spre o Producție Repetitivă

Acest tip de producție este producția unităților discrete, planificată și executată sub formă de orar, de obicei la viteze și volume mari. Materialul tinde să se miște într-un flux continuu în timpul producției, dar diferite obiecte pot fi produse în secvență în cadrul fluxului dat. Aceasta producție e orientată asupra produsului fabricat în cantități de mărimi standard, iar în sistemele de producție date produsele se mișcă în continuu de-a lungul unei rute directe până când sunt finisate.

Unele companii au lucrat mult pentru a face ca fabricile sale să lucreze după principiul producției repetitive. Printre lucrurile care pot fi efectuate pentru ca o fabrică să fie mai repetitivă în producția sa se poate:

1. reduce timpurile de inițiere, și mărimile loturilor de producție;
2. schimba amplasarea fabricii în așa mod, încât să poată mari fluxul produselor;
3. schimba structura mașinilor bazate pe principiul de concentrare asupra procesului;
4. instala sisteme de producție flexibile. Aceste grupuri de mașini pot acomoda varietatea producției fără necesitatea schimbării utilajelor de către muncitori
5. standardiza proiectarea detaliilor pentru a reduce numărul detaliilor și numărul modificărilor
6. antrenarea muncitorilor pentru executarea mai multor funcții. Acești muncitori flexibili se pot mișca de la un centru de lucru la altul conform necesităților de balansarea a cantității de lucru a fabricii
7. instalarea programelor preventive efective, pentru ca produsele defectate să nu poată întrerupe procesul de producție.
8. dezvoltarea unei rețele-subcontractor efective pentru ca fluxul de material într-o fabrică să fie corelat cu orarele de producție din cadrul fabricii, pentru a

asigura o producție neîntreruptă.

Chiar dacă o firmă nu poate schimba toate operațiile sale în producția repetitivă, unele secții ale sistemului pot fi repetitive. Cu schimbările menționate mai sus, mult mai multe fabrici care nu sunt producători repetitivi puri, pot implementa sisteme de producție FLT și se pot bucura de același rezultat benefic.

Beneficiile Managementului FLT

1. Nivelurile stocurilor sunt reduse drastic.
2. Timpul efectiv ca produsele să treacă prin fabrică e redus maximal, în așa mod permițând fabricii să se antreneze în competiția bazată pe timp, utilizând viteza ca instrument principal de acaparare a pieței.
3. Calitatea produsului e îmbunătățită, iar costul deșeurilor e redus. Calitatea produselor se îmbunătățește din cauza implicării muncitorilor în soluționarea cauzelor problemelor de producție; și din cauză ca în loturi mici părțile defectate sunt mai rapid descoperite.
4. Cu mai puține stocări de produse în cadrul procesului de producției, sunt evitate cheltuielile de depozitare și transportare a produselor. Muncitorii sunt mai apropiați unii de alții așa încât ei se pot vedea, comunica mai ușor, soluționa probleme mai eficient, învăța lucrurile altora, și chiar schimba posturile în caz de necesitate. Aceasta promovează lucrul în echipă și flexibilitatea în procesul de producție.
5. Deoarece accentul în producție este pus pe găsirea și corectarea cauzelor problemelor de producție, operațiile de producție sunt executate fără probleme.

Cu toate ca producătorii FLT au atins utilizarea maximă a muncitorilor și utilajelor în lipsa stocărilor excesive, ei sunt nevoiți să plătească un alt preț pentru avantajele sale, în primul rând investind enorm în studii de proiectare și modificări de echipamente pentru a atinge timpuri de inițializare drastic reduse, stabilind programe de pregătire a muncitorilor să fie flexibili la locul de muncă, plătind sume enorme pentru utilaje de producție hi-tech (complet automatizate) și dezvoltând diferite strategii de afaceri cu linii de produse mai înguste ce permit orare de producție la un nivel stabil.

BIBLIOGRAFIE

1. M.V.Gandhi and B S Thompson: Automated design of modular fixtures for flexible manufacturing systems. *Journal of Manufacturing Systems*, 5,(4), 243-252.
2. Management Coaching and Training Services, (2006). The Just-In-Time (JIT) Approach. Retrieved June 19, 2006 from the World Wide Web: [2]
3. Marvin Mandelbaum, 'Flexibility in Decision Making: an Exploration and Unification', PhD dissertation, Department of Industrial Engineering, University of Toronto, Ontario, Canada (1978).
4. Mikell P. Groover, *Automation, Production Systems, and Computer-Aided Manufacturing* (Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1980).
5. NEIBEL, B.V., DRAPER A.B. și WISK, R.A. (1989) *Procesul modern de fabricație* (New-york: McGraw-Hill).
6. NISHIZAWA, O. (1977) *Costurile distribuției fizice (în japoneză)* (Tokyo: Chuo-keizai-sha), Cap. 7.
7. Ohno, Taiichi (1988), *Just-In-Time for Today and Tomorrow*, Productivity Press, ISBN 0-915299-20-8
8. Ohno, Taiichi (1988), *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*, Productivity Press, ISBN 0-915299-14-3
9. Practices" (<http://www.tonypolito.com/wrijit5.pdf>) - Published academic paper discusses weakness of JIT Philosophy and names five major areas of concern—customer-driven & economic conditions, logistics, organizational culture & conditions, intractable accounting & finance practices, and small supplier difficulties.
10. Strengths & Weaknesses of Just in Time (<http://www.academicmind.com/scholarlypapers/business/operationsmanagement/2005-04>)
11. SULE, D.R. (1988) *Facilități de Producție* (Boston, MA: PWS-KENT Publishing), p. 189
12. Wadell, William, and Bodek, Norman (2005), *The Rebirth of American Industry*, PCS Press, ISBN 0-9712436-3-8
13. Waguespack, Kevin, and Cantor, Bryan (1996), "Oil inventories should be based on margins, supply reliability", *Oil & Gas Journal*, Vol 94, Number 28, 8 July 1996.
14. Womack, James P. and Jones, Daniel T. (2003), *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Revised and Updated*, HarperBusiness, ISBN 0-7432-4927-5.
15. Womack, James P., Jones, Daniel T., and Roos, Daniel (1991), *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production*, HarperBusiness, 2003, ISBN 0-06-097417-6.
16. "Just in Time drives on" (http://www.themanufacturer.com/us/detail.html?contents_id=3112) -The Manufacturer Magazine US - An article discussing the continued impact of Just in Time in the automotive sector
"Just in Time Under Fire: The Five Major Constraints Upon JIT"