

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2010 01151

(22) Data de depozit: 22.11.2010

(41) Data publicării cererii:
28.10.2011 BOPI nr. 10/2011

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE
TURBOMOTOARE - COMOTI,
BD.IULIU MANIU NR.220D, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:

• IONESCU MIRCEA DAN,
BD.MIHAI BRAVU NR.10, BL.P22, SC.A,
ET.4, AP.10, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B,
RO;
• SILIVESTRU VALENTIN,
STR. DORNEASCĂ NR.16, BL.P58, SC.2,
ET.3, AP.39, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B,
RO;
• LUCA CARMEN, CALEA MOȘILOR
NR.292, BL.38, SC.B, ET.4, AP.40,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO

(54) SISTEM INTEGRAT DE PROGRAMARE ȘI MANAGEMENT ALE PROCESELOR COMPLEXE DE PRODUCȚIE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem integrat de programare și management ale proceselor de producție a pieselor și ansamblurilor complexe, de mare risc. Sistemul conform invenției este constituit dintr-un modul de programare a proceselor de proiectare a suprafețelor paletate complexe, dintr-un modul pentru programarea producției pe baza alegerii sistemului de fabricație și metodelor adecvate de programare, utilizând modele matematice și modele de optimizare a proceselor de așchiere cu viteze mari în raport cu cinematica și dinamica mașinilor unelte, dintr-un modul de urmărire a producției pe fluxul tehnologic actualizat on-line, datorită informațiilor achiziționate de la cititoare montate la punctele de lucru, din niște module de vizionare a graficelor de programare și urmărire a producției, precum și din niște module de emiterie a documentelor care atestă conformitatea execuției.

Revendicări: 11
Figuri: 13

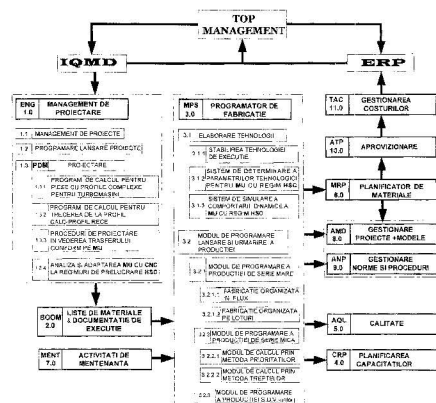


Fig. 2

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



SISTEM INTEGRAT DE PROGRAMARE ȘI MANAGEMENT A PROCESELOR COMPLEXE DE PRODUCȚIE

Invenția se referă la un sistem integrat de programare și management a proceselor de producție a pieselor și ansamblurilor complexe, de mare risc.

Se cunoaște un sistem de control pe fluxul de producție a (US 6,308,112 B1) destinat semiconductoarelor care abordează numai problema informării stării produselor pe linia de fabricație.

Se cunoaște o metodă (US 7103871B1) care managerizează modificările apărute în fluxul de documente elaborate în diverse module dintr-un sistem PLM. (Product lifecycle management)

Se cunoaște o metodă (GB 2 379 755 A) care managerizează distribuția materialelor de-a lungul unui sistem PLM.

Se cunoaște un sistem integrat (US 6,138,104 A) care gestionează o pluralitate de utilizatori evidențiind datele de pornire, de finalizare sau abaterile de la termenele contractuale, pe clienți și produse.

Se cunoaște o metodă (EP1 411 403A1) care îmbunătățește procesul de control al fabricației de-a lungul fluxului stabilind o relaționare între dimensiunile nominale și cele pe care le realizează mașina uneltă cu un feed back de corectare a reglării mașinii unelte.

Se cunoaște o metodă (US 7,152,224 B1) care managerizează relațiile între componentele unui sistem PLM stabilind condițiile de relaționare între componente și evidențiind modificările de stare a parametrilor.

Se cunoaște un sistem care managerizează producția, (US 2002/0032495 A1) pe baza unui modul de achiziții de date stabilește condițiile de stare a aparatelor montate pe standuri de probă sau în fluxuri tehnologice.

Se cunoaște un sistem și o metodă (US 2003/0135399 A1) care managerizează proiectele stabilind priorități, factori de risc, mărimea echipei de lucru, responsabilități și evidențiind termenele de începere, finalizare și devierile de la programare.

Se cunoaște o metodă (US 2006/0173726 A1) care gestionează un sistem PLM (Product lifecycle management) evidențiind activitățile, cheltuielile, resursele, vânzările programate prin grafice tip Gant fără a face programare automată de activități sau alte tipuri de relaționări.

Se cunoaște o metodă pentru managerizarea a proiectelor (US 2007/0288283 A1) care utilizează grafice tip Gant pentru descrierea stării diverselor activități programate manual pe baza datelor de intrare/ieșire cuposibilitatea evidențierii parametrilor de tipul: costuri, încărcare resurse umane sau materiale, responsabilități.

Se cunoaște un soft de integrare (US 2008/0216056 A1) a componentelor unui sistem PLM care gestionează datele și modificările intrate în sistem, cu evidențierea responsabilităților.

Se cunoaște o metodă care managerizează sisteme PLM (US 2008/0270205 A1) cu module integrate de tipul: monitorizare financiară, strategii de piață, atribuire de responsabilități, gestionare de produse, relaționări între proiecte.

<p>OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI Cerere de brevet de invenție Nr. <u>a 2010 01151</u> Data depozit <u>...2.2.11-2010...</u></p>
--

1

DIRECTOR CERCETARE-DEZVOLTARE
dr.ing.

Romulus PETCU



Se cunoaște o metodă și un soft de managerizare a sistemelor ingineresti integrate și de management a proiectelor (WO 2005/096189 A1) care gestionează activități definite în fluxuri tehnologice sau în orice activitate de management a proiectelor, stabilind desfășurătoare ale activităților cu evidențierea datelor de începere, finalizare, resurse, reponsabilități.

Se cunoaște o metodă de management a documentelor de conformitate a produselor (US 2008/0282228A1) în sistemele PLM oferind formulare și tipizate pentru rapoarte de conformitate pentru o multitudine de aplicații.

Dezavantajele acestor tipuri de sisteme și a softurilor aferente sunt:

a) Sistemele nu conțin module specializate pentru integrarea activității de proiectare în corelare cu procesele tehnologice de fabricație și prin urmare sunt necesare activități suplimentare pentru realizarea compatibilității între suprafețele proiectate, precizia dimensională și de poziție a acestora în raport cu regimurile intensive de prelucrare HSC și caracteristicile cinematice și dinamice ale mașinilor unelte CNC utilizate.

b) Sistemele nu conțin module specializate pentru transferul automat al parametrilor suprafețelor reperelor paletate complexe de la starea teoretică necesară în funcționare „caldă” la starea necesară în prelucrare, starea „rece”.

c) Sistemele nu conțin module specializate pentru calculul parametrilor regimurilor de prelucrare intensivă prin așchiere HSC și nici module de simulare a comportării mașinilor unelte în regim dinamic la utilizarea regimurilor HSC, în corelare cu parametrii nominali dimensionali și de poziție a suprafețelor reperelor.

d) Sistemele nu conțin module specializate pentru programarea automată a producției, utilizând o programare manuală, pe baza gradului de încărcare a mașinilor unelte, fapt ce consumă un volum mare de manoperă, metodă care nu conferă posibilitatea de a ține cont de o multitudine de factori de organizare a producției, în funcție de volumul comenzilor și al trasabilității reperelor cu risc în exploatare.

e) Sistemele nu conțin module specializate pentru reșezarea automată a fluxurilor de producție în cazul schimbării priorităților comenzilor sau reperelor.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în aceea că utilizează un sistem computerizat de managerizare integrat a proceselor proiectare, manufacturare și control și gestionare a costurilor reperelor cu mare risc în exploatare având la bază un modul de programare a proceselor de proiectare a suprafețelor paletate complexe, un modul pentru programarea producției pe baza alegerii sistemului de fabricație și metodelor adecvate de programare utilizând modele matematice și modele de optimizare a proceselor de așchiere cu viteze mari (HSC) în raport cu cinematica și dinamica mașinilor unelte, un modul de urmărire a producției pe fluxul tehnologic actualizat on-line datorită informațiilor achiziționate de la cititoare montate la punctele de lucru, module de vizionare a graficelor de programare și urmărire a producției precum și module de emiterie a documentelor care atestă trasabilitatea reperului și conformitatea execuției.

Sistemul integrat de programare și management a proceselor complexe de producție, conform invenției înlătură dezavantajele de mai sus, prin aceea că programarea producției se realizează utilizând modele matematice de optimizare a proceselor de proiectare, manufacturare și control a pieselor iar softul de managerizare a procesului integrat permite vizualizarea grafică on-

2

DIRECTOR CERCETARE-DEZVOLTARE
dr.ing.

Romulus PETCU



line a stadiului de îndeplinire a activităților și emite documentele prevăzute în procesul tehnologic, specific executării pieselor cu risc în exploatare.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- funcționează în regim integrat a modulelor de proiectare, fabricație, calitate, gestionare a costurilor, gestionare și arhivare documente;
- funcționează integrat cu o bază de date care gestionează resursele umane ale firmei funcționând ca un sistem PLM;
- modulul de proiectare are un soft care face pentru suprafețele pieselor complexe paletate, trecerea de la profilul "cald" la profilul „rece” și simulează procesul de aşchiere cu regimuri intensive HSC;
- modulul de elaborare tehnologii are un soft care determină pe baza datelor experimentale efectuate pe materiale specifice pieselor complexe din componența turbomașinilor parametrii regimului intensiv de aşchiere HSC;
- modulul de elaborare tehnologii are un soft care simulează comportarea în regim dinamic a mașinilor unelte CNC care utilizează regim intensiv de aşchiere HSC și care lucrează în ciclu iterativ cu softul care determină regimul de aşchiere;
- modulul de elaborare tehnologii are un soft interfață cu sistemul de achiziție de date de la mașina unealtă CNC pe care este montat un dispozitiv de măsură fără contact direct cu piesa, datele achiziționate fiind comparate cu cele nominale, evidențiate devierile de la cote și abateri fără a deregla piesa de pe mașină prin efectuarea măsurătorilor pe o mașină de control specială;
- modulul de programare-urmărire a producției are un soft care programează producția de serie mare organizată în flux utilizând pentru rezolvarea digrafului de flux metode de minimizare a duratei ciclului de fabricație și metode euristice sau metode tip drum minim de echilibrare a lungimii între vârfurile a unui graf;
- modulul de programare-urmărire a producției are un soft care programează producția de serie mare organizată pe loturi utilizând pentru rezolvarea digrafului de flux metode de minimizare a duratei de aşteptare la mașinile unelte;
- modulul de programare-urmărire a producției are un soft care programează producția de serie mică sau individuală organizată pe comenzi utilizând metoda priorităților;
- modulul de programare-urmărire a producției are un formular special de introducere a datelor necesare programării producției, aplicat pe cele trei tipuri de organizare: în flux, pe loturi, pe priorități;
- modulul de programare-urmărire a producției are ferestre de vizualizare a graficelor de programare a producției, a gradului de încărcare a mașinilor unelte, a resurselor materiale și a cheltuielilor efectuate;
- Top Managementul firmei poate coordona activitățile de cercetare, proiectare, fabricație, asigurarea calității, administrație utilizând o singură fereastră, în care poate vizualiza modele 3D ale produselor sau reperelor, date economice , grafice de urmărire a producție actualitate prin modulul de urmărire a producției sau rapoarte, centralizatoare.
- fiecare modul din componența sistemului integrat are posibilitatea să furnizeze tabele centralizatoare, rapoarte customizate pentru fiecare firmă.

3

DIRECTOR CERCETARE-DEZVOLTARE
dr.ing.

Romulus PETCU



Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură și cu figurile 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 care reprezintă:

figura 1 - componentele *IQMD-System* ;

figura 2 - relaționarea modulelor *IQMD-System*;

figura 3 - fereastra modulului de fabricație;

figura 4 - flow-chartul modulului de elaborare a tehnologiilor;

figura 5 - formularul de introducere a datelor necesare fișei de urmărire;

figura 6 - flow-chartul modulului de programare a producției;

figura 7 - fereastra modulului de programare;

figura 8 - fereastra modulului: Organizarea în flux;

figura 9 - fereastra modulului: Organizarea pe loturi;

figura 10 - fereastra de vizualizare a modulului: Organizarea pe loturi;

figura 11 - fereastra modulului: Organizarea pe priorități;

figura 12 - fereastra de vizualizare a modulului: Organizarea pe priorități;

figura 13 - fereastra de vizualizare a sistemului integrat *IQMD-System*.

Sistemul integrat de programare și management a proceselor complexe de producție conform invenției, are acronimul *IQMD-System*.

IQMD-System este un sistem computerizat de managerizare integrat a proceselor proiectare, manufacturare și control a pieselor complexe cu mare risc în exploatare de avînd la bază un modul de programare a proceselor de producție pe baza alegerii sistemului și metodelor de programare a producției adecvate, utilizînd modele matematice și modele de optimizare a proceselor de așchiere cu viteze mari (HSC), optimizate în raport cu cinematica și dinamica mașinilor unelte.

IQMD-System este o bază de date care pe baza unei arhitecturi de componente OLE DB oferă acces la rețea și Internet pentru multe tipuri de surse de date și care conține date sau obiecte de date, cum ar fi tabele, vederi, diagrame de baze de date, proceduri stocate sau funcții definite de utilizator.

În cadrul unui sistem computerizat PLM (Product Lifecycle Management) care coordonează o întreprindere de producție sau a un institut de cercetare și cu activități de microproducție, locul ocupat de *IQMD-System* este în relaționare cu sistemul de gestionare a bazei de date referitoare la evidența contabilă, resursele umane și materiale ERP (Fig.1), totul sub coordonarea Top Manager.

Componentele *IQMD-System* sunt enunțate în Fig.1 iar relaționarea între modulele sistemului sunt descrise în Fig. 2. Modulul 1.0 ENG execută managementul de proiecte prin modulele adiționale : Managementul de proiecte 1.1, Programare lansare proiecte 1.2 și modulul Proiectare 1.3-PDM.

Modulul 1.3.1 Program de calcul pentru piese cu profile complexe pentru turbomașini, este un soft care definește profilul teoretic de curgere în piesele paletate cu forme complexe din componența turbomașinilor și simularea acestora pe programe CFX.

Modulul 1.3.2 Program de calcul pentru trecerea de la profilul cald la rece, este un soft care face automat transferul suprafețele pieselor paletate de la profilul teoretic „Profil cald” la profilul pe care trebuie, să-l prelucreze mașinile unelte, “Profil rece”.

4

DIRECTOR CERCETARE DEZVOLTARE
dr.ing.

Romulus PETCU



Modulul 1.3.3 Proceduri de proiectare în vederea transferului conform pe MU, este un soft “assistant” care permite proiectantului de documentație tehnică să urmeze procedee standard în elaborarea modelelor 3D ale pieselor complexe ce se prelucreează pe mașini CNC în vederea transferului conform a coordonatelor suprafețelor de la model la mașina unealtă.

Modulul 1.3.4, Analiza și adaptarea MU cu CNC la regimuri de prelucrare HSC, este un soft interactiv cu modulul 3.1.2 și 3.1.3 care permite analiza posibilităților tehnice de execuție a suprafețelor pieselor paletate complexe elaborate de proiectant și stabilirea parametrilor regimurilor de prelucrare prin așchiere a acestora pentru încadrarea în clasele de precizie solicitate de proiect.

Modulul 1.0-ENG relaționează cu modulul 2.0-BOOM care constă în emiterea documentațiilor de execuție a pieselor cu profile complexe sub forma modelelor 3D și a listelor de materiale pentru execuție sau aprovizionare. Modulul este prevăzut cu formulare specifice pentru întocmirea BOOM-ului, permițând o mapare eficientă cu modulele 3.0 și 6.0.

Modulul 3.0 MPS-Programator de fabricație este un soft care, pe baza documentației tehnice livrate de modulul 1.3, permite elaborarea tehnologiilor de execuție a reperelor: modulul 3.1, programarea producției, lansarea și urmărirea în fabricație a reperelor în regim de trasabilitate completă : modulul 3.2.

Modulul 3.0-MPS relaționează cu modulul 4.0 CRP-Planificarea capacităților în vederea planificării resurselor umane și al capacităților de producție și cu modulul 5.0 AQL care este un modul activ preluând informații on-line de la mașinile CNC care prelucreează reperele complexe și elaborează documentele de conformitate sau de neconformitate.

Modulul 3.0-MPS relaționează cu modulul 6.0 Planificator de materiale care emite centralizatoare de materiale, scule, dispozitive necesare procesului de fabricație pe care le transmite către modulele 8.0 Gestiunare proiecte și modele și 10.0 Aprovizionare.

Modulul 7.0-MENT, este o gestiune de date care managerizează activitatea de mentenanță a produselor firmei. Planificarea activităților de întreținere și execuție a pieselor de schimb se face utilizând Modulul 3.0.

Modulul 10.0-APT Aprovizionare relaționează cu modulul de gestiune 11.0-TAC Gestiunea costurilor care gestionează costurile de proiectare, producție și de mentenanță relaționând cu modulul ERP permițând gestionarea completă a activității unității de producție sau cercetare și luarea deciziilor necesare corectării unor activități care nu corespund strategiei unității respective.

În Fig.3, se prezintă Fereastra modulului de fabricație 3.0-MPS; în bara de titlu sub denumirea explicită: Modul de programare –urmărire în producție. Fereastra este prevăzută cu o bară de instrumente și documente cu etichetă în care se regăsesc modulele 3.1.1 Fișă de urmărire și modulul 3.2 sub denumirea Programare-urmărire. De asemenea în bara de instrumente se află butoane specifice pentru Print și File precum și butoane pentru Centralizatoare și rapoarte. Fereastra Modulului de programare este destinată departamentelor de elaborare a tehnologiilor și a celui de lansare urmărire precum și top managementului firmei care poate să aprecieze nivelul de executare a sarcinilor programate prin accesarea zonelor speciale ale ferestrei unde poate alege vizualizarea documentației, modelelor 3D , graficelor de programare-realizare pentru repere sau produse, precum și rapoarte sau centralizatoare.

5

DIRECTOR CERCETARE-DEZVOLTARE
dr.ing.

Romulus PETCU



În Fig. 4, se prezintă detaliat Flow-Chartul modului 3.1 Elaborare Tehnologii. Pe baza informațiilor furnizate de modulul 1.3-PDM [modele 3D, documentații de execuție, nomenclature, caiete de sarcini], modulul 3.1 elaborează tehnologiile de execuție și relaționează cu modulele 6.0 și 10.0 pentru planificarea și aprovizionare materialelor precum și cu modulul 3.2 în vederea planificării lansării, urmării în execuție a reperelor și încărcarea capacităților.

Modulul M3-1 Regimul de așchiere este un soft aplicat pe calculul parametrilor regimului de așchiere pentru mașini unelte CNC, cu regim intensiv de așchiere HSC [High Speed Cutting]. Softul lucrează într-o buclă iterativă relaționând cu modulele 3.1 Sistem de determinare a parametrilor tehnologici pentru MU cu regim HSC, 3.1.3 Sistem de simulare a comportării dinamice a MU cu regim HSC, 3.1.4 Sistem de simulare a generării suprafețelor cu parametrii tehnologici de tip HSC, 3.1.5 Control activ al dimensiunilor, 3.1.6 Sistem de determinare a parametrilor cinematic a MU cu regim HSC. În cadrul modului M3-1 se generează automat liste cu scule, necesarul de capacități (MU), normele de timp pe reper sau produs, documentații ale SDV-urilor. Aceste fișiere sunt relaționate cu modulele 3.2 Lansare-urmărire și 10.0 Aprovizionare.

Pentru introducerea datelor în baza de date a modului 3.1, s-a întocmit o fereastră tip formular prezentată în Fig. 5. Acest formular are trei sectoare distincte: Un sector destinat datelor generale legate de reper precum codul de identificare, materialul, tipul de semifabricat, tratamente termice, dimensiuni etc, un sector definit elaborării tehnologiei și care cuprinde butoane pentru introducerea denumirii operațiilor, stabilirii utilajului necesar (cu indicarea a trei utilaje tehnic posibile), codurile programelor necesare mașinilor unelte cu CNC, a sculelor, dispozitivelor verificatoarelor regimurilor de așchiere și a normelor de timp pe operație și un sector destinat vizualizării parametrilor necesari elaborării fișei de urmărire. Formularul mai conține și un buton pentru atașarea documentelor, schițelor operațiilor, specificațiilor, etc.

Flow chartul modului 3.2 Modul de programare lansare și urmărire a producției, se prezintă în Fig. 6. Pe baza datelor de contractare-modulul 1.1, modulul M3-2 stabilește volumul de producție, pe produse și repere iar pe baza datelor furnizate de modulul 3.1 Elaborarea tehnologiei, modulul M3-3 analizează și stabilește sistemul de producție utilizând criterii sintetice.

Modulul 3.2.1 Modul de programare a producției de serie mare este un soft care permite programarea și urmărirea în execuție a reperelor ce se încadrează în tipul de producție de serie mare utilizând softuri aplicate pentru organizarea producției în flux, modulul 3.2.1.1 și pentru organizarea producției pe loturi, modulul 3.2.1.2.

Modulul 3.2.2 Modul de programare a producției de serie mică organizată pe comenzi utilizând softuri aplicate pentru organizarea producției prin metoda priorităților, modulul 3.2.2.1] și prin metoda programării în trepte, modulul 3.2.2.2.

Ca urmare a utilizării softurilor din modulele descrise se determină parametrii caracteristici pentru tipurile de organizare a producției descrise precum ritmul de fabricație, lotul optim, prioritățile comenzilor, produselor sau reperelor. Pe baza fișei tehnologice întocmite, modulul 3.1.1 se întocmește digraful pentru realizarea unui reper sau produs, se optimizează matrici pentru stabilirea ordinii de execuție a produselor sau reperelor fabricate în serie sau paralel. Pentru optimizarea matricilor se folosesc condiții de minim pentru așteptare pe mașinile unelte utilizate în procesul de fabricație. Modulul 3.2.2 este relaționat cu modulul 3.2.3 Modul de programare a SDV-

6

DIRECTOR CERCETARE-DEZVOLTARE
dr.ing.

Romulus PETCU



urilor, Modulul M3-4 Verificarea capacității de producție, modulul 4.0 CRP-Planificarea capacităților, modulul M3-5 Planul operativ de prelucrare a comenzii, modulul M3-6 Întocmirea planului de încărcare a mașinilor unelte, modulul M3-7 Graficul timpilor de execuție și modulul M3-8 Rapoarte de producție. Pentru urmărirea on-line în execuție a pieselor/reperelor, modulul M3-9 preia informațiile de pe flux informând în timp real poziția fiecărui reper.

În Fig.7, se prezintă modulul „Fereastra modulului de programare” 3.2, în bara de titlu sub denumirea explicită: Modul de programare. Fereastra este prevăzută cu o bară cu etichete în care se regăsesc modulele: 3.2.1.1 Organizare în flux, modulul 3.2.1.2 Organizare pe loturi, modulul 3.2.2.1 Organizare pe priorități și modulul 3.2.2.2 Organizare pe trepte.

Fereastra Modulul de programare este destinată departamentului de programare, lansare și urmărire a producției precum și top managementului firmei care poate să aprecieze nivelul de executare a sarcinilor programate prin accesarea zonelor speciale ale ferestrei unde poate alege vizualizarea documentației, modelelor 3D , graficelor de programare-realizare pentru repere sau produse, graficul stocurilor de siguranță sau diverse rapoarte sau centralizoare.

În Fig.8, se prezintă „Fereastra modulului de programare” 3.2, Organizarea în flux 3.2.1.1, organizată în trei sectoare: unul pentru selectarea datelor referitoare la reperul sau produsul care trebuie programat, unul pentru calculul parametrilor specifici organizării producției în flux [tactul liniei de fabricație, ritmul liniei de fabricație, stocurile , durata ciclului de fabricație] și un sector pentru vizualizarea graficului de realizare a produsului sau a unui reper pe linia de fabricație. Modulul M3-5 din componența modulului de programare are ca scop să rezolve problema de ordonanțare a producției utilizând condițiile organizatorice de mai jos:

$$\sum_{i=A}^N = (\tau_i \cdot L_i + \frac{P_{pi}}{L_i} \cdot tt_{ij}) \leq T_{max}$$

$$M_k \geq \max \left(\frac{t_k^A}{\tau_A}; \frac{t_k^B}{\tau_B}; \dots \dots \frac{t_k^N}{\tau_N} \right) \text{ în care: de}$$

- τ_i -tactul de lucru specific fiecărui reper, min/buc;
- L_i -numărul de repere, buc;
- T_{max} -fondul de timp maxim posibil al liniei tehnologice, min;
- t-durata normată a unei operații, min/buc;
- k –numărul de ordine a operației;
- M-numărul locurilor de muncă la o operație;
- A...N-nomenclatorul de repere care se execută pe linie;
- P_{pi} -programul de producție al fiecărui reper, buc.;
- tt_{ij} /timpul de trecere de la lotul de repere [i] la lotul de repere [j], minute.

În Fig.9, se prezintă „Fereastra modulului de programare” 3.2, Organizarea pe loturi 3.2.1.2, organizată în două sectoare: unul pentru selectarea datelor referitoare la reperul sau produsul care trebuie programat și unul pentru calculul parametrilor specifici organizării producției pe loturi [Coeficientul timpului de pregătire încheiere pe secții, lotul optim de repere, timpul pentru operații auxiliare, numărul de schimburi, durata ciclului de fabricație pe lot, gradul de încărcare pe lot]



Termenul de început a prelucrării este stabilit de modulul M3-5 care rezolvă problema de ordonanțare a producției utilizând metoda de programare secvențială având ca funcție obiectiv (F_0) care minimizează așteptările utilajelor [j] în vederea prelucrării loturilor de piese [i] și este definită:

$$F_0 = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n t_{ij} \alpha_j \rightarrow \text{minimum}$$

În care:

t_{ij} -durata așteptării utilajului [j] în vederea prelucrării lotului [i];

m-numărul utilajelor;

n-numărul produselor care se execută;

În bara cu etichete a ferestrei modului de programare a Organizării pe loturi a producției este prevăzută o etichetă pentru Grafice de urmărire. În Fig.10 este prezentată fereastra de vizualizare a graficelor care prezintă opțional, graficul programării reperelor/produselor sau graficul cu încărcarea utilajelor.

În Fig.11, se prezintă „Fereastra modului de programare” 3.2, Organizarea pe priorități 3.2.2.1, organizată în două sectoare: unul pentru selectarea datelor referitoare la reperul sau produsul care trebuie programat și unul pentru calculul parametrilor specifici organizării producției pe priorități [Prioritatea comenzii, prioritatea reperului, numărul de posturi, durata disponibilizării mașinii unelte].

Modulul M3-5 care rezolvă problema de ordonanțare a producției are ca scop calculul priorităților comenzilor, produselor sau reperelor utilizând ca funcție de prioritate relația de mai jos:

$$P_{ij}(t) = \alpha_i \cdot \frac{T_{ij}^t - T_i^l}{T_{ij}^t - T_0} + \beta_i \cdot t_{ij}$$

În care:

$P_{ij}(t)$ -indicele de prioritate al comenzii, lotului, sau reperului [i] la mașina [j] în momentul [t], exprimat în zile;

$\alpha_i = 1, \beta_i = 0$ dacă $T_{ij}^t - T_i^l > 0 \rightarrow$ terminarea comenzii este întârziată;

$\alpha_i = 0, \beta_i = 1$ dacă $T_{ij}^t - T_i^l \leq 0 \rightarrow$ există rezervă de timp până la finalizare.

T_{ij}^t -termenul de terminare a prelucrării comenzii [i], inclusive fabricarea la mașina [j], considerat din momentul T_0 ;

T_i^l -termenul de livrare a comenzii (i)

t_{ij} -timpul de prelucrare pe bucată la mașina [j];

T_0 -termenul referință inițial.

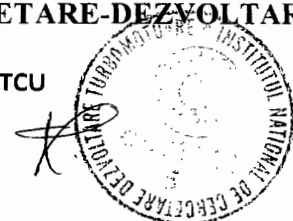
Modulul M3-5 permite introducerea priorităților și în regim manual, la solicitarea top Managementului cu rearanjarea rapidă a restului producție pe baza unor noi coeficienți de priorități pe care sistemul la calculează automat.

8

DIRECTOR CERCETARE-DEZVOLTARE

dr.ing.

Romulus PETCU



În Fig.12 este prezentată fereastra de vizualizare a programării producției pe priorități: graficul programării reperelor-produselor/graficul încărcării utilajelor.

Modulul M3-9 Informații on-line permite interfațarea cu un sistem de achiziții de date de pe fluxul de producție și compararea activităților programate cu cele realizate, evidențiind întârzierile.

Sistemul integrat *IQMD-System* permite Top Managementului firmei să fie informat în timp real asupra proceselor economice de proiectare sau fabricație ce se desfășoară în subordine.

Pentru acces la aceste informații *IQMD-System* pune la dispoziția Top Managementului o fereastră, prezentată în Fig. 13. În bara cu etichete sunt prevăzute butoane pentru accesarea informațiilor referitoare la activitatea economică, de cercetare-proiectare, producție, Asigurarea Calității (AQ), administrație, arhivă. În Fig. 13 este exemplificată o fereastră pentru activitatea de producție.

9

DIRECTOR CERCETARE-DEZVOLTARE

dr.ing.

Romulus PETCU



REVEDICĂRI

1. Sistem integrat de programare și management a proceselor complexe de producție ca metodă de managerizare on-line a proceselor de proiectare și execuție a reperelor paletate cu forme complexe cu risc mărit în exploatare din componența turbomașinilor, cu consolidarea procesului de control de-a lungul fluxului tehnologic, **caracterizat prin aceea că**, este prevăzut cu softuri aplicate pe domeniile managerizate, organizate pe module, precum modulul „Management de proiectare” (ENG-1.0), modulul „Liste de materiale & documentație de execuție” BOOM-2.0, modulul “Programare de fabricație” MPS-3.0, modulul “Planificarea capacităților” CRP-4.0, modulul „Calitate” AQL-5.0, modulul „Planificator de materiale” MRP-6.0, modulul „Activități de mentenanță” MENT-7.0, modulul „Gestionare proiecte & proceduri” AMD-8.0, modulul „Gestionare norme & proceduri” ANP-9.0, modulul „Aprovizionare” ATP-10.0, modulul „Gestionarea costurilor” TAC-11.0 și care în ansamblu asigură controlul proceselor pe toată perioada de viață a produselor dezvoltate de firmă.

2. Sistem integrat de programare și management a proceselor complexe de producție conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, “Modulul de proiectare” 1.3-PDM are un soft care face pentru suprafețele pieselor complexe paletate, trecerea de la profilul “cald” la profilul „rece” și simulează procesul de aşchiere cu regimuri intensive HSC stabilind deformațiile maxime remanente ca urmare a prelucrărilor, evaluând încadrarea în clasa de precizie recomandată în exploatare.

3. Sistem integrat de programare și management a proceselor de producție complexe conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, modulul „Programator de fabricație” are o fereastră activă (Fig.3) care facilitează accesul la modulele de programare specifice tipurilor de producție dictate de comenzile din portofoliu și la un sector de vizualizare a produselor, a graficelor privind programarea producției pe reper/produs sau alte documente din baza de date și permite Top Managementului să ia decizii în timp real pentru eventuale corecturi.

4. Sistem integrat de programare și management a proceselor de producție complexe conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, modulul “Elaborare tehnologii” 3.1 este un soft structurat pe module precum modulul “Regimul de aşchiere” M3-1, modulul “Sistemul de determinare a parametrilor tehnologici pentru MU cu regim HSC” 3.1.2, modulul “Sisteme de simulare a comportării dinamice a MU cu regim HSC” 3.1.3, modulul “Sistem de simulare a generării suprafețelor cu parametri tehnologici de tip HSC” 3.1.4, modulul “Control activ al dimensiunilor” 3.1.5, modulul “Sistem de determinare a parametrilor cinematici HSC” 3.1.6, care permite corelarea on-line între proiectarea suprafețelor pieselor paletate complexe și regimurile intensive de prelucrare prin aşchiere HSC precum și întocmirea automată a documentelor tehnologice și de control aferente unei trasabilități complete pe fluxul tehnologic.

5. Sistem integrat de programare și management a proceselor de producție complexe conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, modulul “Programare lansare și urmărire a producției” 3.2 este un soft structurat pe module precum modulul “Alegerea sistemelor de producție utilizând criteriile sintetice” M3-3, modulul “Fabricație organizată în flux” 3.2.1.1, modulul “Fabricație organizată pe loturi” 3.2.1.2, modulul “Fabricație organizată pe priorități” 3.2.2.1, modulul “Verificarea capacității de producție” M3-4, modulul “Planul operativ de prelucrare a comenzii”

10

DIRECTOR CERCETARE-DEZVOLTARE
dr.ing.

Romulus PETCU



M3-5, modulul “întocmirea planului de încărcare a mașinilor unelte” M3-6, modulul “Graficul timpilor de execuție” M3-7, modulul “Rapoarte de producție” M3-8, modulul “Informații on-line privind poziția reperului în flux” M3-9 care permit programarea producției pe criterii de optimizare a grafurilor ce definesc un flux tehnologic al reperului sau produsului sau permit ordonarea producției pe baza unor priorități determinate cu ajutorul unor coeficienți determinați pe baza timpilor de finalizare a comenzilor sau pe baza unor urgențe solicitate de Top Managementul firmei, cu rearanjarea automată a celorlate comenzi pe un drum minim de execuție.

6. Sistem integrat de programare și management a proceselor de producție complexe, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, modulul M3-5 aplicat pentru organizarea producției în flux, utilizează condiții de optimizare descrise de ecuațiile:

$$\sum_{i=A}^N = (\tau_i \cdot L_i + \frac{P_{pi}}{L_i} \cdot t t_{ij}) \leq T_{max}$$

$$M_x \geq \max \left(\frac{t_k^A}{\tau_A}; \frac{t_k^B}{\tau_B}; \dots \dots \frac{t_k^N}{\tau_N} \right)$$

7. Sistem integrat de programare și management a proceselor de producție complexe, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, modulul M3-5 aplicat pentru organizarea producției pe loturi, utilizează ecuația:

$$F_0 = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n t a_{ji} \rightarrow \text{minimum}$$

8. Sistem integrat de programare și management a proceselor de producție complexe, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, modulul M3-5 aplicat pentru organizarea producției pe priorități, utilizează pentru definirea coeficientului de prioritate, relația:

$$P_{ij}(t) = \alpha_i \cdot \frac{T_{ij}^t - T_i^l}{T_{ij}^t - T_0} + \beta_i$$

9. Sistem integrat de programare și management a proceselor de producție complexe, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, modulul „Calitate” AQL-5.0 este un soft de interfață cu sistemul de achiziție de date de la mașina uneltă CNC pe care este montat un dispozitiv de măsură fără contact direct cu piesa, datele achiziționate fiind comparate cu cele nominale, evidențiate devierile de la cote și abateri fără a deregla piesa de pe mașină prin efectuarea măsurătorilor pe o mașină de control specială, ceea ce conduce la micșorarea ciclului de fabricație. Acest modul asigură și emiterea documentelor de conformitate pentru reperul controlat.

10. Sistem integrat de programare și management a proceselor de producție complexe, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, top Managementul firmei poate coordona activitățile de cercetare, proiectare, fabricație, asigurarea calității, administrație utilizând o singură fereastră, Fig. 13 în care poate vizualiza modele 3D ale produselor sau reperelor, date economice, grafice de urmărire a producție actualitate prin modulul de urmărire a producției sau rapoarte, centralizatoare.

11

DIRECTOR CERCETARE-DEZVOLTARE
dr.ing.

Romulus PETCU

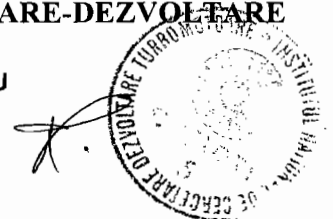


11.Sistem integrat de programare și management a proceselor de producție a pieselor și ansamblurilor complexe, de mare risc, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, este definit prin acronimul: ***IQMD-System***;

12

DIRECTOR CERCETARE-DEZVOLTARE
dr.ing.

Romulus PETCU



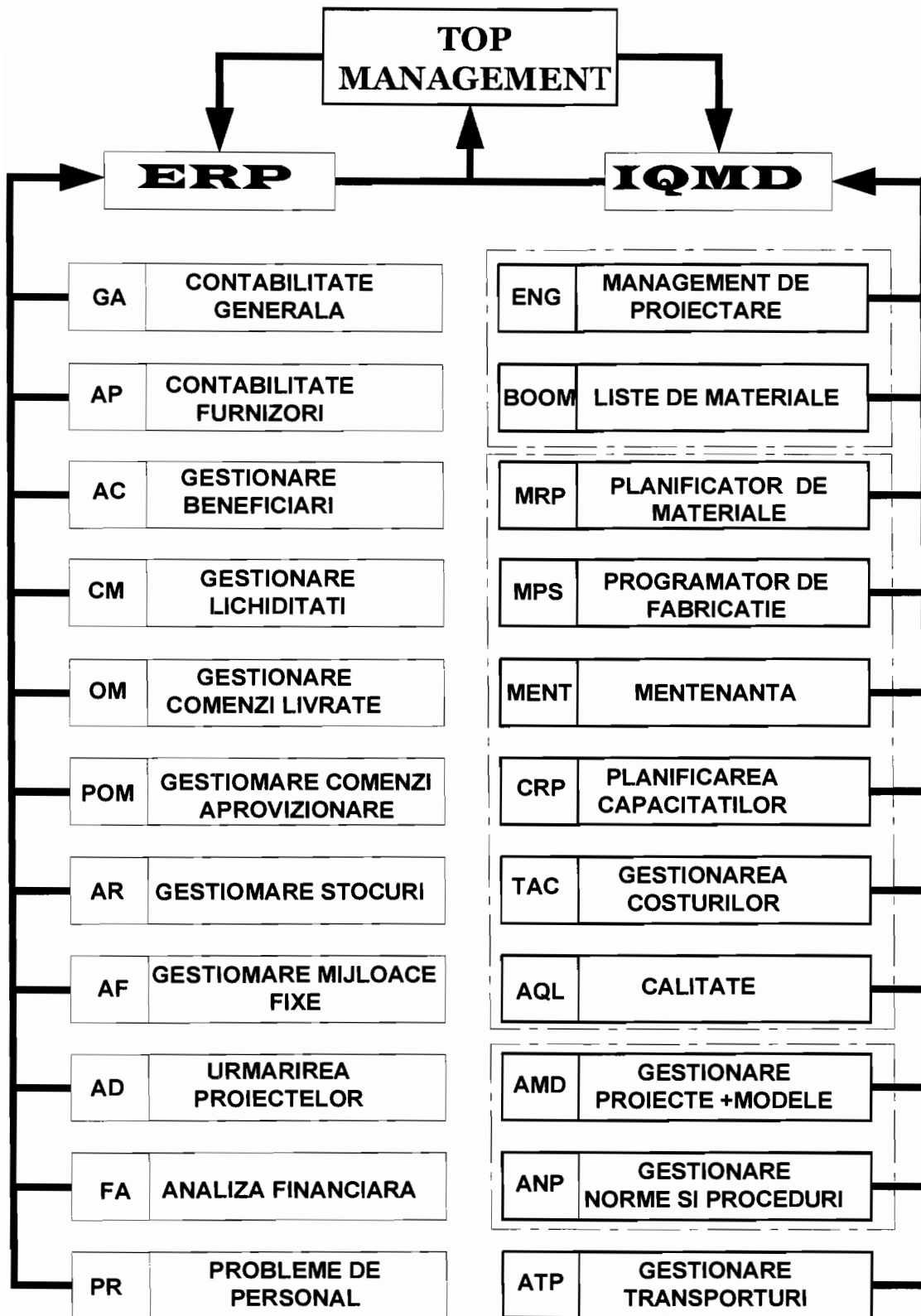


Fig.1

13

DIRECTOR CERCETARE-DEZVOLTARE
dr.ing.

Romulus PETCU



65

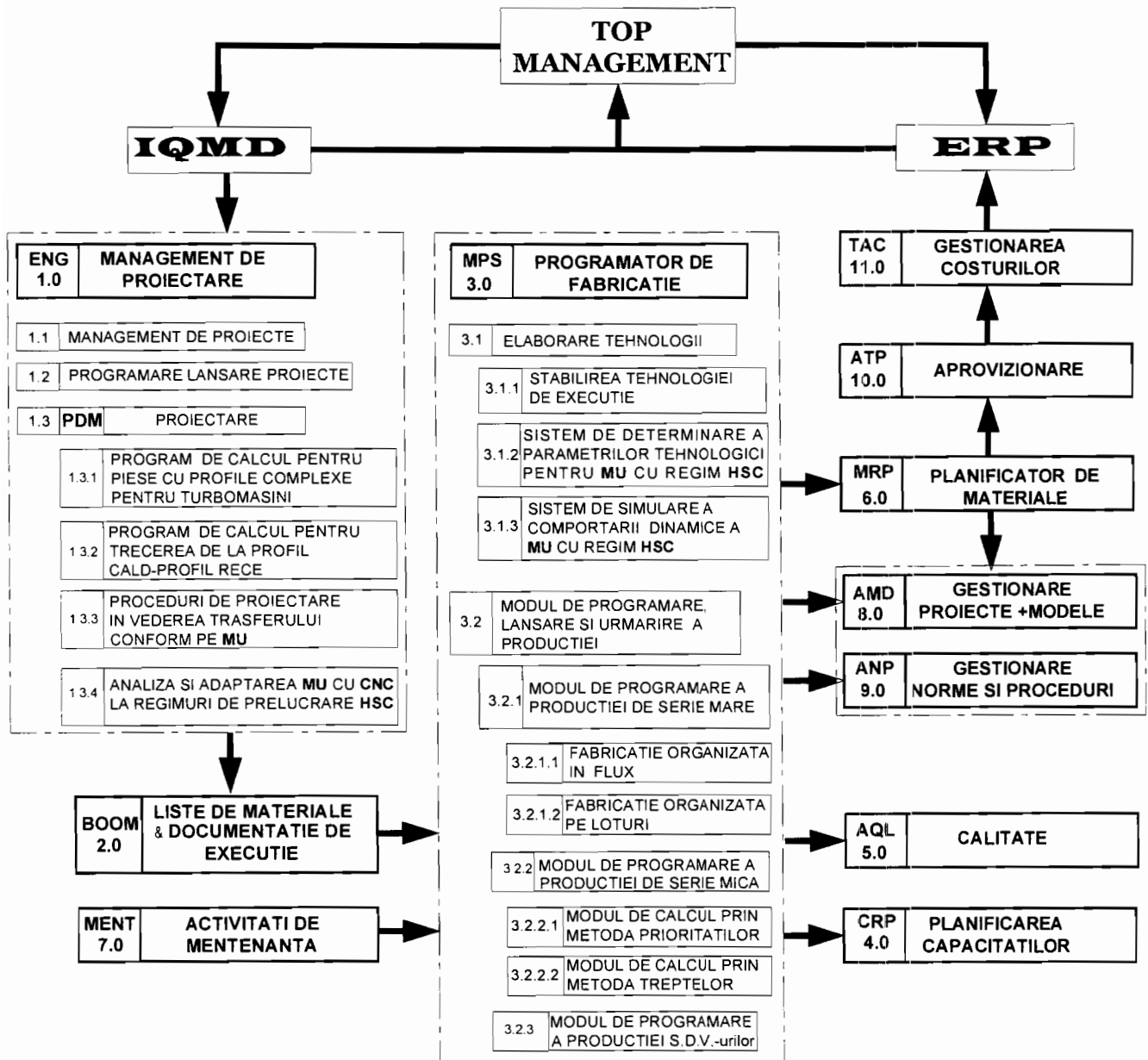


Fig.2



IQMD-SYSTEM MODUL DE PROGRAMARE-URMARIRE IN PRODUCTIE

File Print Fisa de urmarire Programare Urmairie Centralizatoare Rapoarte

Nr. comanda ▼	<input type="text"/>	Vizualizari ▼	Desenul de ansamblu Modelul 3D Graficul Gant/produs [1...n] Actualizat on-line]
Produs ▼	<input type="text"/>		Centralizatoare Rapoarte, PVR-uri Certificat de calitate Certificat de punere in functiune
Buc/produs	<input type="text"/>		
Data contractuala	<input type="text"/>		
Data programata	<input type="text"/>		
Data realizata	<input type="text"/>		
Reper ▼	<input type="text"/>	Vizualizari ▼	Desenul de executie Modelul 3D Graficul Gant/repe, lot [1...N]-Actualizat Locul pozitiorarii in flux Referatul de aprovizionare semifabricat Comanda de aprovizionare Rapoarte de neconformitate
Buc rep/produs	<input type="text"/>		
Total rep/comanda	<input type="text"/>		
Buc lot	<input type="text"/>		
Nr. loturi	<input type="text"/>		
Data programata/lot	<input type="text"/>		
Data realizata	<input type="text"/>		

Fig.3



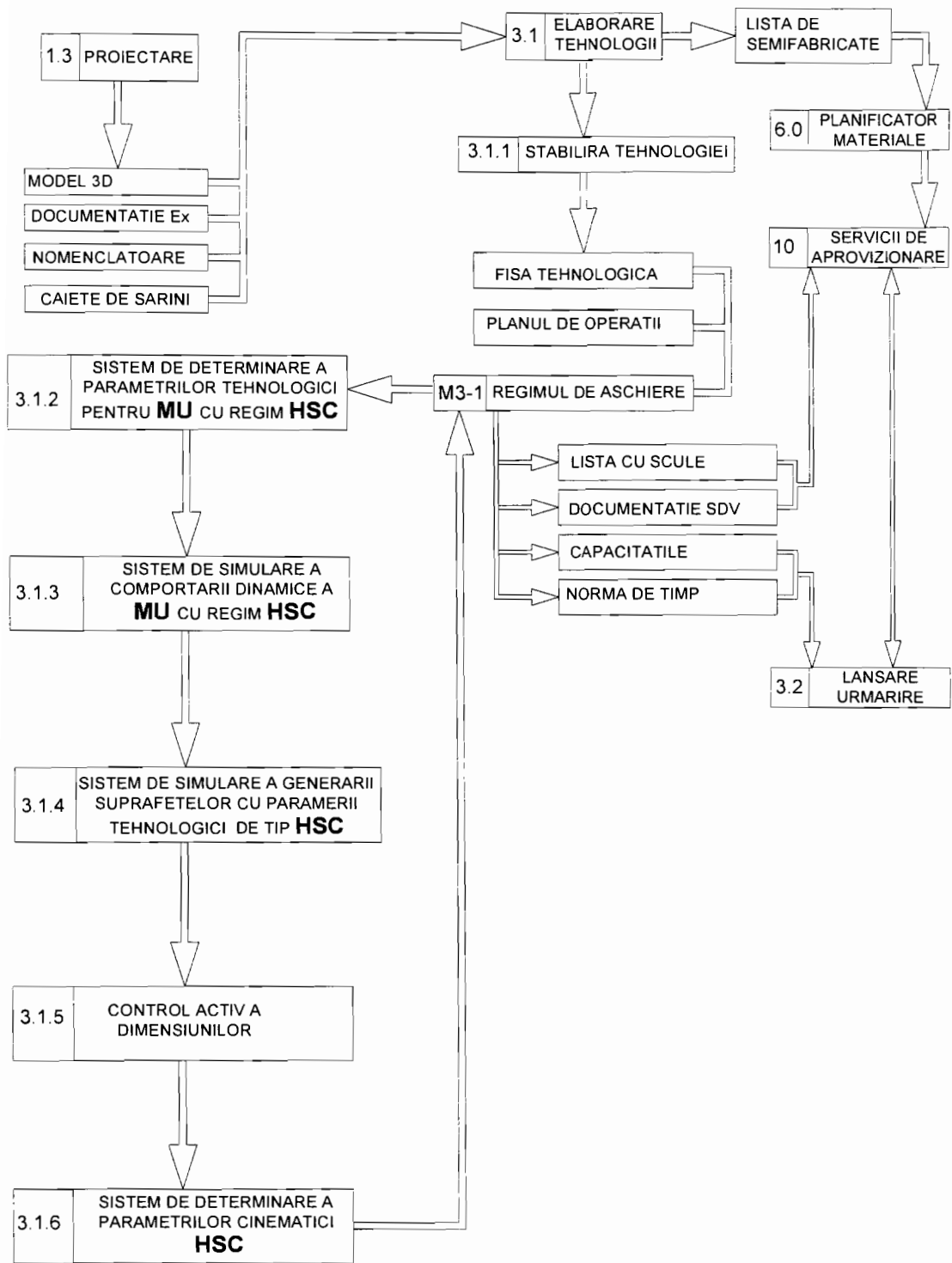


Fig.4



IQMD-SYSTEM **FISA DE URMARIRE**

Save Delete New Op Print View Dex Centralizatoare Rapoarte Ataseaza

Reper Nr. Operatie Nr. Fisa Urmarire

Desen Ex Data Editarii

Cod Articol reper Denumirea operatiei

Materialul Utilaj Tehnic Posibil Cod utilaj Cod utilaj

Tratament termic Cod programul de prelucrare Cod program Cod program

Duritate Scule Cod Denumire Cod Denumire Cod

Tip Semifabricat Dispozitive Cod Denumire Cod Denumire Cod

Cod Articol Semif. Verificatoare Cod Denumire Cod Denumire Cod

Dimensiuni Semif. L l H Ø Masa

Cod Articol Matrita Norma de timp/operatie NT_j NT_k NT_m

Cod Articol Model Operatiile /reper

Personal de validare

Ataseaza Doc./Op.

Nr.Op.	Denumirea	NT _j	NT _k	NT _m

Fig.5



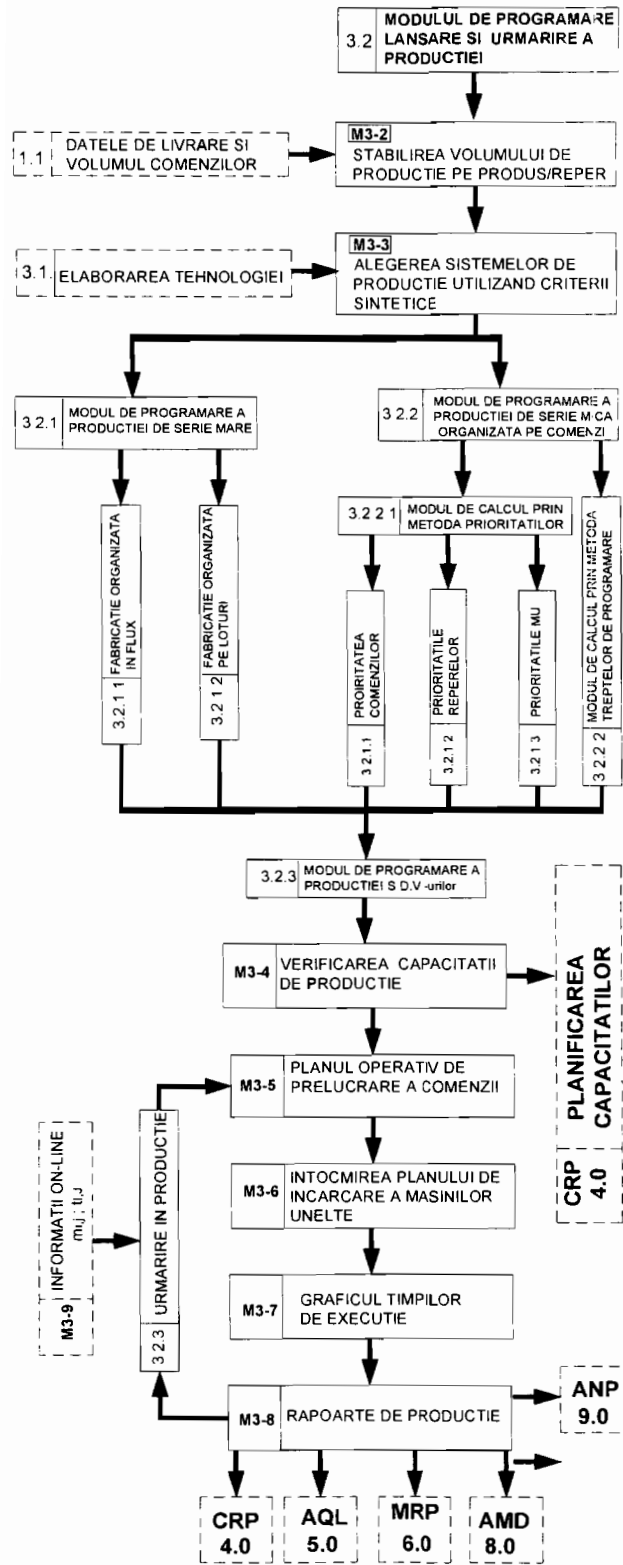
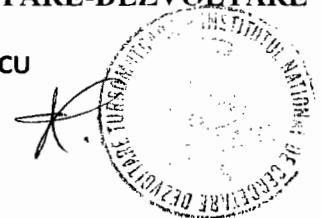


Fig.6



IQMD-SYSTEM MODUL DE PROGRAMARE

Organizare in flux Organizare pe loturi Organizare pe prioritati Organizare pe trepte

<input type="text" value="Nr. comanda"/> <input type="button" value="▼"/> <input type="text" value="Produs"/> <input type="button" value="▼"/> <input type="text" value="Buc/produs"/> <input type="text" value="Data contractuala"/> <input type="text" value="Data programata"/> <input type="text" value="Tactul [t]"/> <input type="text" value="Data realizata"/>	<input type="button" value="Vizualizari"/> <input type="button" value="▼"/>	Desenul de ansamblu Modelul 3D Graficul Gant /produs [1...n] [on-line] Graficul stocurilor de siguranta
<input type="text" value="Reper"/> <input type="button" value="▼"/> <input type="text" value="Buc rep/produs"/> <input type="text" value="Total rep/comanda"/> <input type="text" value="Productia/zi"/> <input type="text" value="Fondul de timp"/> <input type="text" value="Data realizata"/>	<input type="button" value="Vizualizari"/> <input type="button" value="▼"/>	Desenul de executie Modelul 3D Graficul Gant /reper, lot [1...N]-Actualizat Locul pozitionarii in flux Gradul de incarcare a MU Referatul de aprovizionare semifabricat Comanda de aprovizionare

Fig.7



IQMD-SYSTEM **MODUL DE PROGRAMARE** **Organizare in flux**

Delete
New Op
Print
View Dex
Centralizatoare

Nr. comanda ▼

Produs ▼

Buc/produs

Data contractuala

Data programata

Nr. Operatie

Denumirea operatiei ▼

Norma de timp/operatie

Nr [n]

Stocul la capatul liniei [Sc]

Stocul tehnologic [Steh]

Stocul siguranta [Sig]

Numarul de posturi [M]

Durata ciclului/lot [Dcf(L)]

Reper ▼

Buc rep/produs

Total rep/comanda

Fondul de timp

Tactul liniei [τ]

Ritmul liniei [R]

Numarul de loturi [L]

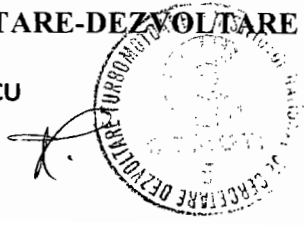
Ritmul de lucru/lot [RL]

Grafic Reper

Op.	Denumirea	NT	Grad incarcare	Graficul NT				Grafic Stocuri					
				15	30	45	60	75	190	105	120		

Fig.8

20
DIRECTOR CERCETARE-DEZVOLTARE
dr.ing.
Romulus PETCU



IQMD-SYSTEM **MODUL DE PROGRAMARE** **Organizare pe loturi**

Delete New Op Print View Dex Ordonantare fabricatie produse Grafice urmarire

Nr. comanda ▼	Nr. Operatie	Norma de timp/operatie	NT
Produs ▼	Denumirea operatiei ▼		
Buc/produs	Numarul de posturi [Mj]	Cod [Mj] 1 2 3 ▼	
Data contractuala	Temp operatii auxiliare [Ta]	Temp interperati [Ta,i]	Durata schimb lucru [D,s]
Data programata	Numar schimburi lucru [Ns]	Coefficient calendaristic [Kc]	Durata procese naturale [Tn]
Reper ▼			
Buc rep/produs			
Total rep/comanda			
Tempul de pregatire inchiere [pt]	Durata ciclului tehn. [Dc,t]	Durata ciclului tehn. [Dc,t] cu activitati succesive	Stocul produse neterminat [Ss]
Coefficientul Tempului de pregatire inchiere [ktpi]	Termenul de inceput prelucrare lot [Tr,i] [M,j]	1 2 h ▼	Termenul de asteptare pe utilaj [ta,i]
Marimea medie a lotului [L,med]	Gradul de incarcare [Mf,j]		
Valoarea globala a raportului [r] / [Ntr,ptj]			
Lotul optim [L,opt]			

Fig.9



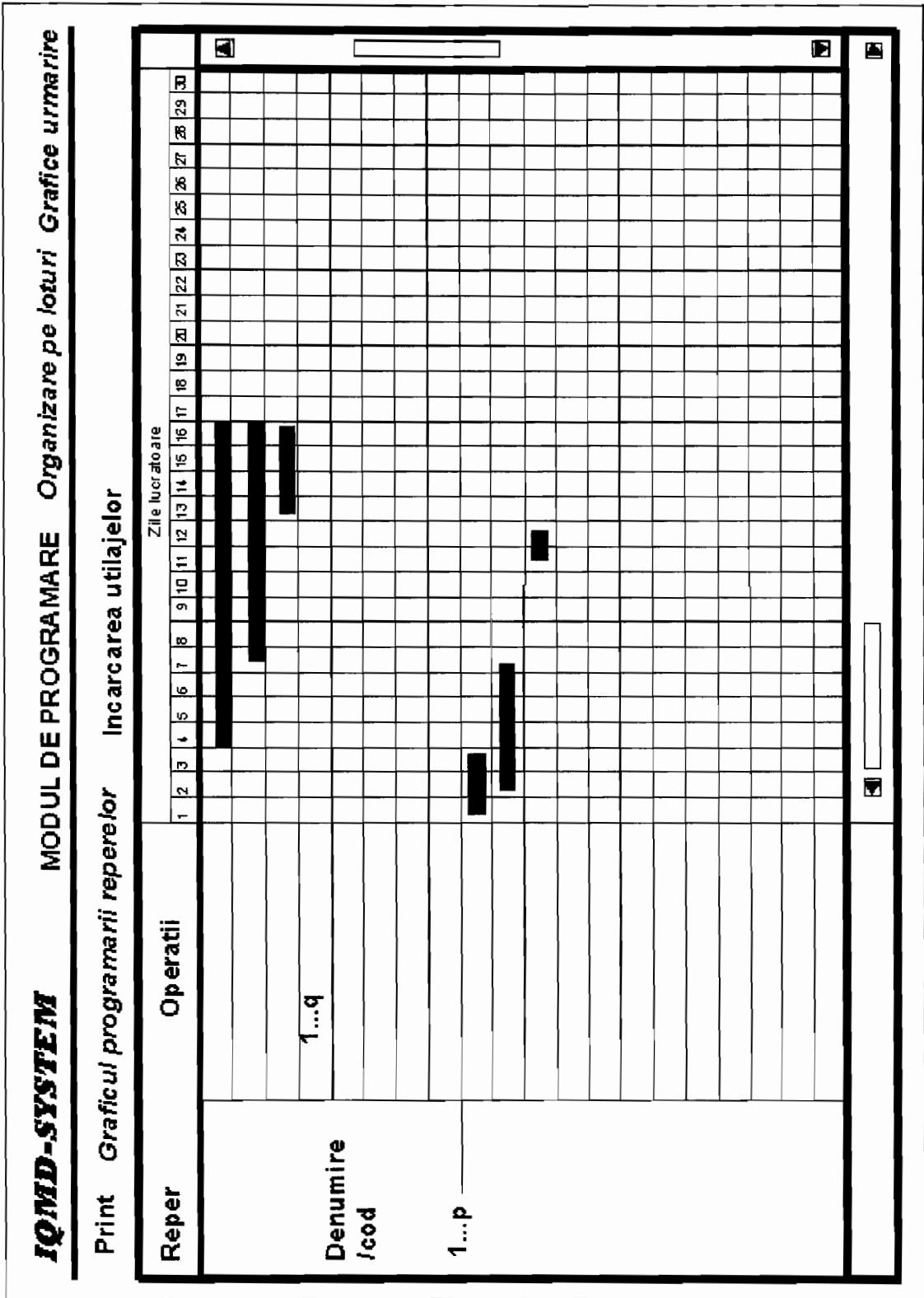
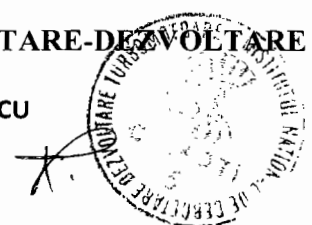


Fig.10



IQMD-SYSTEM **MODUL DE PROGRAMARE** **Organizare pe prioritati** **Grafice**

Delete New Op Print View Dex Centralizatoare

Nr. comanda ▼	Nr. Operatie				
Produs ▼	Denumirea operatiei ▼			Norma de timp/operatie	Nr
Buc/produs	Numarul de posturi [Mi]			Durata ciclului/reper [Def]	
Data contractuala	Utilaj Tehnic Posibil ▼			Cod utilaj	Cod utilaj
Data programata	Data disponibilizarii [MU] 1, j, k, m			Data	Data
Prioritatea comenzii	Utilaj programat-1 ▼			Time fabricatie pe M.U.-1	Data finalizarii
Reper ▼	Utilaj programat-2 ▼			Data intrarii in fabricatie	l z h
Prioritatea reperului				Time fabricatie pe M.U.-2	Data finalizarii
Buc rep/produs					l z h
Total rep/comanda					
Fondul de timp					
Durata schimbuloaru [Ds]					
Numar schimburi luoru [Ns]					

Fig.11



JK

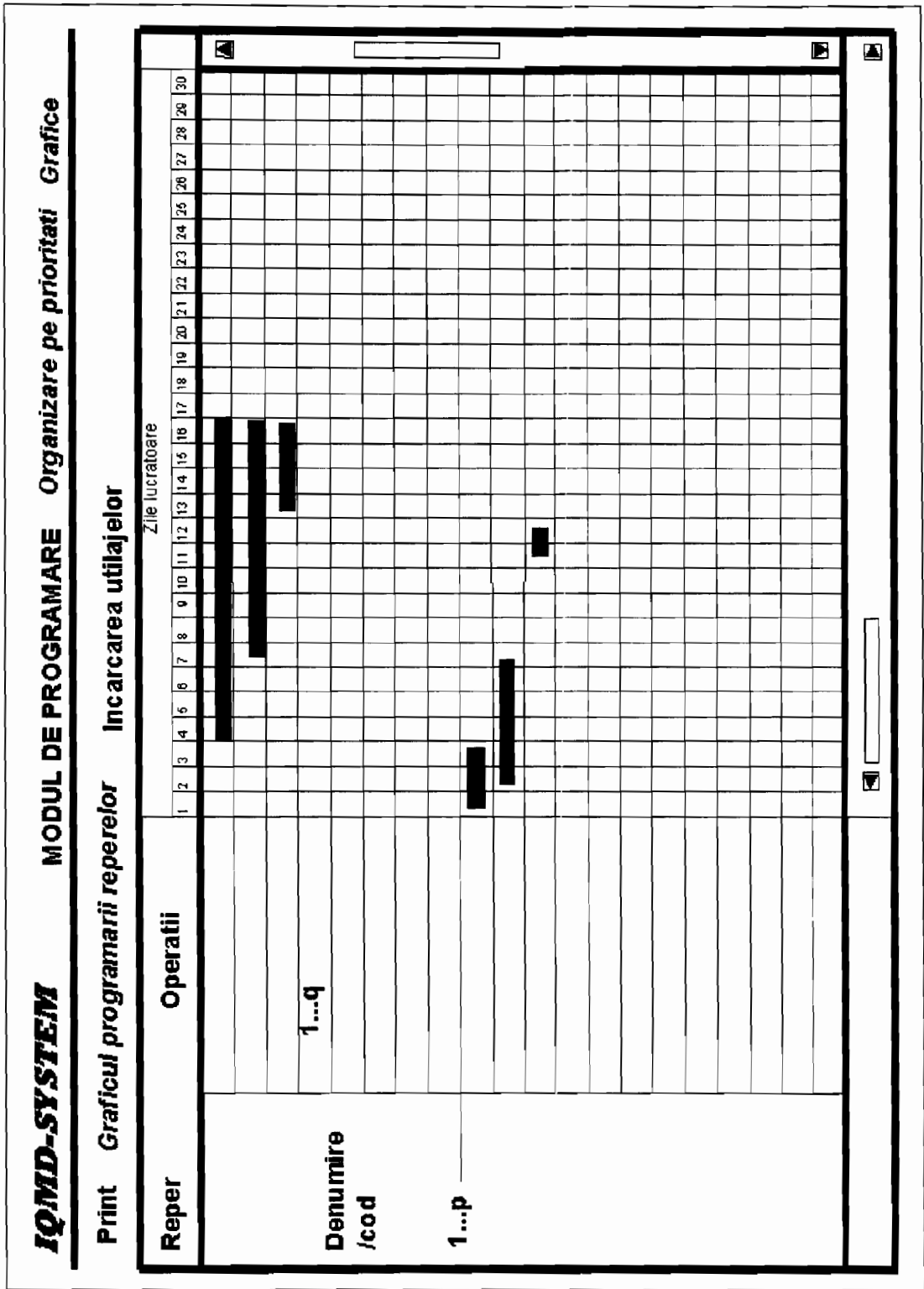


Fig.12



IQMD-SYSTEM		TOP MANAGEMENT					
File	Print	Economic	Proiectare	Productie	AQ	Administratie	Arhiva
<input type="text" value="Departamentul"/>		<input type="text" value="Vizualizari"/>		<div style="border: 2px solid black; padding: 10px;"> <p>Desenul de ansamblu</p> <p>Modelul 3D</p> <p>grafice de umarare</p> <p>Centralizatoare</p> <p>Rapoarte, PVR-uri</p> <p>Certificat de calitate</p> <p>Certificat de punere in functiune</p> </div>			
<input type="text" value="Comenzi"/>		<input type="text"/>					
<input type="text" value="Deviz"/>		<input type="text"/>					
<input type="text" value="Responsabil"/>		<input type="text"/>					
<input type="text" value="Produs"/>		<input type="text"/>					
<input type="text" value="Bucprodus"/>		<input type="text"/>					
<input type="text" value="Data contractuala"/>		<input type="text"/>					
<input type="text" value="Cheltuieli"/>		<input type="text"/>					
<input type="text" value="Intarzieri"/>		<input type="text"/>					
<input type="text" value="Set departament"/>		<input type="text"/>					
<input type="text" value="Numarul salariati"/>		<input type="text"/>					
<input type="text" value="Salarii brute"/>		<input type="text"/>					
<input type="text" value="Grad acoperire"/>		<input type="text"/>					

Fig.13

