

EVALUAREA PERFORMANTELOR CELULEI DE FABRICATIE FLEXIBILA CFF-2R-2002 UTILIZÂND RETELE PETRI TEMPORIZATE

Florin BLAGA, Iulian STANASEL, Alexandru Viorel PELE

Universitatea din Oradea, Facultatea IMT, fblaga@uoradea.ro

Keywords: Petri Nets, flexible manufacturing cell, modeling, simulation

Abstract: The FMC-2R-2002 Petri Nets model underline the material flow from a component to another taking in account the interdependence between the cell components. In the paper is presented the model of FMC-2R-2002 flexible manufacturing and the results of manufacturing process simulation.

1. Structura Celulei de Fabricatie Flexibila CFF-2R-2002

Celula de fabricatie flexibila CFF-2R-2002 (fig. 1) a fost realizata în cadrul Facultatii de Inginerie Manageriala si Tehnologica de la Universitatea din Oradea.

Considerând celula un sistem complex, pot fi identificate subsistemele care o compun. Acestea sunt:

- 1) Subsistemul de comanda;
- 2) Subsistemul de manipulare I;
- 3) Subsistemul de prelucrare;
- 4) Subsistemul de transfer;
- 5) Subsistemul de manipulare II;
- 6) Subsistemul de depozitare.

2. Constructia modelului cu retele Petri temporizate

2.1. Succesiunea secventelor executate de componentele celulei CFF-2R-2002

Pentru constructia modelului cu retele Petri al celulei de fabricatie flexibila CFF-2R-2002 se vor pune în evidenta secventele pe care le executa componentele celulei de fabricatie flexibila pentru prelucrarea pieselor care formeaza sarcina de fabricatie.

Daca se considera doua piese *Piesa i* si *Piesa (i+1)* în ordinea descrescatoare a prioritatii de prelucrare, secventele specifice acestei variante de functionare a celulei de fabricatie flexibila sunt urmatoarele (fig. 1):

- 2.1- Piesa *i/A* este pozitionata la robotul RV-M1;
- 2.2- Piesa *i/A* este prehensata de catre robotul RV-M1 si este depusa în dispozitivul de lucru al centrului de prelucrare CP-20-UO;
- 2.3- Piesa *i/A* este prelucrata pe centrul de prelucrare CP-20-UO;
- 2.4- Dupa prelucrare, piesa *i/A* este evacuata din dispozitivul de lucru al centrului de prelucrare CP-20-UO si este depusa de catre robotul RV-M1 în locasul *i* de pe dispozitivul de transfer DTR;
- 2.5- Piesa *(i+1)/A* este pozitionata la robotul RV-M1;
- 2.6- Piesa *(i+1)/A* este prehensata de catre robotul RV-M1 si este depusa în dispozitivul de lucru al centrului de prelucrare CP-20-UO;

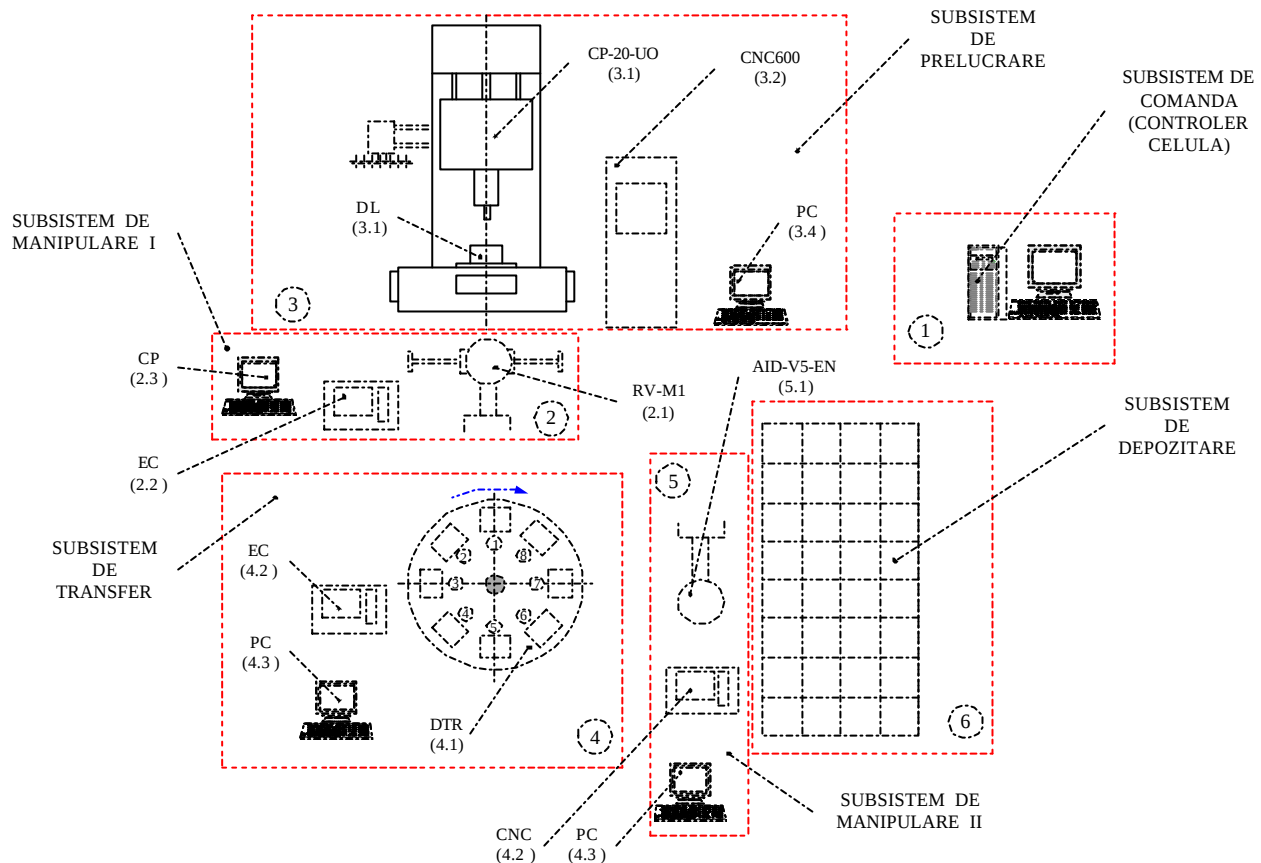


Fig.1. Structura celulei de fabricatie flexibila CFF-2R-2002

- 2.7.1- Piesa $(i+1)/A$ este prelucrata pe centrul de prelucrare CP-20-UO;
 2.7.2- Piesa i/A este pozitionata la robotul AID-V5-EN pentru întoarcere;
 2.8.1- Piesa $(i+1)/A$ este prelucrata pe centrul de prelucrare CP-20-UO;
 2.8.2- Robotul AID-V5-EN întoarce piesa i (piesa $i/A \rightarrow$ piesa i/B) si o depune în locasul i de pe dispozitivul de transfer DTR;
 2.9.1- Piesa $(i+1)/A$ este prelucrata pe centrul de prelucrare CP-20-UO;
 2.9.2- Locasul $(i+1)$ de pe dispozitivul de transfer este pozitionat la RV-M1;
 2.10- Robotul RV-M1 evacueaza piesa $(i+1)/A$ din dispozitivul de lucru al centrului de prelucrare CP-20-UO, dupa ce aceasta a fost prelucrata, si o depune în locasul $(i+1)$ de pe dispozitivul de transfer DTR;
 2.11- Piesa i/B este pozitionata la robotul RV-M1;
 2.12- Piesa i/B este prehensata de catre robotul RV-M1 si este depusa în dispozitivul de lucru al centrului de prelucrare CP-20-UO;
 2.13.1- Piesa i/B este prelucrata pe centrul de prelucrare CP-20-UO;
 2.13.2- Piesa $(i+1)/A$ este pozitionata la robotul AID-V5-EN pentru întoarcere;
 2.14.1- Piesa i/B este prelucrata pe centrul de prelucrare CP-20-UO;
 2.14.2- Robotul AID-V5-EN întoarce piesa $(i+1)$ (piesa $(i+1)/A \rightarrow$ piesa $(i+1)/B$) si o depune în locasul $(i+1)$ de pe dispozitivul de transfer DTR;
 2.15.1- Piesa i/B este prelucrata pe centrul de prelucrare CP-20-UO;
 2.15.2- Locasul i de pe dispozitivul de transfer este pozitionat la RV-M1;
 2.16- Dupa prelucrare, piesa i/B este evacuată din dispozitivul de lucru al centrului de prelucrare CP-20-UO si este depusa de catre robotul RV-M1 în locasul i de pe dispozitivul de transfer DTR;

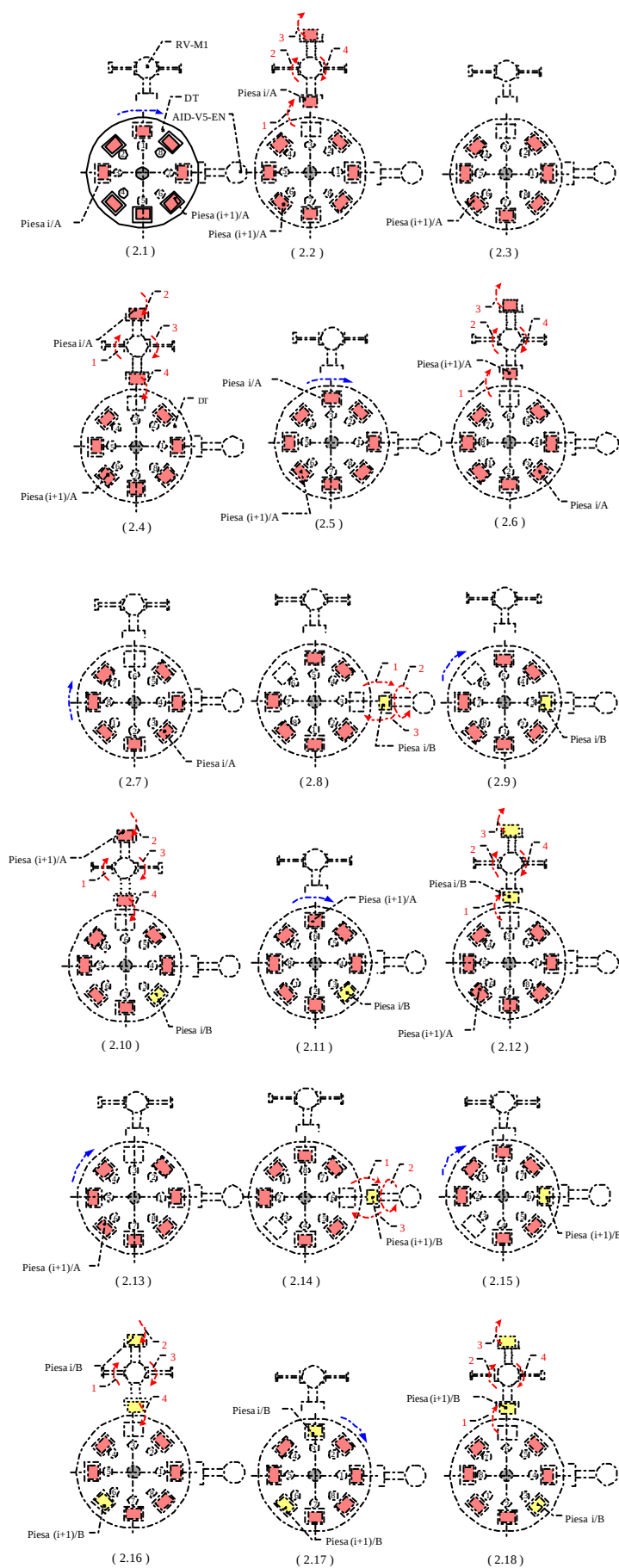


Fig.2. Succesiunea secvenelor executate de componentele celulei CFF-2R-2002

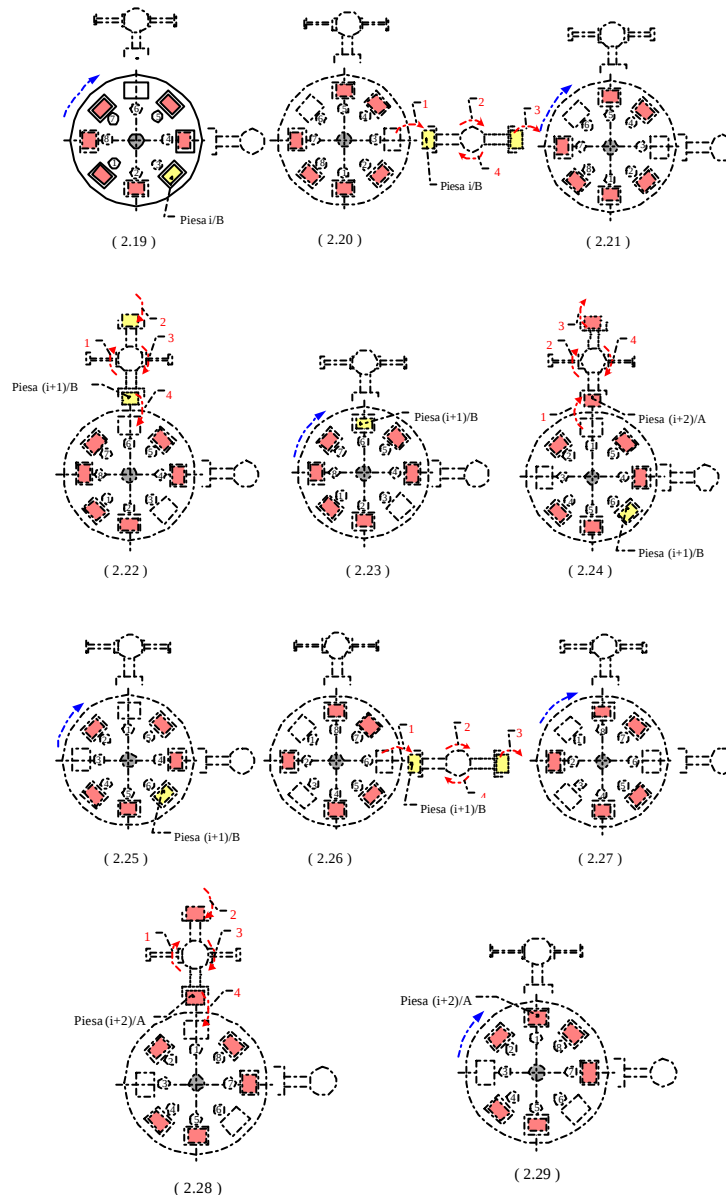


Fig.2. Succesiunea secventelor executate de componentele celulei CFF-2R-2002 (continuare)

- 2.17- Piesa $(i+1)/B$ este pozitionata la robotul RV-M1;
 2.18- Piesa $(i+1)/B$ este prehensata de catre robotul RV-M1 si este depusa în dispozitivul de lucru al centrului de prelucrare CP-20-UO;
 2.19.1- Piesa $(i+1)/B$ este prelucrta pe centrul de prelucrare CP-20-UO;
 2.19.2- Piesa i/B este pozitionata la robotul AID-V5-EN pentru evacuare;
 2.20.1- Piesa $(i+1)/B$ este prelucrta pe centrul de prelucrare CP-20-UO;
 2.20.2- Piesa i/B este evacuata (depozitata în magazinul de piese) de pe dispozitivul de transfer DTR de catre robotul AID-V5-EN;
 2.21- Locasul $(i+1)$ de pe dispozitivul de transfer DTR este pozitionat la robotul RV-M1;
 2.22- Dupa prelucrare, piesa $(i+1)/B$ este evacuata din dispozitivul de lucru al centrului de prelucrare CP-20-UO si este depusa de catre robotul RV-M1 în locasul $(i+1)$ de pe dispozitivul de transfer DTR;
 2.23- Piesa $(i+2)/A$ de pe dispozitivul de transfer DTR este pozitionata la robotul RV-M1;

2.24- Piesa $(i+2)/A$ este prehensata de catre robotul RV-M1 si este depusa în dispozitivul de lucru al centrului de prelucrare CP-20-UO;

2.25.1- Piesa $(i+2)/A$ este prelucrata pe centrul de prelucrare CP-20-UO;

2.25.2- Piesa $(i+1)/B$ este pozitionata la robotul AID-V5-EN pentru evacuare;

2.26.1- Piesa $(i+2)/A$ este prelucrata pe centrul de prelucrare CP-20-UO;

2.26.2- Piesa $(i+1)/B$ este evacuata (depozitata în magazinul de piese) de pe dispozitivul de transfer DTR de catre robotul AID-V5-EN;

2.27.1- Piesa $(i+2)/A$ este prelucrata pe centrul de prelucrare CP-20-UO;

2.27.2- Locasul $(i+2)$ de pe dispozitivul de transfer DTR este pozitionat la robotul RV-M1;

2.28- Dupa prelucrare, piesa $(i+2)/A$ este evacuata din dispozitivul de lucru al centrului de prelucrare CP-20-UO si este depusa de catre robotul RV-M1 în locasul $(i+2)$ de pe dispozitivul de transfer DTR;

2.29- Piesa $(i+1)/A$ este pozitionata la robotul AID-V5-EN pentru întoarcere.

Secventele descrise la 2.1÷2.29 se repeta pâna când sunt prelucrate toate piesele de pe dispozitivul de transfer.

2.2. Modelul cu retele Petri al CFF-2R-2002

Functionare a celulei de fabricatie flexibila CFF-2R-2002 se caracterizeaza prin faptul ca secventele pe care le executa componentele celulei pe durata prelucrarii sarcinii de fabricatie pot fi regasite în sapte grupe. Acestea sunt:

- *Grupa i:*
 - Pozitionarea piesei POZ(1) la CP-20-UO;
 - Prelucrarea piesei POZ(1).
- *Grupa ii:*
 - Selectarea piesei: POZ(2)/A, POZ(4)/A, POZ(6)/A, POZ(8)/A.
- *Grupa iii:*
 - Prelucrarea piesei: POZ(2)/A; POZ(4)/A; POZ(6)/A; POZ(8)/A;
 - Întoarcerea piesei: POZ(1)/A - POZ(1)/B;
POZ(3)/A - POZ(3)/B;
POZ(5)/A - POZ(5)/B;
POZ(7)/A - POZ(7)/B.
- *Grupa iv:*
 - Întoarcerea piesei: POZ(2)/A - POZ(2)/B;
POZ(4)/A - POZ(4)/B;
POZ(6)/A - POZ(6)/B;
POZ(8)/A - POZ(8)/B.
 - Prelucrarea piesei: POZ(1)/B; POZ(3)/B; POZ(5)/B; POZ(7)/B.
- *Grupa v:*
 - Prelucrarea piesei: POZ(2)/B; POZ(4)/B; POZ(6)/B; POZ(8)/B;
 - Depozitarea piesei: POZ(1), POZ(3), POZ(5), POZ(7).
- *Grupa vi:*
 - Selectarea piesei: POZ(3), POZ(5), POZ(7).
- *Grupa vii:*
 - Depozitarea piesei: POZ(2), POZ(4), POZ(6), POZ(8);
 - Prelucrarea piesei: POZ(3)/A; POZ(5)/A; POZ(7)/A.

În modelul cu retele Petri temporizate construit cu ajutorul programului *Visual Object Net*[®] se pun în evidenta cele sapte grupe de secvente. De asemenea în constructia

modelului s-a avut în vedere faptul ca functionarea celulei presupune suprapunerea operatiilor de manipulare cu operatii de prelucrare.

2.3. Evaluarea performantelor celulei de fabricatie flexibila CFF-2R-2002 folosind modelul cu retele Petri Temporizate

Se considera o sarcina de fabricatie compusa din opt piese. Fiecarei piese îi corespunde un timp de prelucrare total (TT) compus din timpul necesar prelucrării feței A (TT1) si timpul necesar prelucrării feței B (TT2).

Tabelul 1. Sarcina de fabricatie. Timpuri de prelucrare

PIESA	Timpul total de prelucrare TT [min]	Timpul de prelucrare fata A TT1 [min]	Timpul de prelucrare fata B TT2 [min]
P ₁	5.0	3.0	2.0
P ₂	9.2	7.7	1.5
P ₃	8.2	1.5	6.7
P ₄	4.0	1.5	2.5
P ₅	4.4	2.5	1.9
P ₆	7.1	4.2	2.9
P ₇	8.5	7	1.5
P ₈	7.5	4.5	3.0

Pe lângă timpurile de prelucrare, în model au mai fost introduse și temporizarile corespunzătoare secvențelor de manipulare.

Durata ciclului de fabricatie corespunzător programului de fabricatie așa cum a fost stabilit după determinarea priorităților de prelucrare este $CiFa = 65,85 \text{ min} - 3951 \text{ sec}$ [1].

În figura 3 sunt prezentate o parte din rezultatele simulării funcționării celulei de fabricatie flexibila CFF-2R-2002 cu ajutorul rețelelor Petri. Timpul de simulare contorizat cu ajutorul "ceasului" programului *Visual-Object Net* este: $T_{ceas} = 3951,8 \text{ sec}$. Timpul marcat pe graficul care descrie evoluția numărului de piese finite în depozit este: $T_{grafic} = 3951,6 \text{ sec}$.

Între cele trei categorii de timpuri diferențele sunt ne semnificative: aproximativ 1%. Acest lucru pune în evidență faptul că modelul descrie în mod fidel construcția și funcționarea celulei de fabricatie flexibila CFF-2R-2002.

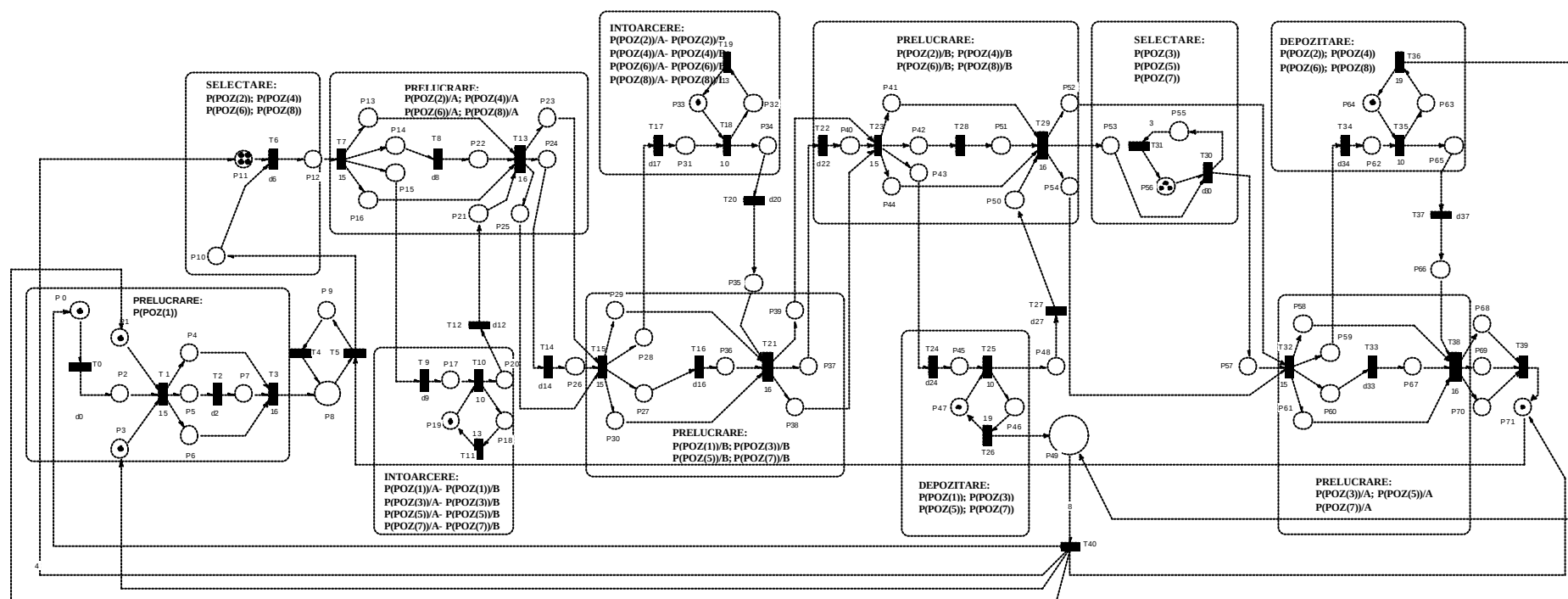


Fig.3. Modelul cu rețele Petri al celulei CFF-2R-2002

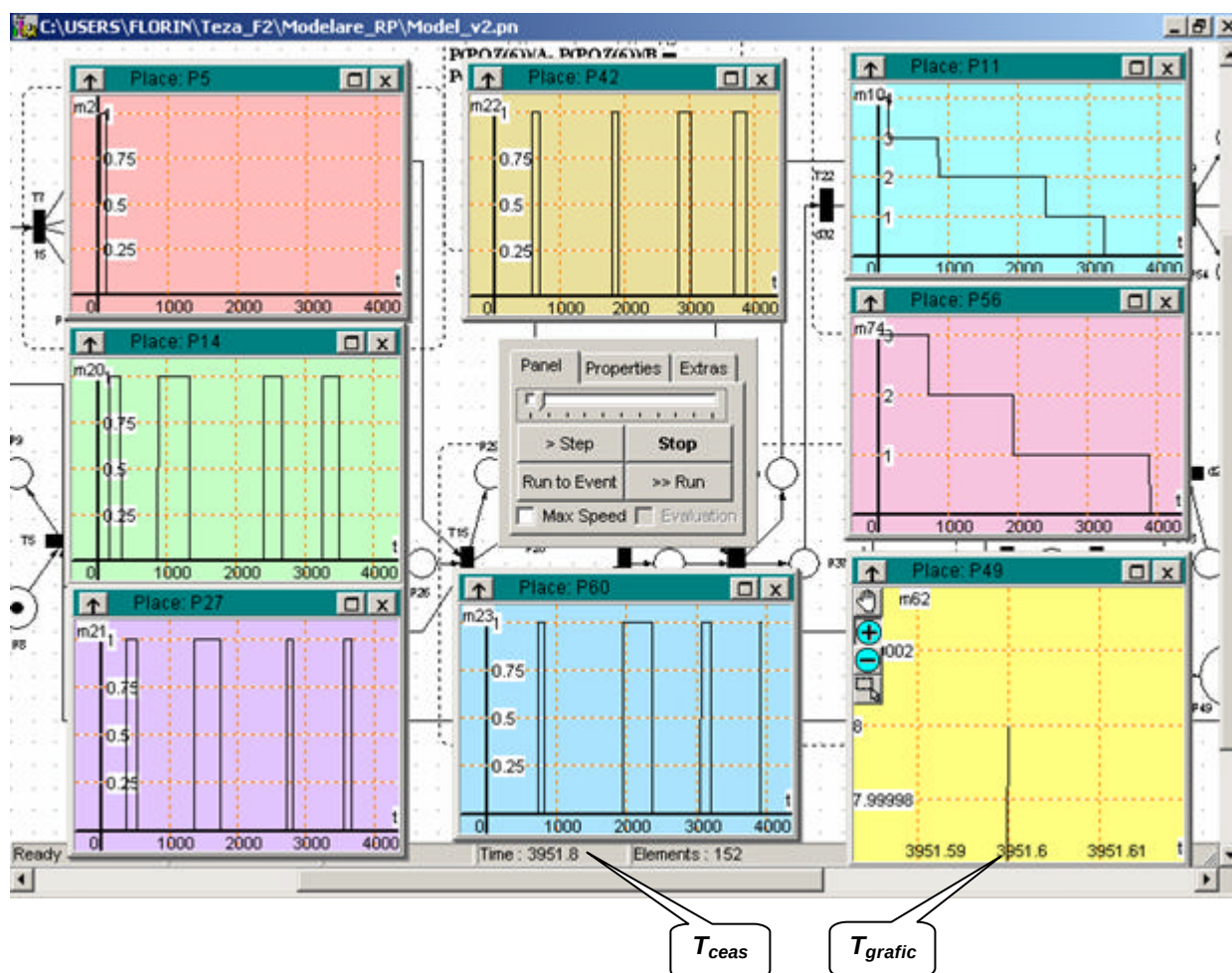


Fig. 4. Rezultatele simulării

3. Concluzii

Modelarea și simularea sistemelor de fabricație cu rețele Petri temporizate oferă posibilitatea evaluării performanțelor sistemelor flexibile de fabricație prin introducerea factorului "timp," ca element determinant asociat secvențelor care le execută componentele sistemului pe parcursul desfășurării procesului de fabricație. Informațiile rezultate în urma simulării au un rol determinant în îmbunătățirea activității de management.

Bibliografie

- [1] Blaga, F., *Functia de ordonantare în fabricatia flexibila a familiilor de piese*, Teza de doctorat, Universitatea din Oradea 2003
- [2] Blaga, F., *Modelarea și simularea sistemelor tehnice*, Ed. Universitatii din Oradea, 2004
- [3] David, R., Alla, H., *Du Grafset aux réseaux de Petri*, Ed. Hermes, Paris, 1992
- [4] Drath, R., *Visual Object Net ++*, www.systemtechnik.tu-ilmenau.de/~drath/
- [5] Kovacs F., Tarca R., Blaga F., Tripe V.A., *Sisteme de fabricatie flexibila*, Ed. Universitatii, Oradea, 1999