

EVALUAREA PERFORMANTELOR CELULEI DE FABRICATIE FLEXIBILA CFF-2R-2002 UTILIZÂND REȚELE 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;

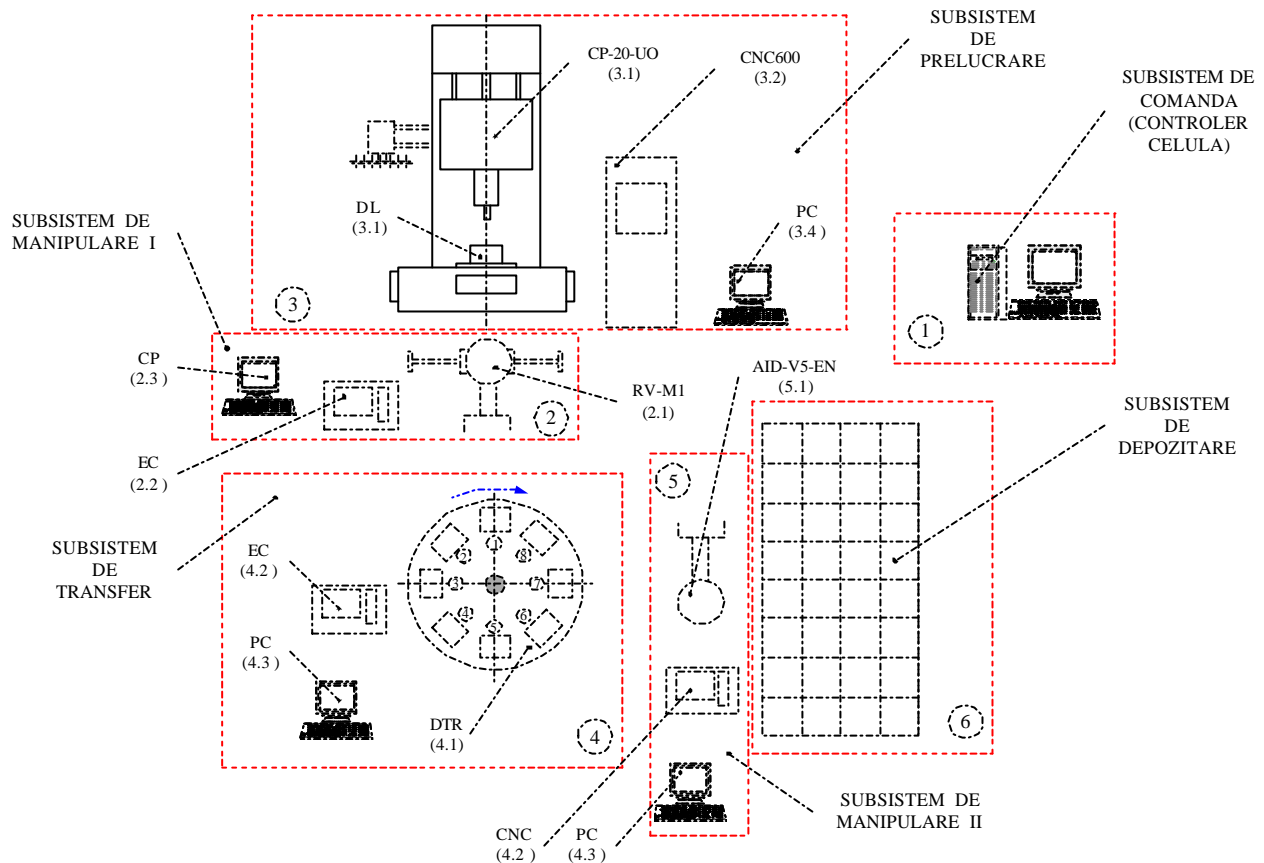


Fig.1. Structura celulei de fabricatie flexibila CFF-2R-2002

- 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;

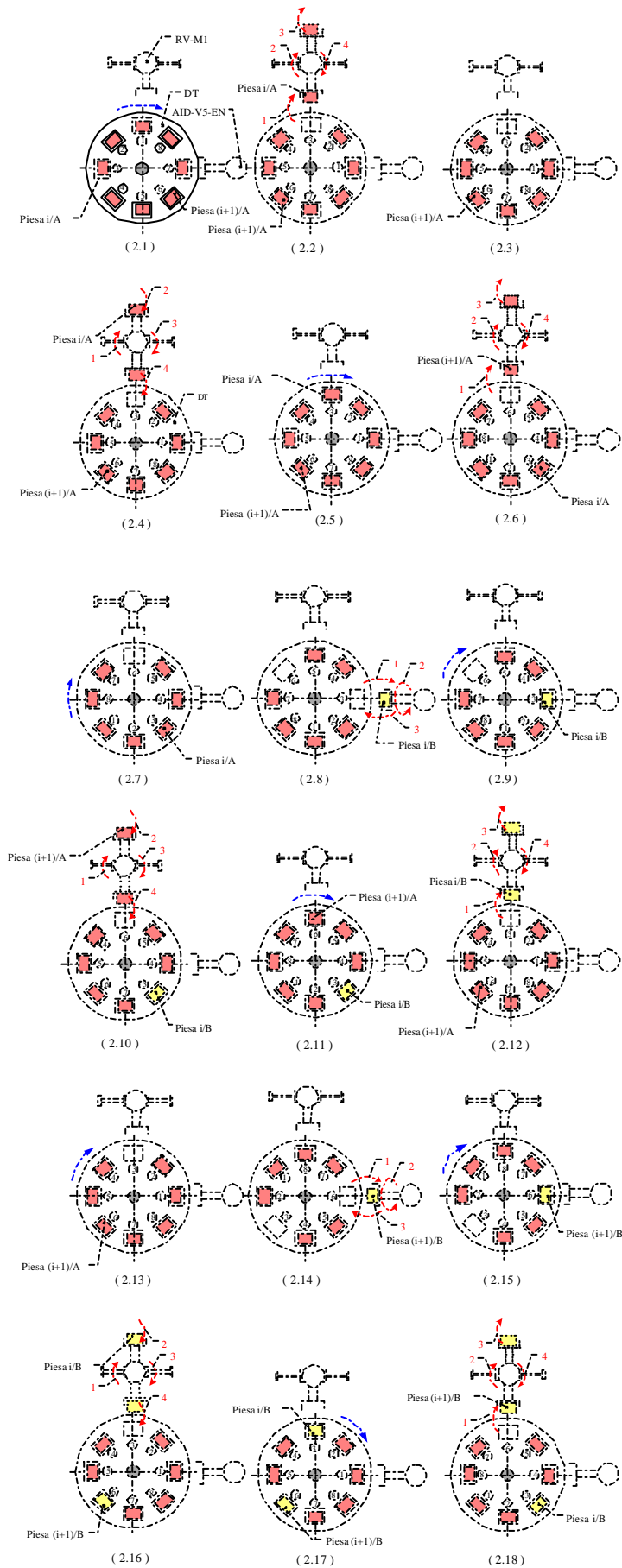


Fig.2. Succesiunea secventelor executate de componentele celulei CFF-2R-2002

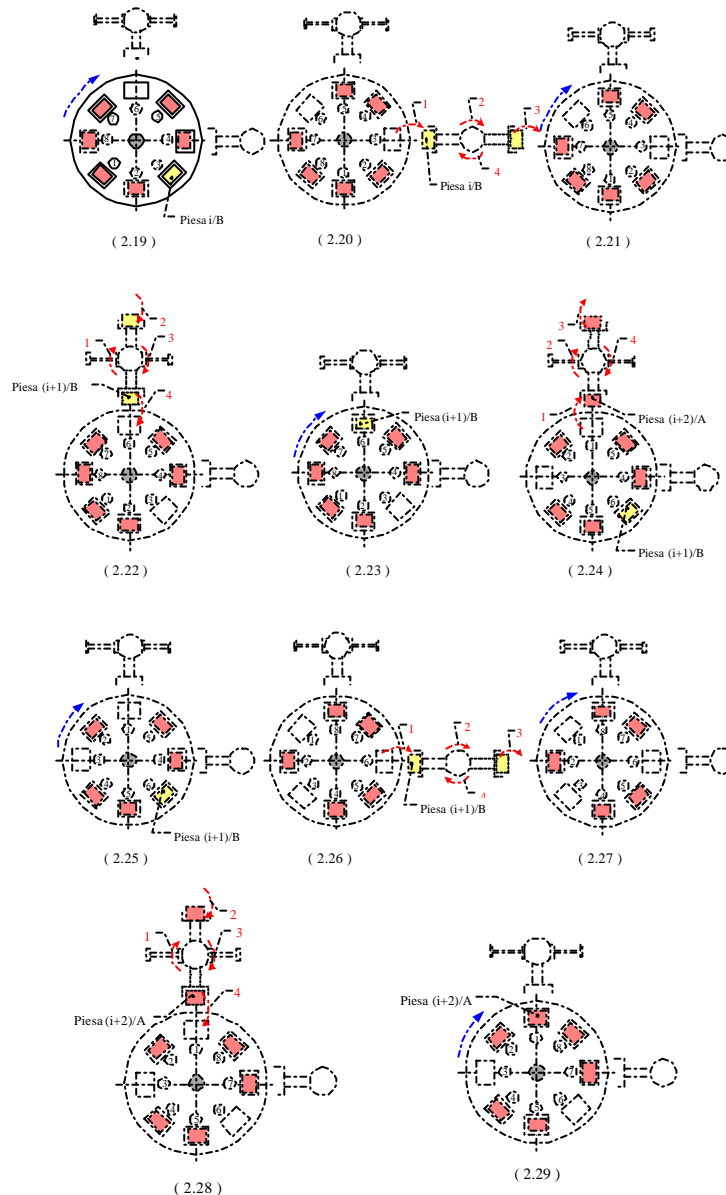


Fig.2. Succesiunea secventelor executate de componentele celulei CFF-2R-2002 (continuare)

- 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 prelucrării 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) și timpul necesar prelucrării feței B (TT2).

Tabelul 1. Sarcina de fabricatie. Timpi 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 timpii de prelucrare, în model au mai fost introduse și temporizarile corespunzătoare secvențelor de manipulare.

Durata ciclului de fabricatie corespunzator 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 timpi diferențele sunt neesențiale: aproximativ 1%. Acest lucru pune în evidență faptul că modelul descrie în mod fidel construcția și funcționarea celulei de fabricatie flexibila CFF-2R-2002.

