

# MODELAREA REȚELOR INFORMAȚIONALE CU TRAFIC LIMITAT DE TRANSFER DATE

Dimitrie BORDIAN, Ana ȚURCAN, Mariana OȘOVȘCHI  
Nionil ROȘCA, Iulian LUNGU

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** În lucrarea de față sunt prezentate rezultatele modelării rețelelor informaționale care asigură un trafic limitat de transfer date. Aceste modele sunt caracteristice pentru rețelele de senzori care dispun de resurse limitate de stocare, procesare și comunicare. Modelul rețelelor informaționale este prezentat în formă de rețele Petri temporizate în care fiecare nod este definit ca un obiect cu date și metode de procesare a acestora.

**Cuvinte cheie:** Modelare, rețele informaționale, trafic limitat de comunicare, rețele Petri temporizate, obiect, ESP8266, NodeMCU.

## Introducere

Procesul de transfer de date într-un sistem informațional constituie factorul decisiv în calitatea și corectitudinea funcționării acestuia. Este evident faptul că canalele de transfer de date dispun de parametri limitați în ceea ce privește volumul de date pe unitatea de măsură. Un interes deosebit în acest domeniu îl constituie rețelele de senzori care dispun și de resurse limitate de stocare, și procesare, și de comunicare.

Analiza și modelarea parametrică a acestor sisteme permite reducerea considerabilă a cheltuielilor în procesul de proiectare și implementare [1], respectându-se parametrii de calitate a datelor (cantitatea de date pierdute și probabilitatea ca un pachet să atingă punctul de destinație). La baza acestor modele se află sistemele de așteptare marcoviene care asigură aparatul matematic de calcul al probabilității de pierdere a datelor sau de atingere a punctului de destinație [1,2].

## 1. Definierea Obiectelor în baza modelelor de rețele Petri temporizate

Rețelele Petri reprezintă una din metodele de bază în modelarea sistemelor de calcul distribuite cu procesare concurentă a datelor [3,4].

O rețea Petri  $PN = (P, T, F, M_0)$  este un 4-tuplu, unde:

- $P = \{p_i, \forall i = \overline{1, N}\}$  este o mulțime finită și nevidă de locații;
- $T = \{t_j, \forall j = \overline{1, L}\}$  este o mulțime finită și nevidă de tranziții;
- $F \subseteq (P \times T) \cup (T \times P)$  este o mulțime de arce de conectare a locațiilor cu tranzițiile și a tranzițiilor cu locațiile;
- $M_0$  este marcajul inițial al rețelei.

Comportamentul dinamic al rețelei Petri este definit de regulile de declanșare a tranzițiilor și marcajul locațiilor în fiecare moment de timp [3,4,8].

O rețea Petri cu tranziții temporizate este un cuplu de forma  $TPN = (PN, \theta)$ , unde  $\theta$  este un set de funcții care atribuie fiecărei tranziții un timp de întârziere [5,8]:  $\theta: T \rightarrow \mathbf{R}^+, \tau_j = \theta(t_j)$ .

Pentru modelarea rețelelor informaționale cu trafic limitat de transfer date sunt necesare trei tipuri de **Obiecte** elaborate în baza modelelor de rețele Petri temporizate ( $O^{TPN} = \{O_{DG}^{TPN}, O_{DS}^{TPN}, O_{DC}^{TPN}\}$ ). Un **Obiect** este considerat un cuplu format dintr-o mulțime de date și metode de procesare a acestora:

$O_{DG}^{TPN}$  - obiect generator de date, este prezentat în Figura 1.a), unde:  $t_1$  - tranziție temporizată care determină intervalul de timp  $\tau_{DG}$  de generare a datelor,  $t_2$  - tranziție pentru validarea transmiterii datelor în rețeaua de comunicare,  $p_1$  - locație care indică prezența datelor pentru transmiterea acestora în rețeaua de comunicare;

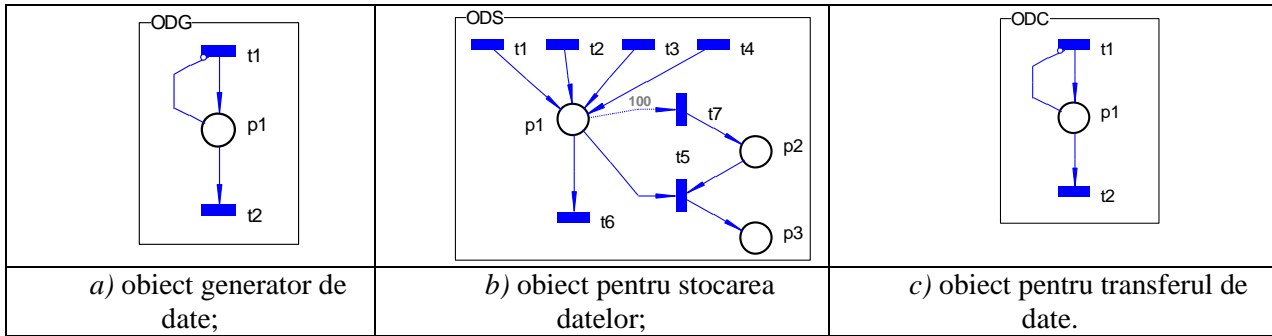


Fig. 1. Obiecte pentru modelarea rețelelor informaționale.

$O_{DS}^{TPN}$  - obiect pentru stocarea datelor, este prezentat în Figura 1.b), unde:  $t1, t2, t3, t4$  - tranziții temporizate care validează primirea datelor pentru transmiterea acestora în canalul de comunicare,  $t6$  - tranziție temporizată care determină intervalele de timp  $\tau_{DS}$  pentru transmiterea unui pachet de date în rețeaua de comunicare,  $t7$  - tranziție pentru monitorizarea bufer-ului de date, dacă cantitatea de date stocate este mai mare de 100, are loc eliminarea datelor din memoria de stocare,  $t5$  - tranziție care monitorizează descărcarea bufer-ului de date,  $p1$  - locație care modelează cantitatea de date stocate în bufer-ului de date,  $p2$  - locației care indică că bufer-ului de date este supraîncărcat și necesită eliminare parțială a datelor din acesta,  $p3$  - poziție care monitorizează numărul de pachete de date pierdute în rezultatul suprasolicitării bufer-ului de date;

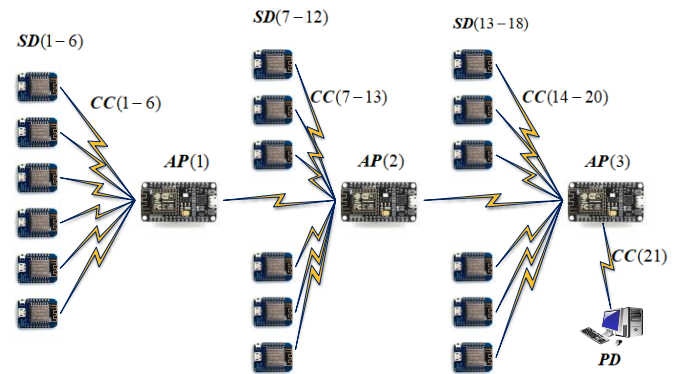


Fig. 2. Topologia rețelei modelate.

$O_{DC}^{TPN}$  - obiect pentru transferul de date, este prezentat în Figura 1,c), unde:  $t1$  - tranziție pentru validarea datelor pentru comunicare;  $t2$  - tranziție temporizată care determină durata timpului  $\tau_{DC}$  pentru transmiterea unui pachet de date,  $p1$  - locație care indică starea canalului de transmitere a datelor.

## 2. Structura rețelei informaționale

Pentru modelare s-a selectat o topologie de rețea senzorială (Figura 2), unde:  $SD$  - sunt surse de date (senzori) elaborate în baza dispozitivelor ESP8266 (WeMos D1 mini WiFi module);  $CC$  - sunt canale de comunicare;  $AP$  - sunt puncte de acces cu funcții de concentrator elaborate în baza dispozitivelor NodeMCU (ESP-12E) [6];  $PD$  - este un centru de stocare și procesare a datelor cu performanțe înalte.

Din topologia rețelei se observă punctele slabe ale acesteia și anume canalele de comunicare amplasate între punctele de acces  $AP$ .

## 3. Modelul rețelei informaționale în baza rețelelor Petri

Pentru a obține caracteristicile de performanță ale rețelei definită prin topologia din Figura 2 s-a elaborat modelul acesteia în baza rețelelor Petri temporizate. Pentru implementarea rețelei Petri (Figura 3) s-a utilizat mediul de modelare VPNP elaborat de membrii catedrei Calculatoare [7].

Rezultatele modelării sunt prezentate în Figura 4.

În model pot fi menționate principalele locații care determină parametrii de performanță:  $p7$  - cantitatea de date stocată în memoria punctului de acces  $AP(1)$  (Figura 4, a);

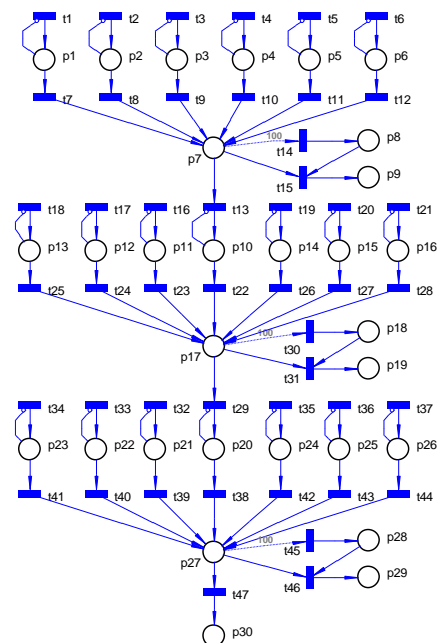


Fig. 3. Modelul rețelei informaționale elaborate în baza rețelei Petri.

$p9$  - cantitatea de date pierdute din cauza suprasolicității memoriei punctului de acces  $AP(1)$  (Figura 4, b);  $p17$  - cantitatea de date stocată în memoria punctului de acces  $AP(2)$  (Figura 4, c);  $p19$  - cantitatea de date pierdute din cauza suprasolicității memoriei punctului de acces  $AP(2)$  (Figura 4, d);  $p27$  - cantitatea de date stocată în memoria punctului de acces  $AP(3)$  (Figura 4, e);  $p29$  - cantitatea de date pierdute din cauza suprasolicității memoriei punctului de acces  $AP(3)$  (Figura 4, f);  $p30$  - cantitatea de date sosite la punctul de destinație  $PD$  (Figura 4, g).

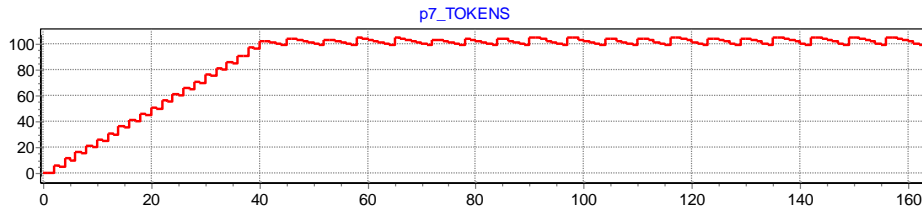


Fig. 4, a) Modelarea memoriei punctului de acces  $AP(1)$ .

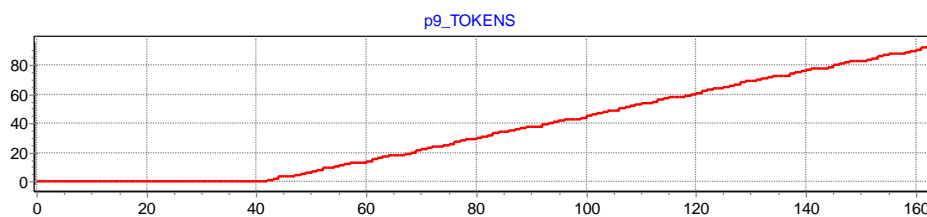


Fig. 4, b) Modelarea datelor pierdute din cauza suprasolicității memoriei punctului de acces  $AP(1)$ .

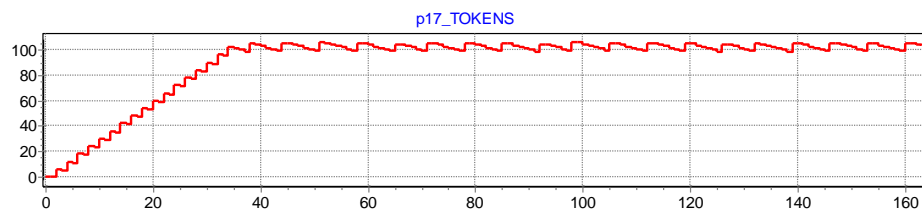


Fig. 4, c) Modelarea memoriei punctului de acces  $AP(2)$ .

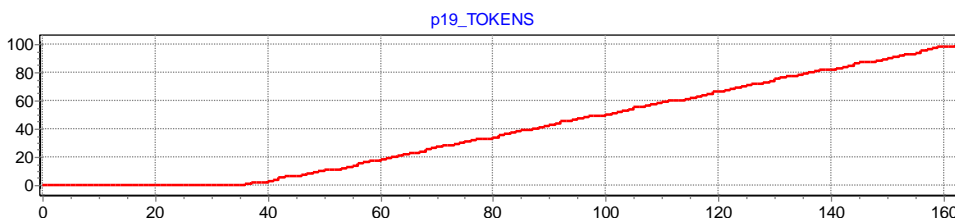


Fig. 4, d) Modelarea datelor pierdute din cauza suprasolicității memoriei punctului de acces  $AP(2)$ .

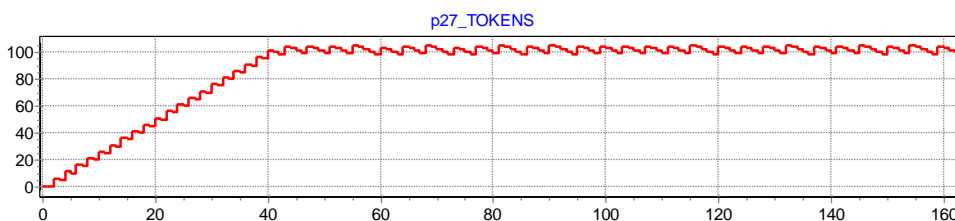


Fig. 4, e) Modelarea memoriei punctului de acces  $AP(3)$ .

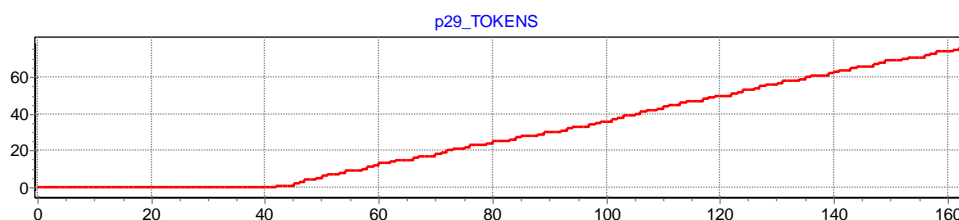


Fig. 4, f) Modelarea datelor pierdute din cauza suprasolicității memoriei punctului de acces  $AP(3)$ .

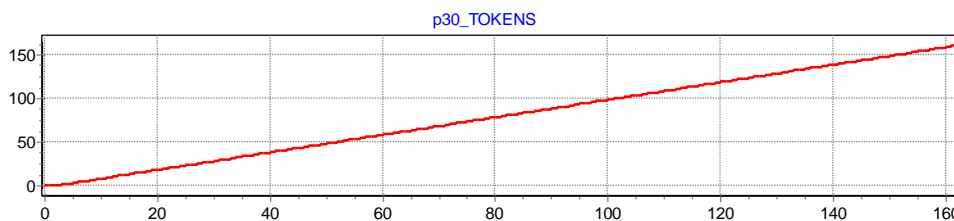


Fig. 4, g) Modelarea cantității de date sosite la punctul de destinație **PD** .

## Concluzii

În rezultatul modelării rețelei informaționale cu trafic limitat de transfer date au fost identificate și confirmate punctele critice ale acesteia. Din grafice se observă: o suprasolicitare a memoriei de stocare a datelor în punctele de acces începînd cu pasul 40, procesul de eliberare a memoriei și transferul acestor date în lista datelor pierdute din cauza limitei canalului de comunicare.

## Mențiuni

Cercetările efectuate fac parte din tematica tezelor de doctorat din cadrul catedrei Calculatoare, DIIS, FCIM, UTM. Modelarea parametrică s-a efectuat în baza mediului Software VNP oferit de catedra Calculatoare. Rezultatele experimentale și măsurările au fost efectuate în baza dispozitivelor oferite de Centrul Studentesc de Creativitate Tehnică „Hard & Soft” și ORNGE Cafee.

## Bibliografie

1. Башарин, Г.П.; Бочаров, П.П.; Коган, Я.А. *Анализ очередей в вычислительных сетях. Теория и методы расчета*. Москва. Издательство «Наука». Главная редакция физико-математической литературы, 1989, 336с.
2. Guțuleac, E. *Lanțuri și sisteme de așteptare marcoviene: Elemente teoretice și aplicații*. UTM, cat. Calculatoare, Chișinău, 2010, 87p. [Accesat: 12.01.2019, Valabil pe: <http://calc.fcim.utm.md/biblioteca/arhiva/Anul%20II/Semestru%20I/Procese%20Stochastice%20Lanțuri%20Markov%20si%20sisteme%20de%20asteptare.pdf>].
3. Петерсон, Дж. *Теория сетей Петри и моделирование систем*. Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 264с.
4. Котов, В.Е. *Сети Петри*. – М.; Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1984. – 160с.
5. Păstrăvanu, O.; Matcovschi, M.; Mihulea, C. *Aplicații ale rețelelor Petri în studierea sistemelor cu evenimente discrete*. – Iași: Editura Gheorghe Asachi, 2002. – 256p. ISBN: 973-8292-86-7.
6. ESP8266. [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf) [Accesat 12.01.2019].
7. Guțuleac, E., Reilean, and A. Boșneaga C. *VNP - software tool for modeling and performance evaluation using generalized stochastic Petri nets*. In: Proc. of 6<sup>th</sup> International Conference on DAS-2002, Suceava, România, pp. 243-248. 2002.
8. Sudacevschi, V., Ababii, V., Calugari, D., Bordian, D. Time delay evaluation in Printed Circuit Boards based on timed hard petri nets. *Proceedings of the 11-th International Conference on Electromechanical and Power Systems (SIELMEN 2017), 11 October 2017 Iasi / 12-13 October 2017, Chisinau*, pp. 63-65, IEEE Catalog Number: CFP17L58-USB, ISBN: 978-1-5386-1845-5. (Accessible: <http://ieeexplore.ieee.org/document/8123292/>).