

PETRI MREŽE I NJIHOV ODNOS PREMA DRUGIM POZNATIM MREŽNIM TEHNIKAMA

U članku je dat prikaz osnova Petri mreža kao nove metode i tehnike za istraživanje i simulaciju složenih dinamičnih sistema. Prikazan je osnovni smisao Petri mreža, predloženi su nazivi za osnovne pojmove i prikazan način definiranja i konstrukcije Petri mreža. Zatim je razmotren odnos i pretvorba sistemskog dijagrama i PERT/CPM dijagrama u Petri mrežu. I na kraju je dat primjer markiranja i upotrebe marki u Petri mreži.

Petri mreža; pozicija; tranzicija; marka.

1. UVOD

Petri mreže su tako nazvane po njihovom izumitelju Carlu Adamu Petriju. On ih je postavio i prikazao u svojoj doktorskoj disertaciji koju je pod naslovom: *Kommunikation mit automaten*, 1962. branio na Univerzitetu u Bonnu.

Osnovna namjena Petri mreža je modeliranje dinamičkih sistema i proučavanje ponašanja sistema. Gotovo svaki se sistem može modelirati pomoću Petri mreže. Međutim, one se najčešće koriste za modeliranje informacijskih, upravljačkih i automatskih sistema. Premda je ta mrežna tehnika izumljena pred skoro trideset godina, ona je tek u posljednje vrijeme, tj. unazad pet-šest godina naišla na veće zanimanje i primjenu.

U posljednje vrijeme ova metoda i tehnika izaziva živo zanimanje informatičara, matematičara, elektrotehničara i kibernetičara. Na područjima tih i drugih znanosti vrše se daljnja istraživanja, kako u smislu primjene, tako i u smislu teorije, što dovodi do stalnog proširivanja i usavršavanja te tehnike i metode. Velika je prednost Petri mreža to što se pomoću njih i elementi sistema i njihova svojstva mogu matematički izraziti i pomoću računala istraživati i eksperimentirati. Nadalje, Petri mreže omogućuju definiranje raznih stanja i događaja u sistemu bolje od bilo koje druge do sada poznate mrežne tehnike. Tako pomoću njih možemo istraživati paralelne procese, istovremenost

dogadaja, postojanje uvjeta za događaje, smjer mogućeg razvoja procesa, eventualnu konfliktnost događaja itd.

Nedostatak Petri mreža u odnosu na druge mrežne tehnike je prvenstveno u tome što one nisu tako pregledne kao većina drugih tehnika, npr. početak procesa u Petri mreži nemora biti na početku mreže, nego može biti u bilo kojem dijelu mreže, a isto vrijedi i za kraj. To je nedostatak u smislu preglednosti, ali je prednost što se pomoću Petri mreže mogu modelirati i ciklički nepotpuno usmjereni procesi.

Upravo zbog spomenutog nedostatka Petri mreže izrada pregledne mreže, naročito za početnika, predstavlja stanoviti problem.

Već smo spomenuli da se na području teorije i primjene Petri mreža vrše daljnja istraživanja i usavršavanja, te već sada postoji nekoliko verzija Petri mreža i nekoliko verzija osnovnih simbola. U početku Petri mreže nisu obuhvaćale istraživanje vremenskih osnosa u sistemu u smislu određivanja termina i eventualnih vremenskih rezervi, no sada već postoje verzije koje omogućuju istraživanja i tih osnosa.






Mi ćemo u ovom kratkom prikazu nastojati prikazati samo početnu verziju Petri mreža, uglavnom prema literaturi (L-3).

2. OSNOVNI POJMOVI I SIMBOLI

Petri mreža je sistemski dijagram koji se u početnoj i najčešćoj verziji sastoji iz pojmova i simbola koji su navedeni u tablici na slici br. 1. Budući da su Petri mreže relativno nova tehnika kod nas, za sada ne postoje općeprihvaćeni hrvatski nazivi za ove simbole. Zato uz prikaz simbola dajemo njihove njemačke, engleske, ruske nazive i nazive koji se javljaju u malobrojnim člancima raznih autora na našem jeziku, te na kraju dajemo nazive za koje mislimo da bi ih trebalo usvojiti. Ti preporučeni nazivi bit će korišteni u daljnjem tekstu.

Simboli navedeni pod brojem od 1 do 3 u tablici slike br. 1., tj. pozicije, tranzicije i strelice čine fiksni dijagram. Četvrti simbol je marka i ona je pomična, tj. može se pomicati iz pozicije u poziciju prema unaprijed definiranim pravilima. Pokretljivost marki omogućuje da se procesi u mreži mogu simulirati i njihovi ishodi pomoću mreže i vizuelno pratiti. Da bismo pratili procese i događaje u toku ručne simulacije, moramo imati dovoljno velik i pregledan dijagram, tj. Petri mrežu, a kao marke mogu nam poslužiti i novčići ili žetoni koje prema određenom pravilu premještamo po pozicijama Petri mreže.

Slika br. 1. Grafički simboli osnovne Petri mreže i njihovi nazivi

	Simbol i oznaka	njemački	engleski	ruski	hrvatski	prijedlog
1		Platz Stelle Position	place condition	pozicija	pozicija mjesto čvor	pozicija
2	a.  b. 	Übergang Transition	Transition	perehod	prijelaz	tranzicija
3		Kante Bogen	arc	duga strelka	strelica luk	strelica
4		Marke	token	fiška	značka marker marka	marka

Pozicija simbol krug, oznaka p_i može predstavljati: stanja, objekte ili uvjete. Tranzicija simbol puna deblja crta ili u novijoj literaturi uski pravokutnik, oznaka t_j može predstavljati: događaj, aktivnost, promjenu, a u slučaju električne mreže prekidač. Strelice povezuju pozicije i tranzicije i obrnuto. Kod toga strelica uvijek povezuje poziciju s tranzicijom, odnosno tranziciju s pozicijom, ali nikada dvije ili više pozicija, odnosno dvije ili više tranzicija. Marka simbol puna crna točka je pomičan simbol koji označava postoje li uvjeti za odvijanje procesa u određenom smjeru.

3. Osnovna zamisao Petri mreže

Osnovna zamisao Petri mreže vrlo je jednostavna i osniva se na tome da su za razvoj procesa i događaja u nekom smjeru potrebni uvjeti, materijalni, informacijski, novčani ili neki drugi, zavisno o prirodi sistema i procesa koji modeliramo. Te uvjete u pomanjkanju bolje riječi nazivat ćemo resurs-ima. To znači da bi se iz jedne pozicije moglo preći u drugu, tj. iz jednog stanja u drugo stanje, mora prva pozicija raspolagati sa stanovitim resursima. Postojanje odgovarajućih resursa i njihova količina izražava se brojem marki koje stavlja u tu poziciju.

Pozicije međusobno uvijek odvajaju tranzicije i njihova je uloga da dopuštaju prijelaz iz jedne pozicije u drugu samo u slučaju postojanja dovoljnih resursa, tj. marki u početnoj poziciji.

Slikovito možemo pozicije zamisliti kao gradove koji su spojeni cestama na kojima postoje mostovi. Ceste su strelice, a mostovi tranzicije.

Most možemo prijeći samo ako imamo odgovarajuće dokumente ili druga sredstva: npr. propusnice za sebe, vozilo i teret, ili ako smo za te stvari bili u mogućnosti platiti odgovarajuće pristojbe, tj. ako raspoložemo s dovoljno resursa.

Postojanje dovoljnih resursa za prijelaz preko neke tranzicije naziva se postojanjem uvjeta, tj. postojanjem mogućnosti razrješenja tranzicije. Postojanje uvjeta razrješenja neke tranzicije ne mora značiti da ćemo preko te tranzicije i prijeći. Ako uvjeti za razrješenje ne postoje, tranzicija se ne može prijeći, a to znači da se iz početne pozicije ne može doći u neku od slijedećih pozicija. Ako uvjeti za razrješenje postoje, može se ali se ne mora prijeći u neku ili neke od pozicija koje razrješena tranzicija povezuje.

Prijelaz preko neke od tranzicija naziva se napuštanjem tranzicije. Prijelaz se u modelu realizira na taj način da se marke iz početnih pozicija premjeste u slijedeće pozicije. Napuštanjem tranzicija dobije se novi raspored marki po pozicijama i time se stvaraju novi uvjeti za razrješenje i napuštanje slijedećih tranzicija itd.

U odnosu na način primjene marki u Petri mreži postoji više varijanti i više pravila koje se primjenjuju ovisno o značajkama sistema koji se pomoću Petri mreže modelira. Najjednostavnija je ona varijanta kod koje svaka ulazna pozicija neke tranzicije mora imati po jednu marku da bi tranzicija bila razriješena. Svaka strelica u tom slučaju može imati svoju težinu, tj. kapacitet prijenosa marki jedan a pozicije mogu imati neograničeni kapacitet marki. To znači da se u jednoj poziciji može naći više marki zavisno o broju strelica koje u tu poziciju vode.

Postoje, kako smo već spomenuli, i druga pravila za korištenje marki u Petri mrežama. Npr. kod simulacije električnih sistema (električnih mreža) vrlo često se koristi tzv. binarni način. Kod električnih mreža tranzicije vrlo često predstavljaju prekidače, prema tome veza između dvije pozicije može se uspostaviti samo onda ako postoji struja u početnoj poziciji, a tranzicija može biti samo uključena ili isključena. To znači da se dvije ili više marki u nekoj poziciji spajaju u jednu marku, odnosno jedna marka pretvara se u više ako neka tranzicija povezuje više pozicija.

No bitno je to da bez obzira koje će se pravilo markiranja koristiti, to se pravilo u jednom modelu mora izričito poštovati.

Napomenimo još da u Petri mrežama ne postoji klasično poimanje početka i kraja procesa u sistemu, tj. početne pozicije u provođenju simulacije ne moraju biti i početne za našu analizu, isto se odnosi i na krajnje pozicije. U petri mrežama početno stanje zadaje se početnim razmještajem marki po pozicijama Petri mreže. Razmještaj marki po pozicijama naziva se markiranje. Početni razmještaj marki je početno markiranje i to je izvorište analize i daljnjeg razmatranja, odnosno simulacije. Iz početnog markiranja u zavisnosti o uvjetima razrješenja može se dobiti jedno ili više novih markiranja. Broj

markiranja, tj. broj mogućih novih razmještaja marki, označava broj mogućih smjerova razvoja procesa u sistemu.

To što ne postoji čvrsti redolijed pozicija i tranzicija u Petri mreži kakav je karakterističan za neke poznate mrežne tehnike, kao što su PERT, CPM, Precedence i druge, predstavlja stanovit nedostatak jer otežava crtanje mreže i snalaženje u mreži. Preglednost mreže je u velikoj mjeri zavisna o vještini onog koji je crta.

S druge strane, takav dijagram u odnosu na druge spomenute mrežne tehnike predstavlja prednost jer se ista mreža može koristiti za simulacije raznih stanja i procesa u jednom definiranom sistemu. Novo početno stanje može se potpuno odrediti novim početnim markiranjem modela, tj. postojeće Petri mreže.

4. OSNOVE PETRI MREŽA

Petri mreža može se definirati kao uređena četvorka

$$C = (P, T, I, O) \quad \dots 1^1$$

Kod toga P označava skup pozicija u mreži

$$P = \{ p_1, p_2, \dots, p_n \} \quad \dots 2$$

P je uvijek konačan skup pozicija

T označava skup tranzicija u mreži

$$T = \{ t_1, t_2, \dots, t_m \} \quad \dots 3$$

T je kao i P uvijek konačan skup tranzicija.

Skup pozicija P i skup tranzicija T se ne smije sjeći, tj. ta dva skupa ne smiju imati zajednički član jer ni jedna pozicija i ni jedna tranzicija ne smije imati dvostruku ulogu.

Proizvoljna pozicija označava se sa p_i , a proizvoljna tranzicija sa t_j .

I = Input označava ulaz u poziciju ili tranziciju, tj. ulazne strelice

O = Output označava izlaz iz pozicije ili tranzicije, tj. izlazne strelice

Svi ulazi, odnosno izlazi iz neke pozicije ili iz tranzicije čine komplete ulaza ili izlaza.

Kompleti oznaka (#) su skupovi posebne vrste koji se od običnih skupova razlikuju po tome što u njima može biti više članova iste vrste.²

1 Prema J. L. Petersonu (L-3, 16)

2 Osnove teorije kompleta (L-3, 231)

Petri mreža može se zadati na više načina, a uobičajena su tri:

- pomoću kompleta ulaza i izlaza pozicija
- pomoću kompleta ulaza i izlaza tranzicija
- pomoću parova predveza (Pro) i postveza (Post).

Primjer br. 1. Petri mreža zadana pomoću ulaza i izlaza pozicija

$$C = (P, T, I, O)$$

$$I(p_1) = \{t_1, t_8\}$$

$$O(\pi_1) = \{t_1, t_4, t_5\}$$

$$I(p_2) = \{t_4, t_5, t_7\}$$

$$O(\pi_2) = \{t_6, t_7\}$$

$$I(p_3) = \{t_6\}$$

$$O(\pi_3) = \{t_1, t_1, t_2, t_5\}$$

$$I(p_4) = \{t_1, t_2\}$$

$$O(\pi_4) = \{t_3\}$$

$$I(p_5) = \{t_1, t_3\}$$

$$O(\pi_5) = \{t_4\}$$

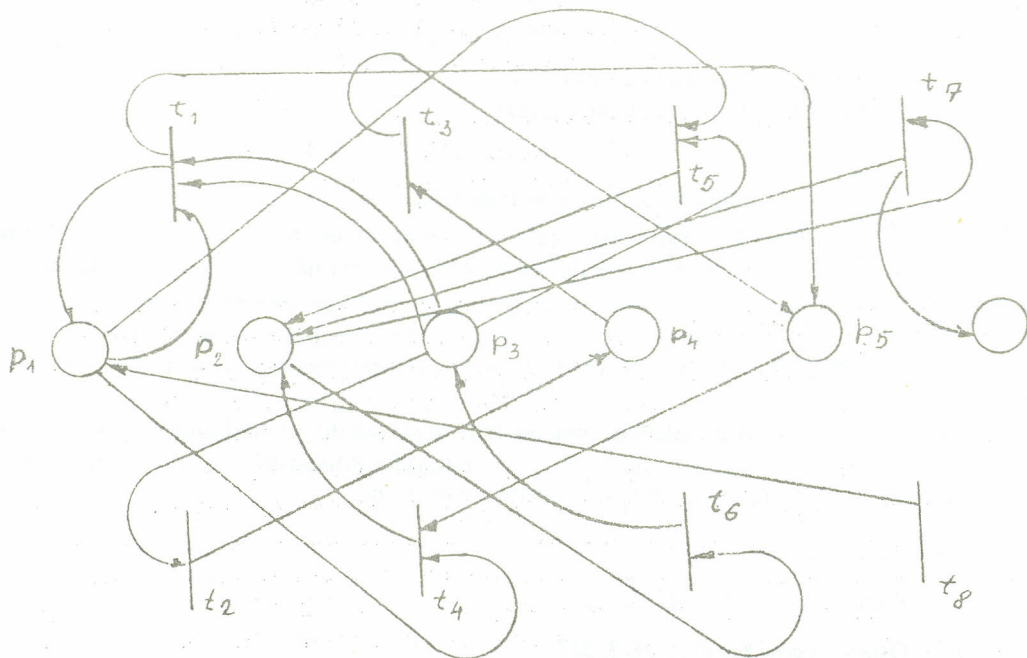
$$I(p_6) = \{ \}$$

$$O(\pi_6) = \{t_7\}$$

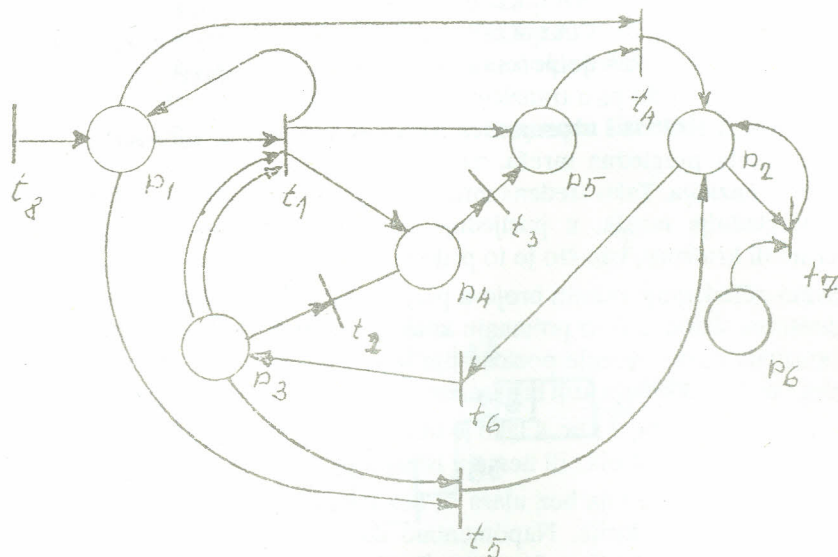
Početni graf ove Petri mreže prikazan je na slici br. 2.

Iz ovog zadatka je vidljivo da neki komplet može biti prazan, to je npr. komplet $I(p_6) = \{ \}$. što u konkretnom slučaju znači da pozicija p_6 nema ulaza, to ujedno može značiti da je to početna pozicija.

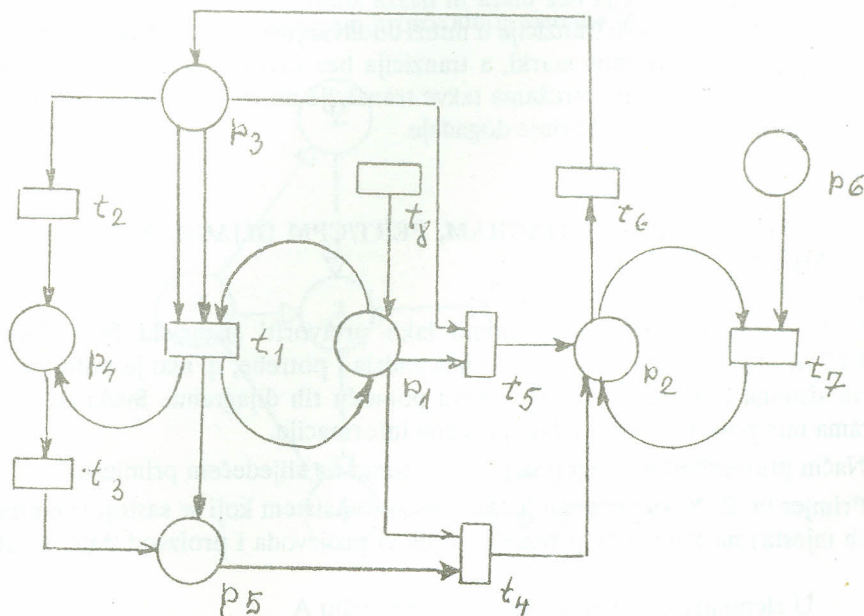
Svi kompleti osim $O(p_3) = \{t_1, t_1, t_2, t_5\}$ su identični sa skupovima, jedino taj komplet razlikuje se od običnog skupa jer ima dva t_1 .



Slika br. 2. Početni prilaz konstrukciji Petri mreže



Slika br. 3. Sredena Petri mreža varijanta I



Slika br. 4. Sredena Petri mreža varijanta II

Na slikama br. 2, br. 3 i br. 4 prikazana je ista Petri mreža zadana u primjerima od 1 do 3. Slika br. 2 prikazuje početnu konstrukciju Petri mreže kod koje smo pozicije poredali u red od p_1 do p_6 a tranzicije smjestili naizmjenu oko pozicija. Na taj način je dobivena vrlo složena i nepregledna mreža koja teško da može poslužiti svojoj svrsi. Da bi se dobila pregledna mreža, najčešće se mora odustati od slijednog rasporeda pozicija ili tranzicija. Tako sređena mreža prikazana je na slici br. 3 i slici br. 4. Da bi se dobila preglednija mreža, u posljednje vrijeme se nastoji da sve strelice budu ili pravocrtne ili kružnice, kao što je to prikazano na slici br. 4.

Samo određivanje rednih brojeva pozicija i tranzicija je proizvoljno i ovisno samo o konkretnom sistemu, tj. o poimanju konkretnog sistema koji se modelira. Zbog toga npr. tranzicija koja povezuje poziciju npr. p_1 i p_2 ne mora nužno imati br. 1 (t_1) ili br. 2 (t_2) nego može imati bilo koji broj zavisno o onom tko konstruira ili zadaje Petri mrežu.

Nadalje iz slike br. 3 i br. 4 lako je uočiti da u Petri mreži mogu postojati i pozicije i tranzicije koje nemaju ulaz ili nemaju izlaz, npr. p_6 i t_8 nemaju ulaz.

Interpretacija pozicija bez ulaza ili bez izlaza je relativno laka jer to su najčešće početne ili krajnje pozicije. Napomenimo da broj početnih i krajnjih pozicija nije nikakvim pravilom ograničen. Isto tako Petri mreža može biti i bez ijedne početne ili krajnje pozicije.

Interpretacija tranzicija bez ulaza ili izlaza znatno je teža od interpretacije takvih pozicija i zbog toga se takve tranzicije u mreži dodavanjem pozicija nastoje izbjeći. Svrha tranzicije u mreži je prijenos marki, a tranzicija bez ulaza ili izlaza ne može prenijeti nikakvu marku. No u nekim mrežama takve tranzicije mogu imati svoju svrhu, npr. ako želimo definirati početne ili krajnje događaje.

5. SISTEMSKI BLOK DIJAGRAM, PERT/CPM DIJAGRAM I PETRI MREŽA

U Petri mreži mogu se relativno lako pretvoriti sistemski blok dijagrami i PERT/CPM dijagrami, naravno ako to ima smisla i potrebe, tj. ako je potrebno ispitati svojstva sistema koja se ne mogu utvrditi pomoću tih dijagrama. Svaki od tih tipova dijagrama ima posebnu svrhu i daje posebne informacije.

Način pretvorbe tih dijagrama prikazat ćemo na slijedećem primjeru:

Primjer br. 2. Neka je zadan jedan proizvodni sistem koji se sastoji iz 6 elemenata (radnih mjesta) na kojima se proizvode dijelovi proizvoda i proizvod ABC na slijedeći način:

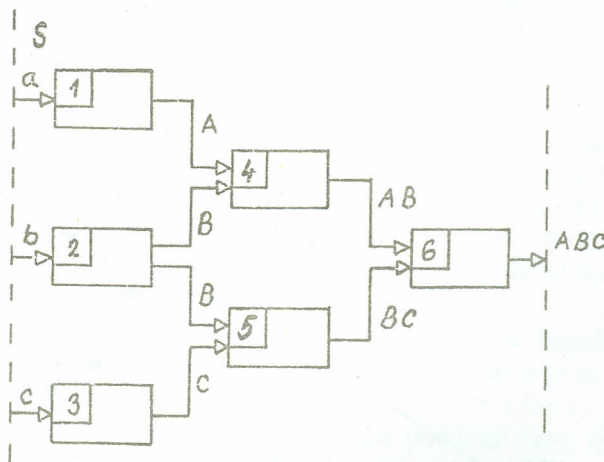
U elementu 1 iz materijala a izrađuje se dio A

U elementu 2 iz materijala b izrađuje se dio B

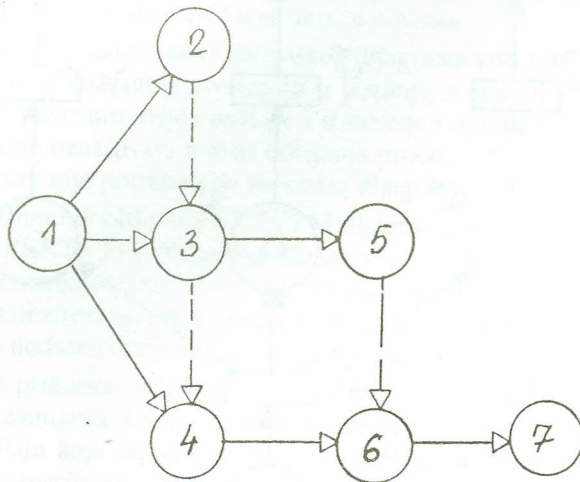
U elementu 3 iz materijala c izrađuje se dio C

- U elementu 4 dijelovi A i B spajaju se u sklop AB
- U elementu 5 dijelovi B i C spajaju se u sklop AC
- U elementu 6 sklopovi AB i BC spajaju se u sklop ABC.

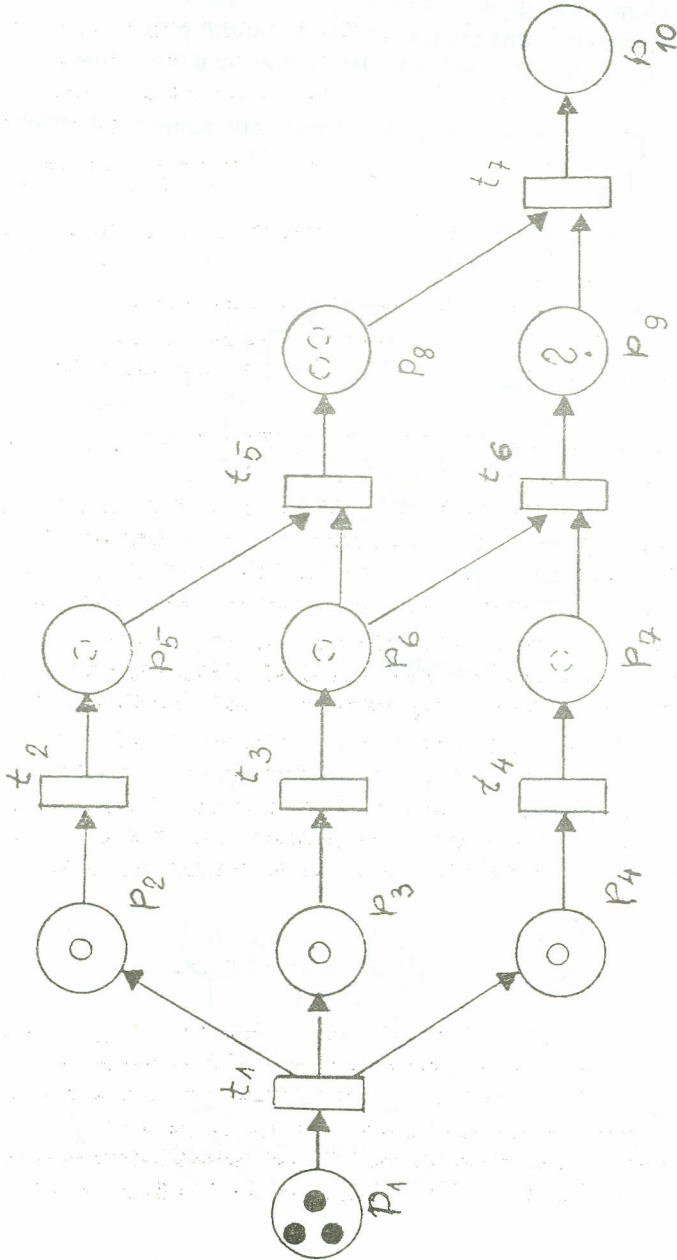
Opisani proizvodni sistem možemo prikazati pomoću sistemskog dijagrama, slika br. 5.



Slika br. 5. Sistemski dijagram proizvodnog sistema iz primjera br. 4



Slika br. 6. PERT/CPM dijagram proizvodnog sistema iz primjera br. 4



Slika br. 7. Petri mreža proizvodnog sistema iz primjera br. 4

Sistemski blok dijagram slika br. 5 sastoji se iz strelica i pravokutnika. Strelice prikazuju veze a pravokutnici elemente sistema. On prikazuje iz čega se sistem sastoji i kako su pojedini elementi međusobno povezani, zatim što u sistem ulazi i što iz njega izlazi. Na osnovi sistemskog dijagrama dobije se predodžba o strukturi sistema. I to je možda najbolje sada poznato sredstvo za prikaz strukture sistema.

Sistemska dijagram najčešće je i najpogodnija osnova za izradu drugih vrsta dijagrama, kao što su npr. PERT/CPM dijagrami i Petri mreže, koje ćemo ukratko prikazati.

PERT/CPM dijagram, slika br. 6, može se izvesti iz sistemskog dijagrama neposredno onda ako u sistemskom dijagramu nema povratnih veza, kao što je to npr. slučaj na slici br. 5. Pretvorba se vrši na taj način da se svaka strelica sistemskog dijagrama pretvori u događaj (krug) a svaki pravokutnik u aktivnost (strelicu). Dvije ili više strelica koje izlaze iz pravokutnika označavaju se povezivanjem odgovarajućih događaja u PERT/CPM dijagramu s fiktivnom aktivnošću.

Budući da PERT/CPM dijagram mora imati jedan početni događaj i jedan završni događaj, sve ulazne strelice u sistem i sve izlazne strelice spajaju se u jedan početni odnosno i jedan završni događaj.

U slučaju da početni sistemski dijagram ima povratne veze, on se mora prije transformacije u PERT/CPM dijagram preraditi u dijagram bez povratnih veza.

PERT/CPM dijagram, kao što je poznato, daje obavijesti o međusobnoj zavisnosti događaja i aktivnosti i on je pogodan za definiranje i analizu vremenskih odnosa u sistemu, međutim on ne daje dobar uvid u strukturu sistema.

Petri mreža, slika br. 7, može se iz sistemskog dijagrama vrlo lako izvesti, i to tako da se strelice sistemskog dijagrama pretvaraju u pozicije, a pravokutnici u tranzicije. Strelice u Petri mreži povezuju uvijek pozicije i tranzicije i obratno i one kao i strelice u sistemskom dijagramu označavaju pravac odvijanja procesa. Za pretvorbu sistemskog dijagrama u Petri mrežu nije potrebno da sistemski dijagram bude bez povratnih veza.

Petri mrežu možemo dobiti i iz PERT/CPM dijagrama na taj način da u osnovi strelice (aktivnosti) PERT/CPM dijagrama zamijenimo s tranzicijama a događaje s pozicijama. No ta pretvorba ne smije biti čisto mehanička jer su za pretvorbu potrebne stanovite nadopune, s obzirom na svrhu i svojstva Petri mreže. Najčešće je u Petri mrežu potrebno staviti neke dodatne pozicije koje ne proizlaze iz neposredne pretvorbe.

Takva nadopuna prikazana je na slici br. 7. Ako bi početni događaj iz PERT/CPM dijagrama, slika br. 6, zamijenili s tranzicijom t_1 , primjenjujući spomenuto pravilo, dobili bismo početnu tranziciju koja ne može prenijeti nikakavu marku. Da to izbjegnemo, stavili smo ispred nje poziciju p_1 u koju možemo staviti marke.

Napomenimo da je to bilo potrebno u slučaju kad bismo Petri mrežu konstruirali na osnovu PERT/CPM dijagrama. Ako bismo Petri mrežu konstruirali neposredno na osnovu sistemskog dijagrama, i pozicija p_1 i tranzicija t_1 ne bi bile potrebne.

Petri mreža služi, kao što smo to već spomenuli, za simulaciju mogućih stanja sistema prema raspoloživim resursima, i to je prikazano markiranjem Petri mreže na slici br. 7.

6. MARKIRANJE I SIMULACIJA

Proces u Petri mreži može početi iz bilo koje pozicije. Postojanje uvjeta, tj. resursa, za početak procesa određen je brojem marki u početnom markiranju. Iz tog početnog stanja prema postavljenim pravilima i početnim resursima proces se može razvijati u raznim pravcima, što ćemo ukratko prikazati na primjeru br. 3.

Primjer br. 3. Neka su u Petri mreži na slici br. 7 zadane u pozicije p_1 3 marke. (Crne točke u p_1 naslici br. 7). To znači da je to početno stanje definirano početnim markiranjem M_0 .

Markiranje se može definirati na slijedeći način:

$$\begin{array}{l} \text{npr.} \\ M_0 = \begin{array}{cccccccccccc} p_1 & p_2 & p_3 & p_4 & p_5 & p_6 & p_7 & p_8 & p_9 & p_{10} \\ 3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \text{ ili} \\ M_0 = (3000000000) \end{array}$$

To znači da u p_1 postoje 3 marke, a u svim ostalim pozicijama nema marki.

Iza pozicije p_1 nalazi se tranzicija t_1 koja je razriješena jer iz nje izlaze tri strelice i za svaku od njih postoji po jedna marka.

Napuštanjem tranzicije t_1 ostvarujemo novo markiranje

$$M_1 = (0111000000)$$

tj. iz pozicije p_1 preko tranzicije t_1 prebacili smo u pozicije p_2 , p_3 i p_4 po jednu marku.

Slijedeće markiranje je $M_2 = (0000111000)$ što znači da će se prva marka prebaciti preko t_2 u p_5 , zatim preko t_3 u p_6 druga i preko t_4 u p_7 treća.

Iz M_2 možemo ostvariti dva markiranja, i to:

$$M_3 = (0000001200) \text{ ili}$$

$$M_4 = (0000100020).$$

Što znači da će u slučaju M_3 nastati zastoj u p_8 ili u slučaju M_4 u p_9 , jer da bi se došlo do p_{10} , nema dovoljno marki, tj. resursa. Prema tome sistem može funkcionirati samo ako se broj resursa poveća.

Simulacija koji smo proveli je ručna simulacija samo jedne osobine sistema. Da bi se mogla provesti simulacija pomoću računala, bilo bi potrebno samo Petri mrežu definirati pomoću matrica i provesti postupke testiranja.

Napomenimo na kraju: mogućnosti markiranja mogu se prikazati i posebnim dijagramom tzv. dijagramom dostupnosti.

7. ZAKLJUČAK

U članku smo nastojali dati osnovi smisao Petri mreža, njihovu definiciju i pristup konstrukciji. Po našem mišljenju jedan od dobrih načina je pristup na osnovi systemske analize i systemskog dijagrama. Budući da systemski dijagram prikazuje jasno strukturu sistema, a on se na osnovi jednostavnog pravila može pretvoriti u Petri mrežu, to je pomoću njega osiguran uvid u strukturu sistema jer je jedan od nedostataka Petri mreže taj što je u njoj teško prepoznati strukturu sistema.

Postupak pretvorbe PERT/CPM dijagrama u Petri mrežu je moguć, ali nije tako jednostavan kao pretvorba systemskog dijagrama u Petri mrežu jer je obično potrebno voditi pomoćne pozicije. Te pomoćne pozicije mogu predstavljati i stanovitu smetnjuu određivanju svojstava sistema pomoću Petri mreže.

Nadalje, u članku smo pokušali predložiti stručne nazive i pojmove u Petri mreži. Kod toga smatramo da je bolje da se usvoje već korišteni nazivi iz strane stručne i znanstvene literature, kao što su pozicija i tranzicija nego da se oni prevode. Prijevodom se po našem mišljenju suviše pojednostavljuje stvar i stvara manjkava predodžba. Tako je npr. pozicija apstraktan pojam koji u konkretnom slučaju može predstavljati različite fenomene, mjesto, stanje, objekt i drugo. Prema tome prevođenje pozicije pojmom mjesto sužava pravi smisao tog pojma. Isti je slučaj i s pojmom tranzicija, koja može biti: prijelaz, događaj, prekidač i drugo. Osim toga, usvajanjem tih riječi osigurali smo neposrednu vezu tih pojmova s oznakama Petri mreže.

U prikazu pretvorbe systemskog i PERT/CPM dijagrama u Petri mrežu izabrali smo jednostavan proizvodni primjer da ta pretvorba i smisao Petri mreže bude jasnija, unatoč tome što se Petri mreže za rješavanje takvih problema vrlo rijetko koriste.

U članku se nismo posvetili definiranju systemskih svojstava koja se mogu utvrditi pomoću Petri mreža, kao što su npr. sigurnost, živost i druga jer bi to prelazilo opseg i svrhu ovog članka.

8. LITERATURA

- L-1 B. Baumgarten, Petri-Netze, Wissenschaftsverlag, Mannheim/Wien/Zürich 1990.
- L-2 R. König, L. Quäck, Petri-Netze in der Steuerungstechnik VEB Verlag Technik Berlin 1988.
- L-3. D.Ž. Piterson, Teorija setej Petri i modelirovanije sistem, Moskva, Mir 1984.
- L-4. M. Marinović, Uvod u teoriju Petrijevih mreža, članak Zbornik pedagoškog fakulteta u Rijeci br. 8/1986.
- L-5. V. Čerić, Konceptcija simulacijskog modela poštanskog centra, članak , Suvremeni promet, Zagreb, br. 6 1984.

Primljeno: 1991-11-20

Radošević D. Petri-Netz und sein Verhältnis zu den anderen bekannten Techniken

ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Arbeit wurde das Petri-Netz als neue Methode und Technik für die Forschung und Simulation zusammengesetzter dynamischer Systeme dargestellt. Es wurde auch der Zweck des Petri-Netzes dargestellt und die Benennungen für die Grundbegriffe vorgeschlagen. In der Arbeit wurde auch die Art der Definierung und die Konstruktion des Petri-Netzes dargestellt. Es wurde auch das Verhältnis der Umwandlung des Systemdiagramms und des PERT/CPM - Diagramms in ein Petri-Netz erörtert. Zuletzt wurde auch ein Beispiel der Markierung und der Anwendung der Marken im Petri-Netz gegeben.

(Prijevod: Vesna Šimunić)