درس شبیه سازی کامپیوتری

شبکه های پتری
(Petri Net)

حسین مومنی
momeni@iust.ac.ir

تکنیکهای ارزیابی سخت افزار و نرم افزار

- ۴ تکنیک اصلی در این زمینه عبارتند از :

1. Simulation
2. Testing
3. Deductive Verification
4. Model Checking

Simulation & Testing

- هر دو مستلزم انجام آزمایشاتی قبل از استقرار سیستم هستند.

- Simulation بر روی یک abstraction یا یک مدل از سیستم اجرا می شود.
- Testing بر روی محصول واقعی اجرا می گردد.

- بررسی همه تعاملات و دامهای بالقوه با این دو روش به ندرت امکانپذیر است، به عنوان مثال برای سیستمهای ناهمگام پیچیده، تنها مجموعه کوچکی از رفتارهای ممکن را پوشش می دهند.

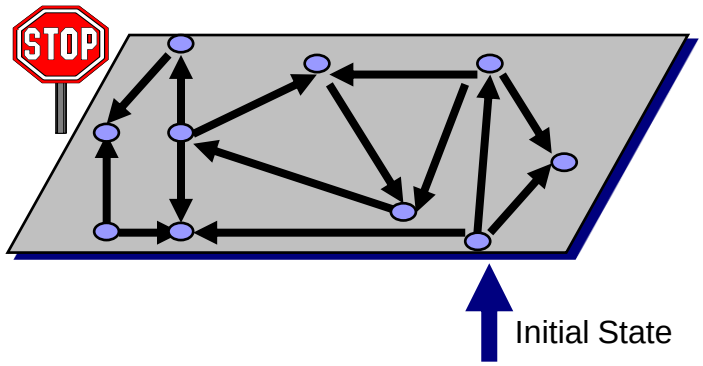
Deductive Verification

- استفـــاده از قضـایا و قواعـد اثبات برای اثبات صحـت عملکرد سیستمها
- قابل کاربرد برای استدلال درباره سیستمهای حالت نامتناهی
- فرآیندی زمانبر و طولانی
- نیازمند متخصصانی با مهارت و تجربه بسیار
- عمدتاً برای سیستمهای شدیداً حساس مانند پروتکلهای امنیتی

Model Checking تعریف

- Model Checking : یک تکنیک خودکار برای ارزیابی سیستمهای حالت متناهی همروند .

- توسعه داده شده توسط Clarke & Emmerson و نیز Queille & Siffakis در اوایل دهه ۱۹۸۰.
- اجرای یک جستجوی جامع در فضای حالت سیستم به منظور تعیین اینکه آیا برخی مشخصات True هستند یا خیر.



Model Checking فرآیند

این فرآیند شامل سه مرحله است:

فرآیند Model Checking (ادامه)

- **Modelling** : تبدیل یک طراحی به یک formalism پذیرفته شده توسط یک ابزار Model Checking .
- در برخی موارد به علت محدودیتهای زمان و هزینه، نیاز به استفاده از abstraction برای حذف جزئیات نامربوط یا غیر مهم برای مدلسازی یک طراحی
- استفاده از یک گراف انتقال حالت برای مدلسازی سیستم

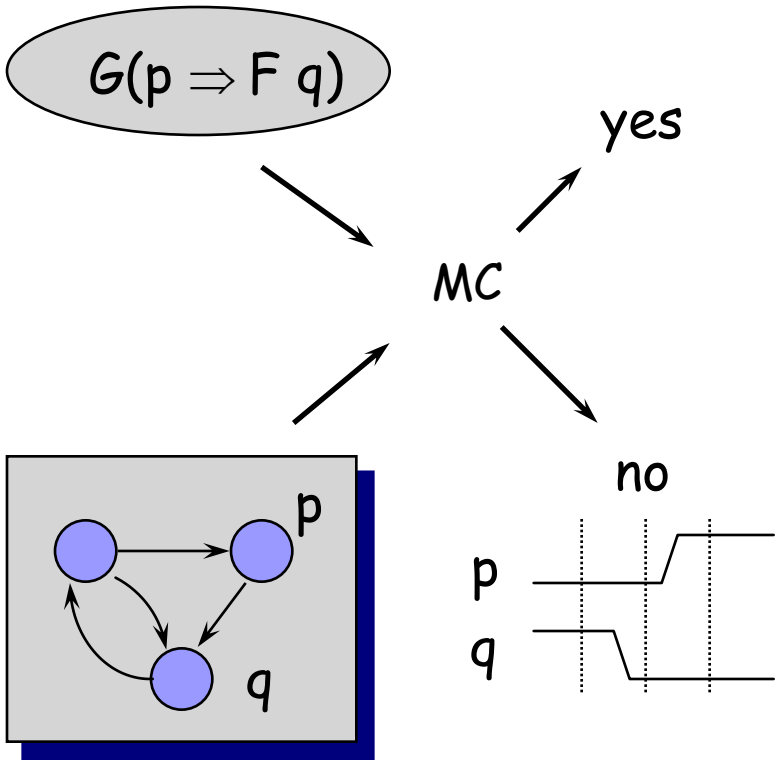
فرآیند Model Checking (ادامه)

- **Verification**: با مرور سراسری فضـای حالت، تعیین اینکه آیا برخی مشخصات درست هستند یا خیر.

- به طور ایده آل، ارزیابی، کاملاً خودکار است، اما در عمل نیازمند کمکهای انسانی است. (برای مثال تحلیل نتایج ارزیابی)
- در مورد یک نتیجه منفی، برای کاربر اغلب یک trace error فراهم می شود.

- trace error : ناشی از مدلسازی نادرست سیستم یا یک مشخصه نادرست
- نتیجه تحلیل trace error : نیاز به یک اصلاح برای سیستم و کاربرد مجدد الگوریتم Model Checking

فرآیند Model Checking (ادامه)



- input:
  - temporal logic spec
  - finite-state model
- output
  - yes
  - no + counterexample

شبکه پتری

- مطرح شده توسط کارل آدام پتری در سال1962
- خی‌لی شبی‌ه به نمودارهای انتقال حالت (STD)
- مدل سی‌ستم پی‌چی‌ده را به سی‌ستم ساده تبدی‌ل می کنند.

کاربردها:

- برای مدل سازی،توصیف و تحلیل سیستمهایی که ماهیت همزمان،توزیع شده،موازی یا اتفاقی دارند.
- ابزاری مناسب برای مدل سازی برپایه ریاضی به صورت گرافیکی
- در مدل های تولد و مرگ و اتفاقات داخل کهکشانها که به زمان طولانی و انرژی زیاد نیاز دارند.

عناصر شبکه پتری

- شبکه پتری از چهار عنصر پایه تشکیل شده است:

۱) گذار

۲) مکان

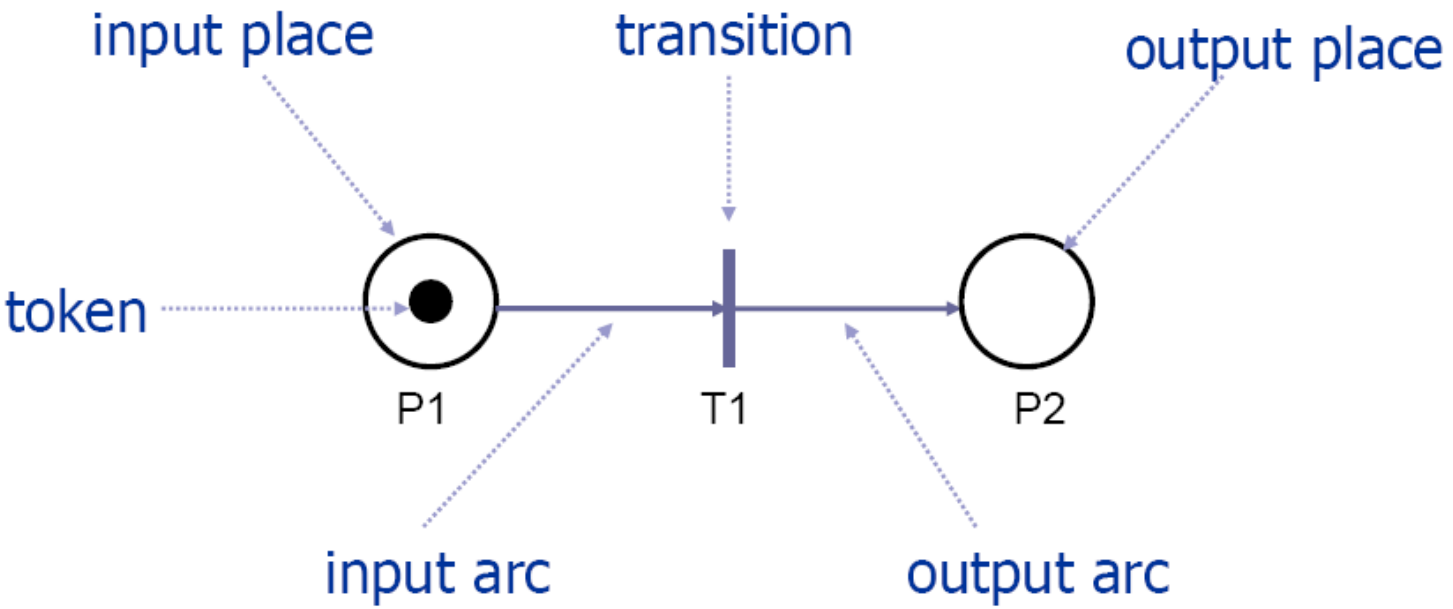
۳) نشانه

۴) کمان

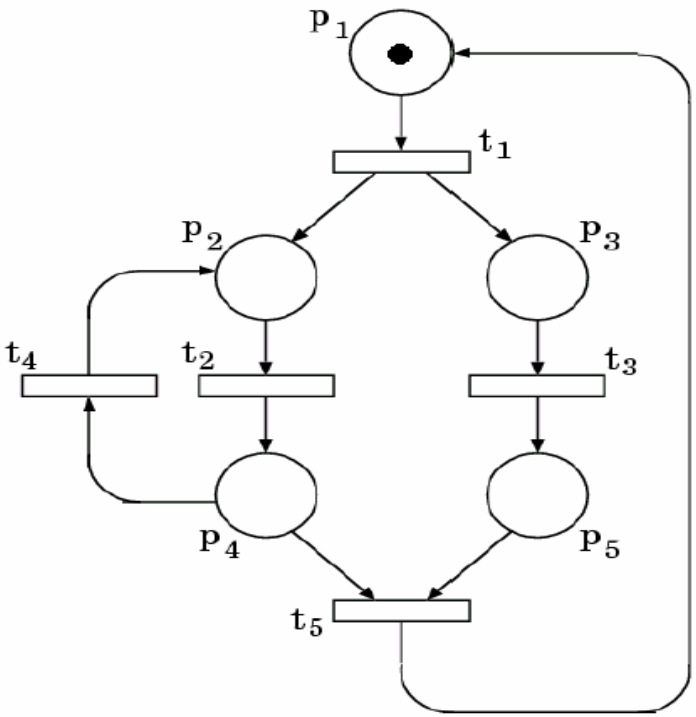
تعریف شبکه پتری:

- چهار جزء ساختار شبکه پتری $C = (P, T, I, O)$
  - ✓ P : مجموعه مکان های شبکه
  - ✓ T: مجموعه گذارهای شبکه
  - ✓ I : مجموعه توابع ورودی برای گذارهای شبکه
  - ✓ O : مجموعه توابع خروجی برای گذارهای شبکه

ساختار شبکه پتری



مثالی از گراف پتری و توابع آن



$P = \{p_1\ p_2\ p_3\ p_4\ p_5\}$

$T = \{t_1\ t_2\ t_3\ t_4\ t_5\}$

$I(t_1) = \{p_1\}$ $O(t_1) = \{p_2\ p_3$

$I(t_2) = \{p_2\}$ $O(t_2) = \{p_4\}$

$I(t_3) = \{p_3\}$ $O(t_3) = \{p_5\}$

$I(t_4) = \{p_4\}$ $O(t_4) = \{p_2\}$

$I(t_5) = \{p_4\ p_5\}$ $O(t_5) = \{p_1\}$

$M_1 = (1, 0, 0, 0, 0)$

M یا μp: مجموعه marking های شبکه (تعداد token های هر p).

فعال شدن گذارها و قوانين مربوطه

- اجرای شبکه پتری با Fireکردن گذارهاانجام می شود.
- قوانين:

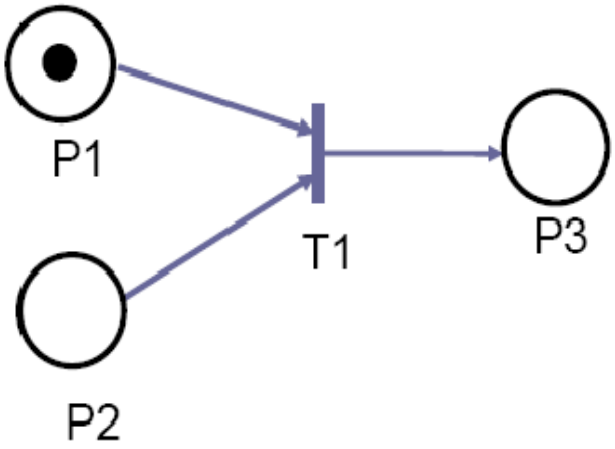
1. براي فعال شدن هر گذارمي بايست در مكان ماقبل آن حداقل به تعداد ورودي انتقال، token داشته باشيم.

2. به تعداد درجه خروجي از هر گذار، token وارد مكان بعد از انتقال مي شود .

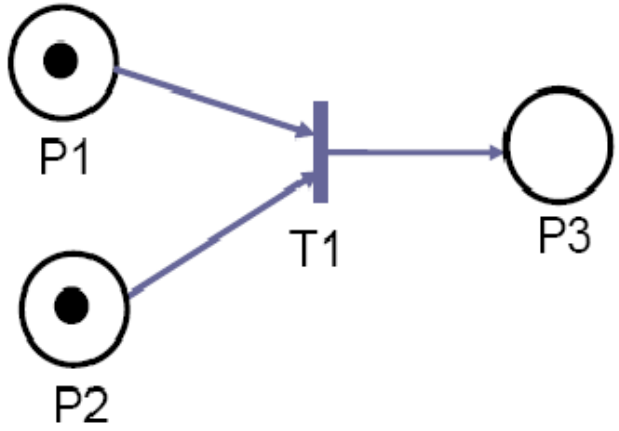
3. اگر به تعداد خروجي از هر مكان ، توكن نداشته باشيم گراف مسدود مي شود .

قابلیت شلیک

A transition is *firable* or *enabled* when there are sufficient tokens in its input places.

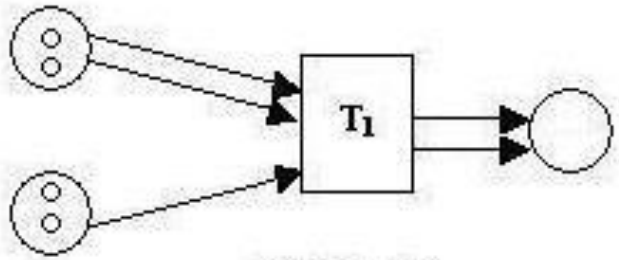


T1 is not enabled

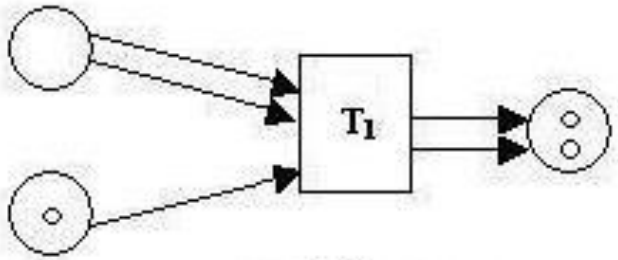


T1 is enabled

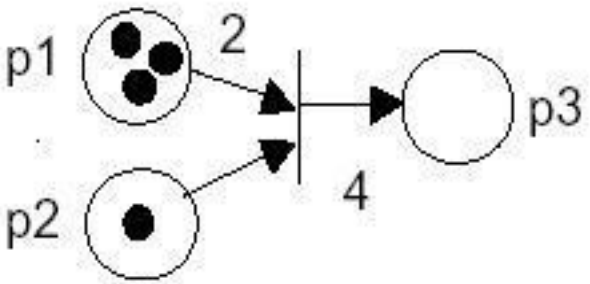
نحوه شلیک کردن



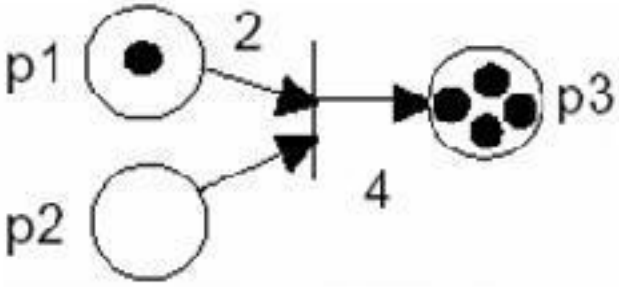
قبل از شلیک T_1



پس از شلیک T_1

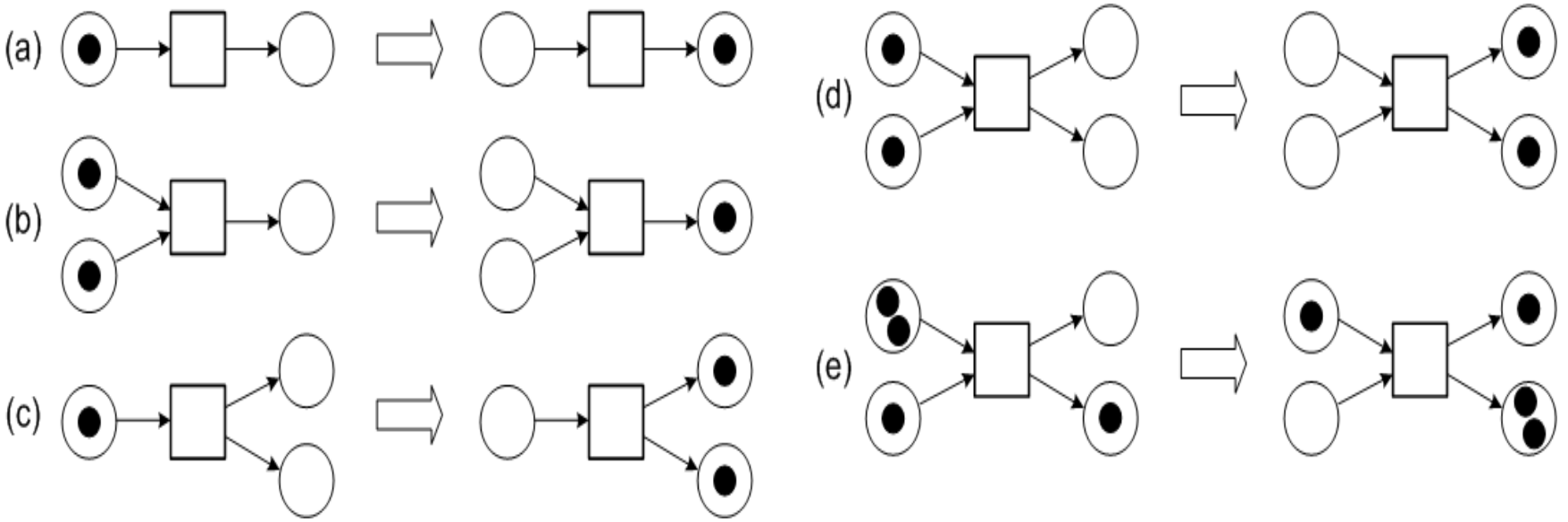


قبل از شلیک T_1



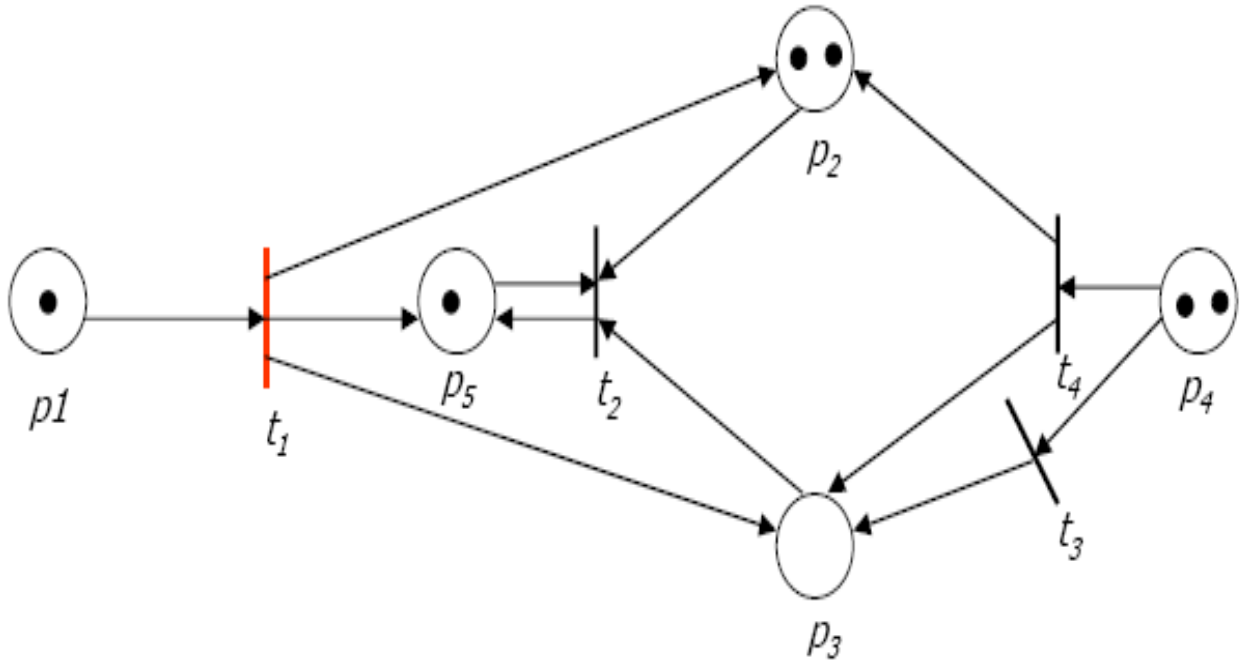
پس از شلیک T_1

مثالی از شلیک کردن گذار

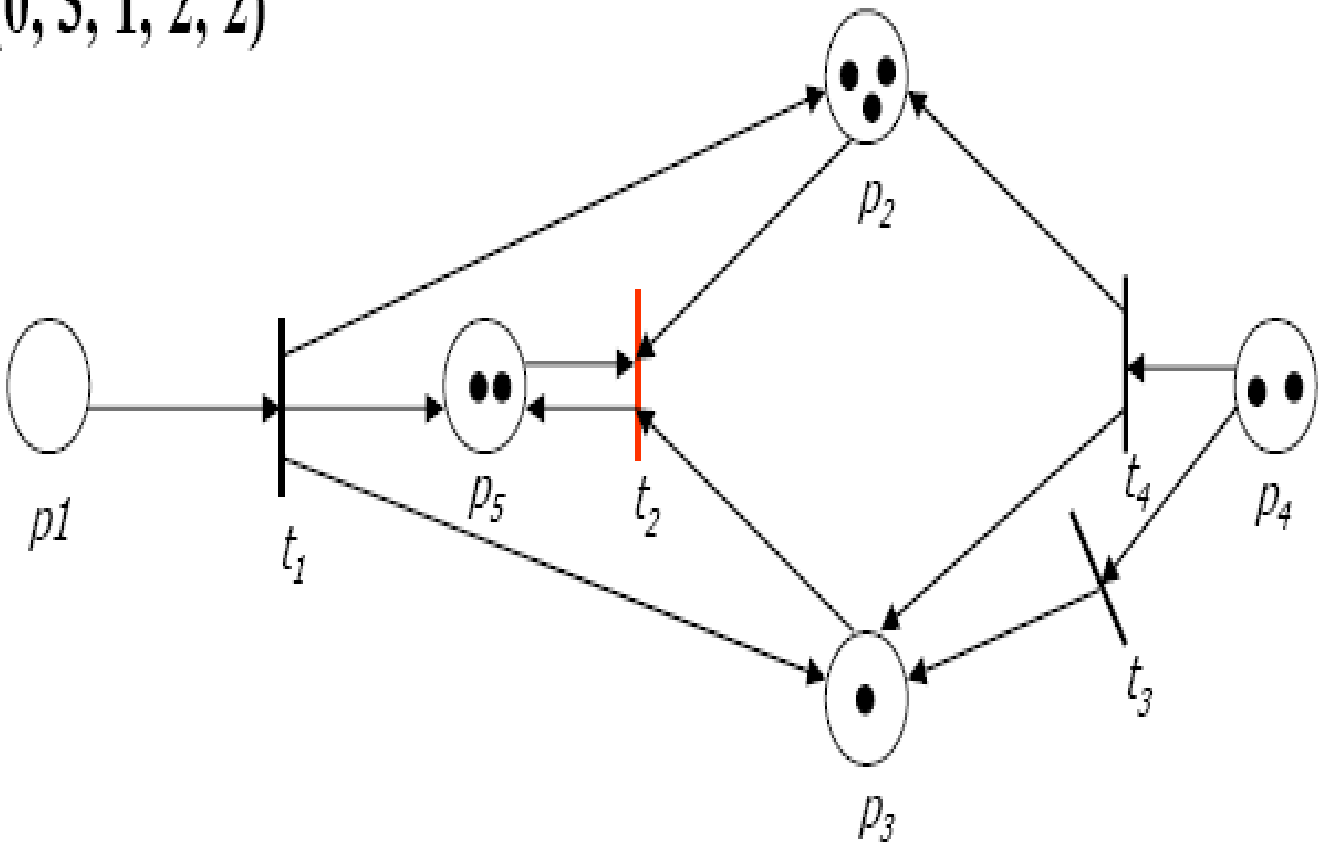


مثالی از شلی‌ک کردن چند گذار

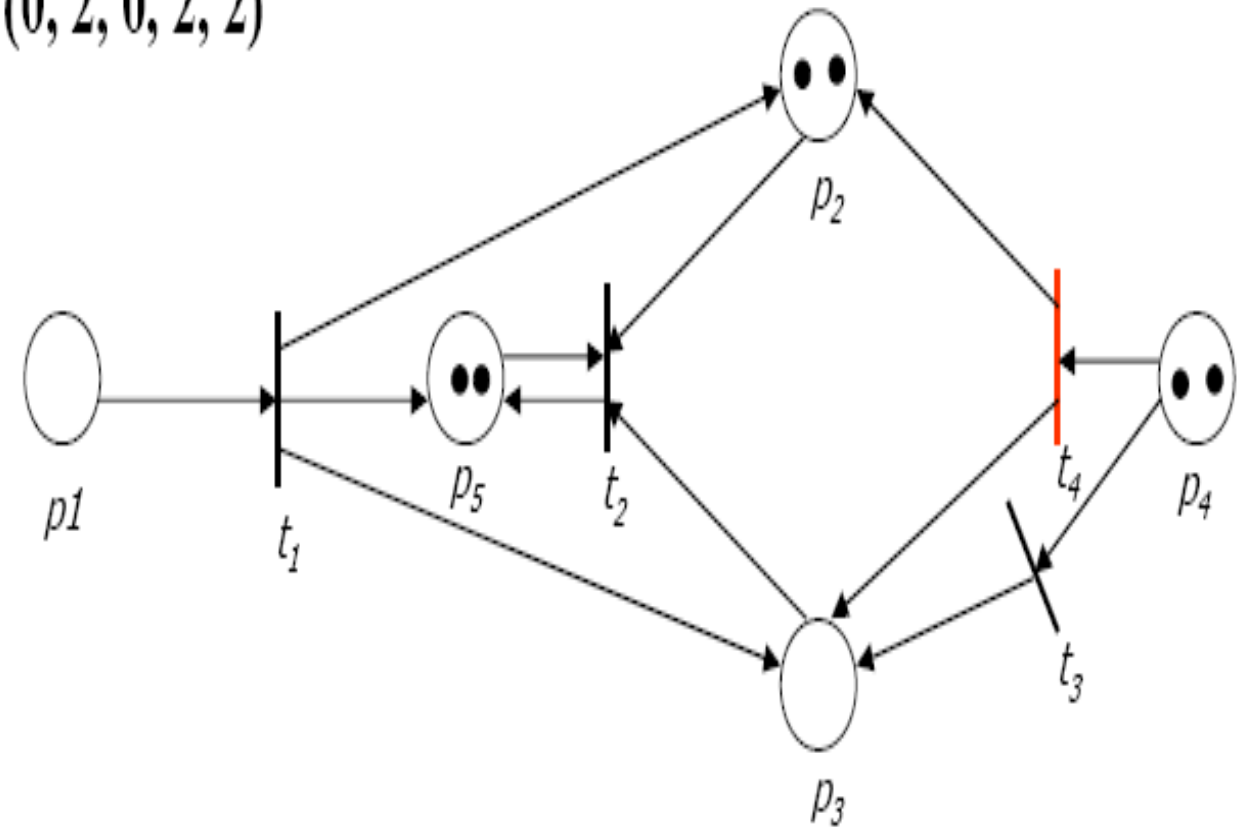
$\mu_0 = (1, 2, 0, 2, 1)$



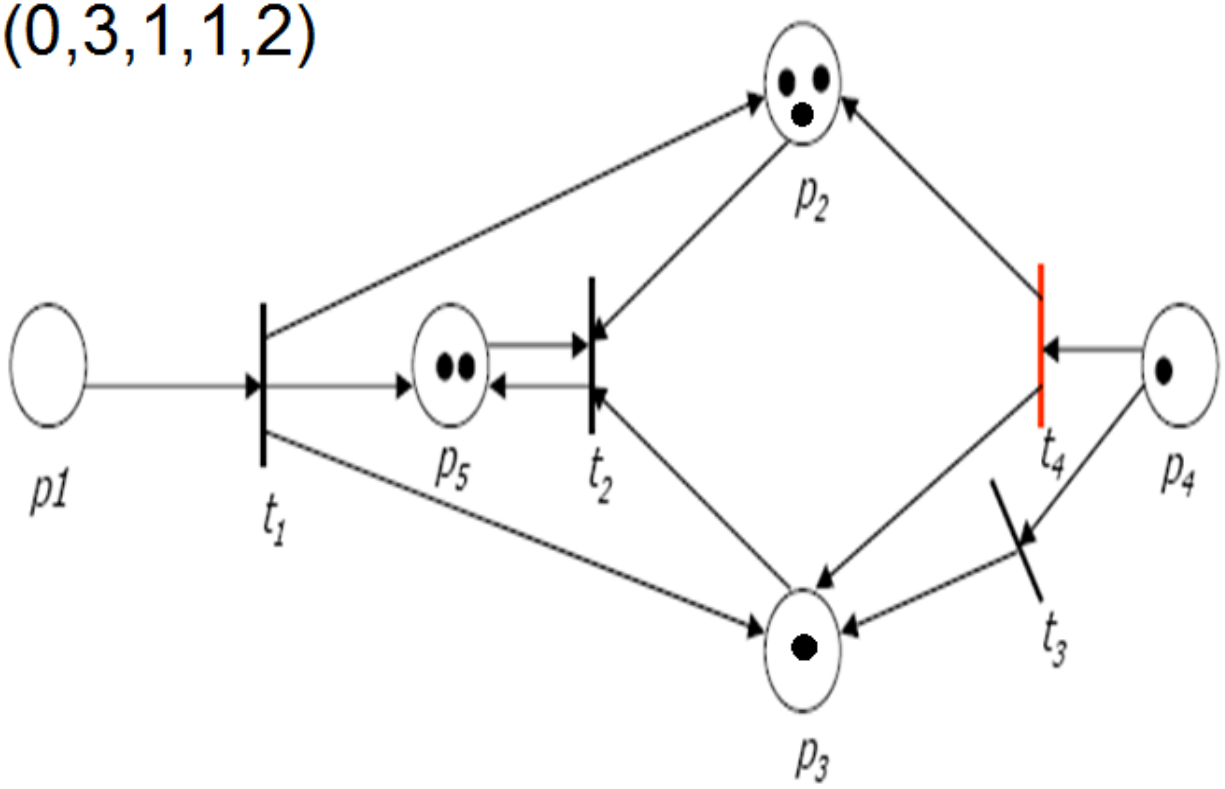
$\mu_1 = (0, 3, 1, 2, 2)$



$\mu_2 = (0, 2, 0, 2, 2)$

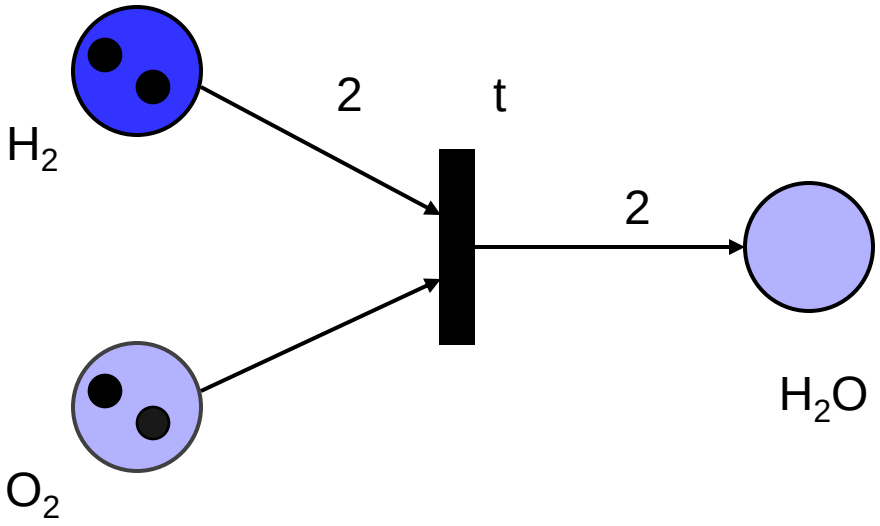


$\mu_3 = (0,3,1,1,2)$



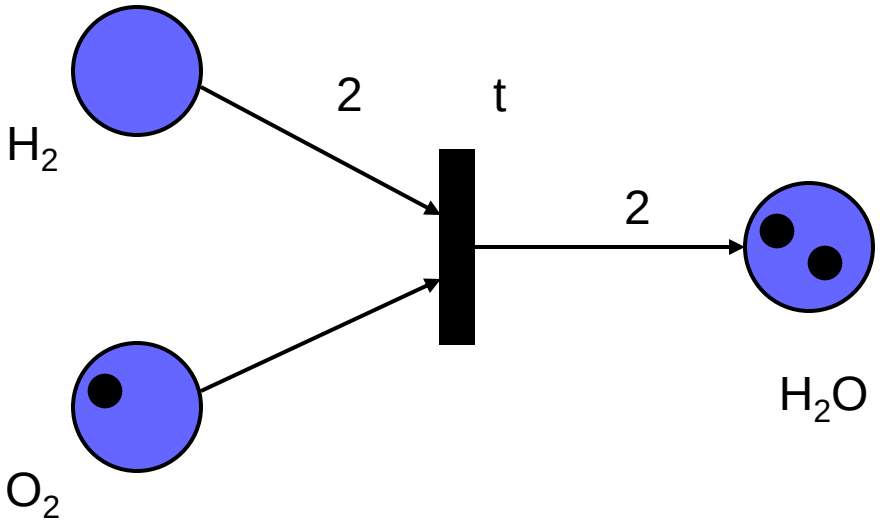
کاربرد پتری درمدل کردن عناصر شیمی

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

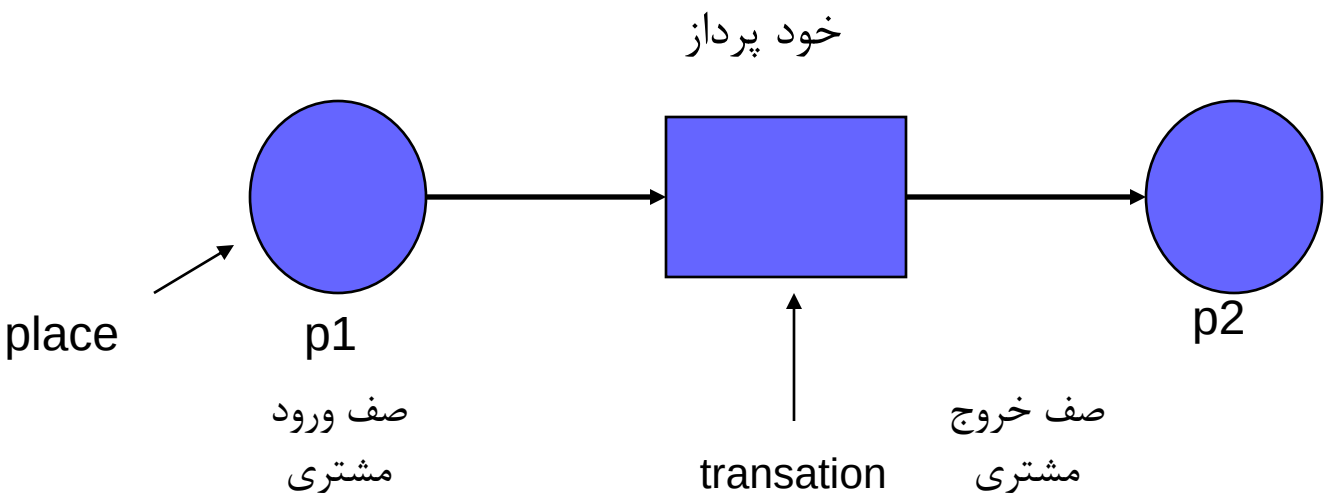


کاربرد پتری درمدل کردن عناصر شیمی

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

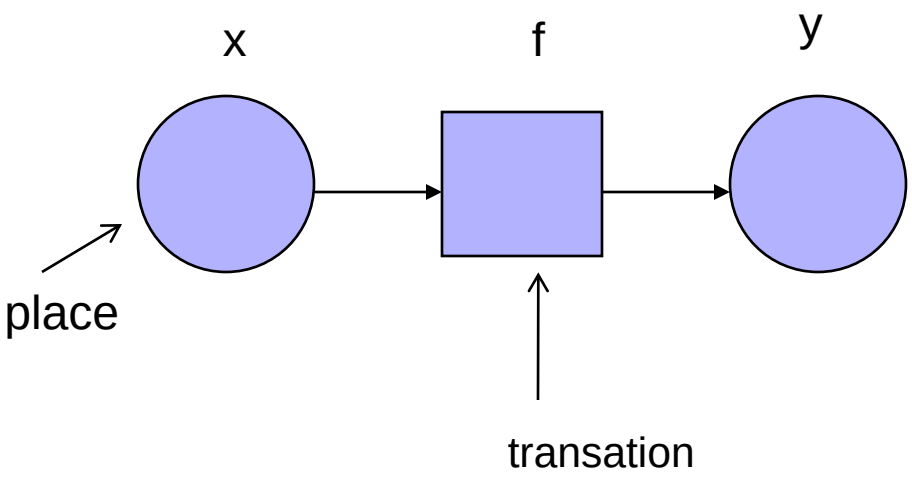


کاربرد پتری در سیستم عابر بانک

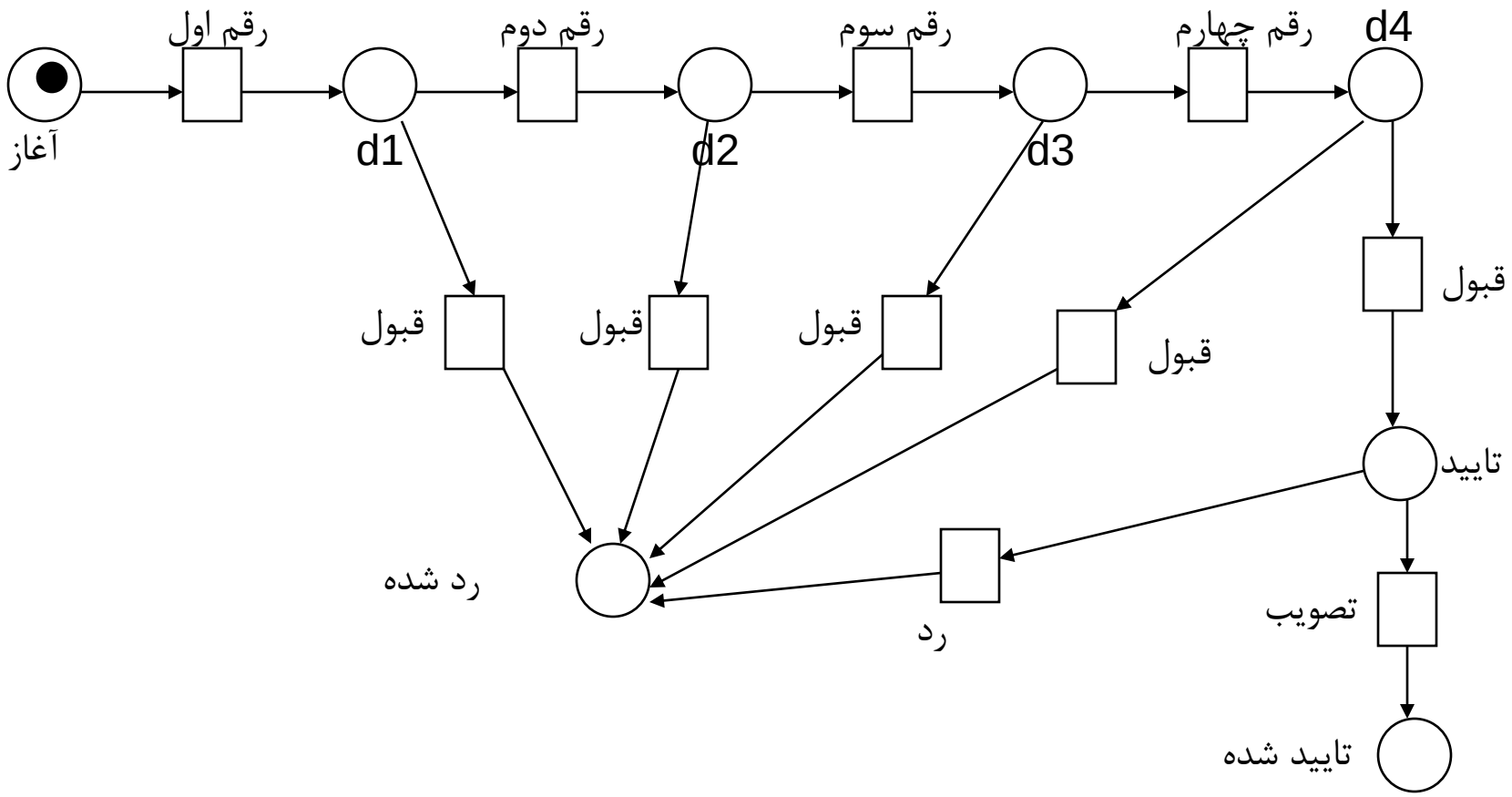


پیاده سازی توابع ریاضی با شبکه های پتری

- تابع $y=f(x)$:



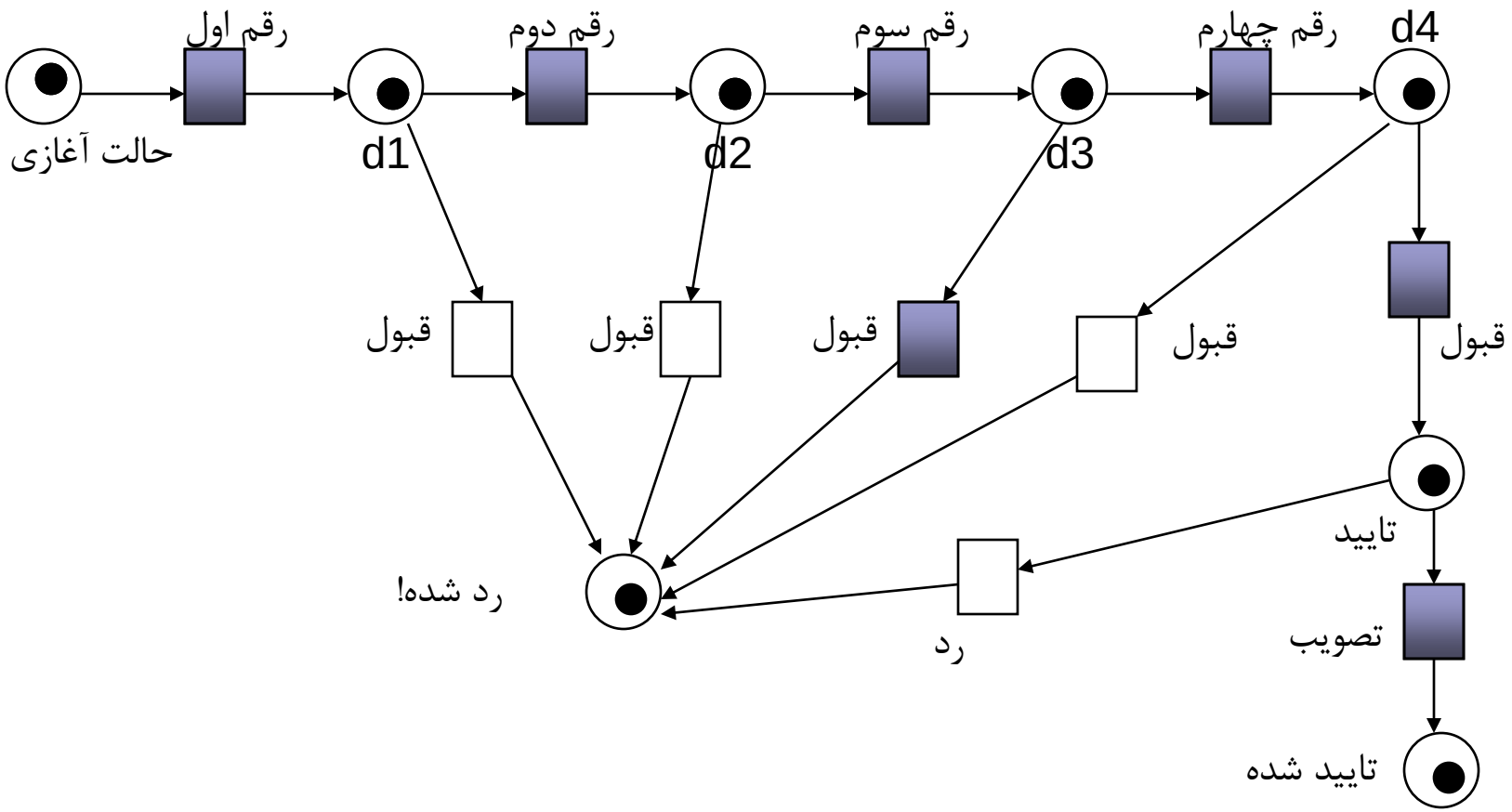
مدل سازی سیستم کارت خوان فروشگاه با PN



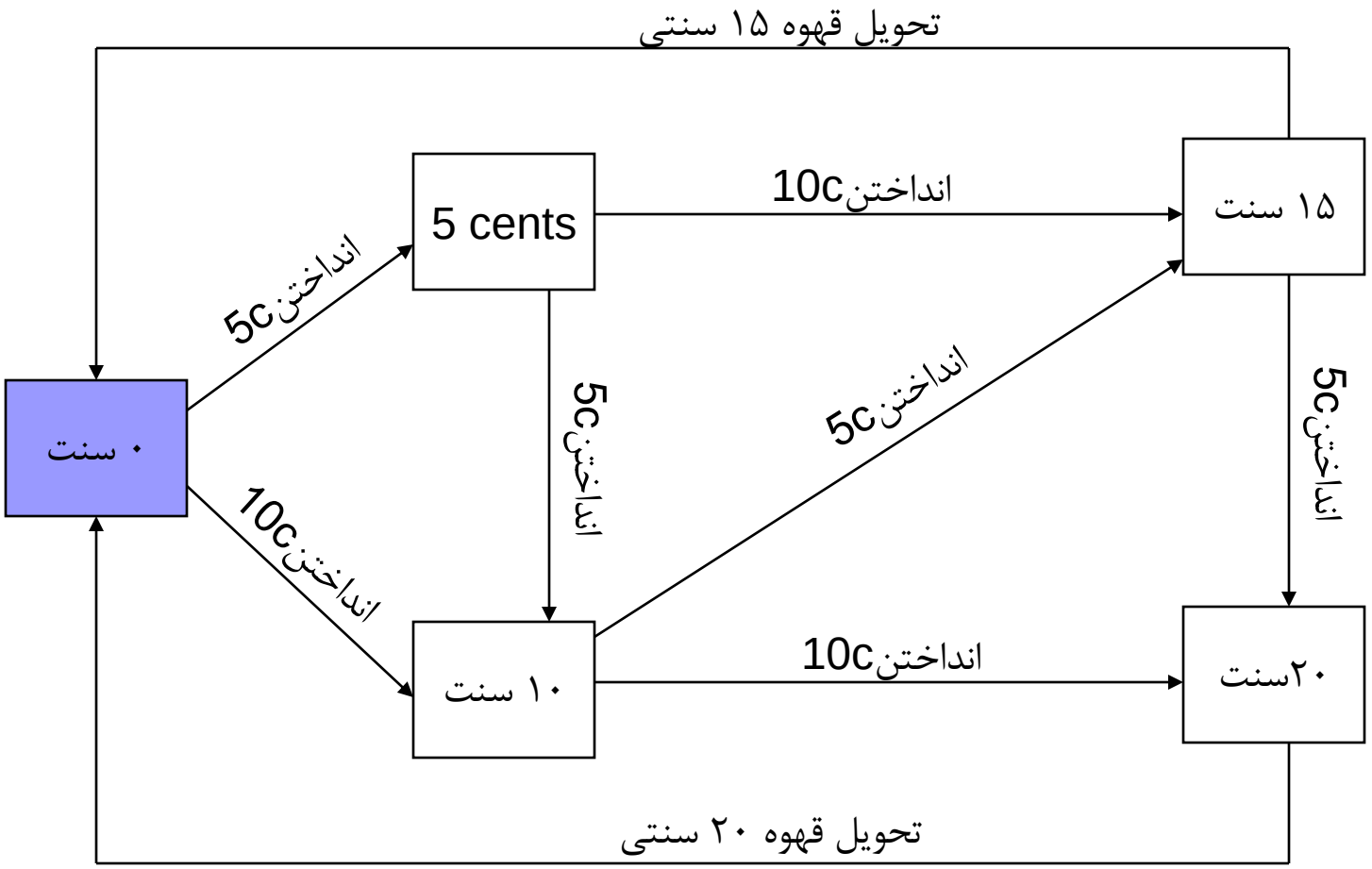
پتری در سیستم کارت خوان فروشگاه

- سناریو 1:اجرای معمولی
  - وارد کردن همه 4 رقم + زدن کلید تایید
- سناریو 2:اجرای خاص
  -وارد کردن تنها 3 رقم+زدن کلید تایید

پتری در سیستم کارت خوان فروشگاه



ساختار ماشین قهوه ساز

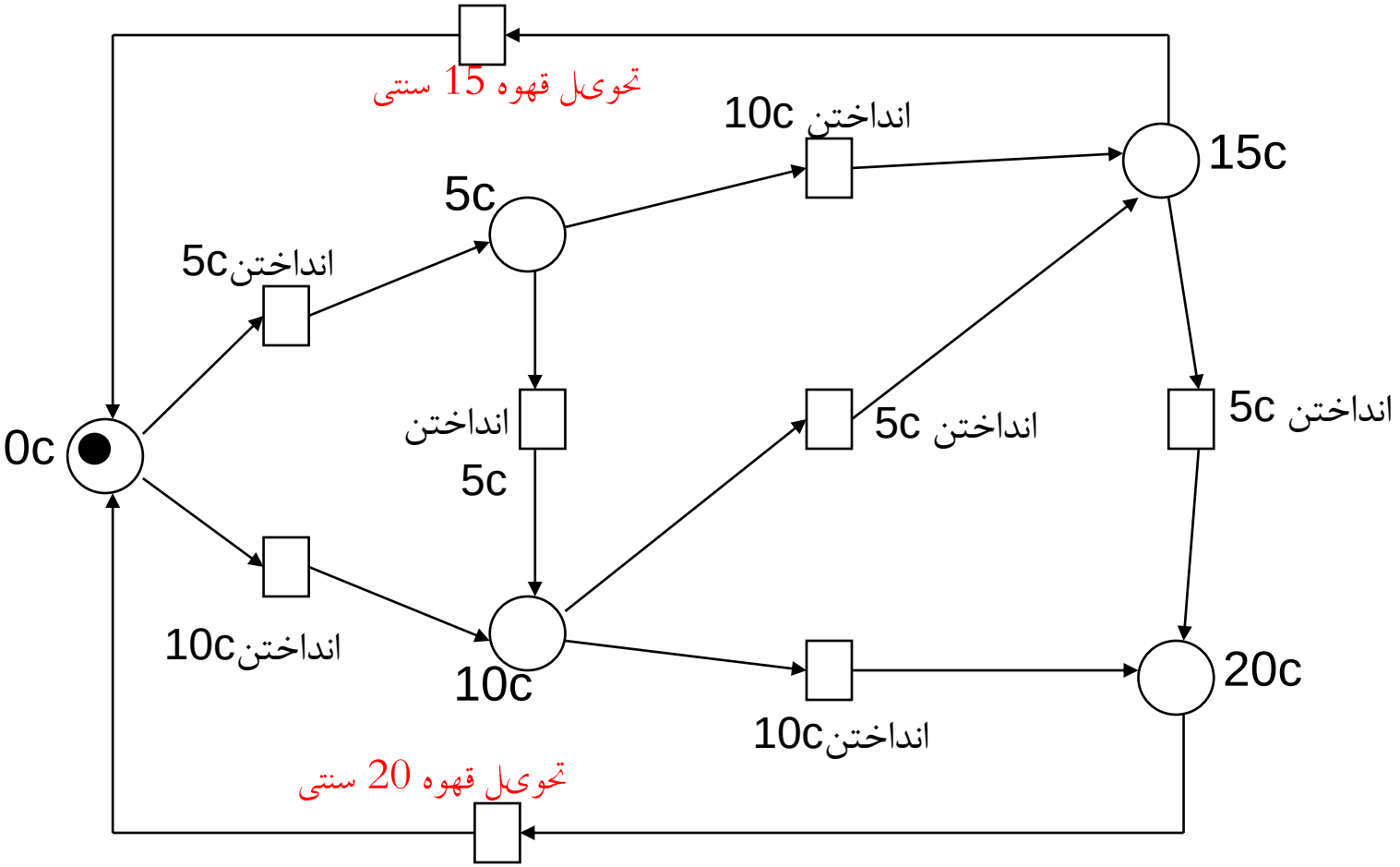


پتری در ماشین قهوه ساز

- این ماشین می‌تواند به ما دو نوع قهوه بدهد یکی 15 سنتی یکی 20 سنتی.
- فقط از دو نوع سکه 5 سنتی و10سنتی مجاز به استفاده هستیم.

- ماشین هیچ پول خردی برنمی‌گرداند.

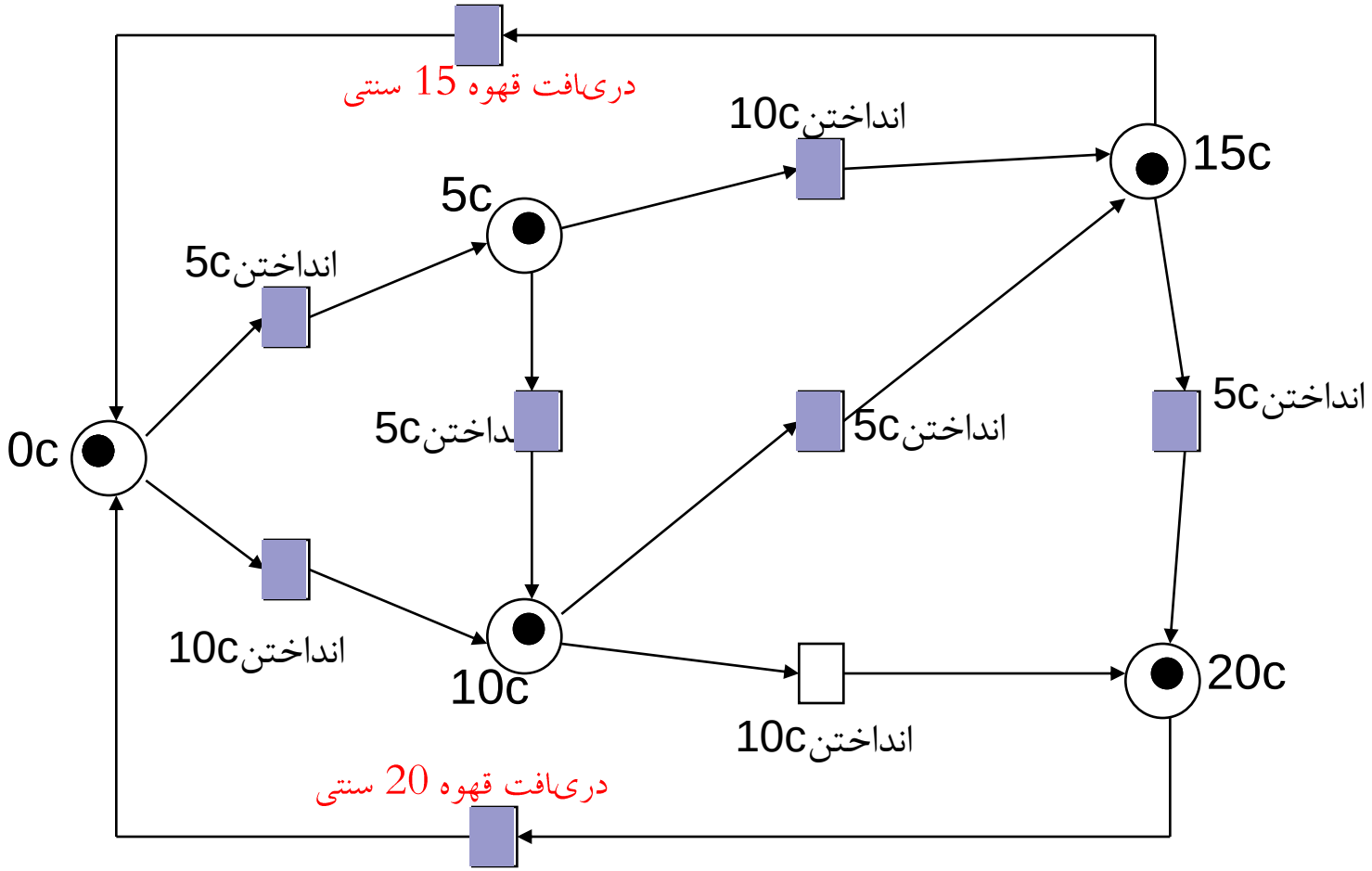
مدل سازی ماشین قهوه ساز با پتری



مدل سازی ماشین قهوه ساز با پتری

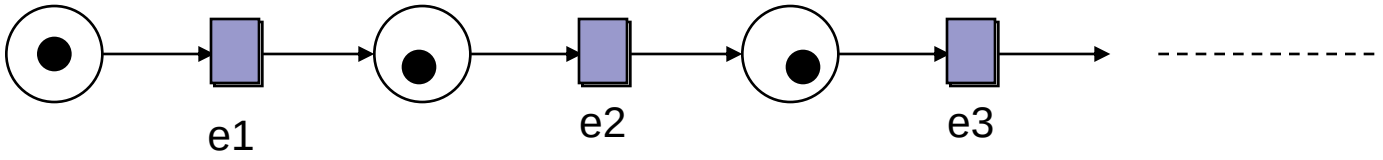
- سناریو 1:
  - اختصاص 4 تا سکه 5 سنتی و گرفتن قهوه 20 سنتی
- سناریو 2:
  - اختصاص سکه 10 سنتی و 5 سنتی و گرفتن قهوه 15 سنتی
- سناریو 3:
  - اختصاص سکه 5 سنتی 10سنتی 5 سنتی وگرفتن قهوه 20سنتی

مدل سازی ماشین قهوه ساز با پتری

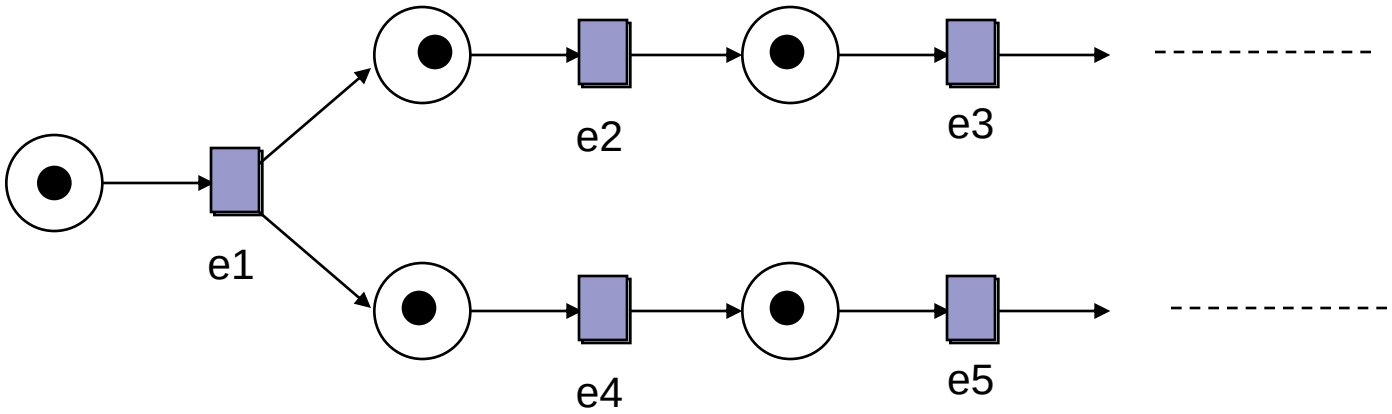


انواع اجرای پتری

- اجرای متوالی رویداد/فعالیت

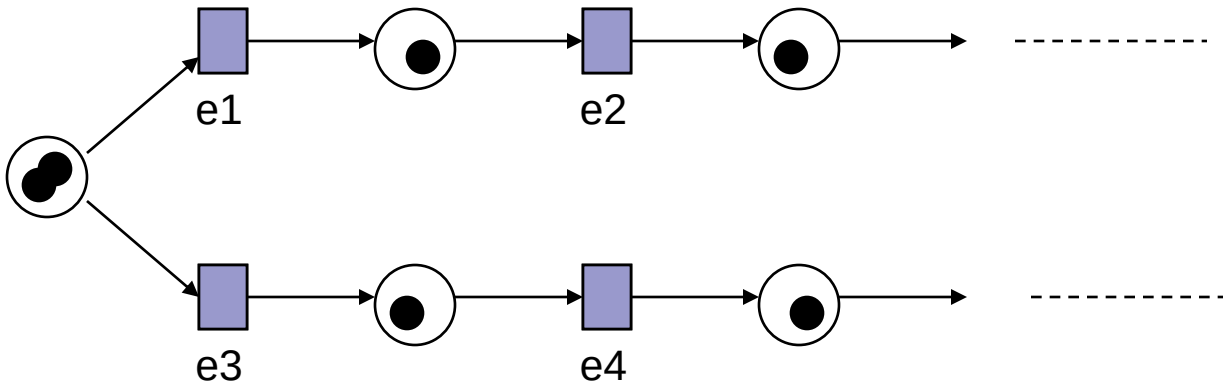


- اجرای همروند



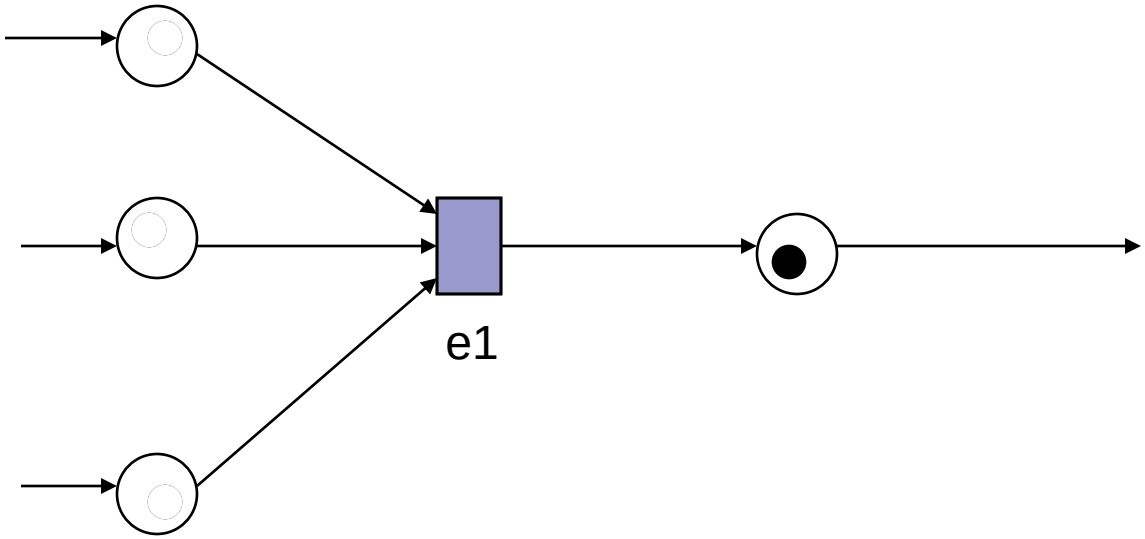
انواع اجرای پتری

- اجرای شانسی: رویدادهای غیر قابل تصمیم گیری یا انتخاب(که یا e1 یا e3 را انتخاب می‌کند)



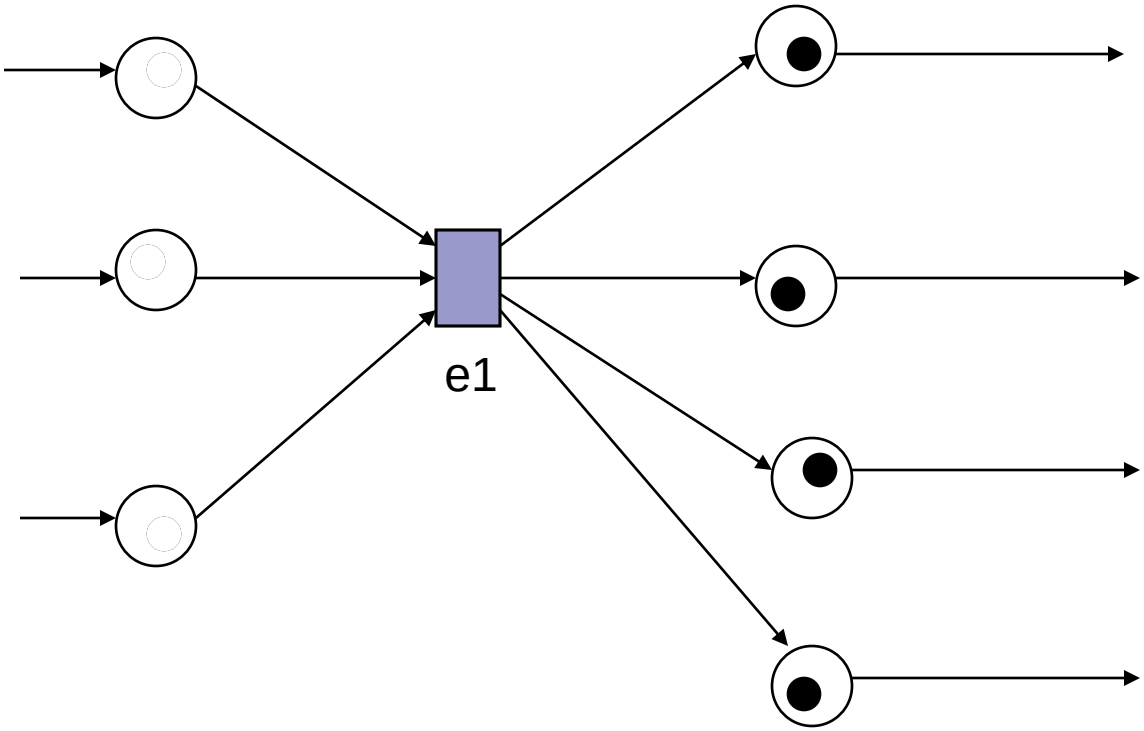
انواع اجرای پتری

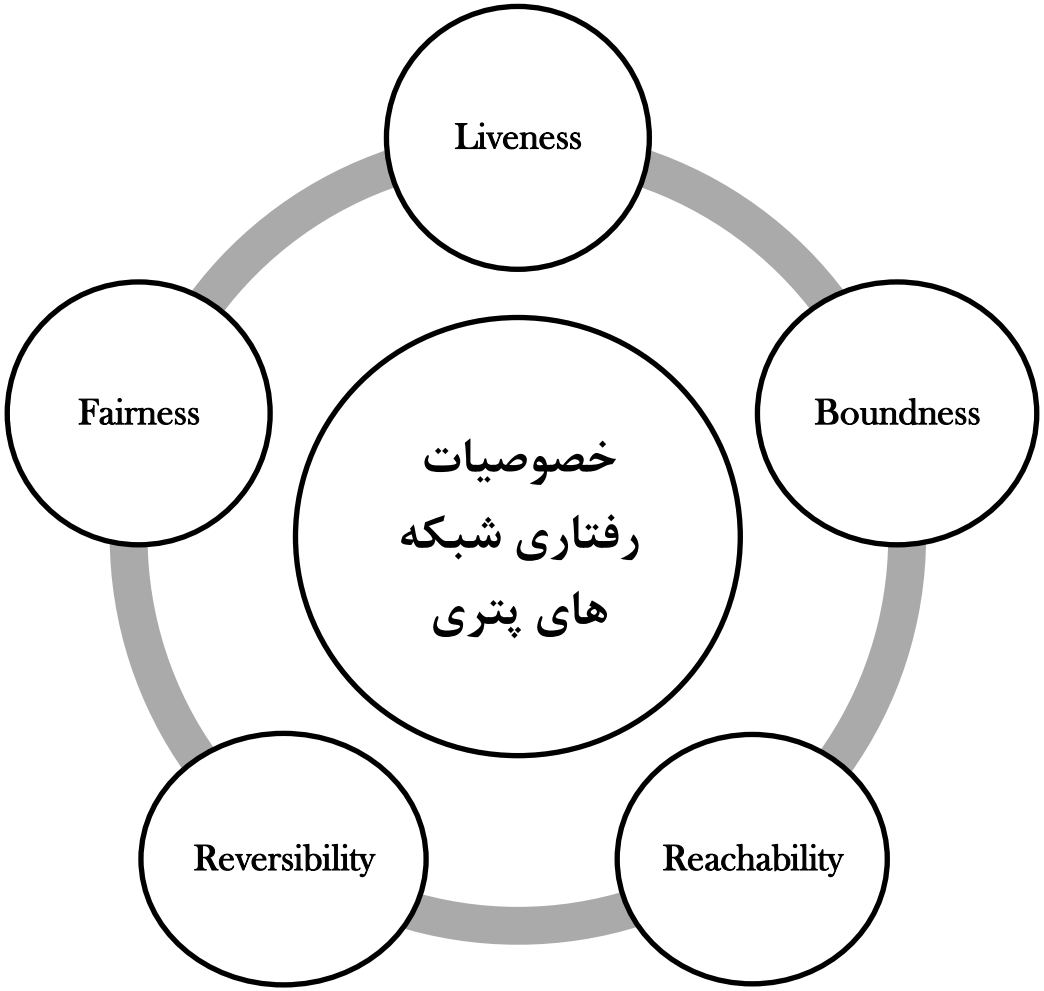
- همزمانی



انواع اجرای پتری

- همزمانی و همروندی




Liveness
Fairness
Boundness
خصوصیات
رفتاری شبکه
های پتری
Reversibility
Reachability