TESTE E VALIDAÇÃO DE SISTEMAS
PROPRIEDADES DAS RdP

A utilização das RdP no teste e validação de sistemas passa, numa primeira fase, pela análise estrutural (análise sintáctica) das próprias RdPs. Para isso é preciso qualificar e quantificar algumas das propriedades das RdP.

PROPRIEDADES DAS RdP

Notações e definições

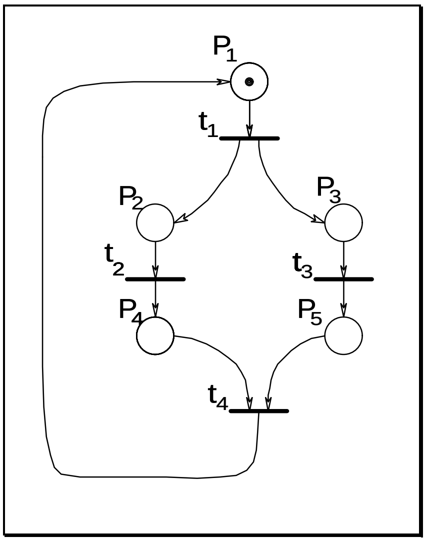

Figura 35

$M_0 \Rightarrow$ Marcação inicial da RdP

Neste caso,

$$M_0 = (1,0,0,0,0) = [10000]^T = \begin{bmatrix}1\\0\\0\\0\\0\end{bmatrix}$$

No caso anterior, para uma marcação inicial M_0, só existe uma transição disponibilizada, t_1. Por disparo de t_1 a marcação da RdP pode passar de M_0 para M_1 = (0,1,1,0,0).

Em termos de notação:

$M_0 (t_1 \rightarrow M_1$

Para a marcação M_1 duas transições estão disponibilizadas: t_2 e t_3.

$M_1 (t_2 \rightarrow M_2$ = (0,0,1,1,0)

$M_1 (t_3 \rightarrow M_3$ = (0,1,0,0,1)

$^*M_0 \Rightarrow$ é a notação dada ao conjunto de marcações acessíveis a partir de uma marcação inicial M_0. Para o caso da figura anterior:

$$^*M_0 = \{ M_0, M_1, M_2, M_3, M_4 \}$$

$M_2 (t_3 \rightarrow M_4$ = (0,0,0,1,1)

$M_3 (t_2 \rightarrow M_4$ = (0,0,0,1,1)

Mais notações:

M_0 ($t_1t_2 \rightarrow M_2$

$S = t_1t_2$

M_0 ($S \rightarrow M_2$

Uma marcação M_1 é superior ou igual a uma marcação M_2, se e só se o número de testemunhos em todas as posições (P_i) é maior em M_1 do que em M_2.

$$M_1 \geq M_2 \quad \text{sse} \quad M_1(P_i) \geq M_2(P_i) \quad \forall_{P_i}$$

Propriedades mais importantes das RdP:

1 ☛ RdP **Limitada**

2 ☛ RdP **Salva**

3 ☛ RdP **Viva**

4 ☛ RdP **com Bloqueio**

5 ☛ RdP **Reinicializável**

6 ☛ RdP **com Conflito**

7 ☛ RdP **com Invariantes** (conservativas/repetitivas)

☛ RdP Limitada

Definição ⇒ Uma posição P_i é limitada para uma marcação inicial M_0, se para todas as marcações acessíveis a partir de M_0 o número de marcas em P_i é finito. Uma RdP é limitada se todas as suas posições forem limitadas.

Uma RdP é limitada se e só se:

$$\forall_{M \in {}^*M_0} \quad , M(P_i) \leq K \quad \forall_i$$

Neste caso a RdP é *K* limitada.

As RdPs a) e b) da figura seguinte são limitadas. A RdP c) não é limitada.

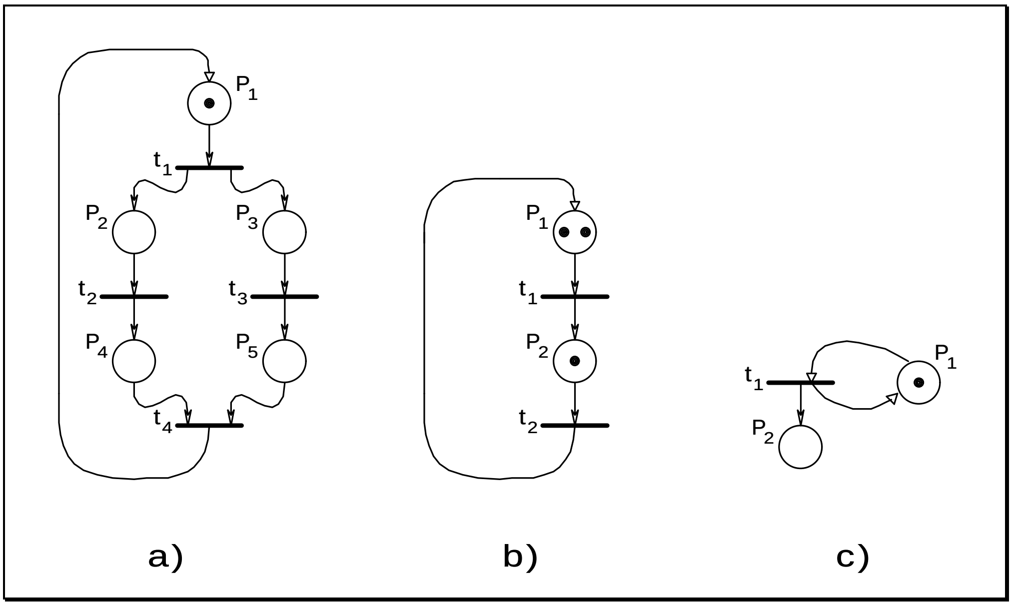

Figura 36

☛ RdP Salva

Uma RdP é salva se e só se

$$\forall_{M \in {}^*M_0} \quad , M(P_i) \leq 1 \quad \forall_i$$

Trata-se de um caso particular das RdP limitadas, nas quais K = 1.

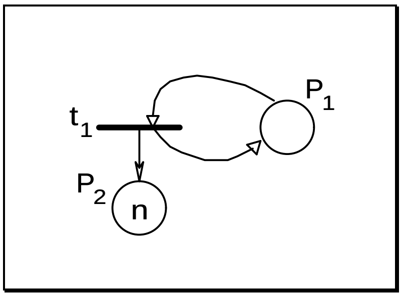

Figura 37

No caso da figura 36, obviamente só a) é salva. Por outro lado, torna-se evidente que a existência destas duas propriedades depende de M_0. Isto é evidente no que se refere a ser salva. No que se refere a ser limitada, atente-se na figura 37. Neste caso $M_0 = (0,n)$. A RdP é limitada com k=n. Com $M_0 = (1,0)$, como na figura 36a), já a RdP não é limitada uma vez que a marcação em P_2 cresce indefinidamente.

☛ RdP Viva

Definição ⇒ Uma transição t_k é viva, para uma marcação inicial M_0, se para todas as marcações acessíveis $M_i \in {}^*M_0$ existe uma sequência de transições S que contém a transição t_k a partir da marcação M_i.

Na figura seguinte, a) e b) são RdPs vivas, c) é uma RdP não viva, apesar de salva (e por isso limitada). c) é uma RdP não viva uma vez que t_1 deixa de poder ser disparada a partir da marcação a seguir à marcação inicial.

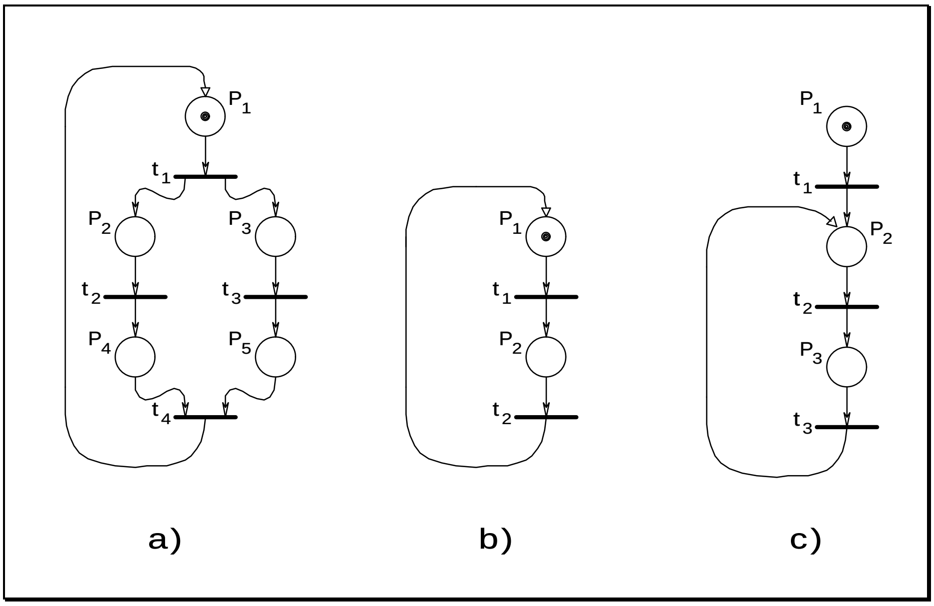

Figura 38

Definição ⇒ Uma transição t_j é quase-viva, para uma marcação inicial M_0, se existe uma sequência de transições S que contém a transição t_j a partir da marcação inicial M_0.

No caso da figura 38 c), t_1 é uma transição quase-viva. A RdP é por isso uma RdP quase-viva.

☛ RdP com Bloqueio

Definição ⇒ Um bloqueio corresponde a uma marcação para a qual nenhuma transição está disponibilizada. Uma RdP sem bloqueio é uma RdP na qual

$$\forall_{M \in {}^{*}M_0} \, , \, M(P_i) \text{ não é um bloqueio}$$

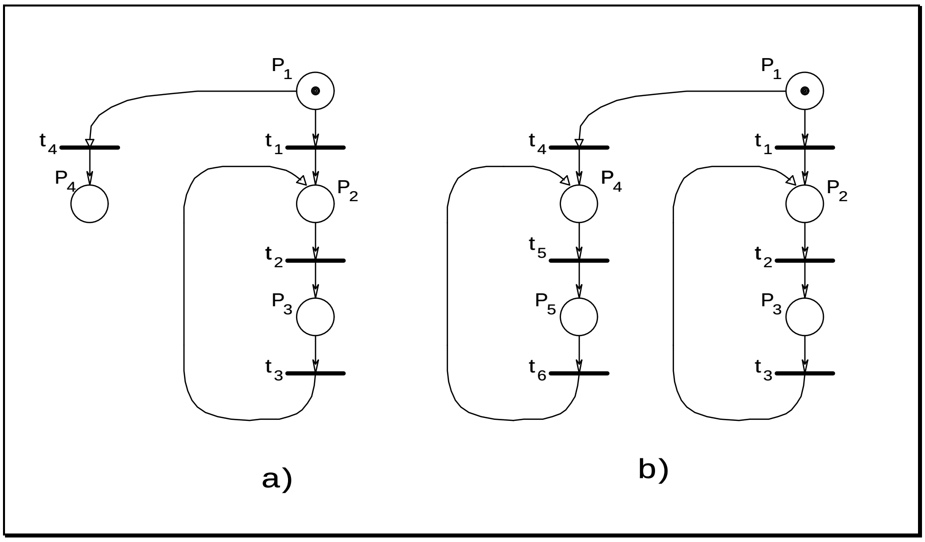

Figura 39

As propriedades **quase-viva** e com **bloqueio** são evidentemente independentes. No caso da figura 39a), a RdP é quase-viva e com bloqueio. Por outro lado, b) é uma RdP quase-viva, mas sem bloqueio. As propriedades **viva** e **com bloqueio** dependem da marcação inicial, como está patente na figura seguinte 40.

A RdP da figura 40a) é uma RdP não viva (uma vez que a transição t_3 nunca é disparada) e a b) é uma RdP quase-viva.

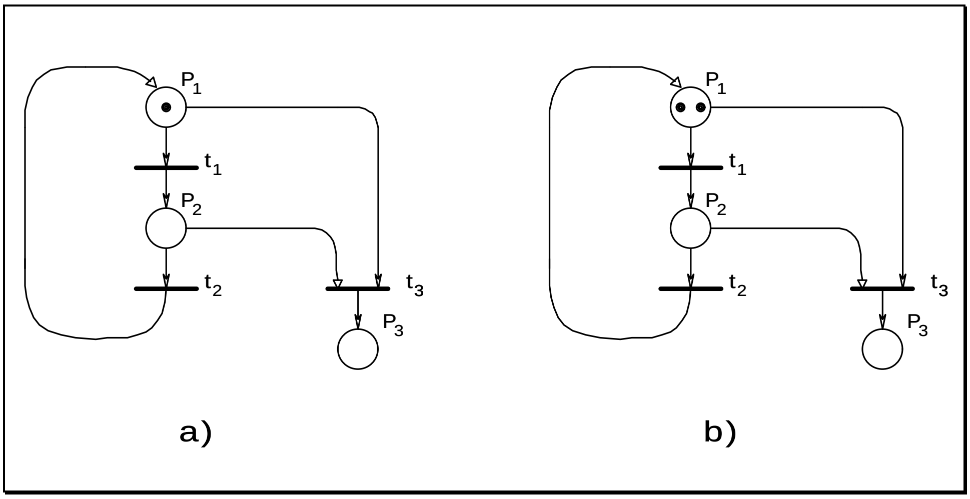

Figura 40

☛ RdP Reinicializável

Definição ⇒ Uma RdP é reinicializável se M_0 é um estado de acolhimento. A marcação M_a é de acolhimento se e só se

$$\forall_{M_i \in {}^{*}M_0} \;,\; \exists_{S_i} \;:\; M_i \;(S_i \rightarrow M_a$$

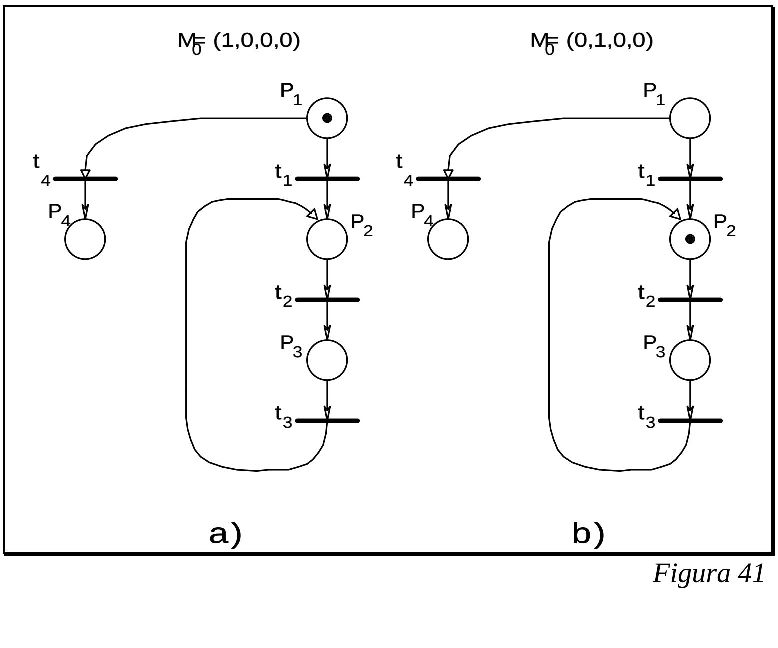

Figura 41

Mais uma vez a existência desta propriedade depende de M_0. Na figura 41 é ilustrada esta situação. A RdP a), não é reinicializável enquanto que a RdP b) é reinicializável. Em b) só há duas marcações acessíveis a partir da marcação inicial M_0.

Esta propriedade é relativamente importante dado o impacto que a possibilidade de reinicialização tem na funcionalidade de um sistema.

☛ RdP com Conflito

Definição ⇒ Existe um conflito estrutural para uma marcação M_i se o número de marcas em P_k é inferior ao número de transições que saêm de P_k e que são validadas por essa marcação M_i.

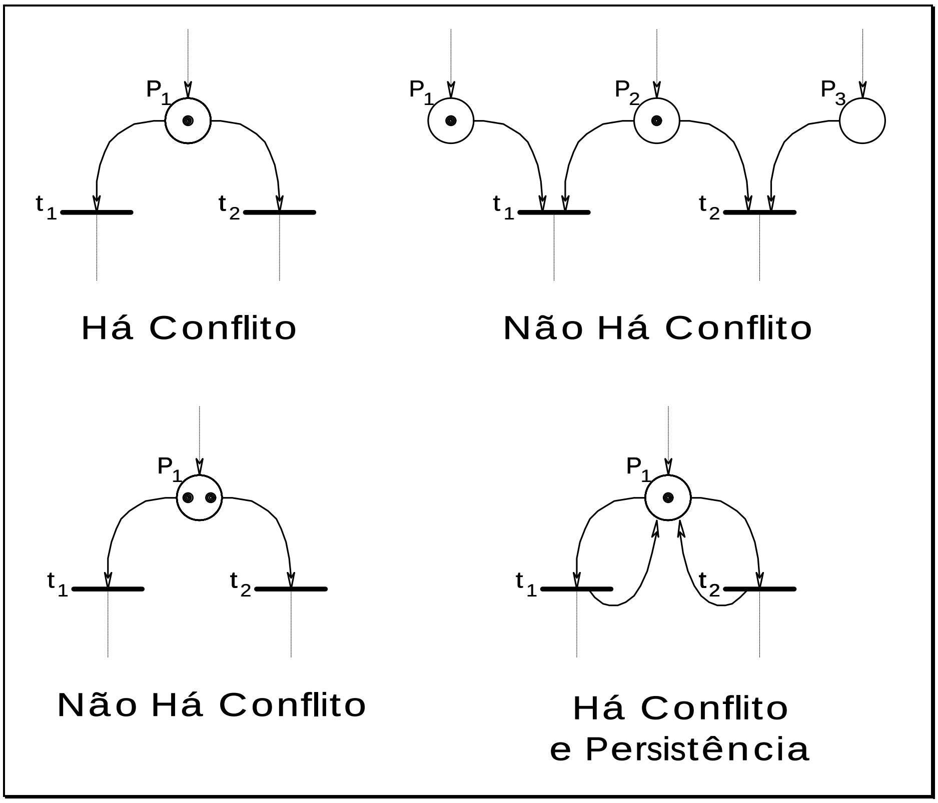

Figura 42

No que se refere à figura 43, na RdP a) existe um conflito efectivo. Na b) não existe conflito, uma vez que t_1 e t_2 nunca são validadas ao mesmo tempo (as sequências t_1t_3 e t_2t_4 são executadas alternativamente). A RdP c) manifesta um conflito com persistência.

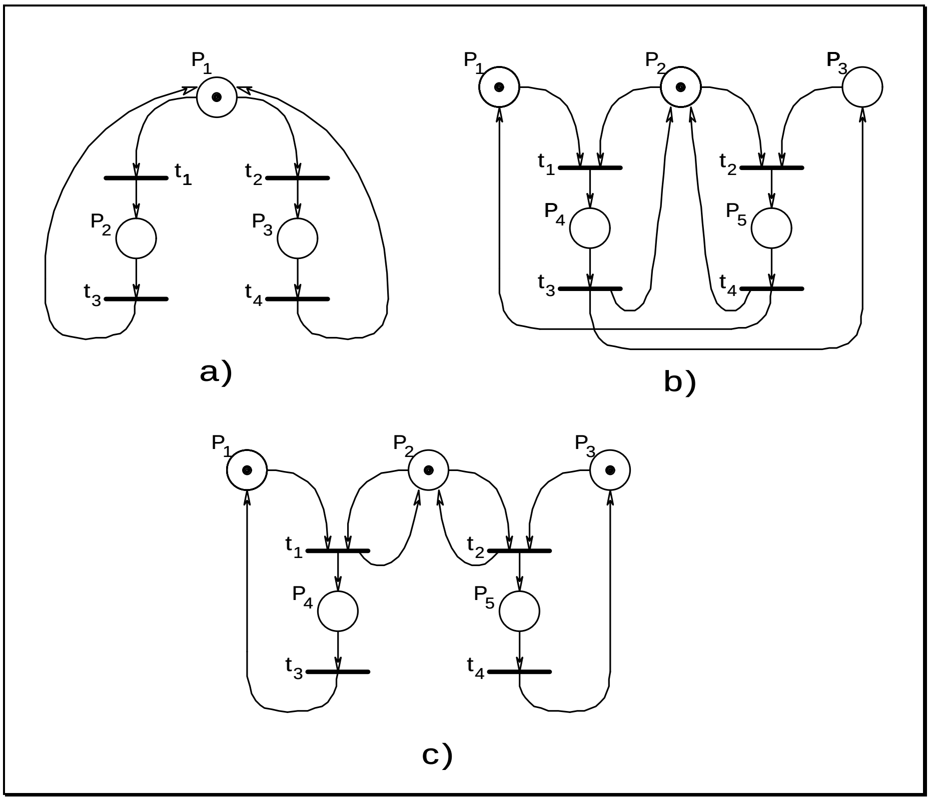

Figura 43

☛ RdP com Invariantes

Está relacionada com a análise das componentes conservativas (um determinado conjunto de posições cujo somatório de testemunhos se mantém constante ao longo de todas as marcações) e repetitivas (sequências de transições que são executadas repetitivamente).

Este tipo de análise é importante na abordagem em termos de álgebra linear e na utilizção dos métodos de redução...