

PMR 5023 - Modelagem e Análise de Sistemas de Automação



Análise das propriedades da
Rede de Petri



Alcançabilidade

- Estado: M_i
- Mudança de estado: $\sigma = t_1 t_1 \cdots t_n$
 $M_0[\sigma > M_n]$
- Denotado: $R(M_0)$



Limitabilidade e Segurança

- Marcação de um lugar: $M(p)$
- Rede k -limitada: $M(p) \leq k, \forall p \in P$
- Rede segura: $k = 1$



Vivacidade

- É medida em cada transição da RdP
- Depende do estado inicial (M_0)
- Níveis de vivacidade:
 - L0-viva: transição nunca é disparada
 - L1-viva: transição é disparada uma vez
 - L2-viva: transição é disparada k vezes
 - L3-viva: transição é disparada infinitas vezes
 - L4-viva: transição é L1-viva $\forall M_i \in R(M_0)$



Reversibilidade

- Reversibilidade incondicional:
 $M_0 \in R(M_i) / \forall M_i \in R(M_0)$
- Condição relaxada (estado desejado):
 $\exists M_{hs} \in R(M_0) | M_{hs} \in R(M_i) / \forall M_i \in R(M_0)$



Persistência

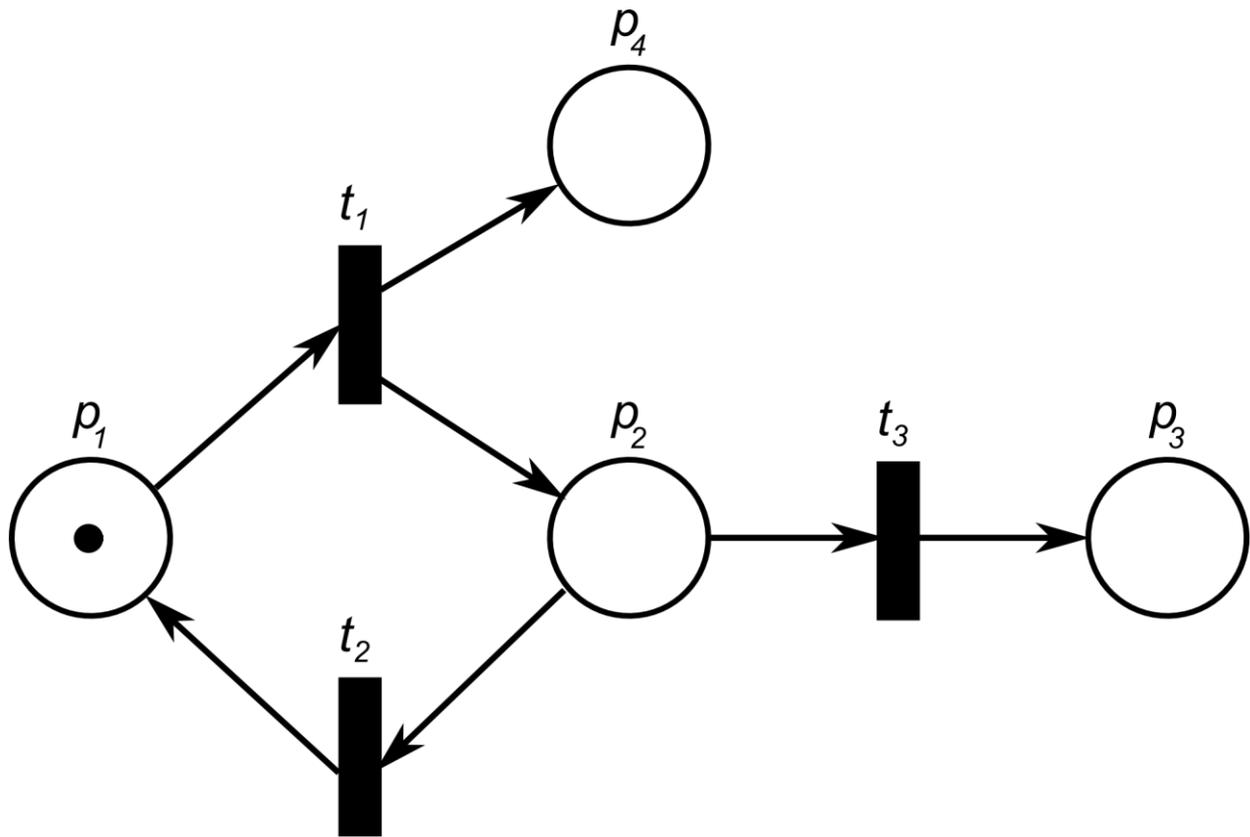
- RdP persistente se o disparo de qualquer transição não desabilita o disparo de outra transição



Equidade

- Transições incondicionalmente iguais: para uma sequência de disparos σ , duas transições são incondicionalmente iguais se são disparadas com a mesma frequência em σ
- Transições iguais-limitadas: o máximo de vezes que uma transição dispara sem que a outra dispare é limitado

Exemplo

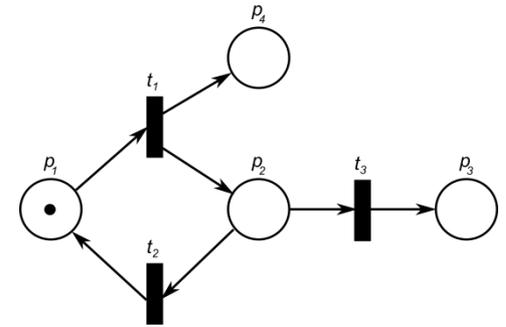




Exemplo

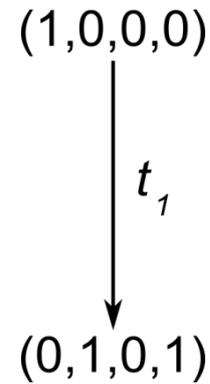
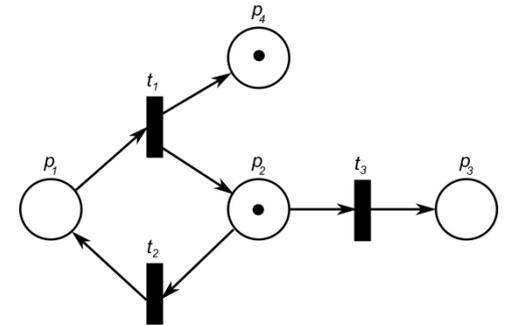
- Definimos o vetor de marcação como $M = (p_1, p_2, p_3, p_4)$, então $M_0 = (1, 0, 0, 0)$
- Montaremos agora a árvore de alcançabilidade

Exemplo – árvore de alcançabilidade

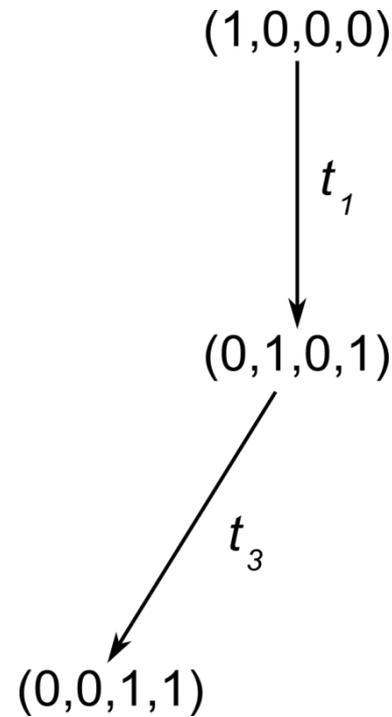
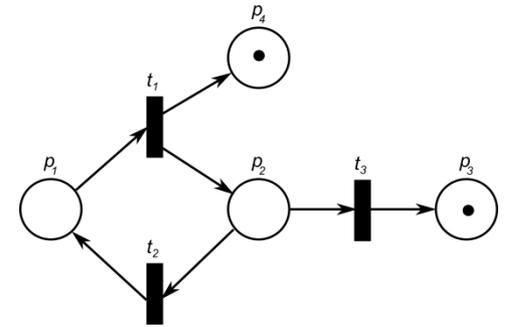


(1,0,0,0)

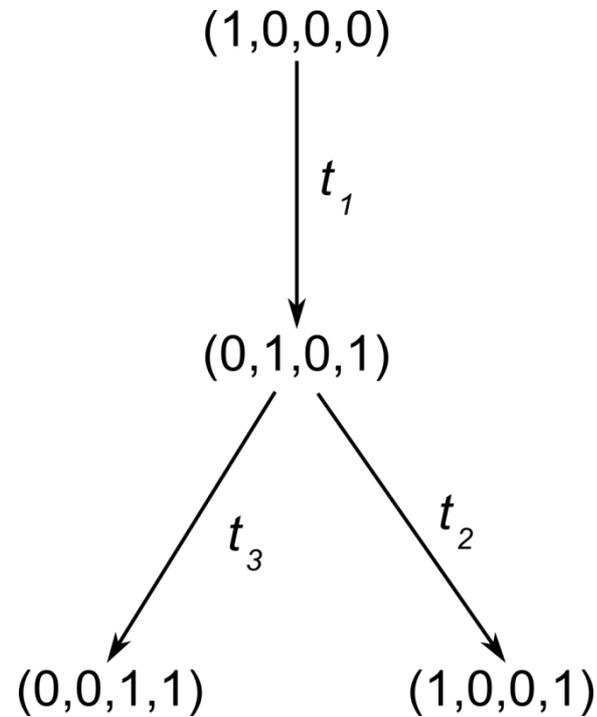
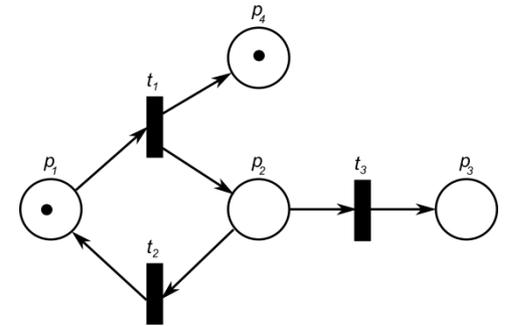
Exemplo – árvore de alcançabilidade



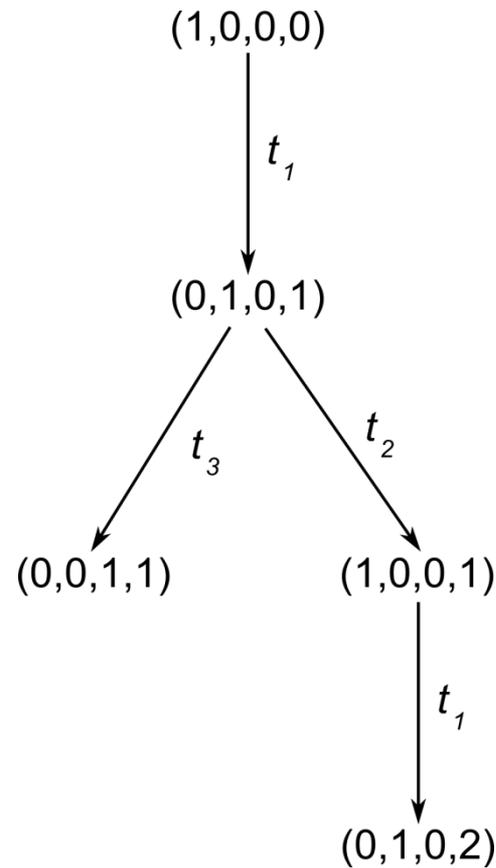
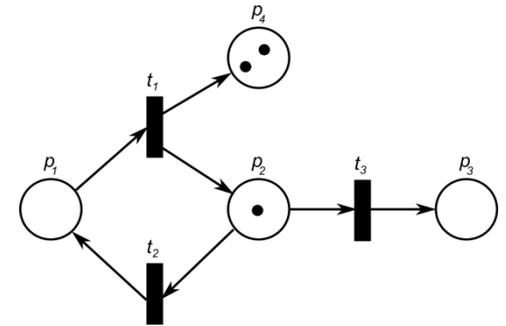
Exemplo – árvore de alcançabilidade



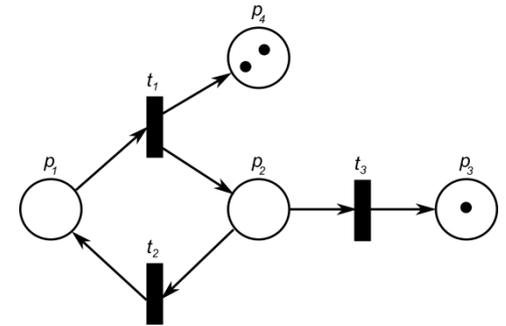
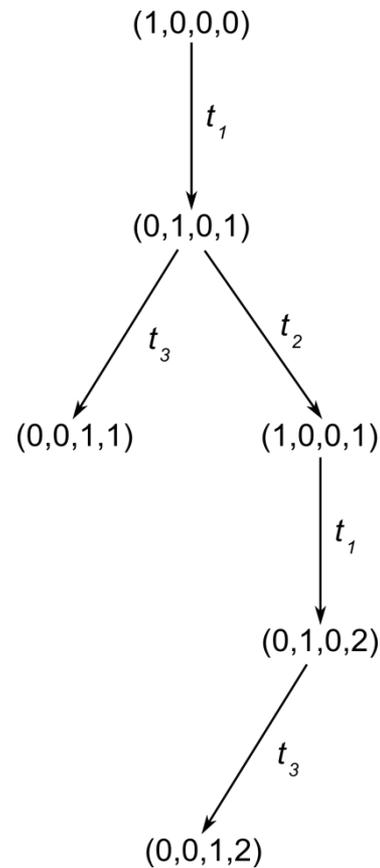
Exemplo – árvore de alcançabilidade



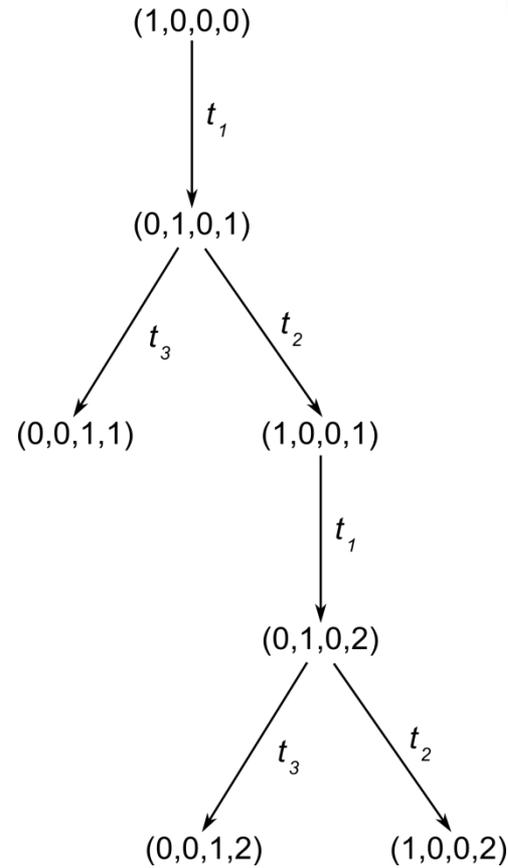
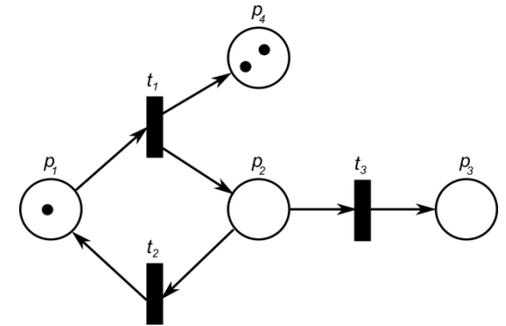
Exemplo – árvore de alcançabilidade



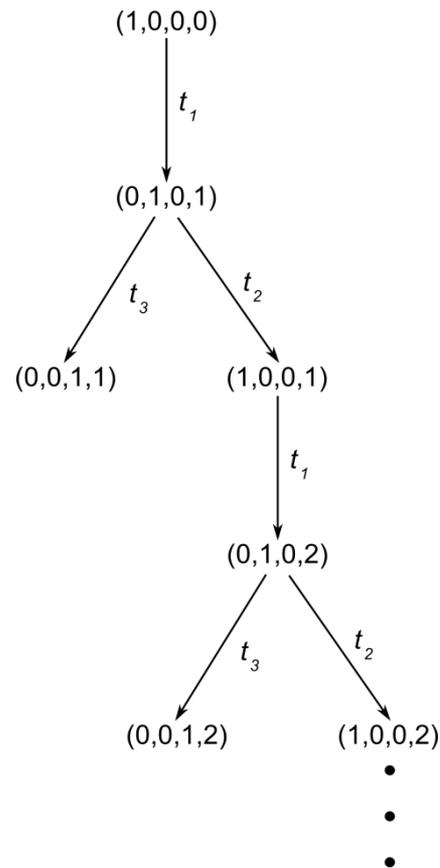
Exemplo – árvore de alcançabilidade



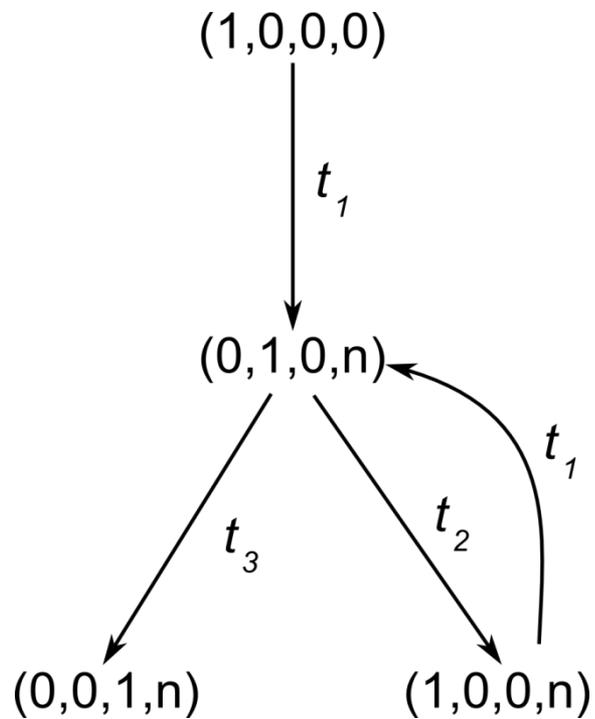
Exemplo – árvore de alcançabilidade



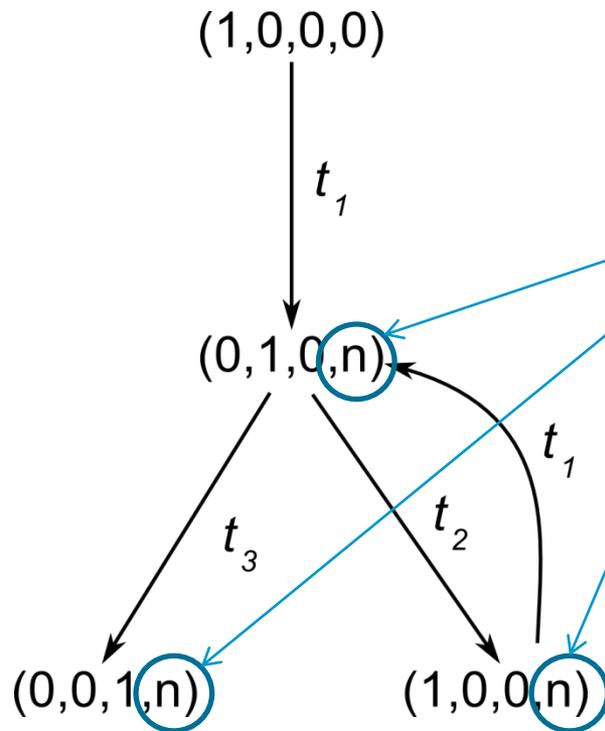
Exemplo – árvore de alcançabilidade



Exemplo – árvore de alcançabilidade



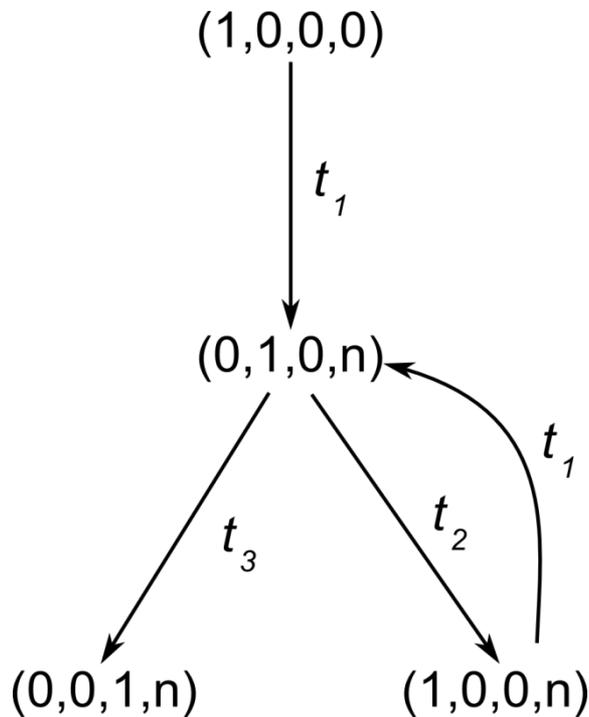
Exemplo - limitabilidade



Rede não limitada!

Com isso, a rede não é segura!

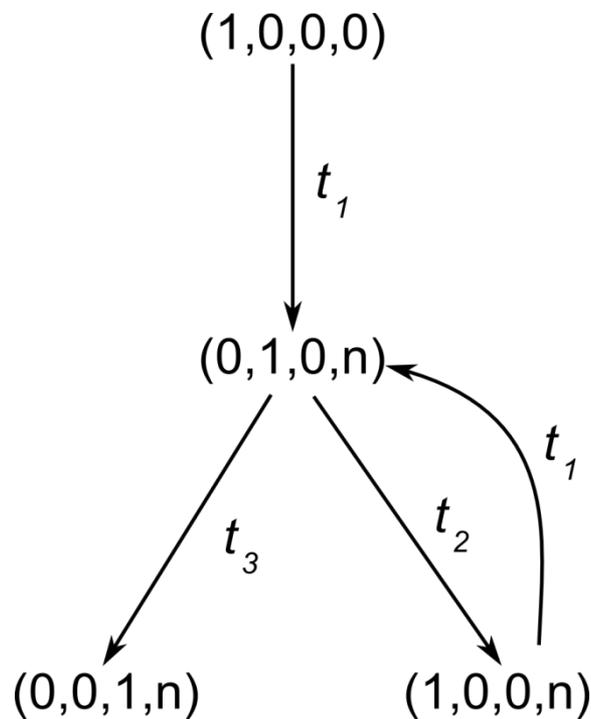
Exemplo - vivacidade



t_1 aparece infinitamente em uma sequência específica de disparos, mas não aparece se o estado $(0,0,1,n)$ com $n \in \mathbb{N}^*$ é atingido

t_1 é L3-viva!

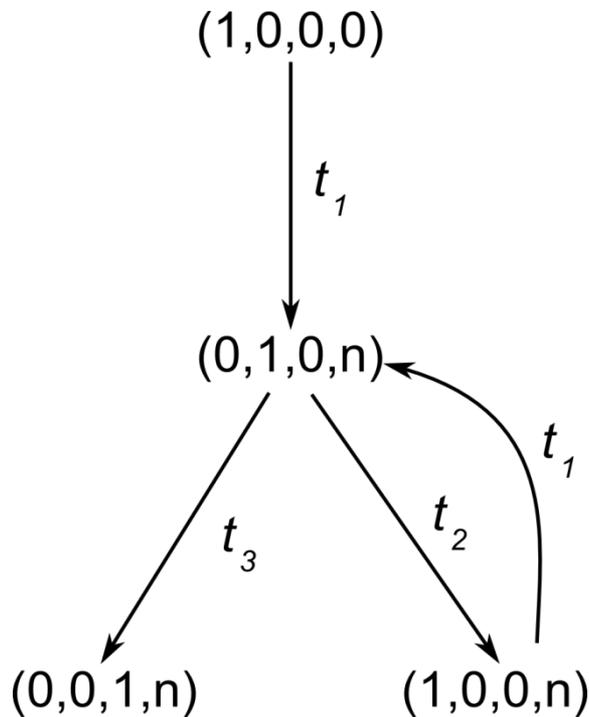
Exemplo - vivacidade



t_2 aparece infinitamente em uma sequência específica de disparos, mas não aparece se o estado $(0,0,1,n)$ com $n \in \mathbb{N}^*$ é atingido

t_2 é L3-viva!

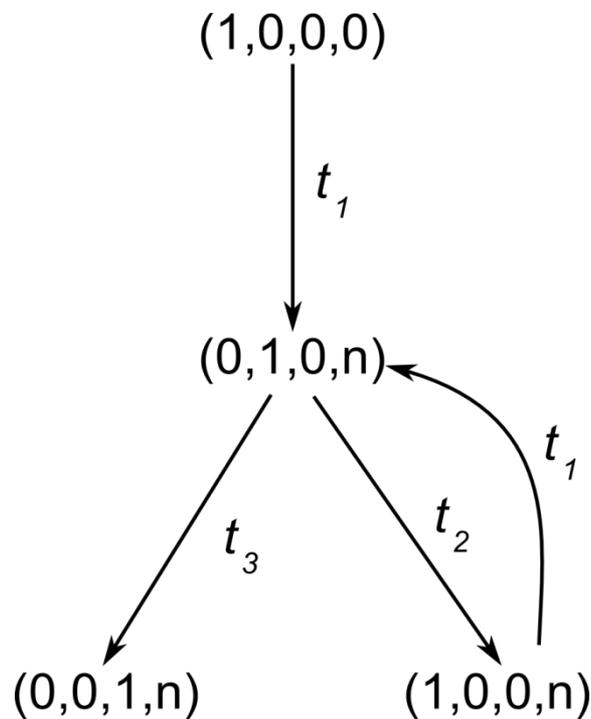
Exemplo - vivacidade



t_3 aparece apenas uma vez em uma sequência específica de disparos, mas não aparece se o estado $(0,0,1,n)$ com $n \in \mathbb{N}^*$ é atingido

t_3 é L1-viva!

Exemplo - reversibilidade

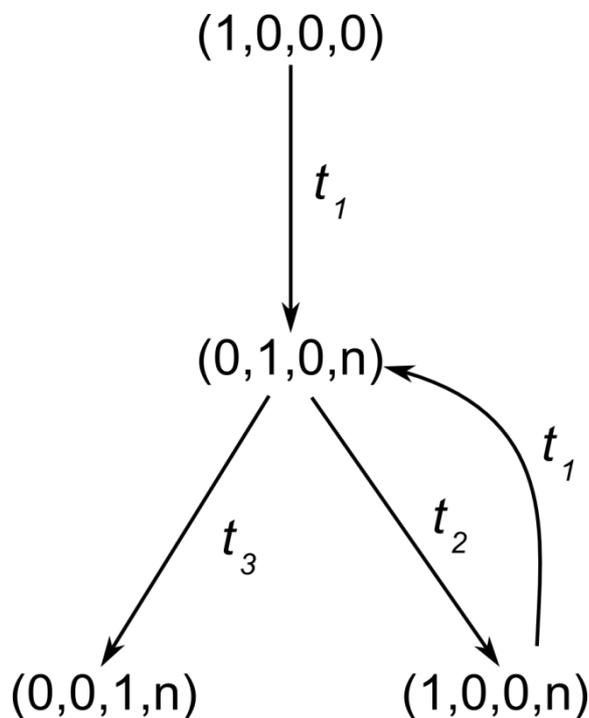


Como $n > 0$, nenhum estado pode ser re-alcançado a partir de todas as outras marcações.

A rede não é reversível!

A rede não possui um estado desejado!

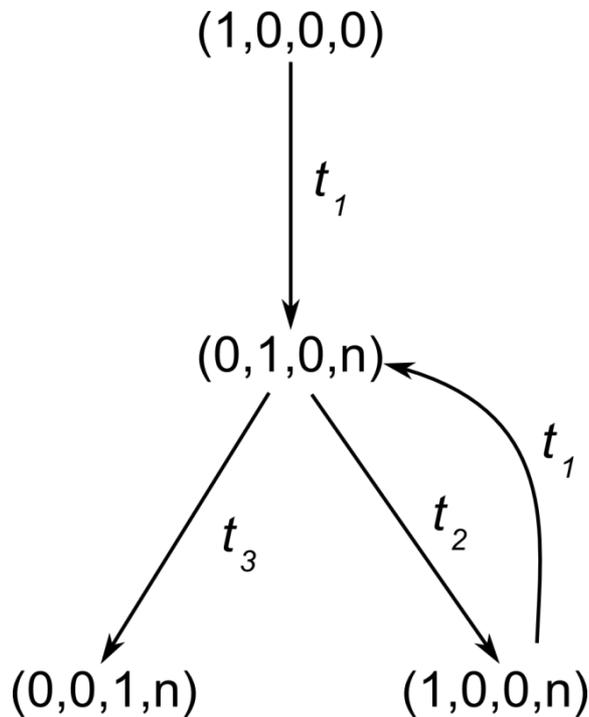
Exemplo - persistência



Após o disparo da transição t_1 , as transições t_2 e t_3 ficam habilitadas para o disparo, mas se a transição t_2 dispara, a transição t_3 não fica mais habilitada, e se a transição t_3 dispara, a transição t_2 não fica mais habilitada.

A rede não é persistente!

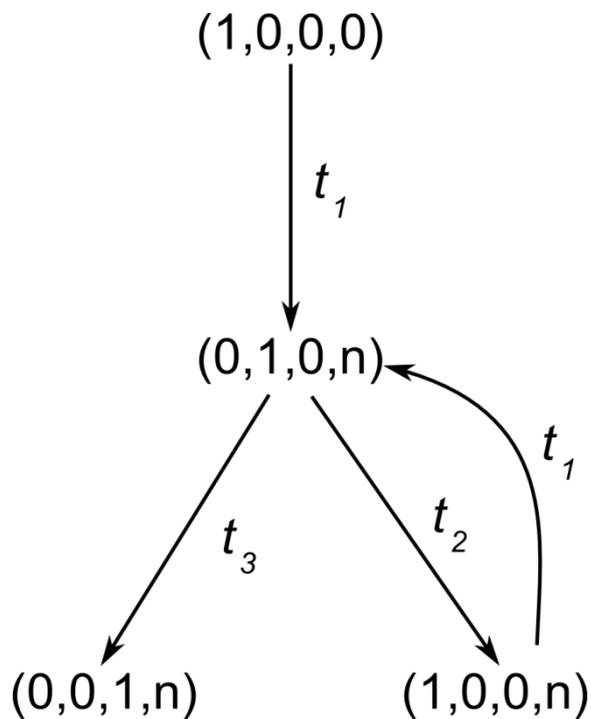
Exemplo - equidade



Comparando as transições t_1 e t_2 , para cada disparo da transição t_1 é necessário que um disparo da transição t_2 para que a transição t_1 volte a ser habilitada. Da mesma forma, para cada disparo da transição t_2 é necessário que um disparo da transição t_1 para que a transição t_2 volte a ser habilitada.

As transições t_1 e t_2 são incondicionalmente iguais!

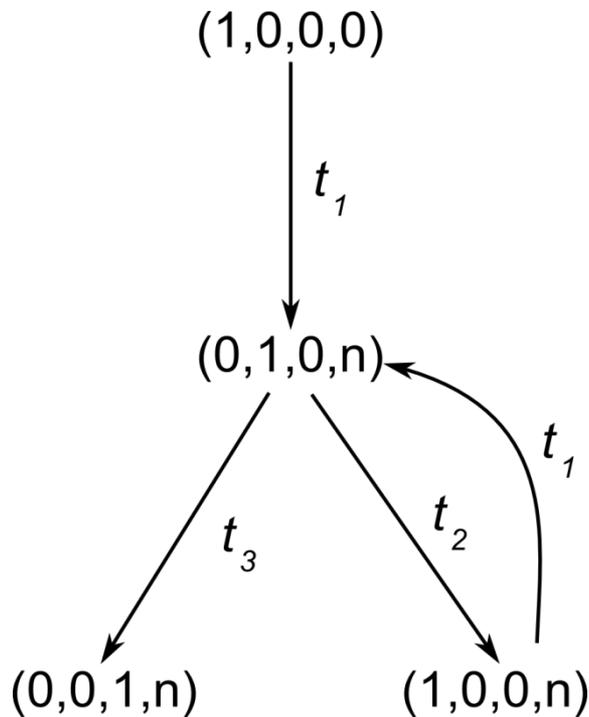
Exemplo - equidade



Comparando as transições t_1 e t_3 , a transição t_1 pode ser disparada infinitamente em uma certa sequência de disparos antes do disparo da transição t_3 .

As transições t_1 e t_3 não são iguais!

Exemplo - equidade



Comparando as transições t_2 e t_3 , a transição t_2 pode ser disparada infinitamente em uma certa sequência de disparos antes do disparo da transição t_3 .

As transições t_2 e t_3 não são iguais!