

Modélisation et vérification avec TLA⁺

Exercice 1 (*disapp_td1_ex1.tla*)

Question 1.1 *Modéliser sous forme d'un module TLA⁺ le réseau de Petri de la figure 1. Donner une instanciation possible des constantes. Préciser les conditions initiales correspondant à un système avec cinq (5) processeurs et deux (2) bus.*

Question 1.2 *On désire analyser le comportement de ce réseau et, pour cela, on souhaite savoir si la place p_5 contiendra au moins un jeton. Expliquer comment on doit procéder pour obtenir une réponse en un temps fini. Préciser le message donné par le système TLAPS.*

Question 1.3 *Est-ce que le réseau peut atteindre un point de deadlock ?*

Question 1.4 *Enoncez trois propriétés de sûreté de ce réseau établissant une relation entre au moins deux places.*

Exercice 2 (*disapp_td1_ex2.tla*)

Un réseau de Petri est un uple $R=(S,T,F,K,M,W)$ tel que

- S est l'ensemble (fini) des places.
- T est l'ensemble (fini) des transitions.
- $S \cap T = \emptyset$
- F est la relation du flot d'exécution : $F \subseteq S \times T \cup T \times S$
- K représente la capacité de chaque place : $K \in S \rightarrow \text{Nat}$.
- M représente le initial marquage chaque place :
 $M \in S \rightarrow \text{Nat}$ et vérifie la condition $\forall s \in S : M(s) \leq K(s)$.
- W représente le poids de chaque arc : $W \in F \rightarrow \text{Nat}$
- un marquage M pour R est une fonction de S dans Nat :
 $M \in S \rightarrow \text{Nat}$ et respectant la condition $\forall s \in S : M(s) \leq K(s)$.
- une transition t de T est activable à partir de M un marquage de R si
 1. $\forall s \in \{s' \in S \mid (s',t) \in F\} : M(s) \geq W(s,t)$.
 2. $\forall s \in \{s' \in S \mid (t,s') \in F\} : M(s) \leq K(s) - W(s,t)$.
- Pour chaque transition t de T , $\text{Pre}(t)$ est l'ensemble des places conduisant à t et $\text{Post}(t)$ est l'ensemble des places pointées par un lien depuis t :
 $\text{Pre}(t) = \{s' \in S : (s',t) \in F\}$ et $\text{Post}(t) = \{s' \in S : (t,s') \in F\}$

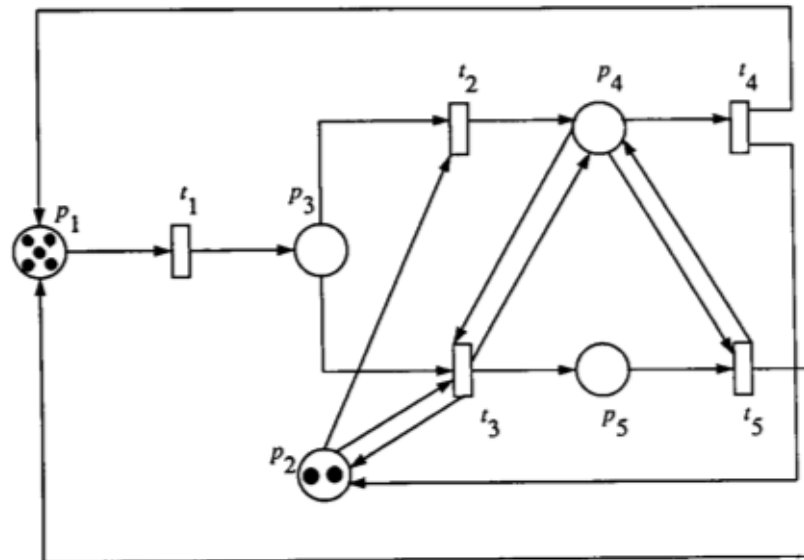


Fig. 14. A Petri-net model of a multiprocessor system, where tokens in p_1 represent active processors, p_2 available buses, p_3 , p_4 , and p_5 processors waiting for, having access to, queued for common memories, respectively.

FIGURE 1 – Réseau de Petri

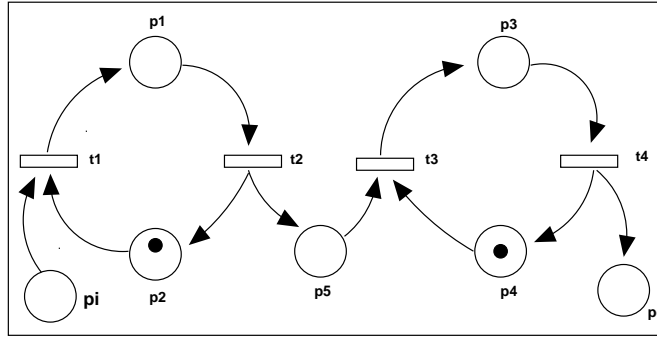
— Soit une transition t de T activable à partir de M un marquage de R :

1. $\forall s \in \{s' \in S \mid (s', t) \in F\} : M(s) \geq W(s, t).$
2. $\forall s \in \{s' \in S \mid (t, s') \in F\} : M(s) \leq K(s) - W(s, t).$

— un nouveau marquage M' est défini à partir de M par : $\forall s \in S,$

$$M'(s) = \begin{cases} M(s) - W(s, T), & \text{SI } s \in \text{PRE}(T) - \text{POST}(T) \\ M(s) + W(T, S), & \text{SI } s \in \text{POST}(T) - \text{PRE}(T) \\ M(s) - W(s, T) + W(T, S), & \text{SI } s \in \text{PRE}(T) \cap \text{POST}(T) \\ M(s), & \text{SINON} \end{cases}$$

On considère le réseau suivant :



MODULE *petri10*

EXTENDS *Naturals, TLC*

CONSTANTS *Places, N, Q, B*

VARIABLES *M*

$t1 \triangleq$

$t2 \triangleq$

$t3 \triangleq$

$t4 \triangleq$

$Init1 \triangleq M = [p \in Places \mapsto \text{IF } p \in \{ "p4", "p2" \} \text{ THEN } 1 \text{ ELSE } \\ \text{IF } p = "pi" \text{ THEN } N \text{ ELSE } 0]$

$Next \triangleq t1 \vee t2 \vee t3 \vee t4$

Question 2.1 Traduire ce réseau en un module TLA^+ dont le squelette est donné dans le texte. Pour cela, on donnera la définition des quatre transitions $t1, t2, t3, t4$. On ne tiendra pas compte de la capacité des places : les places ont une capacité d'au plus un jeton, sauf la place pi qui peut contenir N jetons, la place $p5$ peut contenir au plus B jetons et la place po peut contenir au plus Q .

Question 2.2 Donner une relation liant les places $po, p1, p3, p5, pi$ et la valeur N . Justifiez votre réponse.

Question 2.3 *Si on suppose que la place p_o peut contenir au plus Q jetons, donnez une condition sur Q pour que tous les jetons de p_i soient consommés un jour. Justifiez votre réponse.*

Question 2.4 *Expliquez ce que modélise ce réseau de Petri.*