

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE

TESI DI LAUREA TRIENNALE IN INGEGNERIA INFORMATICA

Progettazione e sviluppo di un componente software per la derivazione di modelli di Petri preemptive da specifiche timeline

Candidato
Kevin Maggi



Relatore

Prof. Enrico Vicario

Correlatori

Prof. Laura Carnevali

Prof. Fulvio Patara

Dott. Leonardo Scommegna

Anno Accademico 2019/2020

Concetti chiave: modellazione di tasksets real-time, derivazione di un modello formale di taskset da una specifica semi-formale

Contesto

- Contesto:** Sviluppo di componenti software real-time
- Motivazioni:** Verifica e validazione di un taskset in sistemi RT
- Strumenti:** Modello formale → PTPN
Specifica semi-formale → timeline
Software → libreria Sirio¹ e tool Oris²
- Tematica:** Traduzione di specifici tasksets in forma di timeline in modelli PTPN³

¹www.oris-tool.org/sirio

²www.oris-tool.org

³“Casting Preemptive Time Petri Nets in the Development Life Cycle of Real-Time Software”, G. Bucci, L. Grassi, E. Vicario, 2007

Obiettivi

Obiettivi:

- Specifica di un modello di dominio per le timelines
- Definizione e sviluppo di un algoritmo di traduzione⁴ integrato nella libreria Sirio
- Progettazione e sviluppo di un componente per l'esportazione delle PN dal dominio Sirio al tool grafico Oris

⁴ "Putting Preemptive Time Petri Nets to Work in a V-Model SW Life Cycle", Carnevali, Ridi, Vicario, 2011

Timelines & Preemptive Time Petri Nets

Timelines: Specifica semi-formale che colma il gap rispetto alle pratiche industriali consolidate.

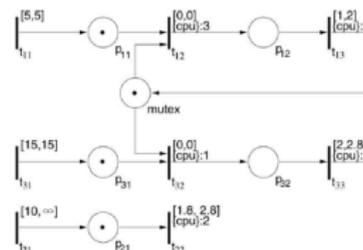
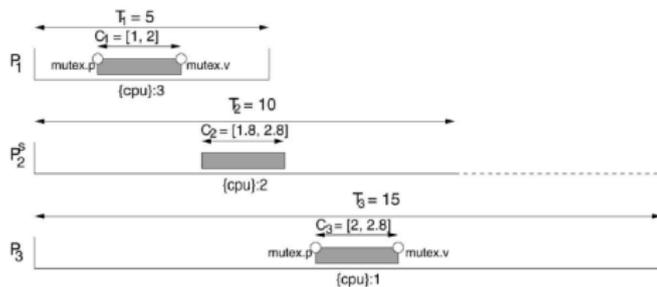
PTPN: Metodo formale che estende le TPN a cui viene aggiunto un meccanismo di assegnazione delle risorse.

PTPN

$$PTPN = \langle P; T; A^+; A^-; M; FI^s; Res; Req; Prio \rangle$$

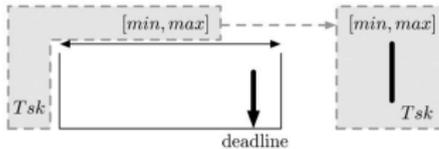
- $\langle P; T; A^+; A^-; M; FI^s \rangle \rightarrow$ TPN
- $Res \rightarrow$ insieme di risorse
- $Req \rightarrow$ associa ciascuna transizione a un sottoinsieme di Res
- $Prio \rightarrow$ assegna a ciascuna transizione una priorità

Esempio di taskset in forma di timeline e in forma di modello PTPN:

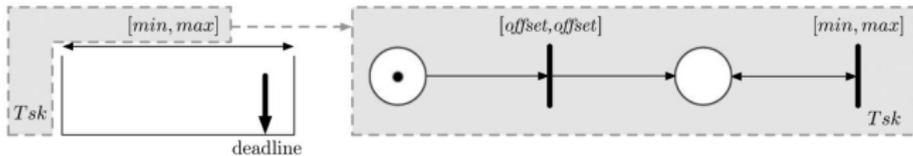


Traduzione timeline → PTPN

- Task - rilascio jobs
 - senza offset



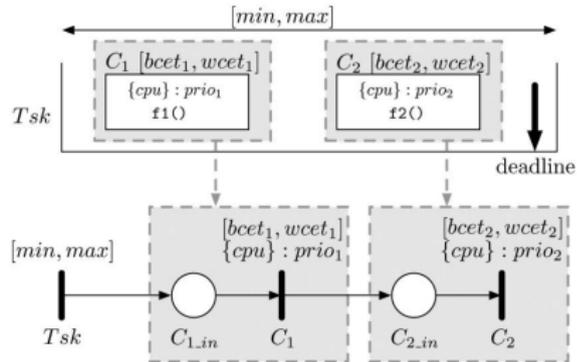
- con offset



- Chunk - esecuzione
- Mutex - boost e wait
- Mailbox - invio e ricezione di messaggi

Traduzione timeline → PTPN

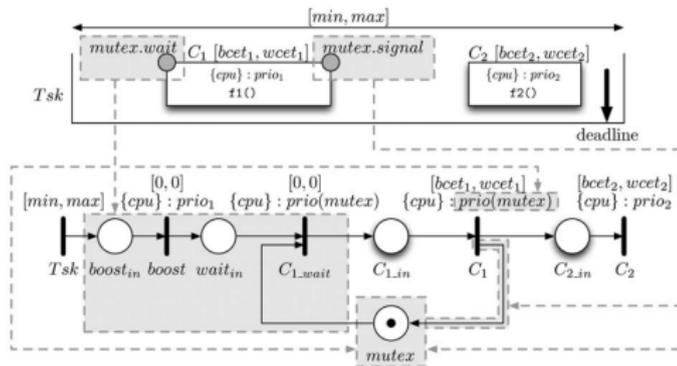
- Task - rilascio jobs
- Chunk - esecuzione



- Mutex - boost e wait
- Mailbox - invio e ricezione di messaggi

Traduzione timeline → PTPN

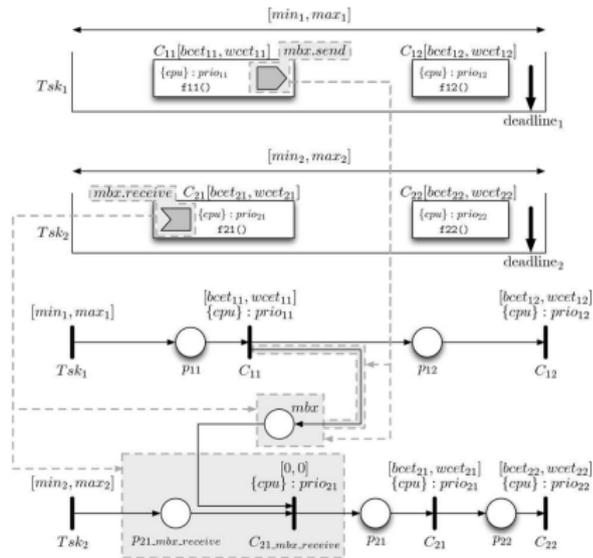
- Task - rilascio jobs
- Chunk - esecuzione
- Mutex - boost e wait



- Mailbox - invio e ricezione di messaggi

Traduzione timeline → PTPN

- Task - rilascio jobs
- Chunk - esecuzione
- Mutex - boost e wait
- Mailbox - invio e ricezione di messaggi



Analisi dei requisiti

1 Gestione delle timelines

- definizione per via programmatica (API) → non adatto al contesto d'uso ✗
- definizione tramite interfaccia (GUI) → soluzione ideale, ma esula dal progetto ✗
- formato file esterno → XML si integra in Java con JAXB ✓
→ definizione di uno schema XML

2 Traduzione delle timelines

- Progettazione dell'algoritmo di traduzione

3 Esportazione delle PN in formato XPN⁵

- Definizione di uno schema XML
- Generazione delle coordinate grafiche

⁵formato derivato dall'XML usato dal tool Oris

Analisi dei requisiti

- 1 Gestione delle timelines
 - Definizione di uno schema XML
- 2 Traduzione delle timelines
 - Progettazione dell'algoritmo di traduzione
- 3 Esportazione delle PN in formato XPN⁵
 - Definizione di uno schema XML
 - Generazione delle coordinate grafiche

⁵formato derivato dall'XML usato dal tool Oris

Analisi dei requisiti

- 1 Gestione delle timelines
 - Definizione di uno schema XML
- 2 Traduzione delle timelines
 - Progettazione dell'algoritmo di traduzione
- 3 Esportazione delle PN in formato XPN⁵
 - Definizione di uno schema XML
 - Generazione delle coordinate grafiche

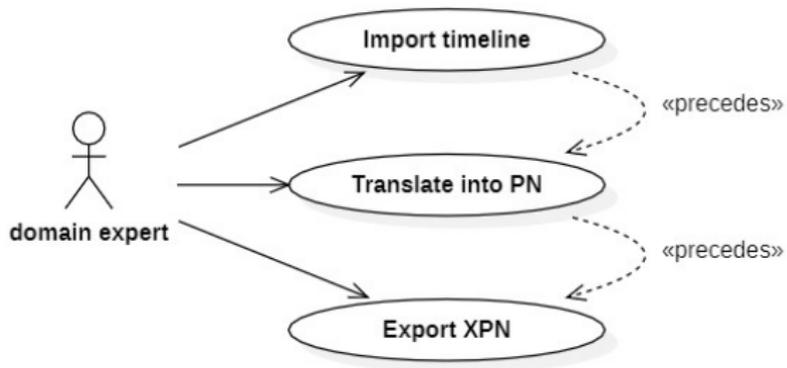
⁵formato derivato dall'XML usato dal tool Oris

Analisi dei requisiti

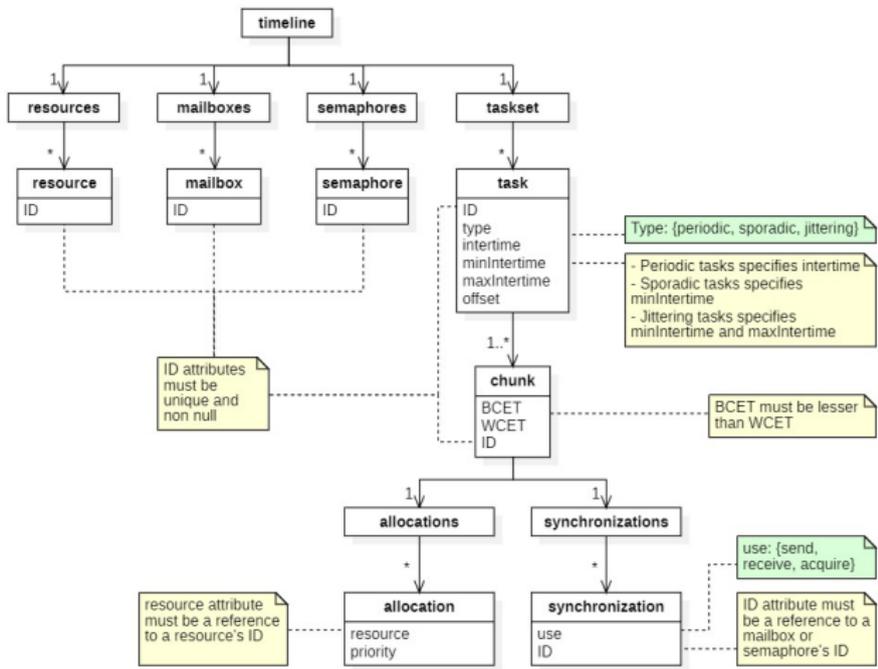
- 1 Gestione delle timelines
 - Definizione di uno schema XML
- 2 Traduzione delle timelines
 - Progettazione dell'algoritmo di traduzione
- 3 Esportazione delle PN in formato XPN⁵
 - Definizione di uno schema XML
 - Generazione delle coordinate grafiche

⁵formato derivato dall'XML usato dal tool Oris

Casi d'uso



Timeline: modello di dominio



Timeline: schema

```
5  <timeline>
    <resources>
      <resource ID="NAME" />
      ...
    </resources>
    <semaphores>
      <semaphore ID="NAME" />
      ...
    </semaphores>
10  <mailboxes>
      <mailbox ID="NAME" />
      ...
    </mailboxes>
    <taskset>
15  <task ID="NAME" type="TYPE" intertime="VALUE" offset="VALUE">
      <chunk BCET="VALUE" WCET="VALUE" ID="NAME">
        <allocations>
          <allocation resource="REFERENCE" priority="VALUE" />
          ...
        </allocations>
        <synchronizations>
          <synchronization use="REFERENCE" ID="VALUE" />
          ...
        </synchronizations>
25  </chunk>
      ...
    </task>
    ...
  </taskset>
30 </timeline>
```

Algoritmo *timeline2ptpn*

```
function TIMELINE2PTPN(timeline)
  ptpn ← new PTPN()
  for each r in timeline.resources do
    ...
  for each s in timeline.semaphores do
    ...
  for each m in timeline.mailboxes do
    ...
  for each task in timeline.taskset do
    ...
    switch on task.type
    ...
    if task.offset ≠ 0
    ...
    for each chunk in task.chunks do
      ...
      for each element in chunk.synchronizations do
        switch on element's type
        case semaphore
          ...
          if chunk.priorities < semaphore.ceilings for some resource
            ...
            else
              ...
        case incoming message
          ...
        case outgoing message
          ...
    return ptpn
```

▷ adding resources

▷ adding semaphores

▷ adding mailboxes

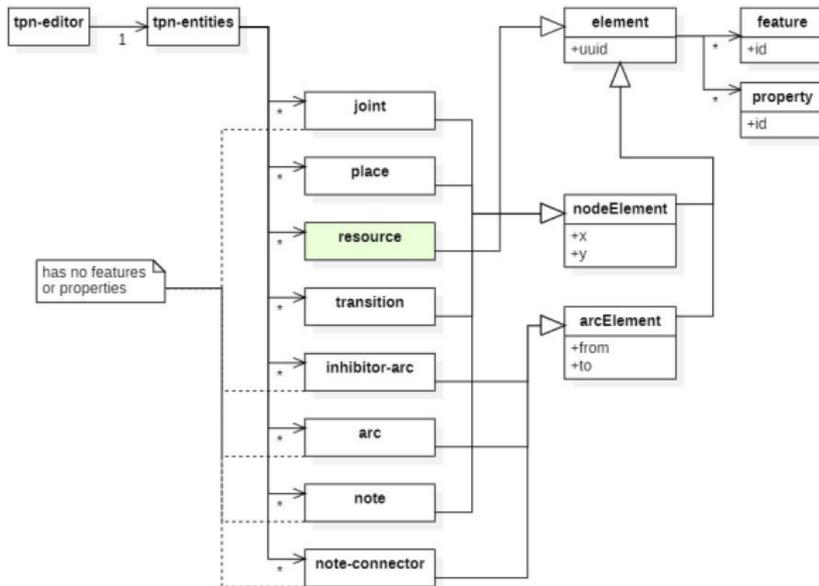
▷ adding tasks

▷ adding chunks

▷ adding synchronization blocks

▷ check if boost needed

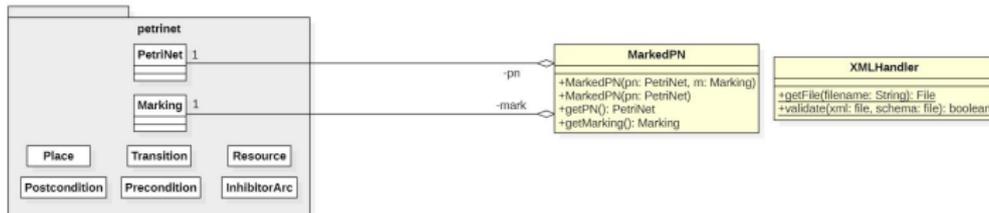
XNP: modello di dominio

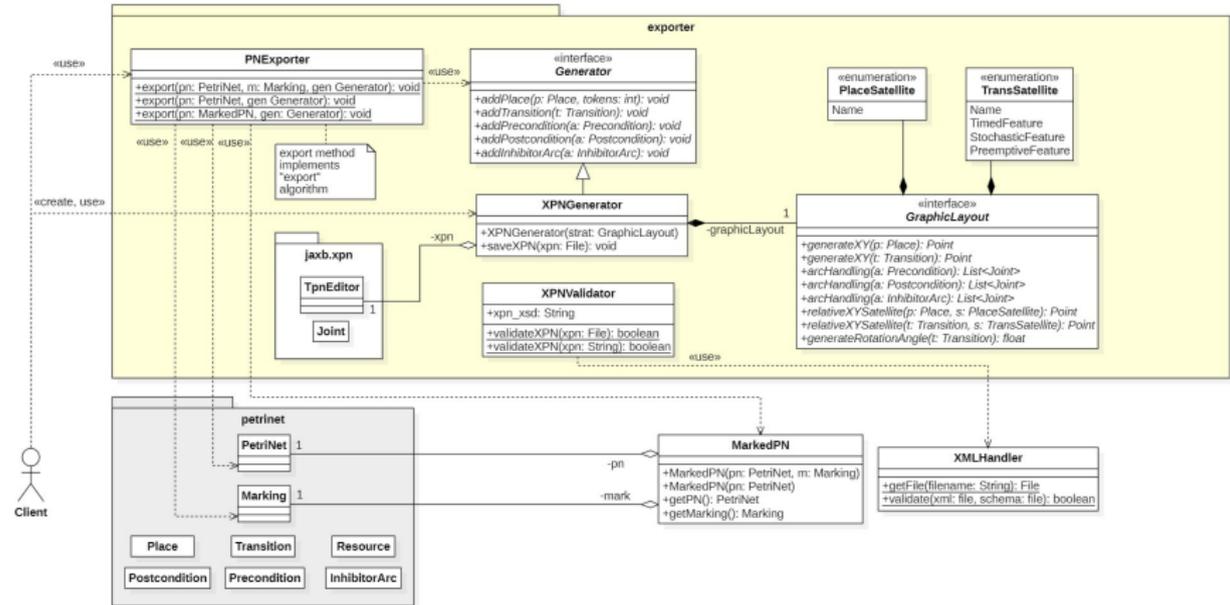


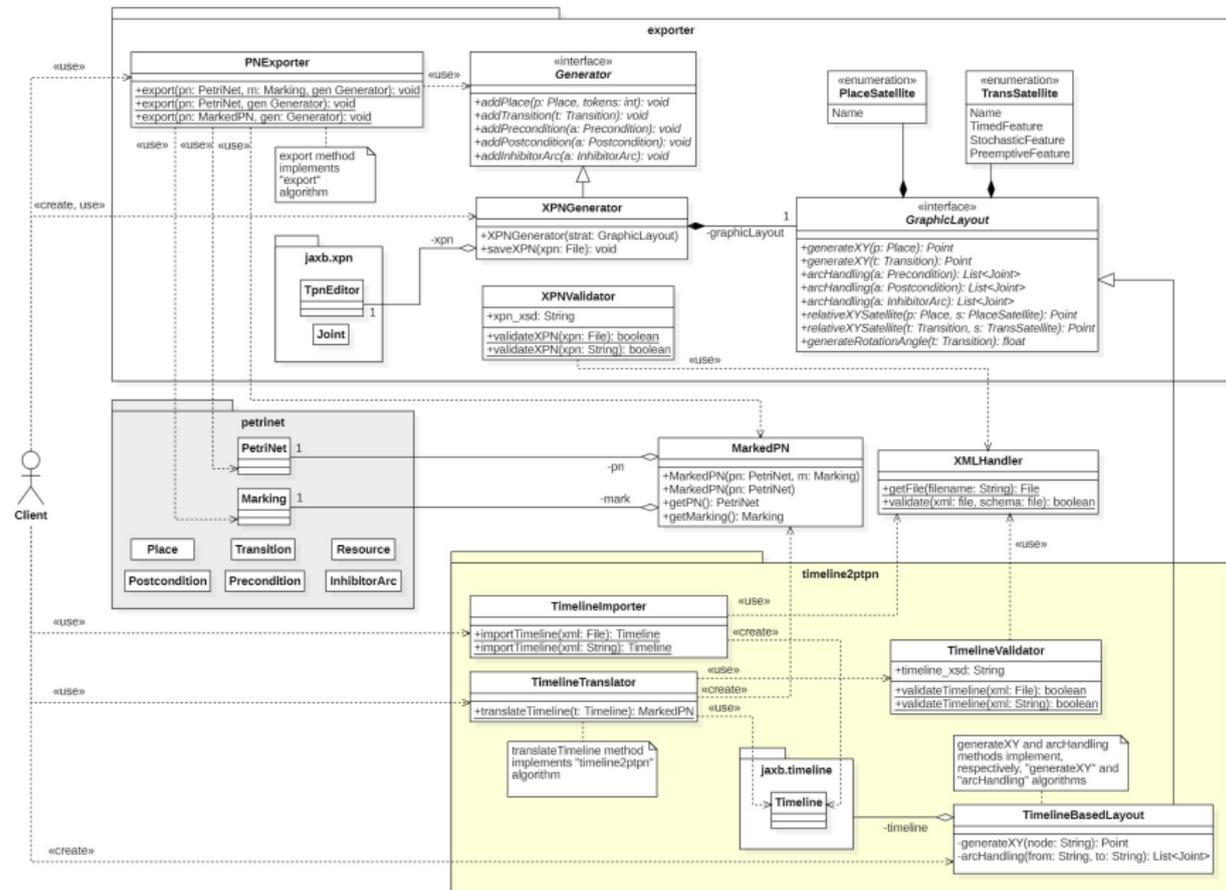
XPN: transizione preemptive

```
<tpn-editor>
  <tpn-entities>
    <resource uuid="0...0">
      <features/>
      <properties>
        <property id="0.default.name" name="res"/>
      </properties>
    </resource>
    <transition x="X" y="Y" rotation-angle="VALUE" uuid="1...1">
      <features>
        <feature id="transition.timed"/>
        <feature id="transition.preemptive"/>
      </features>
      <properties>
        <property id="0.default.name" name="NAME" satellite-x="X" satellite-y="Y"/>
        <property id="10.default.enablingFunction" enabling-function="EXPR"/>
        <property id="11.default.markingUpdate" marking-update="EXPR"/>
        <property id="12.default.resetTransitions" reset-transitions="SET"/>
        <property id="transition.timed" eft="VALUE" lft="VALUE"/>
        <property id="transition.preemptive" resources="0...0" priorities="1"/>
      </properties>
    </transition>
  </tpn-entities>
</tpn-editor>
```

Class Diagram





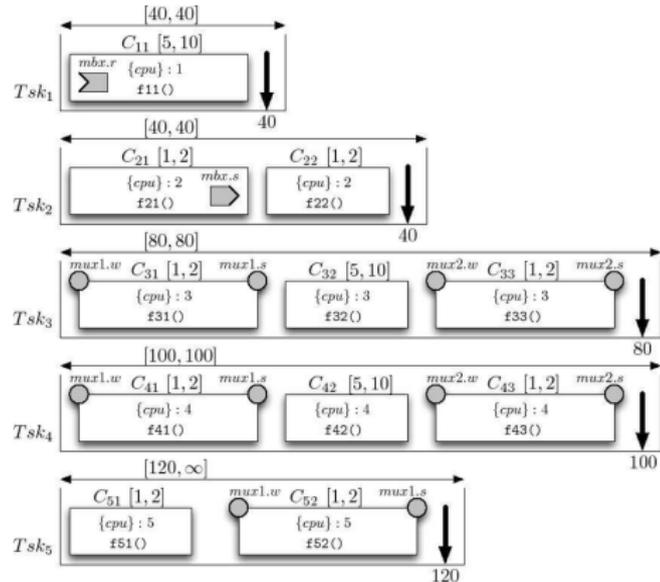


Timeline

Vediamo come esempio un taskset con:

- cinque task (quattro periodici e uno sporadico)
- due mutex
- una mailbox

e una sua variante con offset al task $Tsk3$



XML

5

10

15

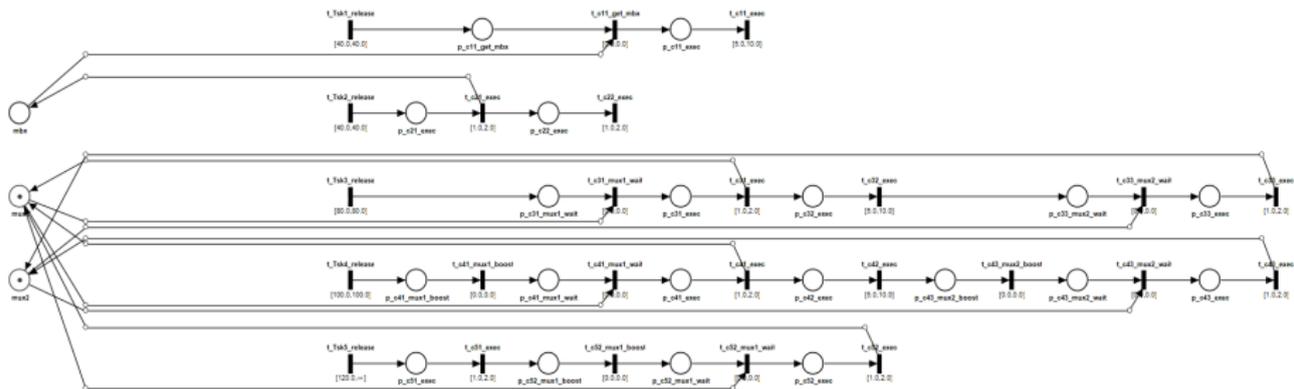
20

25

```
<timeline xmlns="http://www.oris-tool.org" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/
  XMLSchema-instance" xsi:schemaLocation="http://www.oris-tool.org timeline.xsd">
  <resources>
    <resource ID="cpu" />
  </resources>
  <semaphores>
    <semaphore ID="mux1" />
    <semaphore ID="mux2" />
  </semaphores>
  <mailboxes>
    <mailbox ID="mbx" />
  </mailboxes>
  <taskset>
    <task ID="Tsk1" type="periodic" intertime="40.0">
      <chunk BCET="5.0" WCET="10.0" ID="c11">
        <allocations>
          <allocation resource="cpu" priority="1" />
        </allocations>
        <synchronizations>
          <synchronization use="receive" ID="mbx"/>
        </synchronizations>
      </chunk>
    </task>
    ...
  </taskset>
</timeline>
```

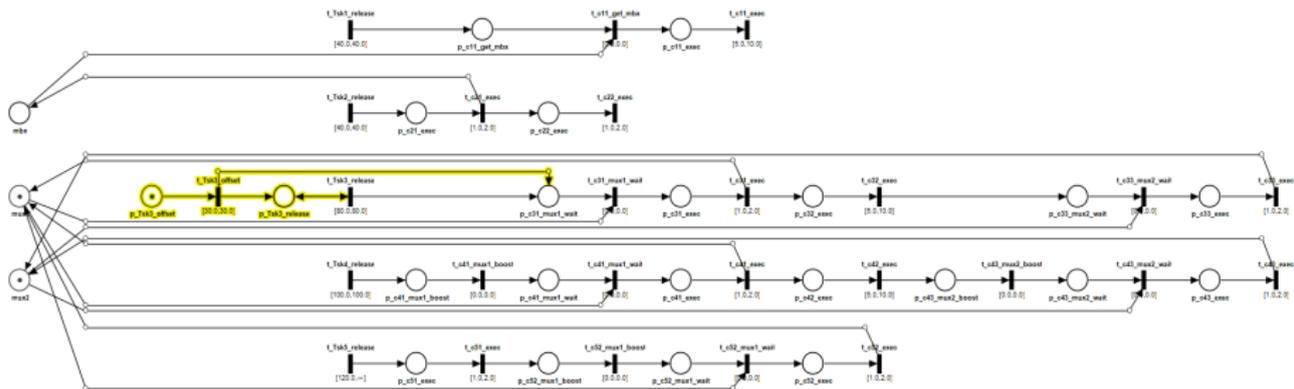
PTPN

PTPN risultante della variante senza offset:



PTPN

PTPN risultante della variante con offset:



Conclusioni

Risultati:

- Generazione PTPN da timeline → strumento di supporto per lo sviluppo di sistemi RT
- Esportazione PN → interoperabilità tra Oris e Sirio

Ulteriori sviluppi:

- Generazione PTPN da timeline → automatizzazione del processo di scrittura del codice RT a partire dai modelli PTPN
- Esportazione PN → algoritmo di sbroglio



Grazie per l'attenzione

Candidato
Kevin Maggi

Relatore
Prof. Enrico Vicario

Correlatori
Prof. Laura Carnevali
Prof. Fulvio Patara
Dott. Leonardo Scommegna