

## Examen de maxplus 2014-15

**Consigne.** Il vous faudra rendre un document commun rédigé en Latex ainsi que le projet QT qui doit compiler sur les ordinateurs de l'école. Il vous faudra bien expliquer qui a fait quoi dans le projet. Vous pouvez vous aider du polycopié disponible sur

[http://www.ensta-bretagne.fr/jaulin/mastersds\\_maxplussimple.pdf](http://www.ensta-bretagne.fr/jaulin/mastersds_maxplussimple.pdf)

- 1) Programmer en QT C++, les opérations max-plus avec en créant une classe appelée *dateur*. On redéfinira l'addition et la multiplication. Il faudra utiliser la surcharge d'opérateur autorisée par le C++.
- 2) Faire de même avec les matrices dans max-plus en créant une classe *maxplusmatrix*.
- 3) Rappeler comment on résout dans max-plus, l'équation implicite

$$\mathbf{x} = \mathbf{A} \otimes \mathbf{x} \oplus \mathbf{b}.$$

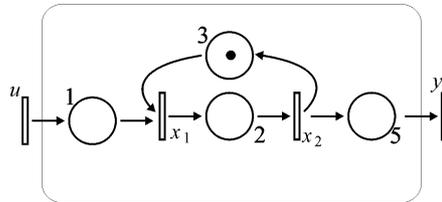
- 4) Programmer l'opérateur de Kleen '\*' dans votre environnement C++. On rappelle que

$$\mathbf{A}^* = \mathbf{I} \oplus \mathbf{A} \oplus \mathbf{A}^{\otimes 2} \oplus \mathbf{A}^{\otimes 3} \oplus \mathbf{A}^{\otimes 4} \dots$$

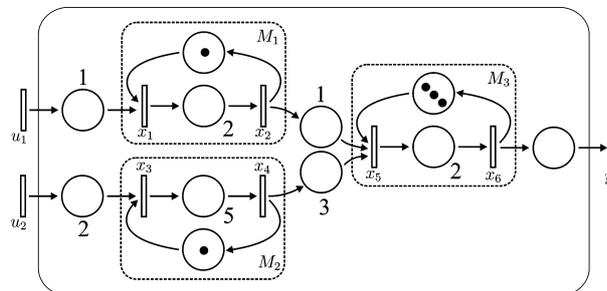
Avec votre programme, calculer

$$\begin{pmatrix} \varepsilon & \varepsilon \\ 2 & \varepsilon \end{pmatrix}^*.$$

- 5) On considère le graphe à événements temporisés ci-dessous. A la  $i$ ème transition on associe la date  $x_i(k) \in \mathbb{R}$  de l'occurrence du  $k$ ème franchissement de la transition  $i$ . Donner les équations de récurrence reliant  $x_1, x_2$  et  $u$  sous une forme linéaire max plus (en utilisant votre programme C++ pour résoudre l'équation implicite). Simuler le système pour  $k$  allant de 0 à 10. Tracer le signal  $y(k)$ .



- 6) Faire de même avec le graphe à événements temporisés de la figure ci-dessous.



- 7) Programmer l'opérateur de Kleen pour une matrice à l'aide de l'algorithme de Floyd Warshall. Etudier expérimentalement la complexité de cette méthode et comparer la à la méthode étudiée à la question 4).