

Programmation Synchrone – Master 2 II

Examen

11 décembre 2007

Durée 2 heures. Tous les documents sont permis. Le barème est indicatif.

Problème 1 : *Observateurs - comparateurs* (12 points)

La comparaison de deux variables est un problème très courant quand on cherche à valider un programme. En général, l'égalité stricte, à chaque instant, est un critère beaucoup trop fort : intuitivement, un critère spécifiant que les deux variables “ne diffèrent pas trop” suffit. Nous nous proposons de définir un tel critère pour trois cas particuliers.

Question 1 : Variables réelles. Dans le cas de deux variables réelles, on estime généralement qu'elles ne diffèrent pas trop si, à tout instant, leurs valeurs courantes ne diffèrent pas plus d'un “epsilon” strictement positif donné.

Implémenter ce critère par un module Esterel dont les entrées sont les signaux évalués X , Y et eps , tous ayant des valeurs de type `float`, et dont la sortie `ok` est émise si X et Y satisfont le critère.

Question 2 : Niveaux booléens. Dans le cas des variables logiques, le critère précédent n'a clairement pas de sens. On a besoin d'un critère qui exprime le fait que les deux signaux ne diffèrent pas trop dans le temps. On considère ici des signaux de type niveau, dont la caractéristique est d'être présent “relativement longtemps”.

Pour comparer deux signaux de type niveau, un bon critère consiste à dire que leurs présences doivent toujours être simultanées, sauf, éventuellement, au moment des changements de niveau, où on accepte un certain décalage. Autrement dit, les deux signaux ne doivent pas être différents (de point de vue de la présence) plus de k instants consécutifs. Pour simplifier, on prendra ici $k = 1$. La figure 1 représente les chronogrammes de deux variables à niveau qui respectent ce critère.

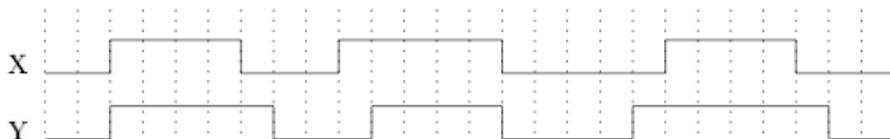


FIG. 1 – Chronogramme pour deux signaux à niveau.

Implémenter le critère (pour $k = 1$) par un module Esterel dont les entrées sont les signaux booléens X et Y , et dont la sortie ok est émise si X et Y satisfont le critère.

Question 3 : Signaux quasi périodiques. Il s'agit là aussi de signaux booléens, mais leur caractéristique est radicalement différente de celles des niveaux : un tel signal est présent pendant un seul instant, à intervalle (à peu près) régulier. Le critère important ici est la notion de période : deux signaux X et Y ne diffèrent pas trop s'ils ont à peu près la même périodicité, ce qu'on va traduire par le critère suivant : à tout instant t , X doit être en avance d'au plus une occurrence par rapport à Y , et réciproquement. La figure 2 représente les chronogrammes de deux signaux périodiques qui respectent ce critère.

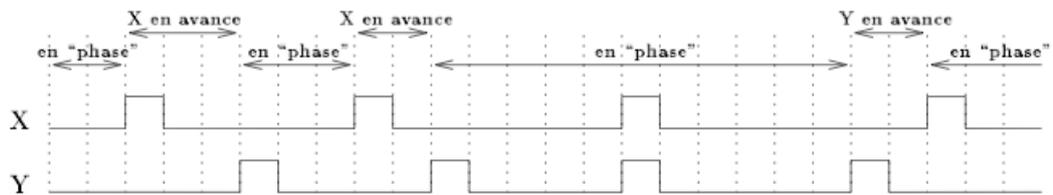


FIG. 2 – Chronogramme pour deux signaux quasi-périodiques.

Implémenter ce critère par un un module Esterel dont les entrées sont les signaux booléens X et Y , et dont la sortie ok est émise si X et Y satisfont le critère.

Question 4 : SCADE. Implémenter UN des observateurs ci-dessus en utilisant SCADE. Préciser clairement les entrées, les sorties et les opérateurs utilisés.

Problème 2 : *Implémentation et vérification d'un minuteur* (6 points)
 Un *minuteur* (*timer*) est un dispositif qui est (re-)initialisé par un signal entier **Start**, dont la valeur (strictement positive) indique le temps à décompter. On considère que chaque **tick** correspond à une unité de temps à décompter. Quand le compteur du minuteur arrive à 0, il émet un signal **Expire** et il arrête le décompte en attendant une nouvelle initialisation. Une initialisation peut arriver même si le compteur du minuteur n'est pas à 0.

Question 1 : Implémenter un module Esterel dont l'entrée est le signal entier **Start**, la sortie est le signal booléen **Expire** et le comportement est celui d'un minuteur.

Question 2 : Une propriété du minuteur est qu'il y a au plus un signal **Expire** entre deux signaux **Start**. Ecrire le(s) module(s) Esterel qui permet(tent) de vérifier cette propriété. Expliquer soigneusement votre démarche et la signification des éventuels signaux introduits.

Problème 3 :

Causalité (2 points)

Soit le module Esterel ci-dessous :

```
module P3:
  input I;
  output O1, O2;
  if O1 then emit O2 end;
  pause;
  if O2 then emit O1 end
end module
```

Quel est l'état de vérité des chacune des affirmations suivantes :

1. Selon la logique booléenne, ce programme est réactif.
2. Selon la logique booléenne, ce programme est déterministe.
3. Selon la logique constructive, ce programme est correct.

Justifier chaque réponse.