

Programmation Synchrones — M2 Informatique et EIDD

Examen du 15 décembre 2014

Université Paris Diderot

Barème indicatif. Documents interdits. Toute la programmation se fait en SCADE
Durée : 2h30 (de 12h30 à 15h00). Salle : 470E.

Exercice 1 (3 pts) – Terminologie

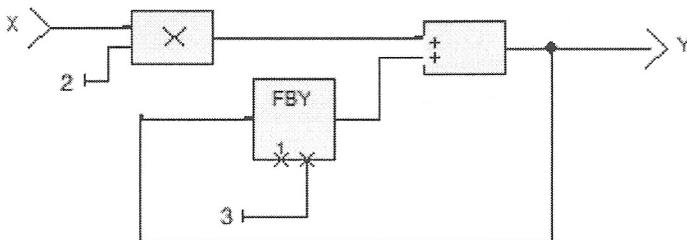
Expliquez en 1-3 lignes chacune des notions suivantes. Barème avec bonus-malus : réponse fausse -0.25 ; pas de réponse 0 ; réponse incomplète ou imprécise 0,25 ; bonne réponse 0,5.

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. Déterminisme | 4. Langage synchrone |
| 2. Validation par simulation | 5. Développement basé sur modèle (<i>model-based design</i>) |
| 3. SCADE | 6. Sécurité du logiciel |

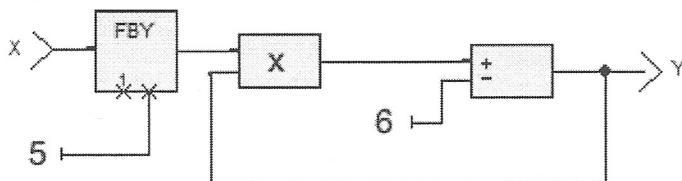
Exercice 2 (2pts) – Modèle synchrone

Est-ce que les opérateurs Scade ci-dessous sont corrects ? Si c'est le cas, quelle est leur sortie Y pour l'entrée X = 5, 2, 1, 0, 5, 1, ... ? Sinon expliquez pourquoi.

1. Noeud A



2. Noeud B



Exercice 3 (2 pts) – Vérification

L'opérateur toto a deux entrées réelles pression et tension et deux sorties booléennes glop et pasglop. Comment vérifier que toto satisfait chacune des propriétés suivantes :

- à chaque instant si $pression < 2000$ et $tension > 200$, alors glop ;
- si jamais $pression < 30$ alors jamais glop et pasglop sont vrais au même instant ?

Exercice 4 (3 pts) – *Audimat et ordre supérieur*

Chacune de 100 personnes regarde une des 20 chaînes de la télé, ainsi `tele[i]` est le numéro de la chaîne regardée par la personne `i`.

1. Faire un opérateur `stat` avec **entrée** `tele: int^100` et **sortie** `audimat: int^20` tel que `audimat[j]` est le nombre de personnes qui regardent à ce moment la chaîne `j`.
2. Faire un opérateur `top` avec l'**entrée** `audimat: int^20` et **sortie** `top_ch: int` qui trouve le numéro de la chaîne la plus regardée à ce moment.
3. Compter combien de fois (ticks d'horloge) ARTE (7) est plus regardée que M6 (6).

Exercice 5 (10pts) – *Encore un satellite - voir les figures ci-après*

Au largage du satellite, le mât de communication est replié et fixé par plusieurs liens. Sur l'orbite chaque lien sera coupé par un couteau thermique. Vous devez développer un logiciel de bord responsable du déploiement du mât. On vous conseille d'utiliser les automates SCADE.

couteau Un couteau thermique (CT) consiste en une résistance associée à un lien et alimentée par deux sources de puissance redondantes. Il consomme une unité de puissance par cycle. S'il est alimenté par une source de puissance pendant 2 cycles de suite, le lien est coupé. S'il est alimenté pendant 4 cycles de suite, le système est surchauffé ("grillé").

Programmez l'opérateur CT, avec

entrées booléennes `power1` (vraie si la première source de puissance est présente) et `power2` ;

sortie `cut` valant vraie si et seulement si le lien est coupé ;

sortie `error` vraie en cas d'erreur :

- les deux sources de puissance sont actives en même temps ;
- le système est grillé ;
- le couteau est alimenté alors que le lien est déjà coupé.

batterie Une batterie peut délivrer à la demande une certaine puissance pour alimenter plusieurs couteaux. La charge maximale de la batterie est de 6 unités. Initialement, la batterie est complètement chargée. A chaque cycle, les panneaux solaires chargent la batterie d'une unité.

Programmez l'opérateur `batterie` avec

entrée `puiss_req: int`, puissance requise (=nombre de couteaux thermiques à alimenter) ;

sortie `puiss_livree` (puissance réellement délivrée) ;

sortie `charge` (puissance actuellement disponible).

La logique de fonctionnement à chaque cycle est comme ceci :

- d'abord la batterie (si pas pleine) se charge : `charge=charge+1` ;
- si la puissance requise est disponible (`puiss_req<=charge`), la batterie délivre la puissance requise (`puiss_livree=puiss_req`) et se décharge d'autant (`charge=charge-puiss_req`) ;
- sinon, la puissance délivrée est nulle.

alimentation Une batterie est incorporée dans un équipement de contrôle de puissance `alim` avec `n` clients (dans notre cas ce sont les couteaux). Développez l'opérateur `alim<<n>>`. Il prend en **entrée** un vecteur de demandes de puissance (`demande: bool^n`) et renvoie en **sortie** un vecteur (`servi: bool^n`). Ici `demande[i]` est vraie si le client `i` veut une unité de puissance, et `servi[i]` s'il l'obtient.

système Le système est composé :

- de 4 couteaux correspondant à 4 liens ;
- de 2 `alim` de taille 4 (chaque couteau étant donc relié à deux alimentations) ;
- d'un contrôleur qui observe les sorties `cut` de tous les couteaux et produit les demandes aux deux alimentations. Réfléchissez sur sa logique de fonctionnement, ajoutez d'autres entrées si c'est utile.

Développez le contrôleur et le système

correction Énoncez des propriétés principales de votre système. Faites des observateurs correspondants et expliquez comment vérifier vos propriétés avec SCADE.

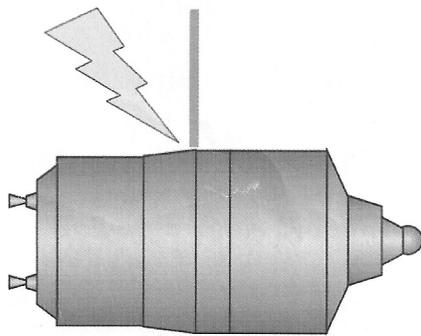


FIGURE 1 – le satellite avec son mât déployé

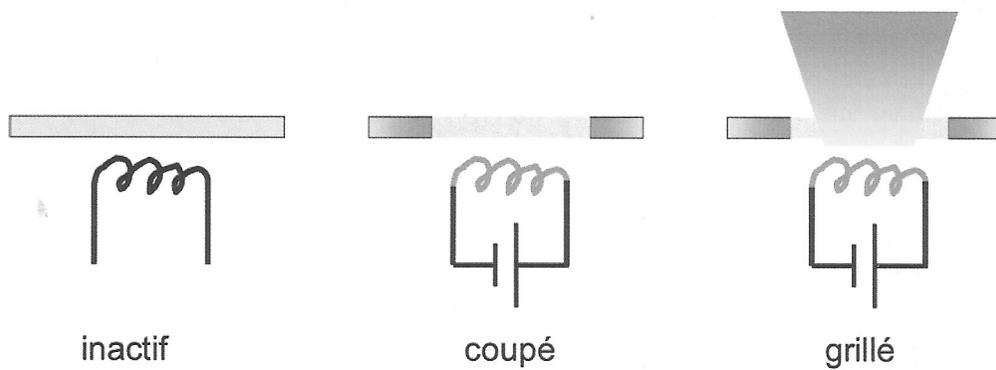


FIGURE 2 – le fonctionnement du couteau thermique

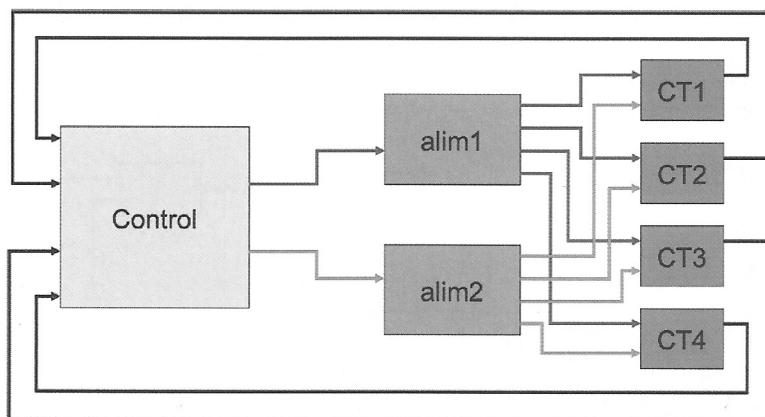


FIGURE 3 – l'architecture du système