



## Exercices de programmation

### Exercice 3 (3 pts) – Analyse spectrale de Fourier

Dans cet exercice  $n$  désigne le numéro de tick.

1. Programmer un noeud avec une entrée entière  $k$  (fréquence), et une sortie réelle  $s$  (sinusoïde de fréquence<sup>1</sup>  $k$ ), définie comme suit : au tick numéro  $n$  elle vaut  $s_n = \sin nk$ . (Il y a un bloc sin dans SCADE, bien sûr)
2. Programmer un noeud avec une entrée entière  $k$ , une entrée réelle  $x$ , et une sortie réelle  $f^k$  (amplitude de la fréquence  $k$  dans le signal  $x$ ), définie comme suit :

$$f_n^k = \sum_{j=0}^n x_j \sin jk.$$

3. Programmer un noeud avec une entrée réelle  $x$ , et une sortie tableau  $F: \text{real}^{\sim 10}$  (amplitudes des fréquences de 0 à 9 dans le signal  $x$ ), définie comme suit :

$$F[k]_n = \sum_{j=0}^n x_j \sin jk, \quad \text{pour } k = 0..9.$$

Autrement dit, avec les notation du point précédent,  $F = [f^0, f^1, f^2, \dots, f^9]$ .

4. Faire une version générique du noeud précédent pour obtenir le tableau de toutes les fréquences de 0 jusqu'à  $M$ .

### Exercice 4 (2 pts) – Vérification

Étant donné un noeud tralala avec une entrée réelle  $x$  et une sortie entière  $f$ , comment peut-on démontrer avec Scade chacune des propriétés suivantes :

1. à chaque instant, si  $x < 10$ , alors  $f < 33$  ;
2. si tout le temps  $x < 10$ , alors tout le temps  $f < 33$ .

---

1. à vrai dire, sa fréquence est  $k/2\pi$

## Un problème

### Exercice 5 (10pts) – Distributeur de café

Dans cet exercice vous devez programmer un distributeur de café en utilisant les automates Scade. Les ticks de l'horloge ont lieu une fois par seconde.

1. Programmez le thermostat qui chauffe l'eau. Le chauffage doit s'allumer (avec la sortie `en_chauffe=true`) si le niveau d'eau est suffisant, et la température est  $< 60$  degrés. Le chauffage s'arrête si le niveau d'eau est insuffisant ou si la température  $> 90$  degrés. L'état du thermostat est affiché sur 3 LEDs (ils affichent les 3 sorties du programme). Les entrées et les sorties sont les suivantes :

**Entrées** `eau_presente` : booléen ; `temperature` : réel

**Sorties** (toutes booléennes) `en_chauffe` ; `ajouter_eau` ; `prêt`.

2. Programmez le contrôle central qui fonctionne comme suit :
  - il attend le paiement sans rien faire ;
  - quand un paiement arrive, il attend que le thermostat soit prêt, comme décrit dans la question précédente ;
  - durant cette attente, le retour de monnaie est possible (il faut appuyer le bouton), dans ce cas il faut aussi envoyer un `reset` au monnayeur ;
  - une fois le café payé et la machine prête, le monnayeur est resetté, et la préparation du café est déclenchée (en envoyant le signal `prepare_café`).

Les entrées et les sorties sont les suivantes :

**Entrées** `cafe_payé`, `prêt`, `bouton_retour` : booléen

**Signaux émis** (ou sorties booléennes, précisez) `retour_monnaie` ; `reset` ; `prepare_café`.

3. Programmez le monnayeur qui accepte les pièces de 1 à 50 centimes (signal pièce correspond au montant de la pièce qui arrive), en calcule la somme et dès que le montant est  $\geq 50$  centimes, sa sortie `cafe_payé` devient true. Le signal `reset` (ou l'entrée `reset=true` si vous préférez) fait remettre à 0 la somme calculée par le monnayeur. Les entrées et les sorties sont les suivantes :

**Entrées** `reset` : signal ou booléen ; `pièce` : entier (pièce insérée en centimes)

**Sorties** booléenne `cafe_payé`.

4. Programmez la balance du monnayeur qui mesure en continu le poids de toutes les pièces. Quand ce poids change, la balance décide quelle pièce a été insérée, et renvoie le résultat (pendant un tick) sur la sortie entière `pièce`. Le signal `reset` fait remettre à 0 ce poids.

**Entrées** `poids` : entier (le poids est mesuré en centigrammes), `reset` : signal ou booléen.

**Sorties** `pièce` : entier (en centimes).

Pour information : les poids des pièces en centigrammes sont :

pièce	1	2	5	10	20	50
poids	230	306	392	410	574	780

5. comment vérifier les propriétés ci-dessous de votre distributeur de café :
  - impossible d'avoir un retour-monnaie s'il y a de l'eau et sa température est 83 degrés ;
  - durant le fonctionnement de la machine :
    - 50\*(le nombre de cafés préparés)  $\leq$  le montant de l'argent accumulé