Examen
Circuits et architecture des ordinateurs

— Master d'informatique —

Janvier 2010, durée 2h30.

L'examen se compose de cinq exercices indépendants. Les documents du cours et des Tds sont autorisés.

/4 ▶ **Exercice 1** On considère des entiers codés **en complément à** 2 sur 8 bits. Pour deux entiers m et n ainsi codés sur 8 bits, on note $m+n$ la *vraie* valeur de leur somme et $m \oplus n$ la somme calculée par un additionneur 8 bits. De même pour la *vraie* différence $m-n$ et la différence $m \ominus n$ calculée par un additionneur 8 bits.

Compléter le tableau ci-dessous

m		n		$m+n$	$m \oplus n$	$m-n$	$m \ominus n$
décimal	binaire	décimal	binaire	décimal	binaire	décimal	binaire
27	00011011	23		50		4	
50		80					
−27		−80					
−70		−12					

/4 ▶ **Exercice 2** L'objectif de cet exercice est d'écrire des petits programmes en assembleur LC-3. Avant d'écrire ces programmes, il est impératif de décrire l'algorithme utilisé. Tout programme donné sans explication ne sera pas corrigé.

On appelle *parité* d'un mot de 16 bits, le nombre de bits à 1 modulo 2. C'est donc 0 si le nombre de bits à 1 est pair et 1 si le nombre de bits à 1 est impair.

/2 a) Écrire une routine qui calcule la parité d'un mot de 16 bits. Celle-ci prend son paramètre dans le registre R0 et retourne le résultat dans ce même registre.

/1 b) Modifier la routine précédente pour que le seul registre modifié par celle-ci soit le registre R0 (on ne prend pas en compte le registre R7).

/1 c) Écrire une routine qui modifie le bit 15 d'un mot de 16 bits de telle sorte que le nombre de bits à 1 devienne pair. Celle-ci prend son paramètre dans le registre R0 et retourne le résultat dans ce même registre.

/4 ▶ **Exercice 3** On désire ajouter au micro-processeur LC-3 une instruction `XOR` qui réalise le *ou exclusif* de deux valeurs 16 bits. On prévoit l'opération entre deux registres et entre un registre et une constante.

/2 a) Donner deux *op-codes* possibles pour cette instruction en justifiant brièvement pour chacun pourquoi ils peuvent être utilisés.

/2 b) Donner un codage en binaire de cette instruction qui soit cohérent avec le codage des autres instructions du LC-3.

/4 ▶ **Exercice 4** On considère le programme suivant écrit en assembleur LC-3.

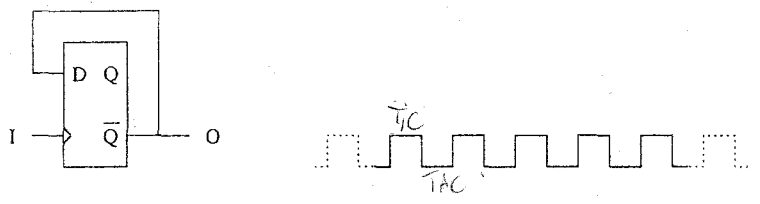
```
            .ORIG x3000
mystere:    LD R0,n
            LD R6,sp
            JSR myst
            TRAP x25        ; HALT
n:          .FILL 5
sp:         .FILL 0x4000

myst:       AND R0,R0,R0
            BRz fini
            ADD R6,R6,-2
            STR R0,R6,1
            STR R7,R6,0
            ADD R0,R0,-1
            JSR myst
            LDR R7,R6,1
            ADD R0,R0,R7
            LDR R7,R6,0
            ADD R6,R6,2
fini:       RET
            .END
```

/2 a) Quel est le contenu en binaire du registre R0 lorsque le programme atteint l'instruction TRAP ?

/1 b) Quel serait le contenu du registre R0 lorsque le programme atteint l'instruction TRAP si la valeur chargée dans le registre R0 à la première instruction était respectivement 0, 1, 2, 3 et 4.

/1 c) Que calcule la routine myst quand la valeur contenue au départ dans R0 est positive ?

/4 ▶ **Exercice 5** On considère le schéma représenté à gauche de la figure ci-dessous où le rectangle symbolise une bascule D. L'entrée I du circuit reçoit un signal d'horloge semblable à celui donné à droite de la figure.



Le circuit (à gauche) et le signal d'horloge (à droite)

/1 a) Donner la forme du signal de la sortie O. Représenter sur une même figure les signaux d'entrée et de sortie.

/1 b) Quelle est la fonction de ce circuit ?

/1 c) En s'inspirant de ce circuit, donner un circuit qui divise par 4 un signal d'horloge.

/1 d) En s'inspirant de ce circuit, donner un circuit qui divise par 3 un signal d'horloge.