

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

22-EL-A4 – Systèmes numériques et ordinateurs

SESSION DE MAI 2025

Note au sujet de la propriété intellectuelle des modèles d'examen de l'Ordre des ingénieurs du Québec

Les modèles d'examen se trouvant sur le site internet de l'Ordre des ingénieurs du Québec sont la propriété exclusive de l'Ordre et leur utilisation est strictement limitée à des fins académiques et personnelles. Toute reproduction, distribution ou utilisation commerciale non autorisée de ces modèles constitue une violation de la propriété intellectuelle et est strictement interdite. L'Ordre se réserve le droit de prendre toutes les mesures légales appropriées contre toute utilisation non autorisée de ses modèles d'examen.

Consignes

Toute documentation permise

Calculatrices : modèles autorisés seulement

Durée de l'examen : 3 heures

Question 1 (40 points) Soit cette table de vérité pour un circuit logique ayant pour entrées A, B, C, D et pour sortie S :

A	B	C	D	Sortie
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

- (10 points) Donnez l'équation canonique de ce circuit.
- (10 points) Donnez la table de Karnaugh représentant ce circuit.
- (20 points) Tracez le **diagramme comportant le plus petit nombre de portes logiques** pour réaliser ce circuit en incluant l'équation booléenne correspondante.

Question 2 (30 points) Vous devez concevoir une machine à états finis de Moore capable de détecter le motif binaire « 101 » dans sa séquence d'entrée. Au troisième bit du motif, votre machine doit avoir la sortie « 1 ». La sortie sera toujours « 0 » dans les autres cas. Voici un exemple d'entrées et sorties valides :

T	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Entrée	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
Sortie	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0

- a) (10 points) Tracez le diagramme de votre machine à états finis. **Attention** : la machine doit être conçue pour recevoir un seul bit à la fois (et non un groupement de bits). Indiquez clairement les conditions de transition et la sortie pour chaque état.
- b) (5 points) Donnez la table d'états-transitions de la machine. La table devra respecter le format suivant dans votre cahier réponse, et vous pouvez utiliser autant d'états que vous voulez.

État	Entrée 0	Entrée 1	Sortie
0	(état suivant si 0)	(état suivant si 1)	(sortie de l'état)
1
2
...

- c) (5 points) Donnez la séquence de sortie du circuit pour l'entrée suivante :
- « 1110111010100 »

- d) (10 points) Traduisez le circuit en un programme en C où l'entrée peut être obtenue par la fonction `int E(void)` et la sortie changée par la fonction `void S(int)`.

Par exemple, si la séquence d'entrée est « 100 » et que la sortie devrait être « 000 », la fonction `E()` devrait agir ainsi :

```
int v = 0;
v = E();          // v = 1
v = E();          // v = 0
v = E();          // v = 0
```

Le programme doit fonctionner indéfiniment. Il pourrait donc avoir une structure de la sorte :

```
while (true) {
    int entree = E();
    // *** À faire : traitement de l'entrée ***
    int sortie = 0;    // À changer selon l'état en
cours
    S(sortie);
}
```

Dans l'exemple précédent, sans modifications, la sortie serait toujours à 0.

Question 3 (20 points) : Soit le programme en C suivant :

```
int  a = 0;           // Un entier initialisé à 1.
int *c = 0xAE21;      // Un pointeur vers l'adresse 0xAE21

while (a < 21) {
    a += 3;
}
*c = a*4;
```

Traduisez ce programme en assembleur MIPS. On suppose que le type `int` correspond à un mot (*word*) dans l'architecture visée. Si vous ne connaissez pas par cœur les instructions de cette architecture, définissez vos propres instructions en expliquant leur fonctionnement. Le cas échéant, vous serez également évalué sur la cohérence de vos instructions.

Question 4 (10 points) Lorsque deux processus concurrents partagent un même espace de mémoire, des problèmes de synchronisation peuvent survenir. Expliquez comment la mémoire cache dans un système multiprocesseur peut être à la source de certains de ces problèmes et ce qui doit être fait pour les mitiger.