

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE NOVEMBRE 2020

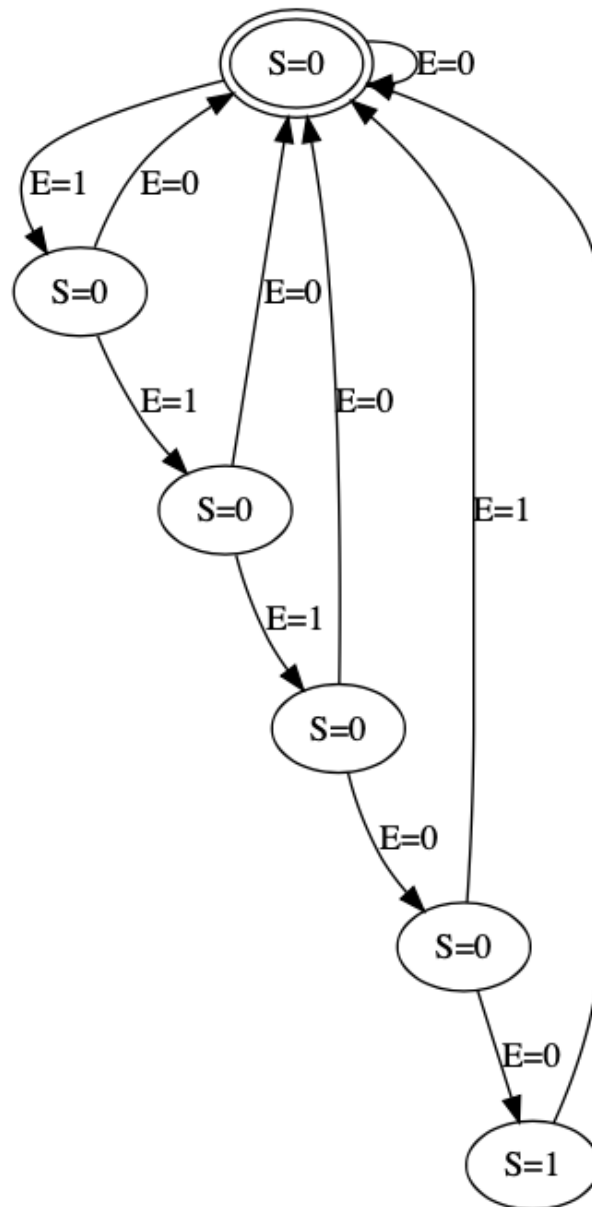
Toute documentation permise
Calculatrices : modèles autorisés seulement
Durée de l'examen : 3 heures

16-EL-A4 – Systèmes numériques et ordinateurs

Question 1 (40 points) : Vous devez concevoir un circuit logique à quatre entrées (A,B,C et D) et une sortie (S) permettant de déterminer si le nombre de bits en entrées est impair ($S=1$) ou non ($S=0$). Par exemple, une entrée $A=0$, $B=1$, $C=1$, $D=0$ aurait une sortie $S=0$.

- a) Donnez la table de vérité de ce circuit (10 points)
- b) Donnez la table de Karnaugh représentant ce circuit (10 points)
- c) Donnez les équations en algèbre booléenne correspondant à ce circuit (10 points)
- d) Tracez le diagramme logique de ce circuit (10 points)

Question 2 (20 points) : Soit le diagramme d'état d'un circuit synchrone suivant :



- Donnez la table d'états-transitions du circuit (5 points)
- Donnez la sortie du circuit pour l'entrée suivante : « 100011100101 » (5 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)`. Le programme doit fonctionner indéfiniment. (10 points)

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

```
int  a = 12;
int  b = 0;
int* c = 0x2FC0;

while (a > 0) {
    a = a - 5;
    b = b + 1;
}

c[b] = a;
```

Traduisez ce programme en langage assembleur MIPS. On suppose que le type `int` correspond à un mot (*word*) dans cette architecture.

Question 4 (10 points) : Expliquez la différence entre les registres, la cache et la mémoire vive et pourquoi ces trois types de mémoire sont présents dans un système à microprocesseur.

Question 5 (10 points) : Soit cette instruction fictive en assembleur :

ADDM \$t0, \$t1, (\$t2) : \$t0 = \$t1 + (\$t2), enregistre dans \$t0 la somme de \$t1 et le contenu à l'emplacement mémoire représenté par \$t2.

Dans l'architecture MIPS, pourquoi une telle instruction n'existe pas ? Détaillez votre réponse en faisant référence aux différents éléments composant le pipeline d'un processeur. Donnez les instructions nécessaires pour faire l'opération équivalente.