

NOM, Prénom :

# DS Architecture des Circuits

25 janvier 2022

Durée 1h30.

Répondez sur le sujet.

REMP LISSEZ VOTRE NOM TOUT DE SUITE.

Tout dispositif électronique interdit (pas de calculatrice, pas de tablette,  
pas d'ordinateur, pas de montre connectée...)

Un seul document autorisé : une feuille A4 recto-verso de notes personnelles.

Crayon à papier accepté, de préférence aux ratures et surcharges.

Vingt questions, un point par question quelle qu'en soit la difficulté ; pas de points négatifs.

## 1 Codage et calcul Booléen

**Q1.** Classez les cinq nombres hexadécimaux suivants par ordre croissant :

0xB2F0, 0xFA42, 0x7999, 0x1111, 0x8653

(1) en supposant qu'il s'agit d'entiers naturels

--	--	--	--	--

(2) en supposant qu'il s'agit d'entiers relatifs codés en complément à deux

--	--	--	--	--

**Q2.** Quels sont, en décimal, le plus grand entier négatif et le plus grand entier positif codables en binaire (en complément à deux) sur 12 bits ?

— Plus grand entier négatif :

— Plus grand entier positif :

**Q3.** Sachant que les nombres suivants sont codés en complément à deux, sur 8 bits, calculez le résultat des quatre additions suivantes ainsi que les Flags Z (Zero), N (Negative), C (Carry) et V (oVerflow) correspondants :

- |     |                    |     |     |     |     |
|-----|--------------------|-----|-----|-----|-----|
| (1) | $0x13 + 0x34 = 0x$ | Z = | N = | C = | V = |
| (2) | $0x66 + 0x22 = 0x$ | Z = | N = | C = | V = |
| (3) | $0xF0 + 0x13 = 0x$ | Z = | N = | C = | V = |
| (4) | $0x80 + 0x80 = 0x$ | Z = | N = | C = | V = |

**Q4.** Convertissez  $A_2 = 1111.1110.1011.0100$  en hexadécimal et en décimal (sachant que  $A_2$  est codé en complément à deux sur 16 bits) :

—  $A_{16} =$

—  $A_{10} =$

**Q5.** Démontrez formellement l'égalité suivante :

$$ABC + A\bar{B}C + \bar{A}BC + ABC = AB + AC + BC$$

**Q6.** À partir de la table de vérité ci-dessous, donnez, sans la simplifier, l'expression Booléenne de A en fonction de w, x, y et z, en utilisant une forme normale disjonctive.

w	x	y	z	A
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

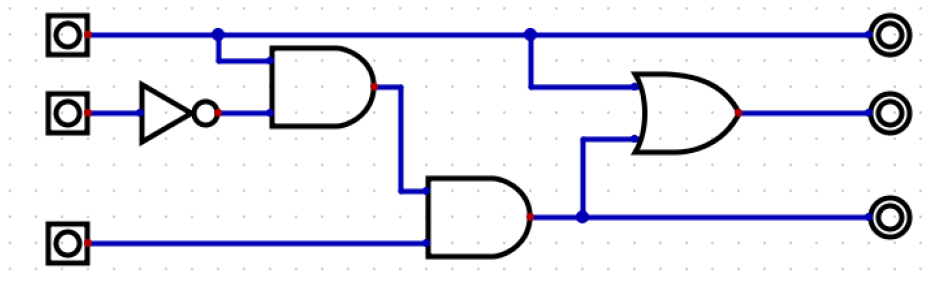
— Réponse : A =

Simplifiez cette équation jusqu'à n'avoir plus que deux littéraux. Qu'obtenez-vous ?

— Réponse :

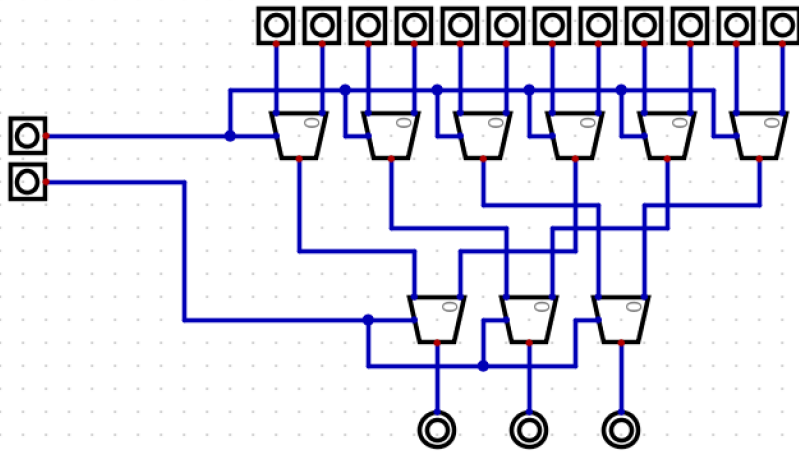
## 2 Circuits combinatoires

**Q7.** Indiquez sur le schéma le chemin critique de ce circuit ; quelle est sa longueur ?



— Réponse : Longueur du chemin critique :

**Q8.** Qu'est-ce que c'est que ce "machin" ?



— Réponse :

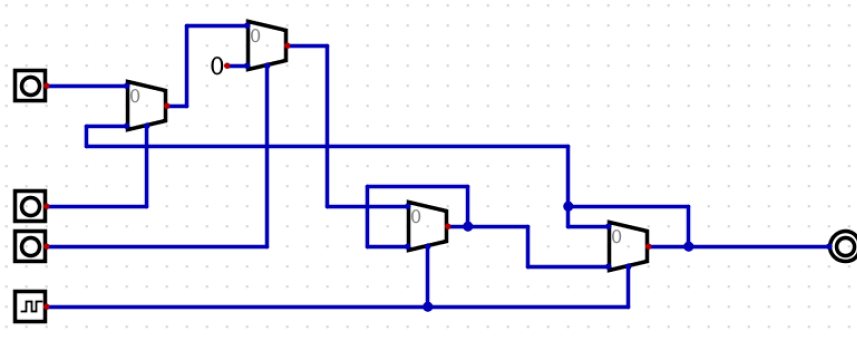
**Q9.** On veut construire un circuit combinatoire permettant de multiplier un entier positif  $A$ , exprimé sur 8 bits, par 5 et de produire un résultat exprimé sur 16 bits.

- Dans quel(s) cas votre multiplieur provoque-t-il un dépassement de capacité ?

- En n'utilisant que des additionneurs (de la largeur que vous voulez : 1 bit, 2 bits, 4 bits, 8 bits, 16 bits, 32 bits, ...), des portes logiques à deux entrées et tous les fils que vous voulez (y compris des bus et des "splitters"), dessinez ci-dessous ce circuit. Plusieurs solutions sont possibles ; vous essayerez dans la mesure du possible de proposer une solution minimisant le nombre de portes logiques.

### 3 Registres et mémoires

**Q10.**



Qu'est-ce que c'est que ce circuit ?

— Réponse :

Le concepteur a oublié de nommer les entrées-sorties du circuit. Indiquez, sur le schéma, des noms d'E/S cohérents avec la fonction du circuit.

**Q11.** Soit une mémoire de 1024 mots de 128 bits.

— Donnez la capacité de cette mémoire (en octets) :

— Quelle est (en bits) la largeur de ses entrées/sorties.

—  $D_{in}$  :

—  $CLK$  :

—  $W$  :

—  $A$  :

—  $D_{out}$  :

**Q12.** On connecte une EEPROM à un afficheur défilant identique à celui réalisé en TP. Sachant que le contenu de l'EEPROM est le suivant, quel sera le texte affiché ? (attention, cette question, bien que facile, est non-triviale)

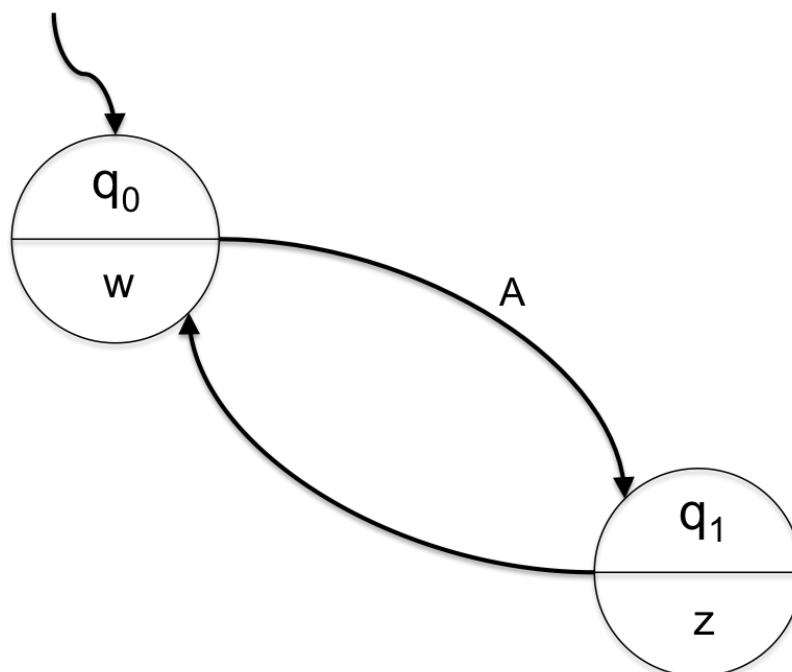
EEPROM																
Add...	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0xA	0xB	0xC	0xD	0xE	0xF
0	0x7F	0x49	0x49	0x41	0	0x3F	0x48	0x48	0x48	0x3F	0	0x31	0x49	0x49	0x49	0x46
0x10	0	0x60	0x18	0xF	0x18	0x60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0x20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0x30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0x40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0x80	0	0	0
0x50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0x60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0x70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0x80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0x90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0xA0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0xB0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0xC0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0xD0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0xE0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0xF0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

— Réponse :

## 4 FSM

**Q13.** Dessinez ici le schéma général d'implémentation d'une machine de Moore synchrone (vous veillerez à bien faire figurer tous les signaux et à nommer tous les éléments).

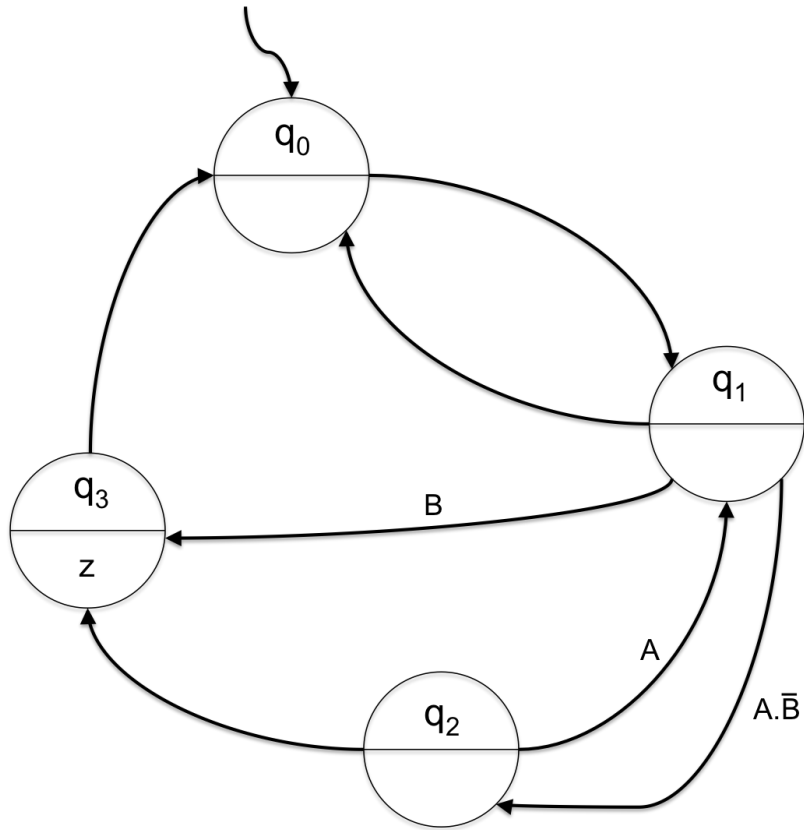
**Q14.** Soit l'automate synchrone suivant :



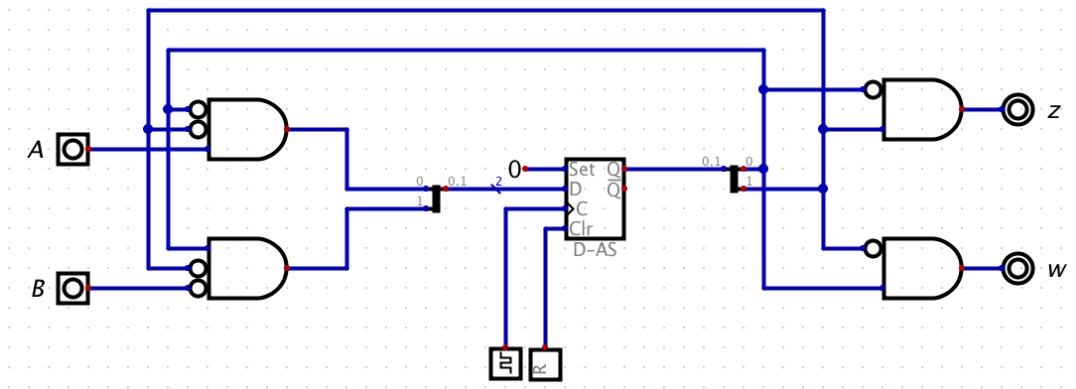
Cet automate est-il ? (cocher la ou les bonnes réponses)

- Réactif
- Non-réactif
- Déterministe
- Non-déterministe
- Synchrone
- Asynchrone

**Q15.** Dans l'automate suivant (supposé synchrone, réactif et déterministe) des conditions ont été oubliées sur plusieurs transitions. Complétez-le de façon appropriée (sans modifier les conditions déjà mentionnées).



**Q16.** Le circuit ci-dessous implémente un automate de Moore synchrone.



- Quel est son alphabet d'entrée ?
- Quel est son alphabet de sortie ?

Dessinez ci-dessous l'automate correspondant :

## 5 ASM

**Q17.** Dessinez ici le schéma général d'implémentation d'une ASM (vous veillerez à bien faire figurer tous les signaux et à nommer tous les éléments).

**Q18.** On souhaite construire une ASM implémentant l'algorithme suivant (dont on se moque totalement qu'il n'ait aucun intérêt) :

```
tant_que (GO == faux)
  A = Data_in_A
  B = Data_in_B
  OK = faux
fin_tant_que
tant_que (vrai)
  A = A + 3
  B = B - 1
  si (A == B) alors
    tant_que (vrai)
      Data_out = A
      OK = vrai
    fin_tant_que
  fin_si
fin_tant_que
```

Sachant que Data\_in\_A et Data\_in\_B sont deux entrées entières codées en complément à deux sur 8 bits, que GO est une entrée Booléenne, que Data\_out est une sortie entière codée en complément à deux sur 8 bits et que OK est une sortie Booléenne, quels sont les signaux échangés en interne et en externe par votre ASM ?

- Commands :
- Orders :
- Reports :
- Acknowledgments :
- Input data :
- Output data :

Dessinez le datapath de votre ASM

Dessinez l'automate de contrôle de votre ASM



## 6 Machine de von Neumann

**Q19.** Dessinez ici le schéma général d'une machine de von Neumann (vous veillerez à bien faire figurer tous les signaux et à nommer tous les éléments).

**Q20.** Soit une machine de von Neumann 8 bits, dont le datapath comporte les registres PC, IR, SP, SR, RA et RB.

Sachant que ces 6 registres contiennent les valeurs suivantes :

IR = 0x82  
PC = 0xAC  
SP = 0x74  
SR = 0xC4  
RA = 0x9E  
RB = 0x9F

et sachant que la mémoire contient les valeurs suivantes :

```
@70: 55 48 89 e5 c7 45 fc 00 00 00 00 c7 45 f8 00 00
@80: 00 00 c7 45 f4 00 00 00 00 c7 45 f4 01 00 00 00
@90: 83 7d f4 64 0f 8d 17 00 00 00 8b 45 f8 83 c0 01
@A0: 89 45 f8 8b 45 f4 83 c0 01 89 45 f4 e9 df ff ff
@B0: ff 8b 45 f8 5d c3 90 90 01 00 00 00 1c 00 00 00
@C0: 00 00 00 00 1c 00 00 00 00 00 00 00 1c 00 00 00
```

quel sera le code hexadécimal de la prochaine instruction exécutée par votre machine ?

Réponse :

Au prochain top d'horloge, dans quel registre faudra-t-il regarder pour vérifier votre réponse ?

Réponse :

