**UNIVERSITÉ LAVAL**
**Département de génie électrique et de génie informatique**

GIF-1000

# Circuits Logiques

# Examen Partiel 2

15 décembre 2009

durée (2 heures 30 min.): 12 h 30 à 15 h 00

**Toute documentation permise**

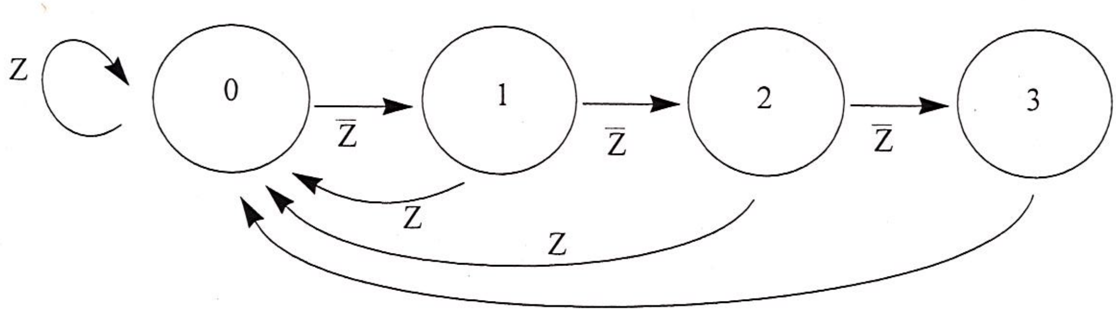
**Toute calculatrice autorisée**

Note 1: • L'examen est sur 100 points.
Note 2: • Conseil: lisez attentivement les questions avant d'y répondre.
Note 3: • **Répondre directement sur le questionnaire.**
Note 4: • **Veuillez déposer votre carte d'étudiant sur le coin gauche de votre table.**

## Question 1 (32 points)

ok

On vous demande d'implanter le diagramme d'état suivant dans un circuit comprenant deux bascules T. Employez QB et QA comme sorties de ces deux bascules (QB= bit le plus significatif). "Z" est une entrée externe. Les sorties du circuit sont les sorties des bascules T (donc QB et QA).




Assumez la disponibilité d'une horloge H.
Employez la méthode des variables conditionnelles, **"0" si une autre méthode est employée.**

a) Table État présent- État suivant (16 pts).
b) Donnez le schéma du circuit (16 pts).

État 0

| $Q_B$ | $Q_A$ | Z | $T_B$ | $T_A$ | $Q_B$ | $Q_A$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | 0 | $\overline{Z}$ | 0 | $\overline{Z}$ |

État 1

| $Q_B$ | $Q_A$ | Z | $T_B$ | $T_A$ | $Q_B$ | $Q_A$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | | | $\overline{Z}$ | 1 | $\overline{Z}$ | 0 |

État 2

| $Q_B$ | $Q_A$ | Z | $T_B$ | $T_A$ | $Q_B$ | $Q_A$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | | | Z | $\overline{Z}$ | $\overline{Z}$ | $\overline{Z}$ |

État 3

| $Q_B$ | $Q_A$ | $T_B$ | $T_A$ | $Q_B$ | $Q_A$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | | 1 | 1 | 0 | 0 |

a)

| | État présent | | Stimulation | | État suivant | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rg | $Q_B$ | $Q_A$ | $T_B$ | $T_A$ | $Q_B$ | $Q_A$ |
| 0 | 0 | 0 | 0 | $\overline{Z}$ | 0 | $\overline{Z}$ |
| 1 | 0 | 1 | $\overline{Z}$ | 1 | $\overline{Z}$ | 0 |
| 2 | 1 | 0 | Z | $\overline{Z}$ | $\overline{Z}$ | $\overline{Z}$ |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

ok

(4) Tables de Karnaugh pour les FF T

**$T_B$**

| $Q_B \backslash Q_A$ | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 0 | 0 | $\bar{Z}$ |
| 1 | $Z$ | 1 |

$= Q_B \overline{Q_A} Z + \overline{Q_B} Q_A \bar{Z} + Q_B Q_A$ 6/6

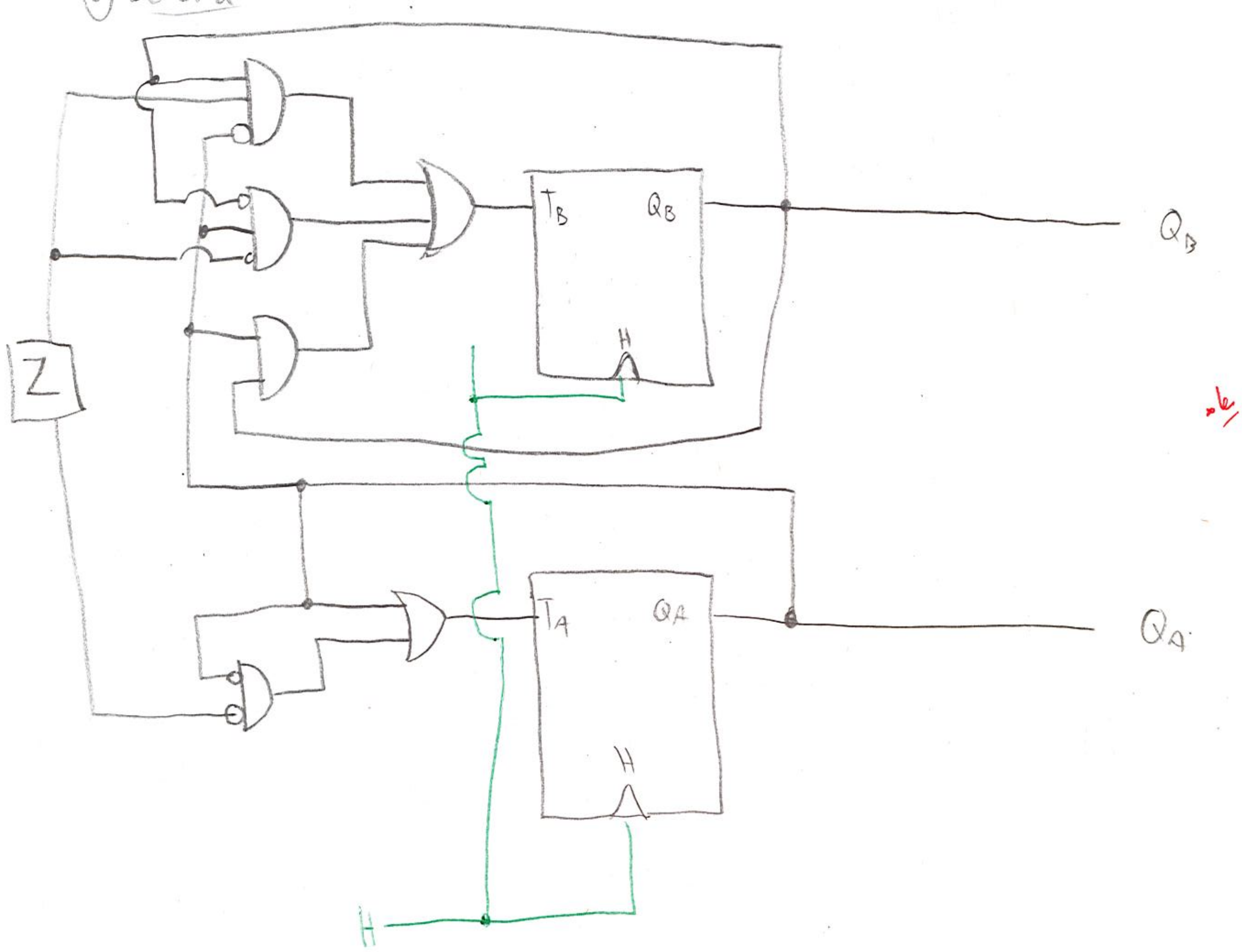
6/6

**$T_A$**

| $Q_B \backslash Q_A$ | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 0 | $\bar{Z}$ | 1 |
| 1 | $\bar{Z}$ | 1 |

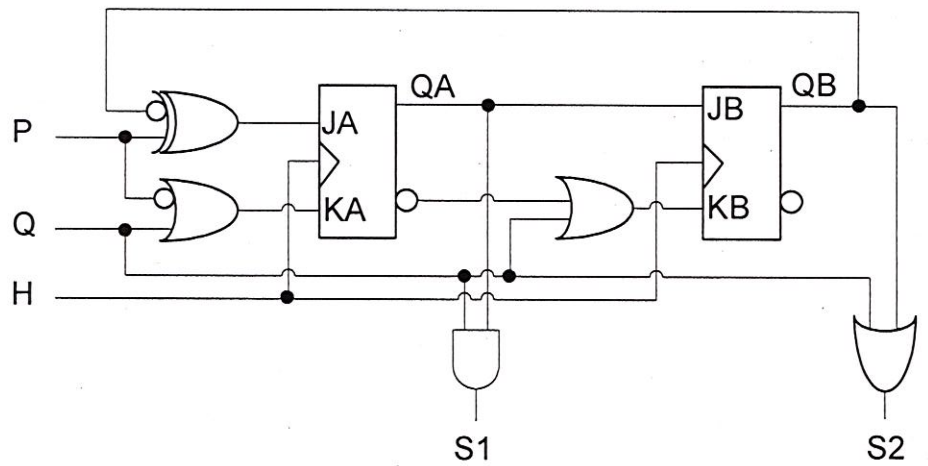
$= \overline{Q_A} \bar{Z} + Q_A$

(6) Schéma



Question 2 (33 points)

Soit le circuit suivant (P, Q = variables d'entrée; QB, QA = bits des flips flops employés, de type J-K; QB = bit le plus significatif; S2, S1 = les bits de sortie; H est le signal d'horloge):




**Employez la méthode des variables conditionnelles, "0" si une autre méthode est employée.**

Fournissez:

a) les équations correspondant au circuit fourni (4 points). ✓

b) la table *État présent - état suivant* complète (12 points). ✓

c) la valeur des sorties S2 et S1 pour chaque état (4 points). ✓

d) le diagramme d'état complet du circuit (13 points).

a) ① 2 FF J-K = $2^2 = 4$ états donc $Q_B$ et $Q_A$ suffisent
2 décodeurs sortie

② $J_A = P \oplus \overline{Q_B}$ ✓ $J_B = Q_A$ ✓ $S_1 = Q_A \cdot Q$ ✓ 4

$K_A = \overline{P} + Q$ ✓ $K_B = \overline{Q_A} + Q$ ✓ $S_2 = Q_B + Q$ ✓

b) État 0

| $Q_B$ | $Q_A$ | Q | P | $J_B$ | $K_B$ | $J_A$ | $K_A$ | $Q_B$ | $Q_A$ | $S_2$ | $S_1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | | | | 0 | 1 | $\overline{P}$ | $Q+\overline{P}$ | 0 | $\overline{P}$ | Q | 0 |

$K_A$: 

| | $\overline{P}$ | P |
|---|---|---|
| $\overline{Q}$ | 1 | 0 |
| Q | 1 | 1 |

$Q + \overline{P}$

* État 1

| $Q_B$ | $Q_A$ | Q | P | $J_B$ | $K_B$ | $J_A$ | $K_A$ | $Q_B$ | $Q_A$ | $S_2$ | $S_1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| | | | | 1 | Q | $\overline{P}$ | $Q+\overline{P}$ | 1 | $\overline{Q}P$ | Q | Q |

$Q_A$: 

| | $\overline{P}$ | P |
|---|---|---|
| $\overline{Q}$ | 0 | 1 |
| Q | 0 | 0 |

$\overline{Q}P$

État 2

| $Q_B$ | $Q_A$ | Q | P | $J_B$ | $K_B$ | $J_A$ | $K_A$ | $Q_B$ | $Q_A$ | $S_2$ | $S_1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | | | | 0 | 1 | P | $Q+\overline{P}$ | 0 | P | 1 | 0 |

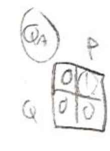
$J_B = Q_A$ $\quad$ $J_A = \bar{Q}_B \oplus P$ $\quad$ $S_2 = Q_B + Q$

$K_B = \bar{Q}_A + Q$ $\quad$ $K_A = \bar{P} + Q$ $\quad$ $S_1 = Q_A \cdot Q$



État 3

| $Q_B$ | $Q_A$ | $Q$ | $P$ | $J_B$ | $K_B$ | $J_A$ | $K_A$ | $Q_B$ | $Q_A$ | $S_2$ | $S_1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | | | | 1 | $Q$ | $P$ | $\bar{P}+Q$ | $\bar{Q}$ | $\bar{Q}P$ | 1 | $Q$ |



$\bar{Q}P$

Table ÉP-ÉS

c)

| $Q_B$ | $Q_A$ | $J_B$ | $K_B$ | $J_A$ | $K_A$ | $Q_B$ | $Q_A$ | $S_2$ | $S_1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 | $\bar{P}$ | $Q+\bar{P}$ | 0 | $\bar{P}$ | $Q$ | 0 |
| 0 | 1 | 1 | $Q$ | $\bar{P}$ | $Q+\bar{P}$ | 1 | $\bar{Q}P$ | $Q$ | $Q$ |
| 1 | 0 | 0 | 1 | $P$ | $Q+\bar{P}$ | 0 | $\bar{P}$ | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | $Q$ | $P$ | $Q+\bar{P}$ | $\bar{Q}$ | $\bar{Q}P$ | 1 | $Q$ |

b) 12

c) 4

d) État 0 = va à 1 si $\bar{Q}\bar{P} + Q\bar{P} = \bar{P}(\bar{Q}+Q) = \bar{P}$

0 si $\bar{Q}P + QP = P(Q+\bar{Q}) = P$

État 1 = va à 2 si $\bar{Q}\bar{P} + Q\bar{P} + QP = \bar{P}(Q+\bar{Q}) + QP = \underbrace{\bar{P} + QP}_{\text{Adsorption}} = \bar{P} + Q$

3 si $\bar{Q}P$

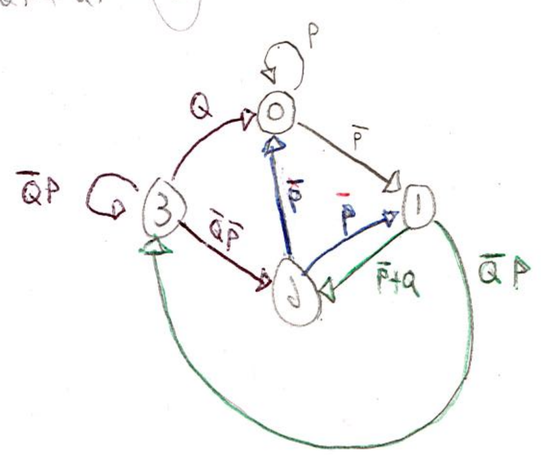
État 2 = va à 0 si $\bar{Q}\bar{P} + Q\bar{P} = \bar{P}(\bar{Q}+Q) = \bar{P}$

1 si $\bar{Q}P + QP = P(\bar{Q}+Q) = P$

État 3 = va à 2 si $\bar{Q}\bar{P}$

3 si $\bar{Q}P$

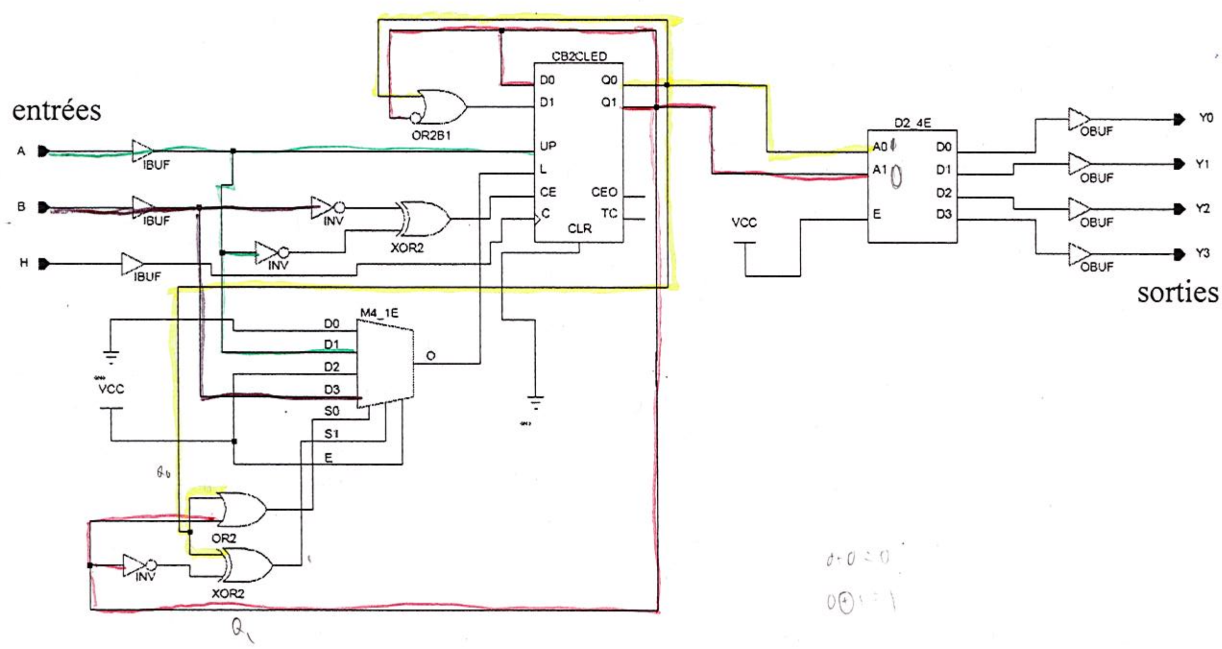
0 si $Q\bar{P} + QP = Q$




13

Question 3 (35 points)

Soit le circuit suivant (entrées externes B et A, sorties: Yi, i= 0, 1, 2, 3 et l'horloge est H):




On vous demande fournir le diagramme d'état complet du circuit.
Barème:

- Équations du circuit (pour L, donner sa valeur à chaque état) (14 pts).
- Étude des états pour déterminer les destinations (8 pts).
- Diagramme d'état complet (11 pts).
- Valeurs des sorties (2 pts).

Bonus de fin de session ! (sur cette question seulement: même si toutes les réponses fournies à cette question sont bonnes, la question ne pourra valoir plus de 35 pts):

- Quelle serait une simplification du circuit (*conseil du jour*: regardez du côté de "L"...) (2 pts) ?
- Qu'est-ce qui est bizarre dans ce circuit (2 pts) ?

Note: On demande d'employer la méthode des variables conditionnelles (0 pt autrement).

(1) - CB4CLED
- MUX
- DEMUX

(2) Équations

$D_0 = Q_1$

$D_1 = Q_0 + \overline{Q_1}$

$UP = A$

$CE = \overline{B} \oplus \overline{A}$

H = horloge

Sortie = $Y_0$ si $A_0, A_1 = 0$ (état 0)
$Y_1$ si $A_0 = 1$ $A_1 = 0$ (état 1)
$Y_2$ si $A_0 = 0$ $A_1 = 1$ (état 2)
$Y_3$ si $A_0 = 1$ $A_1 = 1$ (état 3)
ou $Q_0$ ou $Q_1$
car $A_0 = Q_0$, $A_1 = Q_1$

$S_0 = Q_0 + Q_1$
$S_1 = Q_0 \oplus \overline{Q_1}$

2/2

L = état 0 $(Q_1 = 0\ Q_0 = 0)$: $S_1 = 0 \oplus 1 = 1$, $S_0 = 0 + 0 = 0$ → $d_2 = 1$

État 1 $(Q_1 = 0\ Q_0 = 1)$: $S_1 = 1 \oplus 1 = 0$, $S_0 = 1 + 0 = 1$ → $d_1 = A$

État 2 $(Q_1 = 1\ Q_0 = 0)$: $S_1 = 0 \oplus 0 = 0$, $S_0 = 0 + 1 = 1$ → $d_1 = A$

État 3 $(Q_1 = 1\ Q_0 = 1)$: $S_1 = 1 \oplus 0 = 1$, $S_0 = 1 + 1 = 1$ → $d_3 = B$

14/14

$CE = \bar{B} \oplus \bar{A}$ $\quad U = A$ $\quad D_1 = Q_0 + \bar{Q}_1$ $\quad D_0 = Q_1$

## État 0

*

| $Q_1$ | $Q_0$ | B | A | L | CE | UP | $D_1$ | $D_0$ | $Q_1$ | $Q_0$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | X | X | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | X | X | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | X | X | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |

même

✓

## État 1

L = A

| $Q_1$ | $Q_0$ | B | A | L | CE | UP | $D_1$ | $D_0$ | $Q_1$ | $Q_0$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | X | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | X | X | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | X | X | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |

même

✓

## État 2

L = A

*

| $Q_1$ | $Q_0$ | B | A | L | CE | UP | $D_1$ | $D_0$ | $Q_1$ | $Q_0$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | X | 1 | 0 | 2 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | X | X | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | X | X | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | X | X | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |

même

✓

## État 3

| $Q_1$ | $Q_0$ | B | A | L | CE | UP | $D_1$ | $D_0$ | $Q_1$ | $Q_0$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | X | 1 | 1 | 3 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | X | X | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | X | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |

même

✓ 8/8

**État 0** va à 2 si $\bar{B}\bar{A} + \bar{B}A + B\bar{A} + BA = \bar{B}(A+\bar{A}) + B(\bar{A}+A) = \bar{B} + B = 1$

**État 1** va à 1 si $\bar{B}\bar{A}$

0 si $B\bar{A}$

2 si $\bar{B}A + BA = A(\bar{B}+B) = A$

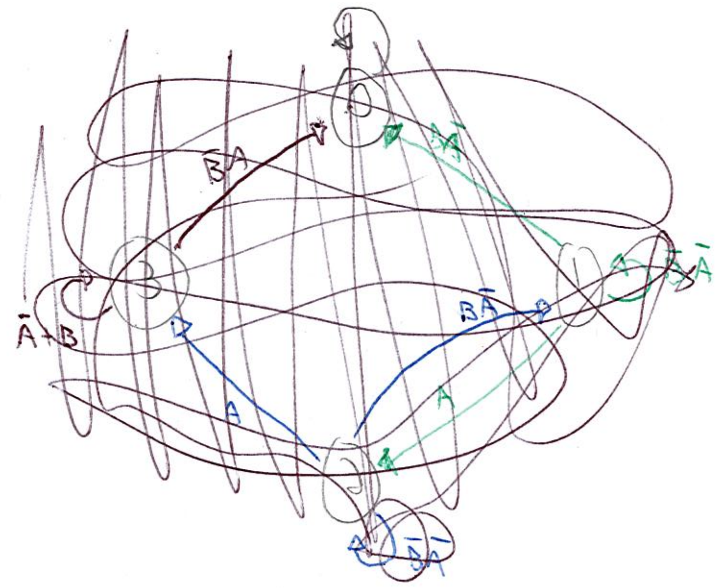
**État 2** va à 1 si $\bar{B}A + B\bar{A} + BA = \bar{B}A + B(A+\bar{A}) = B + \bar{B}A = B + A$

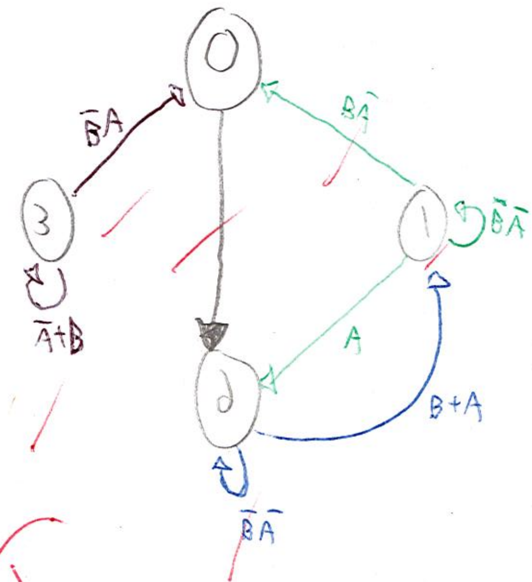
2 si $\bar{B}\bar{A}$

**État 3** va à 0 si $\bar{B}A$

3 si $\bar{B}\bar{A} + B\bar{A} + BA = \bar{B}\bar{A} + B(A+\bar{A}) = \underbrace{\bar{B}\bar{A} + B}_{\text{adsorption}} = \bar{A} + B$

## Diagramme d'états






11/11

À état 0 $\binom{Q_1 Q_0}{0,0}$ $S = Y_0$

état 1 $\binom{Q_1 Q_0}{0,1}$ $S = Y_1$

État 2 $\binom{Q_1 Q_0}{1,0}$ $S = Y_2$

État 3 $\binom{Q_1 Q_0}{1,1}$ $S = Y_3$

## Simplification du circuit

Pour le L, On pourrait garder le mux, mais avoir $S_0 = Q_0$, $S_1 = Q_1$

ainsi on aurait directement la valeur de L pour chaque état.

Bien sûr, il faudrait mettre le $d_0$ au Vcc ; le $d_1$ à A, le $d_2$ aussi à A et le $d_3$ à B. De cette façon, nous sauvons : 1 inverseur, 1 porte ou exclusive, 1 porte ou et tout serait plus clair +2

## Bizarre dans ce circuit

- il y avait l'arrangement du L non simplifié
- Le décodeurs de sortie inutile puisque $Y_0$ correspond à état 0, $Y_1$ correspond à état 1 ... donc les sorties directement nous donneraient l'état actuel

**Table des puissances usuelles:**

| Puissance | Base 2 | 3 | 4 | 8 | 12 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| -5 | 0.03125 | 0.0041152 | 0.00097656 | 0.0000305176 | 0.0000040188 | 0.0000009537 |
| -4 | 0.0625 | 0.0123457 | 0.00390625 | 0.0002441406 | 0.0000482253 | 0.0000152588 |
| -3 | 0.125 | 0.037037 | 0.015625 | 0.001953125 | 0.000578704 | 0.000244141 |
| -2 | 0.25 | 0.1111111 | 0.0625 | 0.015625 | 0.006944444 | 0.00390625 |
| -1 | 0.5 | 0.3333333 | 0.25 | 0.125 | 0.083333333 | 0.0625 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 8 | 12 | 16 |
| 2 | 4 | 9 | 16 | 64 | 144 | 256 |
| 3 | 8 | 27 | 64 | 512 | 1728 | 4096 |
| 4 | 16 | 81 | 256 | 4096 | 20736 | 65536 |
| 5 | 32 | 243 | 1024 | 32768 | 248832 | 1048576 |
| 6 | 64 | 729 | 4096 | 262144 | 2985984 | 16777216 |
| 7 | 128 | 2187 | 16384 | 2097152 | 35831808 | 268435456 |
| 8 | 256 | 6561 | 65536 | 16777216 | 429981696 | 4294967296 |
| 9 | 512 | 19683 | 262144 | 134217728 | 5159780352 | 68719476736 |
| 10 | 1024 | 59049 | 1048576 | 1073741824 | 61917364224 | 1.09951E+12 |

*Bon succès à toutes et à tous!*

**Zone de brouillon ici**

## Total des points:

| | |
|---|---|
| Q1 (sur 32) | 32 |
| Q2 (sur 33) | 33 |
| Q3 (sur 35 maximum)<br>**incluant un bonus possible de ___ +_ / 4pts** | 35 |
| | 100 |
| **TOTAL (sur 100):** | |