

## 1 - La Fonction Mémoire

### Exercice 1 ✓

Montrer que si RS différent de 1, les trois expressions de la fonction mémoire sont équivalentes.

$$y_D = (y + S) \cdot \bar{R} = y \cdot \bar{R} + S = (y + S \cdot \bar{R}) \cdot (S + \bar{R})$$

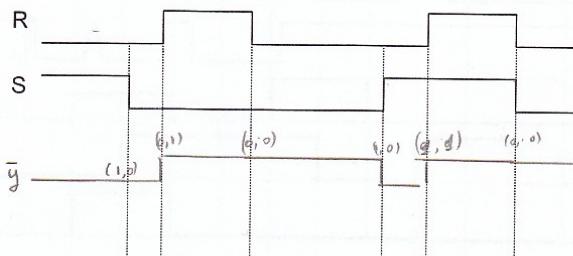
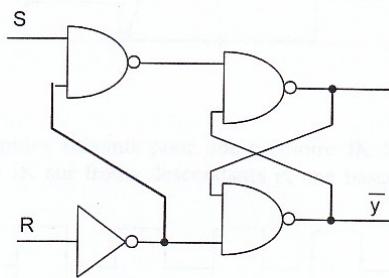
### Exercice 2 ✓

Tracer les chronogrammes du schéma ci-dessous et montrer que pour (R,S) revenant de (1,1) à (0,0), ils n'ont pas l'inconvénient étudié en cours.

Exercice 1

Exercice 2

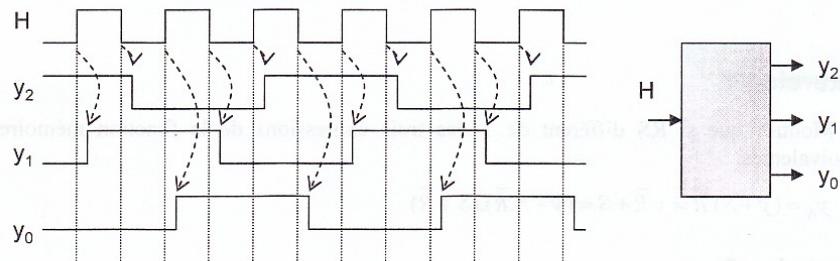
Élaborer les chronogrammes correspondants pour une fréquence R de 1Hz, une fréquence montante, une cascade de deux intégrateurs et un filtre passe-bas. Montrer que pour (R,S) revenant de (1,1) à (0,0), il n'y a pas d'inconvénient étudié en cours.



### Exercice 3 faire le schéma

Réaliser un circuit commandé par un signal H et délivrant trois signaux  $y_2$ ,  $y_1$  et  $y_0$  évoluant selon les chronogrammes suivants.

Élaborer le mode opératoire pour que le circuit passe au mode de lecture de M et au signal de compression de M puis régularise ce mode. Pour décrire le fonctionnement, ce rapporter à l'aide de 4 variables de trois niveaux (0, 1, 2).



ab inscrivez (2,8) dans une matrice de 8x8 et écrivez le résultat du sommationneur en regard  
 de la matrice des résultats de la fonction mémoire. Cela donne :

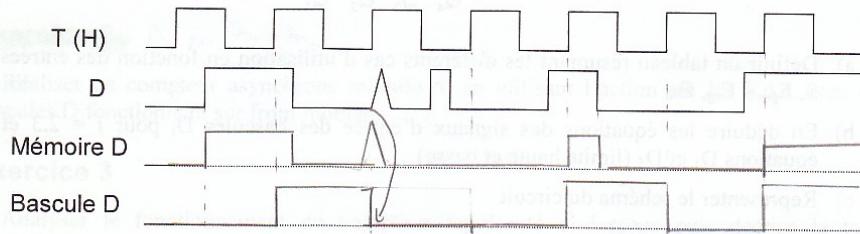


ab inscrivez (2,8) dans une matrice de 8x8 et écrivez le résultat de la sommationneur en regard  
 de la matrice des résultats de la fonction mémoire. Cela donne :

## 2 - Les bascules

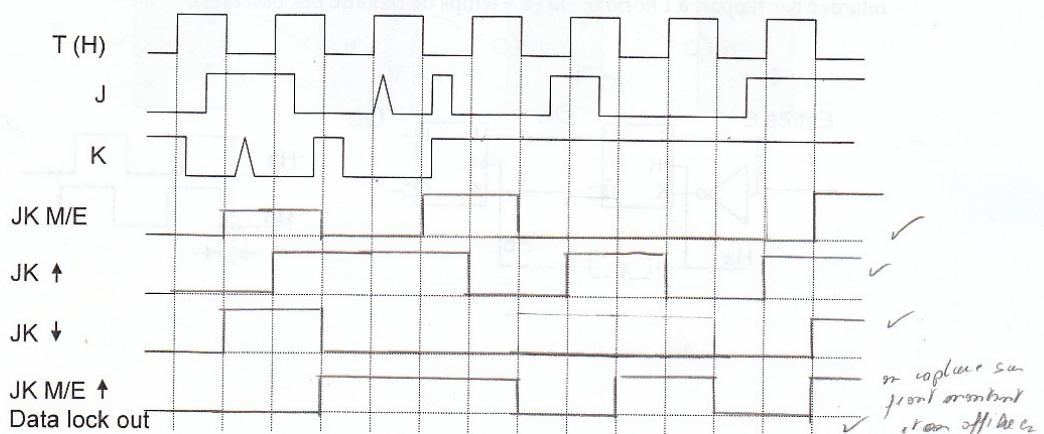
### Exercice 1

Compléter les chronogrammes suivants pour une mémoire D à verrouillage et pour une bascule D déclenchée par les fronts montants de l'horloge.



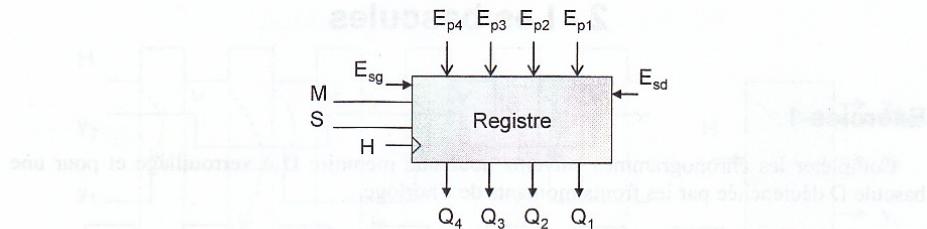
### Exercice 2

Compléter les chronogrammes suivants pour une mémoire JK M/E, une bascule JK sur fronts montants, une bascule JK sur fronts descendants et une bascule JK Data lock out sur fronts montants.



### Exercice 3

On veut réaliser un registre dit « universel ». Les entrées parallèles sont notées Epi ( $i=1,2,3,4$ ), les entrées séries Esd, Esg, et les sorties parallèles Q1, Q2, Q3, Q4. On sélectionne le mode parallèle par  $M=1$ , et le mode série par  $M=0$ . Le sens du décalage dépend de M et du signal de commande S (1 pour décaler à droite, 0 pour décaler à gauche). On réalisera ce registre à l'aide de 4 bascules D à fronts montants et de portes NAND.

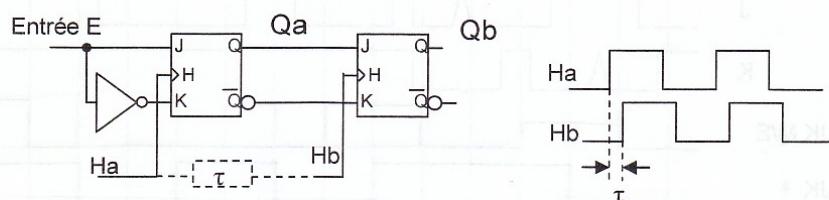


- Définir un tableau résumant les différents cas d'utilisation en fonction des entrées M, S,  $E_{p4-1}$ ,  $E_{sg}$ ,  $E_{sd}$
- En déduire les équations des signaux d'entrée des bascules  $D_i$  pour  $i = 2,3$  et les équations  $D_1$  et  $D_4$  (limite haute et basse)
- Représenter le schéma du circuit

#### Exercice 4

Pour deux bascules successives d'un registre à décalage, on complètera les chronogrammes dans les deux cas suivants : bascules JK à fronts montants.

On fera cette étude pour deux horloges  $H_a$ ,  $H_b$  en phase ( $\tau=0$ ) puis pour l'horloge  $H_b$  retardée par rapport à l'horloge  $H_a$  ( $\tau >$  temps de réponse des bascules).



### 3 - Le comptage asynchrone

#### Exercice 1

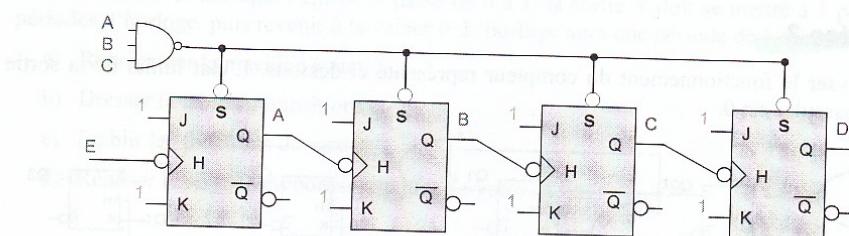
Réaliser un compteur asynchrone modulo 6 à l'aide de bascules JK fonctionnant sur fronts descendants (on utilisera les fronts de la fonction de commutation).

#### Exercice 2

Réaliser un compteur asynchrone modulo 6, en utilisant l'action sur les RAZ avec des bascules D fonctionnant sur front montant,

#### Exercice 3

Analyser le fonctionnement du compteur représenté ci-dessous puis décrire la table d'implication séquentielle et les chronogrammes.



## 4 - Le comptage synchrone

### Exercice 1

a) A l'aide de bascules D sur front descendant, réaliser le compteur synchrone décrivant le cycle 0,4,6,7,3,1,0 ...

b) Calculer la période minimale (ou fréquence maximale) en considérant :

Bascule :  $T_{\text{setup}} = 3 \text{ ns}$ ,  $T_p = 5 \text{ ns}$

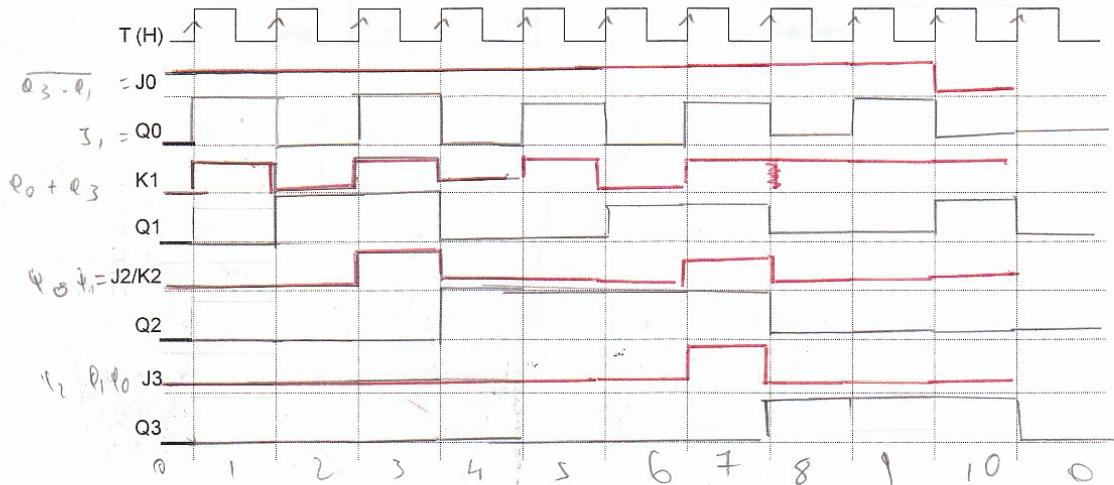
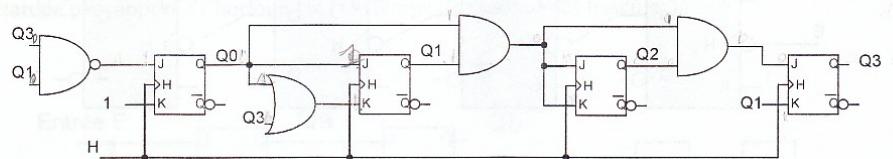
Porte Logique : 4 ns

### Exercice 2

A l'aide de bascules JK sur front montant, réaliser le compteur synchrone décrivant le cycle 0,8,4,12,2,7,9,13,6,15,...

### Exercice 3

Analyser le fonctionnement du compteur représenté ci-dessous. L'état initial de la sortie des bascules est 0.



## 5 - Les machines à états (FSM)

### Exercice 1



Réaliser un compteur/décompteur synchrone modulo 6 avec des bascules D sur front montant ( $up\_dw = 1$  : compte,  $up\_dw = 0$  : décompte). L'état initial sera la valeur 2.

- Représenter la machine à états,
- Dresser la table de transitions
- Etablir les fonctions de sorties
- Réaliser le schéma

### Exercice 2

Concevoir une machine d'état finie à partir de bascules D fronts montants qui a une entrée X et une sortie Y. Lorsque l'entrée X passe de 0 à 1, la sortie Y doit se mettre à 1 pendant 6 périodes d'horloge, puis revenir à la valeur 0. L'horloge aura une période de 1 seconde.

- Représenter la machine à états,
- Dresser la table de transitions
- Etablir les fonctions de sorties
- Réaliser le schéma en portes logiques de votre choix.

### Exercice 3

Réaliser un circuit commandé par un signal H et délivrant trois signaux X<sub>0</sub>, X<sub>1</sub> et X<sub>2</sub> dont une valeur dépendra selon les deux dernières valeurs de X<sub>0</sub> et X<sub>1</sub>.

Exercice 1 Collection de la feuille de TD de l'élec

Exercice 1

	<u>R</u>	<u>S</u>	
<u>y</u>	00	10	11
0	0	0	1
1	1	0	1

$$y_0 = (y + S) \cdot \bar{R}$$

<u>res</u>	00	10	01	01
<u>y</u>	0	0	1	1
0	0	0	1	1

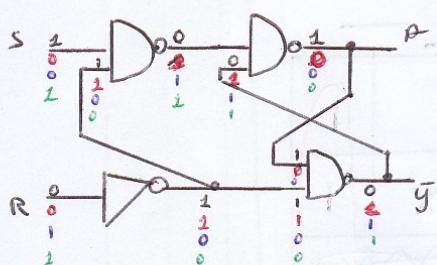
$$y_0 = y \bar{R} + S$$

<u>ns</u>	01	10	11	01
<u>y</u>	0	0	0	1
0	0	0	1	1

$$\begin{aligned} y_0 &= (y + S\bar{R}) \cdot (S + \bar{R}) \\ &= yS + y\bar{R} + S\bar{R}S + S\bar{R}\bar{R} \\ &= yS + y\bar{R} + S\bar{R} \\ &= yS + y\bar{R} + S\bar{R} \end{aligned}$$

$$\text{Donc } y_0 = (y + S) \cdot \bar{R} = (yS + S\bar{R}) \cdot (S + \bar{R}) = y\bar{R} + S$$

Exercice 2



$$\begin{array}{l} (1; 0), (0; 0), (0; 1), (1; 1) \\ \hline g=0 \quad y=0 \quad y=0 \end{array}$$

On regarde le résultat d'avant

0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

R	S	<u>y</u>	A
0	0	0	stat membre
0	1	0	mis à 1
1	0	1	mis à 0
1	1	1	mis à 0

Exercice 3

H	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	on entrée				N
				y <sub>1</sub>	y <sub>2</sub>	y <sub>3</sub>	y <sub>4</sub>	
0	0	0	0	1	0	0	0	12
0	0	0	1	1	0	0	0	14
1	0	0	0	1	0	0	0	13
1	0	1	0	1	0	0	0	15
0	1	0	0	0	1	0	0	6
0	0	1	0	0	1	0	0	2
0	0	0	1	0	0	1	0	

impossible transition  
stable  
minima  
dernière  
transition  
stable

N°	H	$V_2$	$V_1$	$V_0$	$V_{D2}$	$V_{D1}$	$V_{D0}$	
4	0	1	0	0	1	0	0	S
12	1	1	0	0	1	1	0	T
14	2	1	1	0	1	1	0	S
6	0	2	2	0	0	1	0	T
2	0	0	2	0	0	1	0	S
10	1	0	1	0	0	1	1	S
11	1	0	1	1	0	1	1	
3	0	0	1	1	0	0	1	T
2	0	0	0	2	0	0	1	S
9	1	0	0	1	1	0	1	T
13	1	1	0	1	1	0	1	S
5	0	1	0	1	1	0	0	T
4	0	1	0	0	1	0	0	S

Non utilisé  $v_1, v_2, v_0$

$s \rightarrow v$  car on a une  
un problème de  
variables plus tard.

$s_{02}$	00	01	$\overline{V_0}$	$\overline{V_1}$
	X	0	0	0
	0	0	1	0
$V_2$	1	1	X	0
	1	1	X	1
$V_1$	1	1	X	1
	X	1	0	0

$V_{D1}$			
X			
	-	X	1
	1	D	X
X	1	1	1

$$V_{D2} = \bar{v}_2 H + v_2 \bar{v}_1 + V_2 H \quad V_{D1} = H \bar{v}_0 + v_1 H + V_1 \bar{v}_0$$

$V_{D0}$			
X	(2	2)	
			X
	1	X	
X	(1	1)	1

$$V_{D0} = \bar{v}_0 H + v_0 H + H \bar{v}_1$$

## Connexion de la feuille de 7D détecteur

$$f_d = g_s + g_{\bar{s}} + s_{\bar{s}}$$

- $g = v_2 \text{ car } g_{02} = v_{02}$

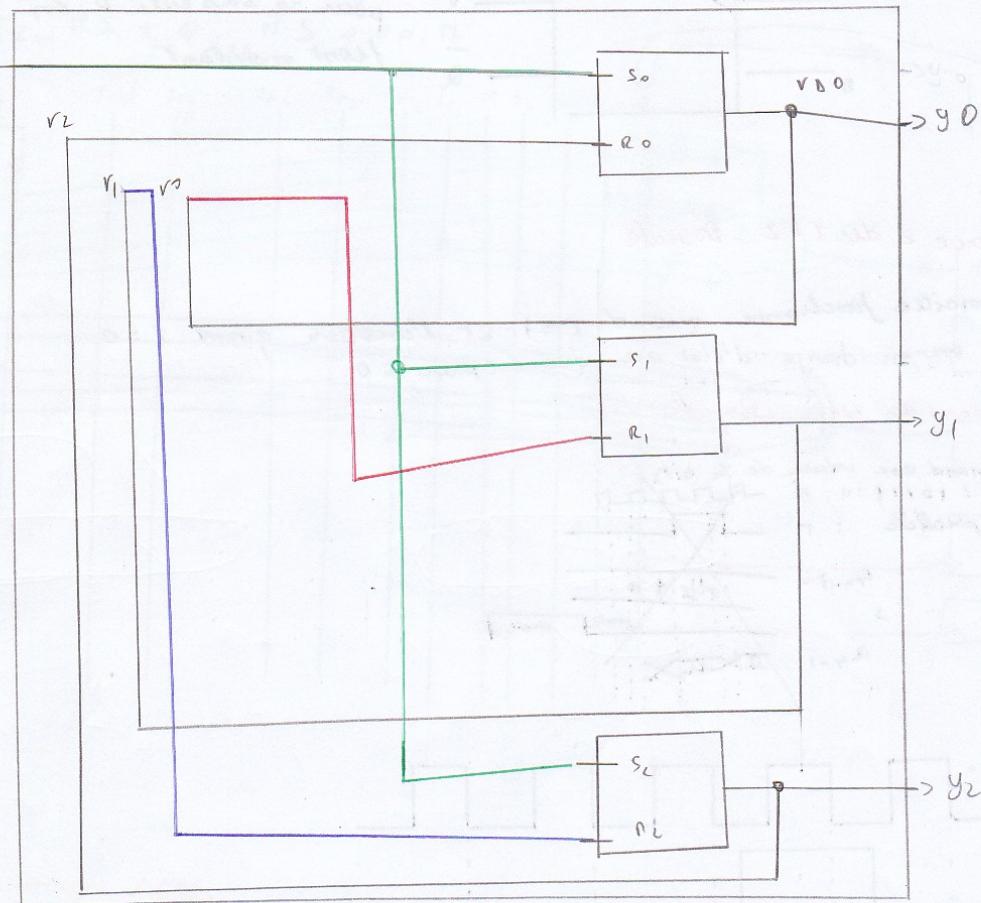
$R = v_1$  et  $S = H$

- $g = v_1 \text{ car } g_{01} = v_{01}$

$R = v_0$  et  $S = H$

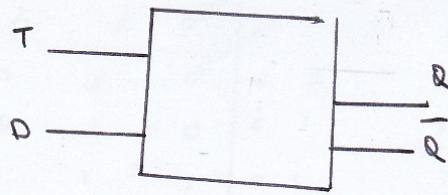
- $g = v_0 \text{ car } g_0 = v_{00}$

$R = v_2$  et  $S = H$

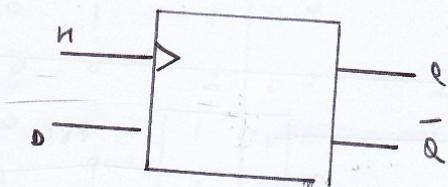


exercice du 102 bascules

Pour la miroirée de D, on reproduit le schème de D quand il est à 1 et quorsol il passe à 0 on continue le schème.



Pour le mème



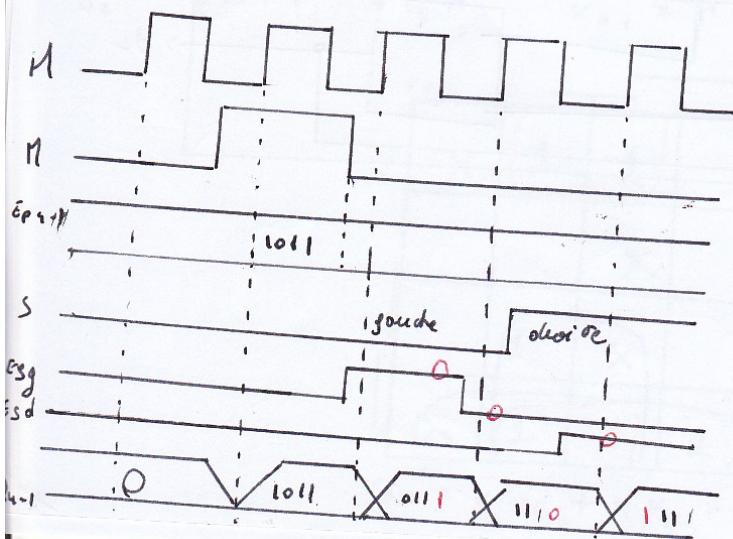
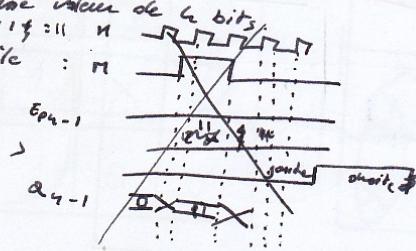
pour la bascule de  
front montant

## Exercice 2 du TD 2 - Basculé

Le module fractionnaire quand  $T=1$  et l'écoulement quand  $T=0$ .  
 Donc on ne change d'état que quand  $T$  passe à 0.

### Exercice 3 des TD 2 - Bocedo

On prend donc valeur de 6 bits,  
 $EP = 1011_2 = 11 \text{ H}$



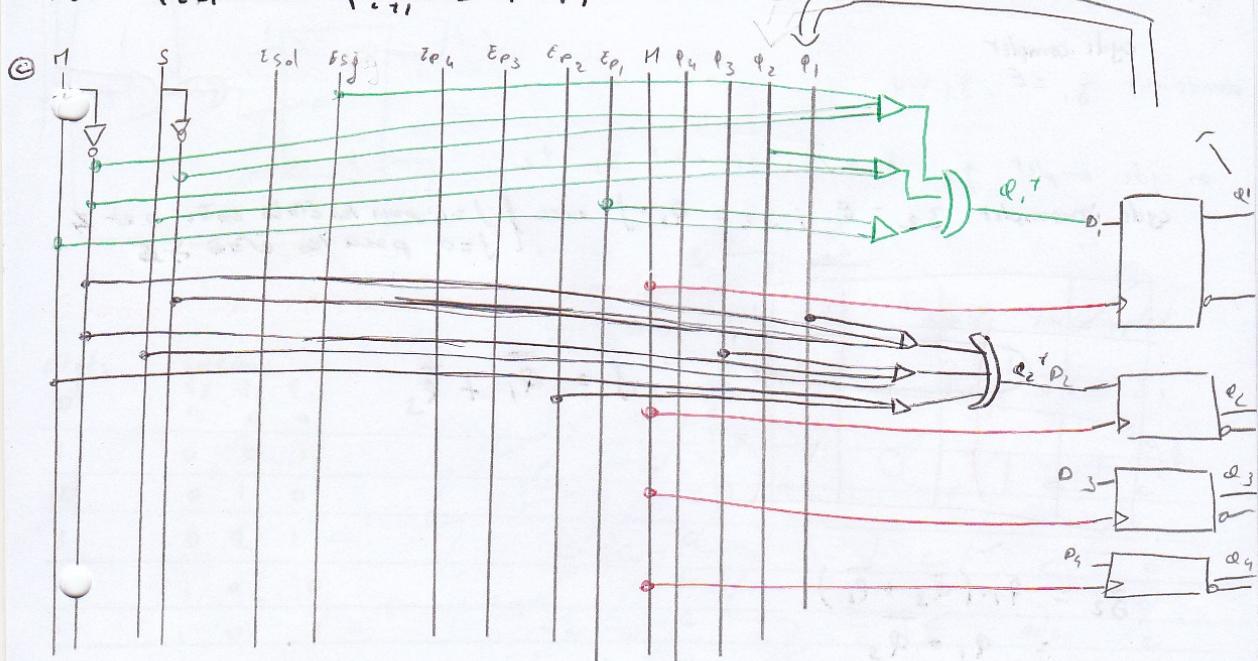
## Connexion de la juille de TD d'élec

M	S	$\bar{Q}_4^T$	$\bar{Q}_3^T$	$\bar{Q}_2^T$	$\bar{Q}_1^T$	état futur
0	0	$E\bar{Q}_3$	$E\bar{Q}_2$	$E\bar{Q}_1$	$E_{sg}$	
0	1	$E_{sol}$	$\bar{Q}_4$	$\bar{Q}_3$	$\bar{Q}_2$	
1	X	$E_{P4}$	$E_{P3}$	$E_{P2}$	$E_{P1}$	

$$\textcircled{B} \quad D_1 = E_{sg} \cdot \bar{Q} \cdot \bar{S} + Q_2 \cdot \bar{H} \cdot \bar{J} + E_{P1} \cdot \bar{H} \cdot \bar{M}$$

$$D_2 = Q_3 \cdot \bar{H} \cdot \bar{S} + E_{sol} \cdot \bar{H} \cdot S + E_{P2} \cdot M$$

$$D_i = Q_{i-1} \cdot \bar{H} \cdot \bar{S} + Q_{i+1} \cdot \bar{H} \cdot S + E_{Pi} \cdot M$$



— : on connecte l'horloge

### Exercice 8 du TD 3 le Comptage asynchrone

Modèle 6 car on a des états que se suivent.

Etats	Sorties	cycle incomplet			cycle complet					
		$q_3$	$q_2$	$q_1$	$s_3$	$s_2$	$s_1$	$s_3$	$s_2$	$s_1$
0	0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0 0 1				0	0	0	0	0	0
2	0 1 0				0	0	0	0	0	0
3	0 1 1				0	0	0	0	0	0
4	1 0 0				0	0	0	0	0	0
5	1 0 1				0	0	0	0	0	0
6	1 1 0				0	0	0	0	0	0

cycle complet

$$\text{pour } (0 \rightarrow 4) \quad s_1 = E; s_0 = q_1$$

on cycle complet  $s_3 = q_1$  ou  $s_1$  qui c'est  $s_3 = q_2$

cycle incomplet  $s_2 = E; s_2 = q_1 \cdot f$  avec  $\begin{cases} f=1 \text{ pour les états entre } 0 \text{ et } 2 \\ f=0 \text{ pour les états } \geq 3 \end{cases}$

	0 0	0 1	1 1	1 0
0	0 0	1 0	1 1	0 0
1	0 1	0 0	1 1	1 0
$q_3$	1 1	0 0	X	X

$$f = \bar{q}_1 + \bar{q}_3$$

$$s_2 = q_1 \cdot (\bar{q}_3 + \bar{q}_1)$$

$$= q_1 \cdot q_3$$

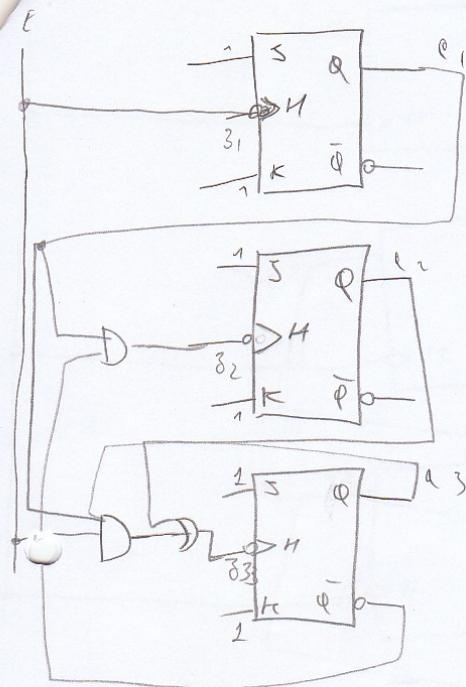
$$s_3 = q_2 + g \cdot E \quad \text{avec } g = \bar{f}$$

$$= q_2 + (\bar{q}_1 + \bar{q}_3) \cdot E$$

$$= q_2 + q_1 \cdot q_3 \cdot E$$

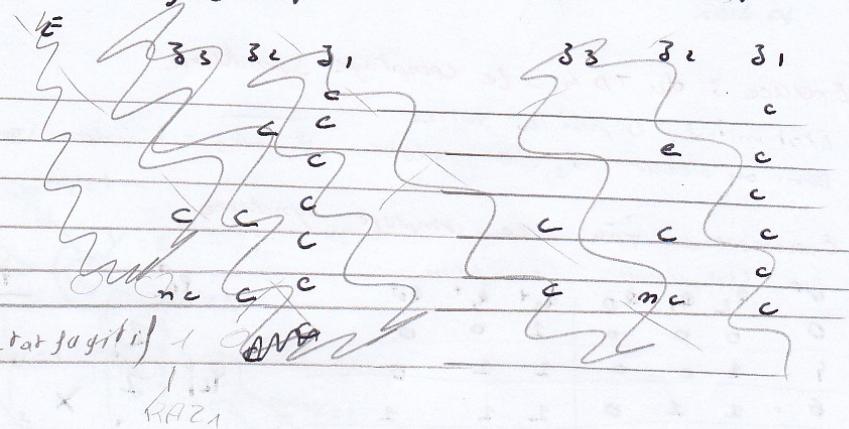
$$\begin{cases} g = 0 \text{ pour les états de } 0 \text{ à } 5 \\ g = 1 \text{ pour l'état } 6. \end{cases}$$

Collection sur la feuille de TD d'élec



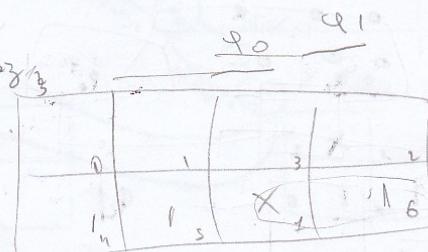
Exercice du TD3 le compteuse asynchrone  
cycle complet

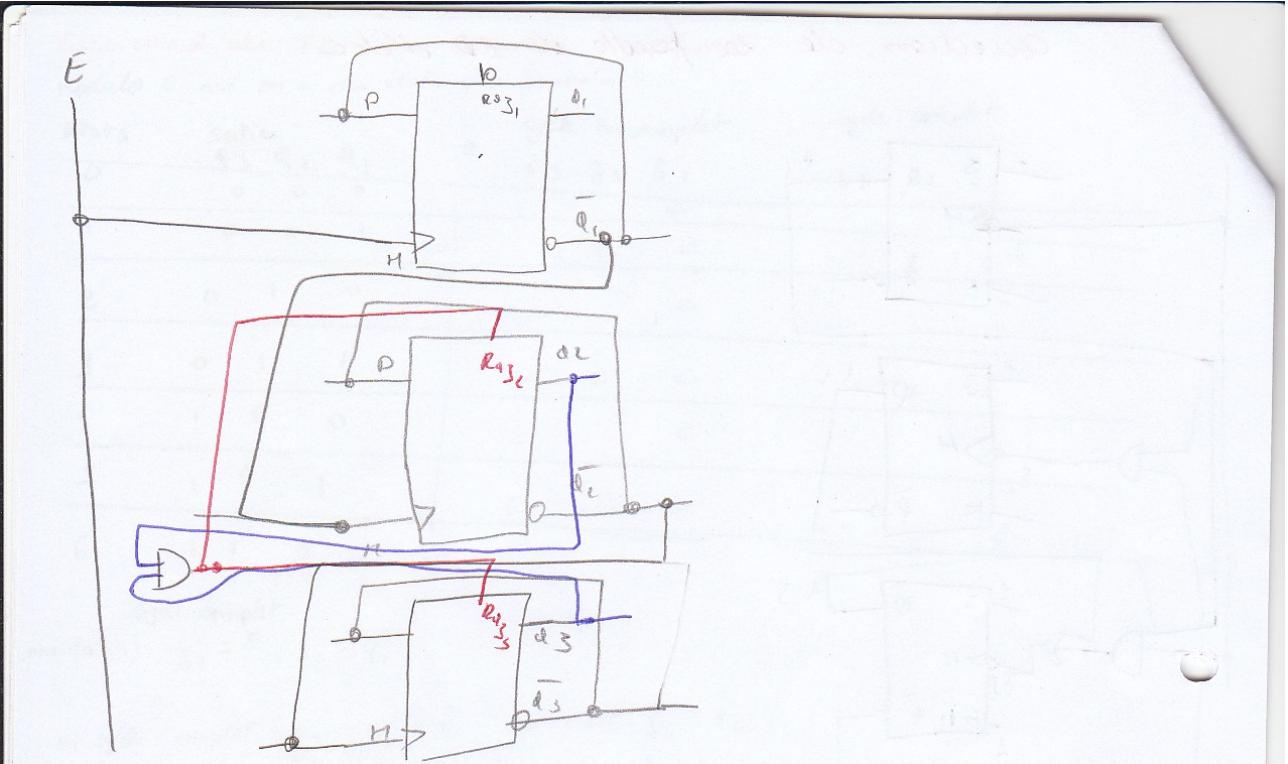
Etats	sorties
0	q <sub>3</sub> q <sub>2</sub> q <sub>1</sub> 0 0 0
1	0 0 1
2	0 1 0
3	0 q <sub>1</sub> 1
4	1 0 0
5	1 0 1
6	1 1 0 Etat initial



$$R_{q_3} = 0$$

$$R_{q_2} = R_{q_3} = p_2 q_3$$





Pour faire basculer  $Q_2$  il faut reposer le  $Q_1$  sur  $\bar{Q}_1$ , ou c'est  $\bar{Q}_1$  qui va bien.

### Exercice 3 du TD 4 - le comptage synchrone

Etat initial : 0 pour les sorties  
 Etat initial : 0 pour les sorties  
 Donc au début  $Q_3 = 0$  donc  $Q_1 = Q_2 = 0$  donc  $S = 1$  donc  $Q_0 = \bar{Q}$  donc !

### Exercice 1 du TD 4 - le comptage synchrone

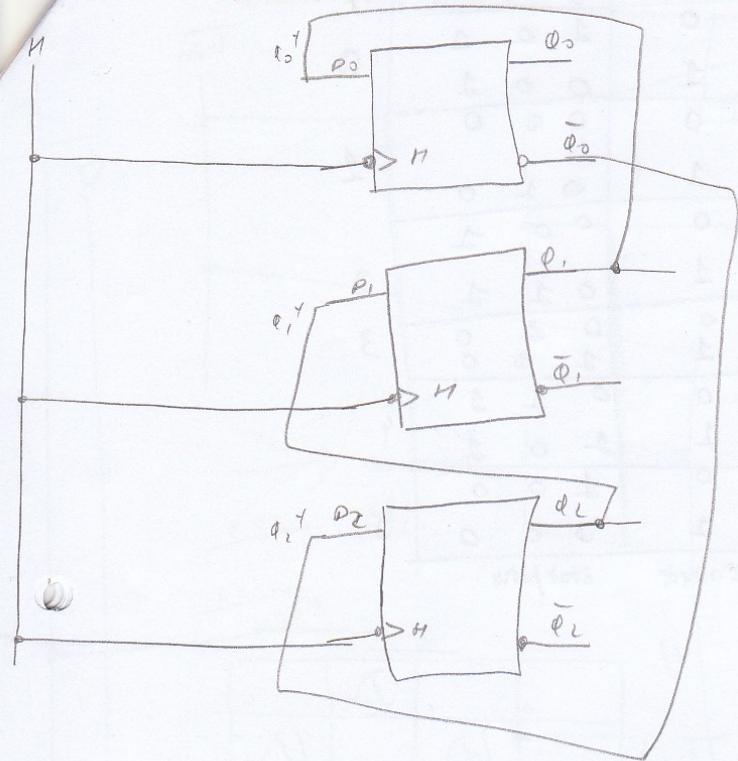
n°	Etat présents			Etat futurs		
	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$Q_2'$	$Q_1'$	$Q_0'$
0	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	1	1	0
2	2	1	0	1	1	1
3	1	1	1	0	1	1
4	0	1	1	0	0	1
5	0	0	1	0	0	0
6	0	0	0	1	1	1
7	1	1	1	0	1	0

$$Q_1' = Q_0 \quad \checkmark$$

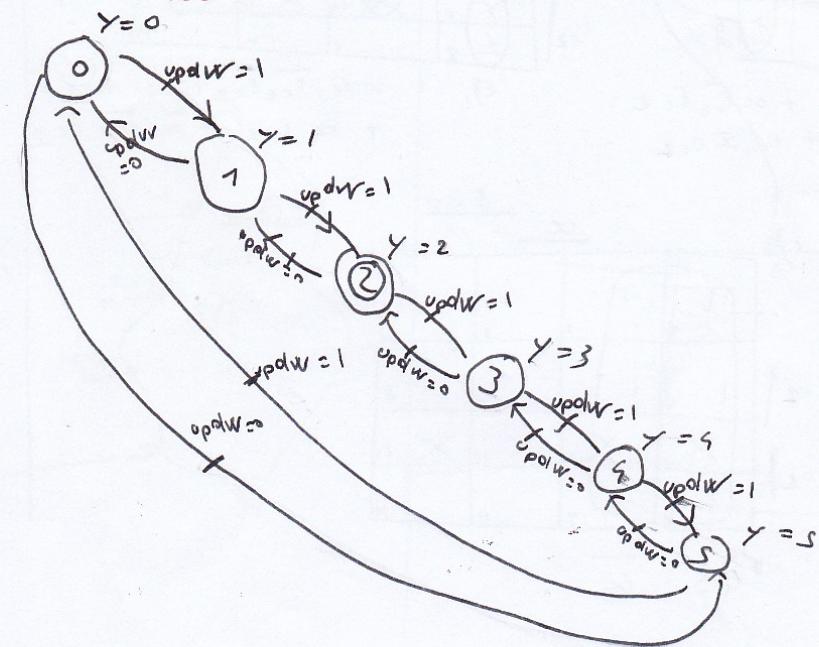
$Q_2'$	$Q_0$			$Q_1$
	1	0	$X_2$	1
1	1	1	$X_2$	1
0	1	0	1	0
1	0	1	1	1
0	0	1	$X_2$	0
1	1	0	1	0
0	0	0	0	1

$$Q_0' = Q_1 \quad \checkmark$$

Construction de la feuille du TD d'élec



Exercice 1 du TD 5



$\textcircled{D}_n$	N°	$E_{C_2}$	$E_{C_1}$	$E_{C_0}$	$up^{\infty} - dw$	$E_{f_2}$	$E_{f_1}$	$E_{f_0}$	
0	0	0	0	0	0	1	0	2	7
1					1	0	0	1	0
2	2	0	0	1	0	0	0	0	1
3					1	0	1	0	2
4	2	0	1	0	0	0	0	1	3
5					1	0	1	1	4
6	3	0	1	1	0	0	1	0	5
7					1	1	0	0	
8	4	2	0	0	0	0	1	1	
9					1	1	0	1	
10	5	2	0	1	0	1	0	0	
11					1	0	0	0	

Etat uellement

Emplacement

Etat fuite

 $E_{f_2}$  $\underline{x}$  $E_{f_1}$  $\underline{x}$  $E_{f_2}$ 

$\textcircled{D}_0$	1	2	3	4
4	5	$\textcircled{D}_2$	6	
X <sub>11</sub>	(X) 13	(X) 15	(X) 14	
8	12	9	11	10

$$E_{f_2} = \underline{x} E_{C_0} \underline{\overline{E_{C_2}}} \underline{\overline{E_{C_2}}} + \underline{x} E_{C_0} \underline{E_{C_2}} \underline{\overline{E_{C_2}}} \\ + \underline{x} \underline{\overline{E_{C_2}}} E_{C_0} + E_{C_0} \underline{\overline{x}} E_{C_2}$$

 $E_{f_1}$ 

$\textcircled{D}_3$	1	2	3	4
9	13	15	16	
(X) 12	(X) 13	X 15	(X) 16	
1	8	9	11	10

$$E_{f_1} = \underline{x} E_{C_0} \underline{\overline{E_{C_2}}} \underline{\overline{E_{C_2}}} + \underline{E_{C_0}} \underline{E_{C_2}} \underline{\overline{E_{C_2}}} \\ + \underline{x} \underline{\overline{E_{C_2}}} E_{C_0} + \underline{\overline{E_{C_2}}} \underline{\overline{E_{C_0}}} E_{C_2}$$

 $E_{f_0}$  $\underline{x}$ 

1	2	3	4
0	1	3	2
1	4	5	7
X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>15</sub>	X <sub>16</sub>

$$E_{f_0} = \underline{\overline{E_{C_0}}}$$

Connexion de la feuille de TD d'élec

