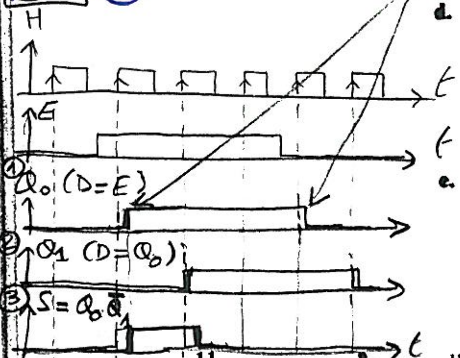
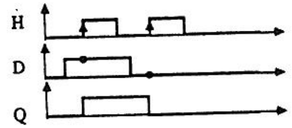
|ID4| - LOGIQUE SÉQUENTIELLE 2

1

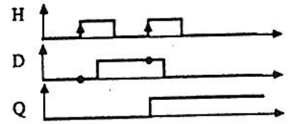


temps de retard à faire figurer obligatoirement sinon erreur sur le chronogramme (2)

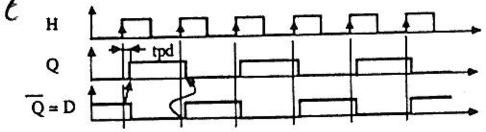
d.



e.

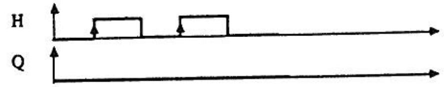


11. **a.**

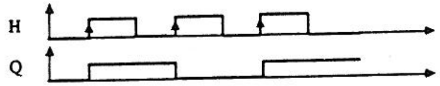


Pour mettre en évidence le phénomène décrit ci-dessus, il est indispensable de représenter la sortie Q avec le décalage temporel dû au principe de causalité (t_{pd} = temps de réaction de la bascule).

b.

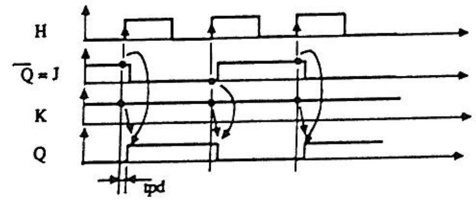


c.

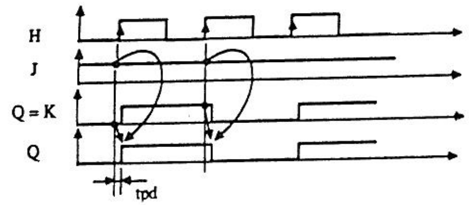


d. *Idem* c.

e.



f.

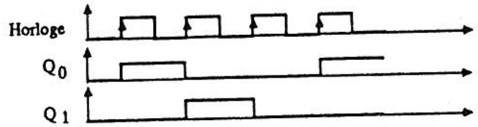


12a. Initialement $Q_1 = Q_0 = 0$.
Donc $J_0 = 1$ et $K_0 = 1 \Rightarrow$ La sortie changera après une impulsion d'horloge.
Et $J_1 = 0$ et $K_1 = 1 \Rightarrow$ La sortie prendra la valeur 0 après une impulsion d'horloge.

b. Après une impulsion d'horloge $Q_0 = 1$ et $Q_1 = 0$.
Donc $J_0 = 1$ et $K_0 = 1 \Rightarrow$ La sortie changera après une impulsion d'horloge.
Et $J_1 = 1$ et $K_1 = 1 \Rightarrow$ De même la sortie changera après une impulsion d'horloge.

c. Après la seconde impulsion d'horloge $Q_0 = 0$ et $Q_1 = 1$.
Donc $J_0 = 0$ et $K_0 = 1 \Rightarrow$ La sortie passera à 0 ainsi que Q_1, puisque $J_1 = 0$ et $K_1 = 1$.

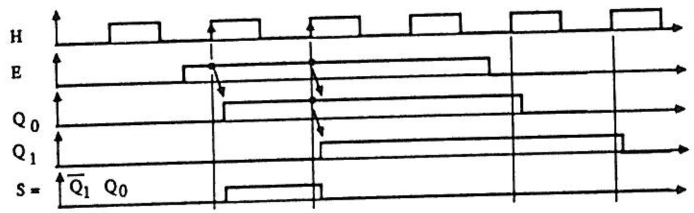
d. D'où le chronogramme :



Les bascules sont synchronisées sur des fronts montants.

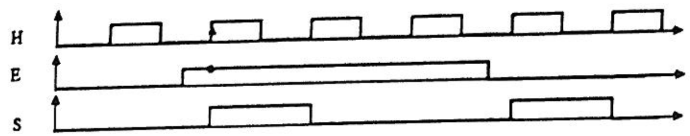
1'

On met en évidence sur les chronogrammes suivants les retards de chaque bascule, celles-ci étant synchronisées sur le front montant de l'horloge.

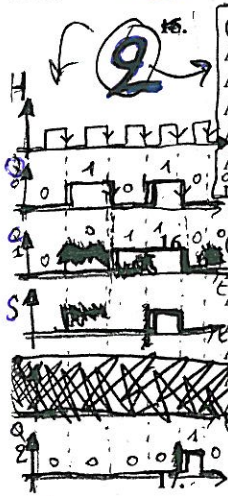


Ce dispositif permet de délivrer une impulsion d'une durée égale à la période d'horloge et synchronisée sur celle-ci à chaque front montant de l'entrée E.

14. Les sorties Q_0 et Q_1 évoluent comme dans l'exercice 13 d'où :



Cette fois une impulsion est délivrée à chaque front de l'information E.



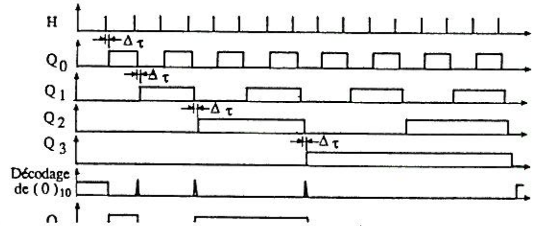
16. $(Q_2Q_1Q_0)_{t=0} = 0\,0\,0$

Après une impulsion d'horloge $Q_2Q_1Q_0 = 0\,0\,1$
Après la deuxième impulsion d'horloge $Q_2Q_1Q_0 = 0\,1\,0$
Après la troisième impulsion d'horloge $Q_2Q_1Q_0 = 0\,1\,1$
Après la quatrième impulsion d'horloge $Q_2Q_1Q_0 = 1\,0\,0$
Après la cinquième impulsion d'horloge $Q_2Q_1Q_0 = 0\,0\,0$ et le cycle recommence

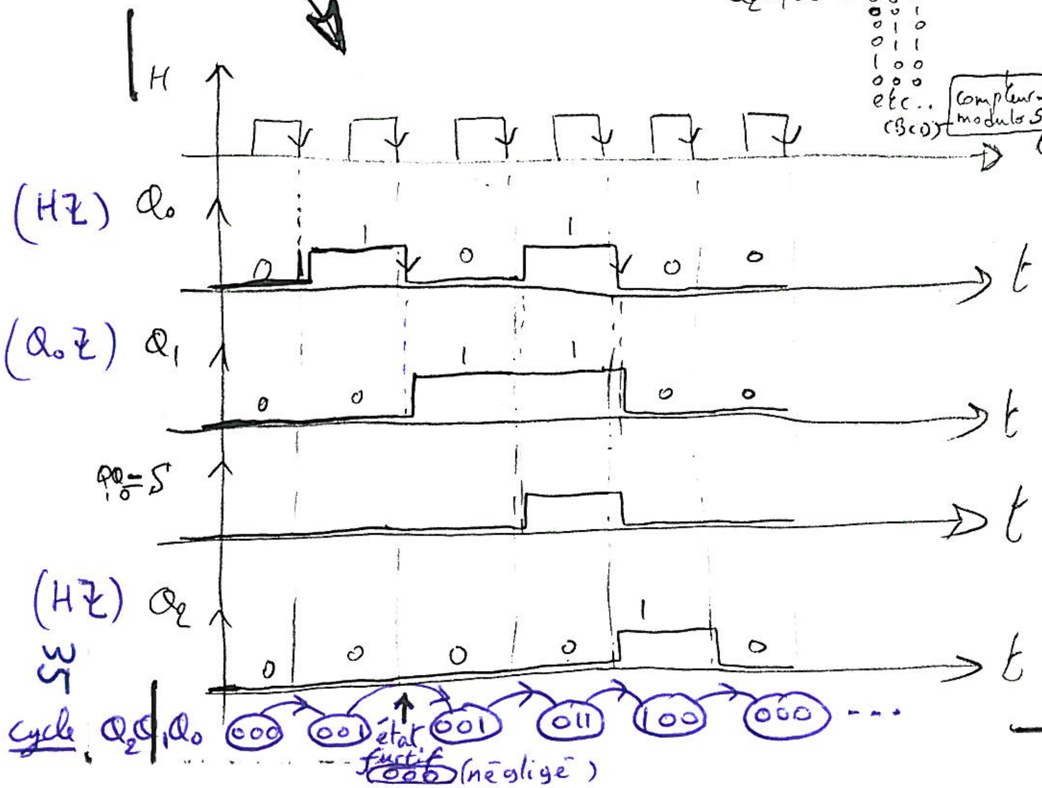
→ Compteur modulo 5

$(Q_2Q_1Q_0)_{t=0} = 0\,0\,0$

Après la première impulsion d'horloge $Q_2Q_1Q_0 = 0\,0\,1$
Après la deuxième impulsion d'horloge $Q_2Q_1Q_0 = 0\,1\,0$
Après la troisième impulsion d'horloge $Q_2Q_1Q_0 = 1\,0\,0$
Après la quatrième impulsion d'horloge $Q_2Q_1Q_0 = 1\,0\,1$
Après la cinquième impulsion d'horloge $Q_2Q_1Q_0 = 1\,1\,0$
Après la sixième impulsion d'horloge $Q_2Q_1Q_0 = 0\,0\,0$ et le cycle recommence

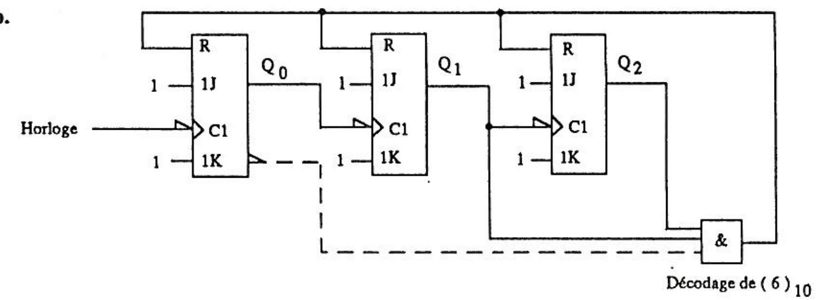


$Q_2Q_1Q_0 = $ 000, 001, 010, 011, 100, 000, etc.. (BCD) compteur binaire modulo 5

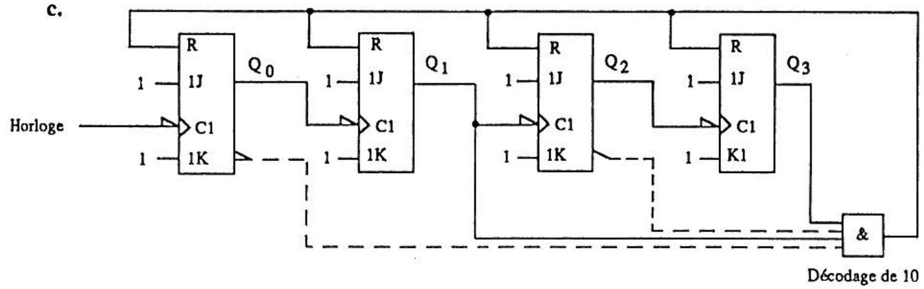


→ car au bout de 5 séquences des sorties $Q_2\,Q_1\,Q_0$, on retombe sur l'état initial de $Q_2Q_1Q_0$. → Automate des états:

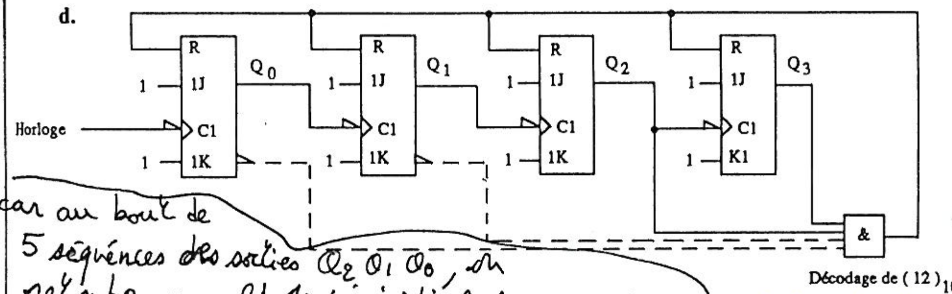
b.



c.

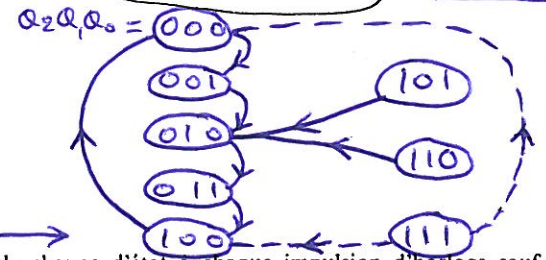


d.



19a. La suite des états est :

Q_2	Q_1	Q_0
0	0	0
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	0
0	0	0
.	.	.



le compteur est autocorrecteur

La première bascule change d'état à chaque impulsion d'horloge sauf si le contenu du compteur est 4. Ce qui impose le schéma :

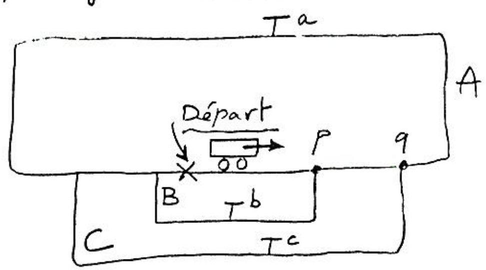
Remarque : l'état initial 111 fait intervenir la combinaison interdite $R = S = 1$ → $Q_n = 0$ ou 1 selon la technologie de la bascule RS (à Nand ou à NoR) → 2 possibilités (en pointillé ----)

Mêmes exercices avec le compteur 74161 (clear-asynchrone) ...

3

6.2. Exemple

Soit un train électrique devant effectuer 3 boucles A, B, C selectionnables par aiguillages p et q – Le passage dans une boucle est détecté par un contact (T) remontant après le passage du train –



aiguillages:

p, q = { 0 : non dévié ; 1 : dévié }

contacts:

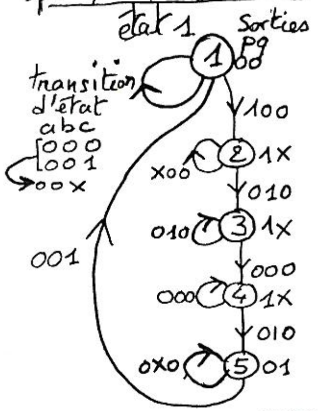
a, b, c = { 0 : repos ; 1 : passage du train (retombée à 0 après passage) }

Itinéraire désiré : → A, B, B, C ⟲

état initial: Train au Départ, sorties p et q à 0

Automate (des états)

1) Graphe de fluence : (entrées du système : a, b, c ; sorties : p, q)



la 2nde transition possible 001 pour l'état 1 a été rajoutée à la fin, d'après la transition entre l'état 5 et l'état 1

② table des états:

état résultant

état \ transition abc	000	100	110	010	011	111	101	001	p	q
1	1	2						1	0	0
2	2	2		3					1	X
3	4			3					1	X
4	4			5					1	X
5	5			5				1	0	1

Sorties

Les cases vides sont des X (cases indifférentes)

③ Simplification de la table: Recherche des états équivalents:

2 états sont équivalents s'ils ont : – mêmes sorties et – mêmes transitions

états pouvant être équivalents : 2–3 si 2–4 le sont ; 2–4 si 3–5 le sont ; 3–4 si 3–5 le sont

or 3 et 5 ne sont pas équivalents
→ 2–4 ne le sont pas
→ 2–3 ne le sont pas
→ pas d'états équivalents → pas de simplification de la table
(la simplification aurait conduit à remplacer dans la table les états équivalents à un état donné par cet état donné et réunir les transitions correspondantes)

④ attribution des variables de sortie des bascules (Q_i) : table des adresses

On a d'autant plus besoin de variables Q_i qu'il y a d'états à adresser dans la proportion : | n états à adresser, m variables Q_i → $n = 2^m$

ici : $n = 5$ → au moins 3 variables sont nécessaires : $Q_2 Q_1 Q_0$ pour le codage

000 ≡ 1
001 ≡ 2
011 ≡ 3
010 ≡ 4
110 ≡ 5

$Q_2Q_1Q_0$ \ cba									p	q
	000	001						000	0	0
	001	001		011					1	X
	010			011					1	X
	010			110					1	X
	110			110				000	0	1

Exemple : utilisation de bascules J K

Table de Karnaugh des bascules $J_i K_i$: 1 bascule JK par variable Q

3 variables Q → 3 bascules JK :

ex : table de Karnaugh de $J_2 K_2$ (bit MSB)

(rappel :

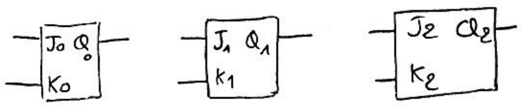
transition	JK
0 → 0	0X
0 → 1	1X
1 → 1	X0
1 → 0	X1

)

J_2K_2 — cba / $Q_2Q_1Q_0$

0X	0X						0X
0X	0X		0X				
0X			0X				
0X			1X				
X0			X0				X1

→ $J_2 = \dots$
$K_2 = \dots$



entrées
a → …
b → …
c → …

sorties
… → p
… → q

⑥ Equation des sorties :

pq — Q_1Q_0 / Q_2

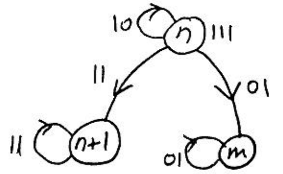
00	1X	1X	1X
XX	XX	XX	01

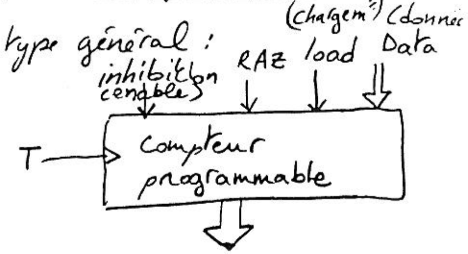
→ $p = Q_0 + Q_1\bar{Q}_2$
$q = Q_1$

13.6.3 Séquenceur programmable

Utilisation d'un compteur programmable

toute transition d'état est du type général :





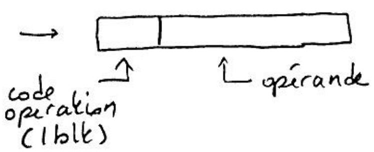
→ Commandes appliquées :
- on reste dans l'état n : → enable
- on passe à n+1 : → rien (fonctionnement normal du compteur)
- on passe à m : load data
- initialisation du compteur : RAZ

Plus de table de Karnaugh à calculer, ni entrées JK, mais il faut programmer les bonnes instructions sur les entrées Enable, RAZ, Load, Data

① Codage et décodage des actions

- actions sur les sorties : mise à 0, mise à 1) → il suffit d'1 bit

mais il faut préciser sur quelle sortie porte l'action :

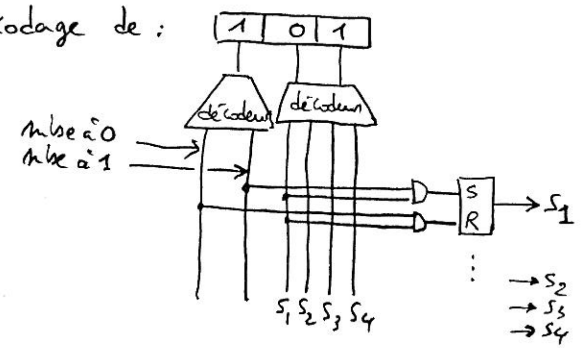


code opération : 1 : mise à 1
0 : mise à 0

opérande : 00 : sortie S_1
01 : sortie S_2
10 : sortie S_3
11 : sortie S_4
(exemple à 4 sorties)

ex : mise à 1 de S_2 :

→ décodage de : 1 | 0 | 1



- opérations
  - inhibition — conditionnelle
  - rupture de séquence (load) — conditionnelle ou inconditionnelle
  - mise à 0 — conditionnelle ou inconditionnelle

→ 5 opérations : → 3 bits pour le code opération

opération :

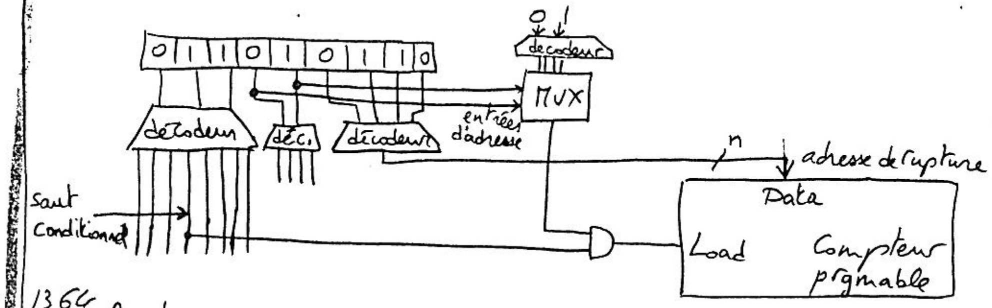
000	mise à 0	d'une sortie
001	mise à 1	d'une sortie
010	inhibition	conditionnelle
011	rupture	conditionnelle
100	rupture	inconditionnelle
101	RAZ	conditionnelle
110	RAZ	inconditionnelle

opérande : sortie
condition
adresse de rupture

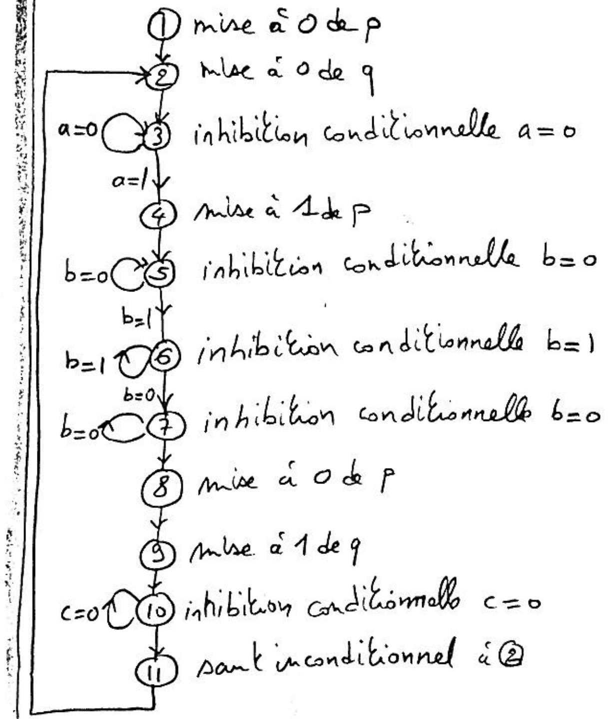
8

ex : rupture de séquence à l'adresse 0110 (conditionnel)

→ décodage de : 011 | 01 | 0110 ← condition codée sur 2 bits



13.6.4. application sur l'exemple du train électrique :



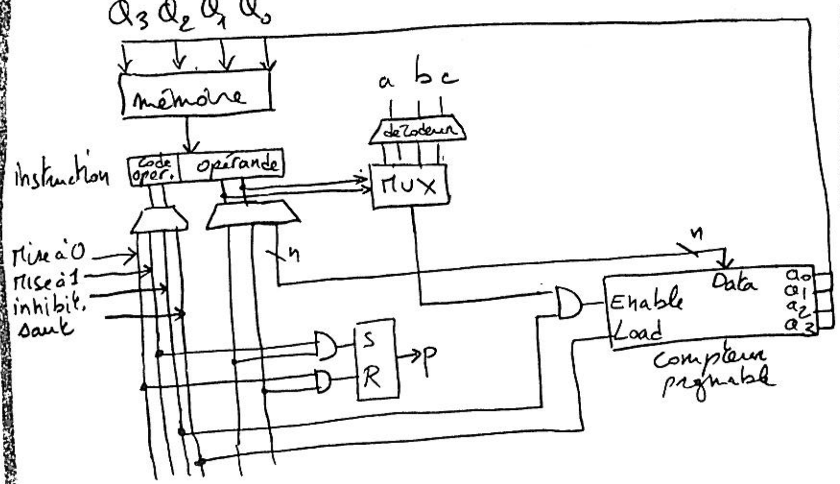
Codage :

actions :	mnémonique :	code binaire
Mise à Zéro de sorties	MAZ	00
Mise à Un de sorties	MAU	01
Inhibition Conditionnelle	INH	10
Saut Incondit.	JMP	11
opérandes :		
sortie p	P	00
sortie q	Q	01
Conditions :		
a=0	A0	00
b=0	B0	01
c=0	C0	10
b=1	B1	11
adresse de saut	2	00

Programme :

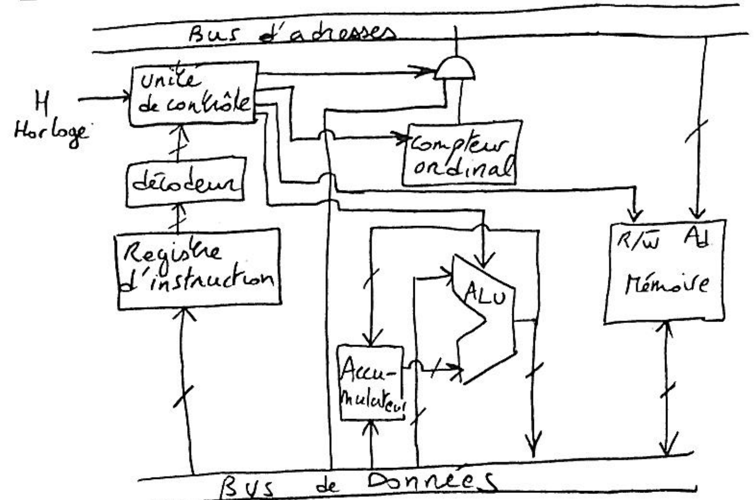
état	mnémonique	code binaire
0000	MAZ P	0000
0001	MAZ Q	0001
0010	INH A0	1000
0011	MAU P	0100
0100	INH B0	1001
0101	INH B1	1011
0110	INH B0	1001
0111	MAZ P	0000
1000	MAU Q	0101
1001	INH C0	1010
1010	JMP 2	1100

atérialisation :

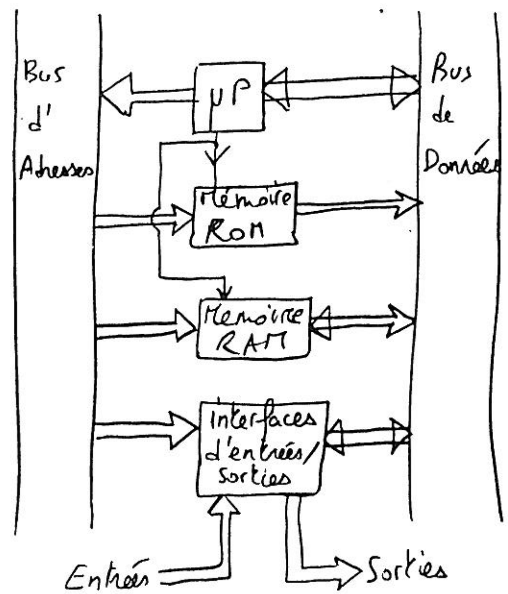


13.6.5 Utilisation d'un microprocesseur

Structure



Circuits associés :



(µP ≡ micro-processeur

13.6.6 Utilisation d'un micro-contrôleur

Un microcontrôleur est l'ensemble microprocesseur et ses interfaces d'entrées/sorties intégrées sur dans une
≡ ports

même structure –

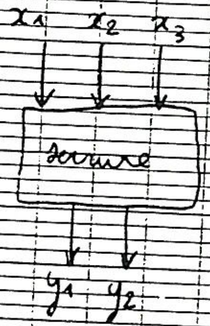
13.7. Conclusion

Logique câblée ≡ utilisation de portes combinatoires et séquentielles
- Avantage : rapidité du système
- inconvénient : structure figée → manque de souplesse pour une modification – adaptat. du système

Logique programmée ≡ utilisation de séquenceur (compteur) programmable ou d'un microprocesseur ou microcontrôleur
- inconvénient = plus lent que la logique câblée car décodage instruct.
- avantage = plus souple à modifier et concevoir

④

ex. * cahier des charges imposé :



état initial $y_1 y_2 = 00$

$x_1 x_2 x_3 = 000$

x_i : 1 fois

1 seule x_i à 1 à la fois

séquence à reconnaître : x_1 puis x_2 puis x_3 à 1

$y_1 = 1$ à la fin de la séquence

x_3

y_1

tte autre séquence : $y_2 = 1$

en particulier si x_1 a été mis à 1, on peut pas le remettre à 1 une 2ème fois.

* on construit le graphe de fluence correspondant.

le cahier des charges nous aide en imposant l'état initial à 000.

sorties $y_1 y_2$

entrées $x_1 x_2 x_3$

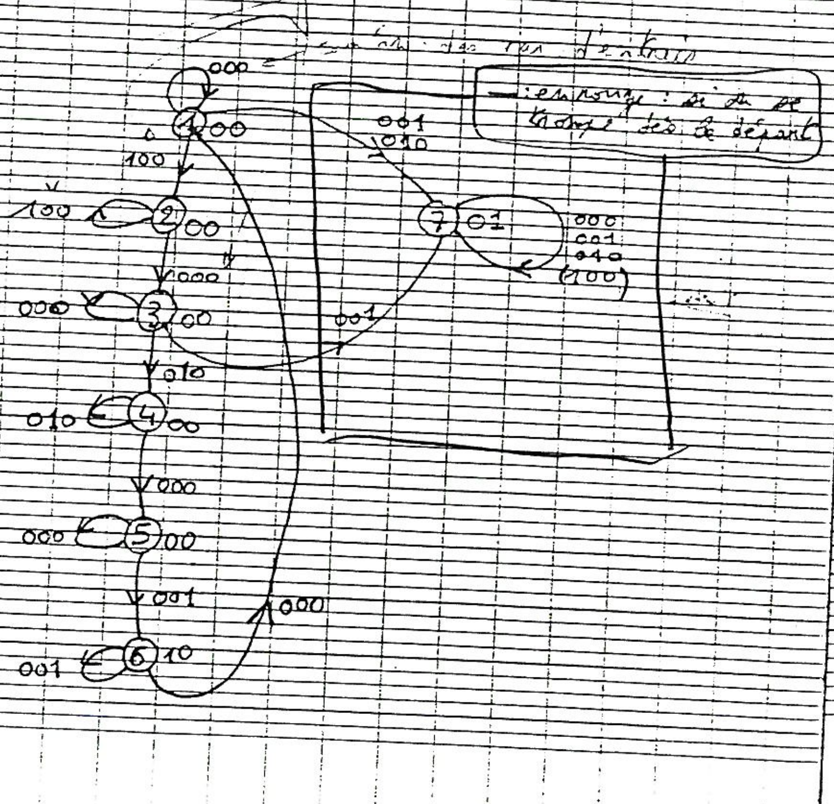


Table des états :

$x_3x_2x_1$									y_1	y_2
1	1	2		7				7	0	0
2	3	2							0	0
3	3			4				7	0	0
4	5			4					0	0
5	5							6	0	0
6	1							6	1	0
7	7	7		7				7	0	1

les cases vides sont des ϕ. (cases indifférentes elles valent n'importe quoi (ce qui nous arrange))

on est sûr 6 et 7 sont éq. à aucun autre

les autres peuvent être équiv. 2 à 2.

pour le voir, on construit un tableau :

paire d'états →

	~~1.2~~	~~1.3~~	~~1.4~~	~~1.5~~	$\boxed{2.3}$	~~2.4~~	~~2.5~~	~~3.4~~	~~3.5~~	$\boxed{4.5}$
~~1.2~~		X								
~~1.3~~										
~~1.4~~										
~~1.5~~										
$\boxed{2.3}$										
~~2.4~~									X	
~~2.5~~									X	
~~3.4~~									X	
~~3.5~~										
$\boxed{4.5}$										

1.2 eq. si 1.3 équiv (équiv. conditionnelle) symbolisé par une croix X

1.3 non eq car 4 et 7 ne sont pas. eq. (7 eq. à aucun autre)

⇒ 1.2 non eq. symbol. par croix X

1.5 non eq. car 6 et 7 non eq.

2.3 : rien ne s'oppose à ce qu'il soit éq. on décrète qu'ils le sont car ça nous arrange. (on encadre ▭)

3.5 non eq. car on contient 7. ⇒ on barre ~~3.5~~ ~~3.5~~ puis ~~2.4~~ ~~2.5~~ ~~3.4~~

états : 2-3 équivalents

4-5 équivalents

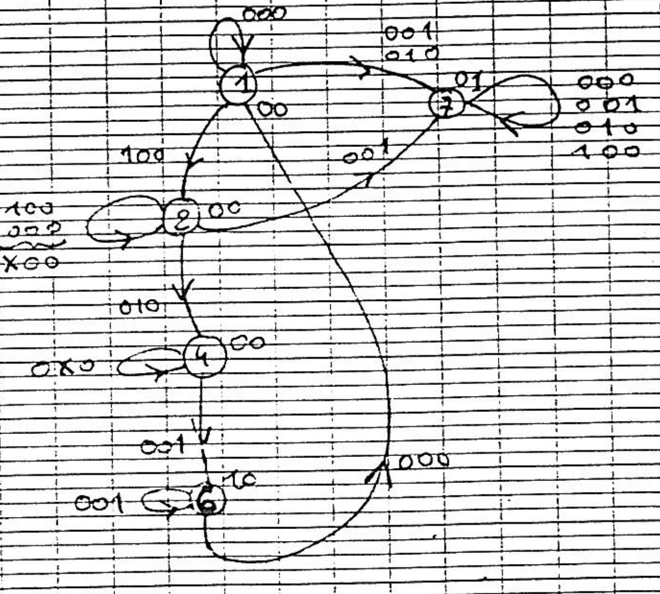
nouvelle table des états avec simplificat. due aux équiv.

Table simplifiée:

$x_3x_2x_1$									y_1y_2
1	1	2		7				7	0 0
2	2	2		4				7	0 0
4	4			4				6	0 0
6	1							6	1 0
7	7	7		7				7	0 1

ce qui peut nous troubler : on se trouve maintenant avec un nouvel état 2, il y a des transitions supplémentaires.

pour le voir, on fait un nouveau schéma de fluence.



tabl

d. attribution des variables secondaires → table des adres[ses]

on a besoin d'autant de var. second. qu'il y a d'état.

table des adresses : on note l'état futur des états.

$a_2a_1a_0$ \ $x_3x_2x_1$									y_1y_2
1 000	000	001		110				110	00
2 001	001	001		011				110	00
4 011	011			011				010	00
6 010	000							010	10
7 110	110	110		110				110	01

répétition de la table de la page précédente avec codage des états :

1 ≡ 000
2 ≡ 001
4 ≡ 011
6 ≡ 010
7 ≡ 110

e. Bascules JK choisies pour la réalisation
table de Karnaugh des excitat. secondaires (J_iK_i)

3 bascules (J, K) . 1 par état secondaire par ex.

J_0K_0
J_1K_1
J_2K_2

table de Karnaugh de (J_2K_2) par exemple

J_2K_2: $a_2a_1a_0$ \ $x_3x_2x_1$								
	0X	0X		1X				1X
	0X	0X		0X				1X
	0X			0X				0X
	0X							0X
	X0	X0		X0				X0

transition	J K
0 → 0	0 X
0 → 1	1 X
1 → 1	X 0
1 → 0	X 1

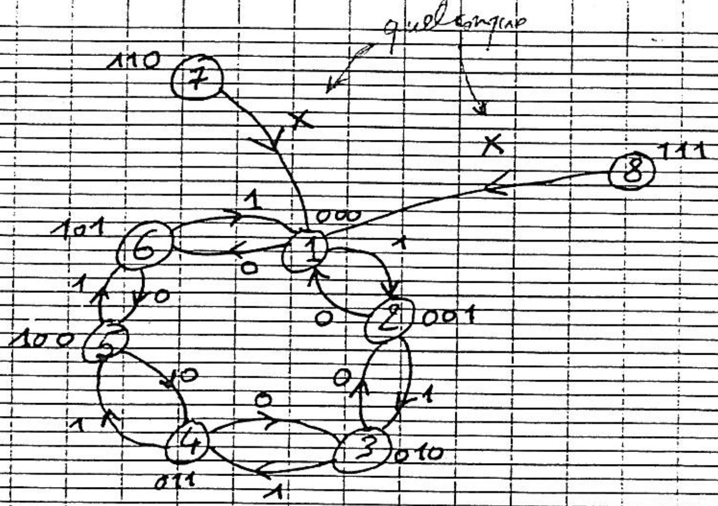
les cases vides sont indifférentes
à vous de faire les meilleurs regroupements !

(la prochaine fois on verra le bloc 2 . .)

(compteur à cycle incomplet mais ici, on tient compte de l'initialisation (7) (8))

le 15/1/85 entrée C

sorties $y_2 y_1 y_0$



C			y_2 y_1 y_0
1	6	2	0 0 0
2	1	3	0 0 1
3	2	4	0 1 0
4	3	5	0 1 1
5	4	6	1 0 0
6	5	1	1 0 1
7	1	1	1 1 0
8	1	1	1 1 1

le choix des variables secondaires est libre . on prend ce qu'on veut . autant choisir ce qui nous ~~avantage~~ simplifié (var. sec. = sorties) dans le cas présent. (mais pas obligatoire)

	$Q_2 Q_1 Q_0$ \ C			y_2 y_1 y_0
1		101	001	0 0 0
2		000	010	0 0 1
4		010	100	0 1 1
3		001	011	0 1 0
7		000	000	1 1 0
8		000	000	1 1 1
6		100	000	1 0 1
5		011	101	1 0 0

$\Longrightarrow \begin{cases} y_2 = Q_2 \\ y_1 = Q_1 \\ y_0 = Q_0 \end{cases}$

J_2K_2

$Q_2Q_1Q_0$ \ C		
	1X	0X
	0X	0X
	0X	1X
	0X	0X
	X1	X1
	X1	X1
	X0	X1
	X1	X0

$$J_2 = \bar{C}\bar{Q}_1\bar{Q}_0 \vee C Q_1 Q_0$$
$$K_2 = Q_1 \vee \bar{C}\bar{Q}_0 \vee C Q_0$$

Transition	J K
0 → 0	0 X
0 → 1	1 X
1 → 1	X 0
1 → 0	X 1

J_1K_1

$Q_2Q_1Q_0$ \ C		
	0X	0X
	0X	1X
	X0	X1
	X1	X0
	X0	X1
	X1	X1
	0X	0X
	1X	0X

$$J_1 = \bar{C} Q_2 \bar{Q}_0 \vee C \bar{Q}_2 Q_0$$
$$K_1 = \bar{C}\bar{Q}_0 \vee Q_2 \vee C Q_0$$

J_0K_0 ($Q_2Q_1Q_0$ \ c)		
	1X	1X
	X1	X1
	X1	X1
	1X	1X
	0X	0X
	X1	X1
	X1	X1
	1X	1X

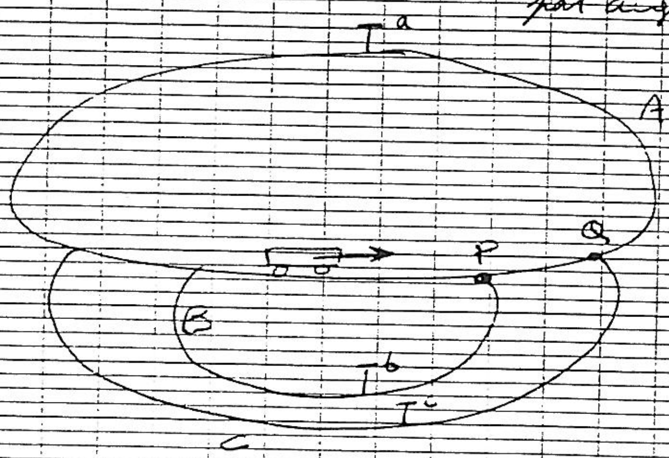
$$\cancel{J_2 = \bar{c}\,\bar{Q}_1\bar{Q}_0 \vee c\,Q_1Q_0}$$
$$\cancel{K_2 = Q_1 \vee c\,\bar{Q}_0 \vee \bar{c}\,Q_0}$$

$$\begin{cases} J_0 = \bar{Q}_2 \vee \bar{Q}_1 \\ K_0 = 1 \end{cases}$$

$y_2 = Q_2$
$y_1 = Q_1$
$y_0 = Q_0$

ex: train électrique. 3 boucles : A, B, C qui on peut sélect par aiguilles par P et Q

cahier des charges:



T : contact
le contact remonte une fois que le train est passé dessus

P et Q : var. logiques $\left.\begin{matrix} p \\ q \end{matrix}\right\}$ $\begin{cases} 0 : \text{non dévié} \\ 1 : \text{dévié} \end{cases}$

T : contact - a, b, c 0 au repos
1 passage du train

itinéraire → A, B, B, C