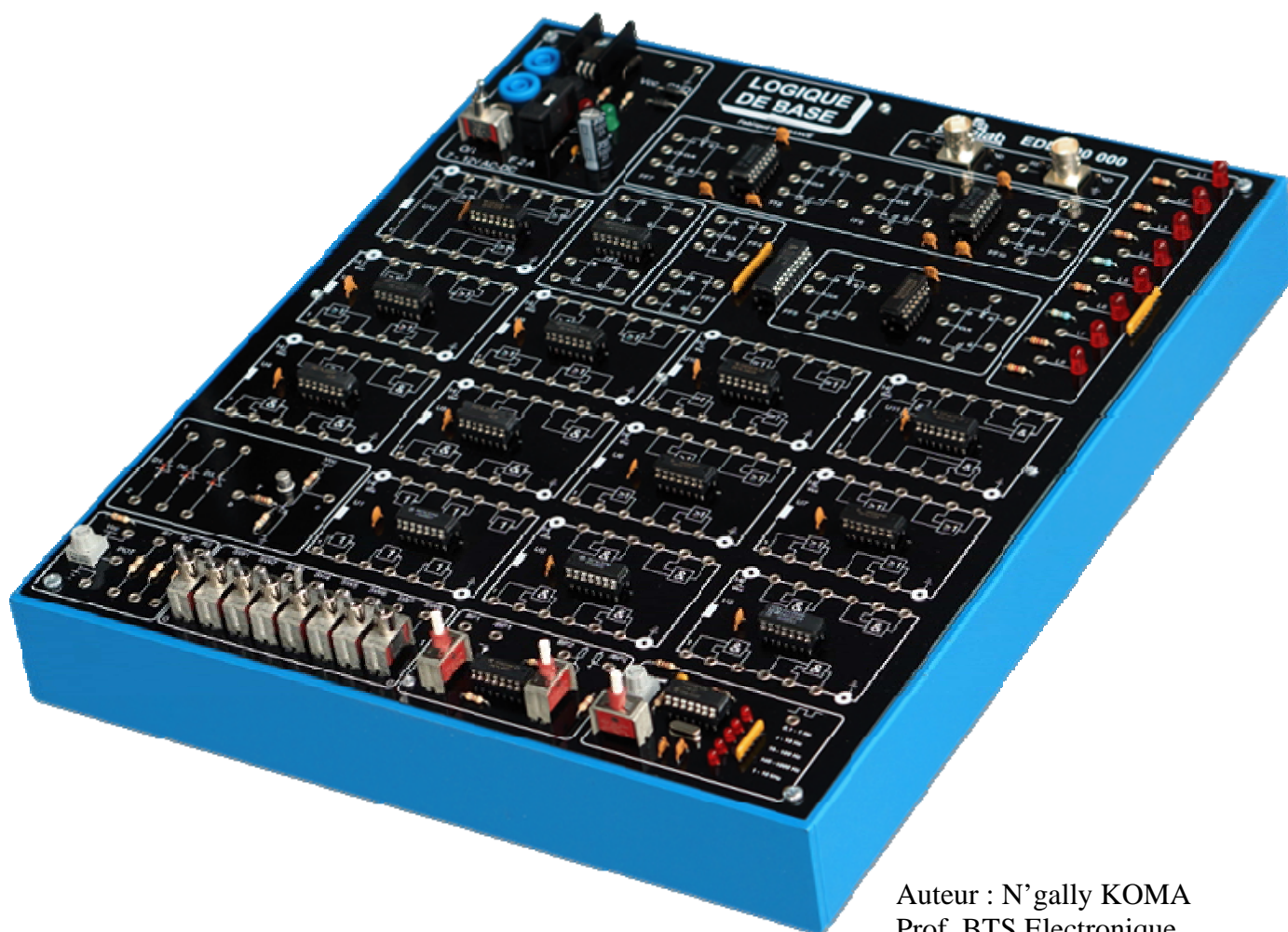


**MANUEL PROFESSEUR**

**TRAVAUX PRATIQUES**

**LOGIQUE DE BASE :**

**COMBINATOIRE & NUMERIQUE**



Auteur : N'gally KOMA  
Prof. BTS Electronique  
IFA Delorozoy CCIV Versailles

Référence : EDD 100 040

MAJ du : 16/2/2015

Extrait

Extrait

# **SOMMAIRE**

TP 1	DE LA LOGIQUE DTL A LA LOGIQUE TTL	7
TP 2	APPLICATIONS des THEOREMES de De MORGAN	13
TP 3	DECODEURS, MULTIPLEXEURS, DEMULTIPLEXEURS	17
TP 4	ADDITIONNEUR	27
TP 5	COMPARATEUR 3 BITS	33
TP 6	BASCULES DE BASE RS ET $\overline{R} \overline{S}$	39
TP 7	BASCULE VERROU OU LATCH	47
TP 8	BASCULES RS ET JK MAITRE – ESCLAVE	53
TP 9	BASCULE TYPE D	67
TP 10	COMPTEUR ET DECOMPTEUR BCD SYNCHRONES	73
TP 11	COMPTEUR BINAIRE SYNCHRONES PROGRAMMABLES	87

Extrait



## TP 11 COMPTEUR BINAIRE SYNCHRONE PROGRAMMABLE

### 11.1 DESCRIPTION FONCTIONNELLE

Le schéma de principe est donné par la figure 1.  
Il comprend :

- plusieurs bascules D ou JK, dont la horloge CLK
  - un bloc LOGIQUE COMBINATOIRE
1. Les chaque (montant ou descendant) de l'horloge CLK, (donc après l'action de l'entrée de chargement LOAD), envoie les états logiques à donner aux entrées D de chaque bascule de manière à faire passer le compteur à l'état N.
  2. charge ou prépositionne le compteur à une valeur de départ N par action sur les entrées PR et CLR des JK, lorsque l'entrée de chargement LOAD est dans son état actif.
  3. autorise ou non le comptage selon le niveau logique de l'entrée EN (Enable).

Avec 4 bascules, ici des JK, nous avons  $2^4$ , soit 16 combinaisons possibles.

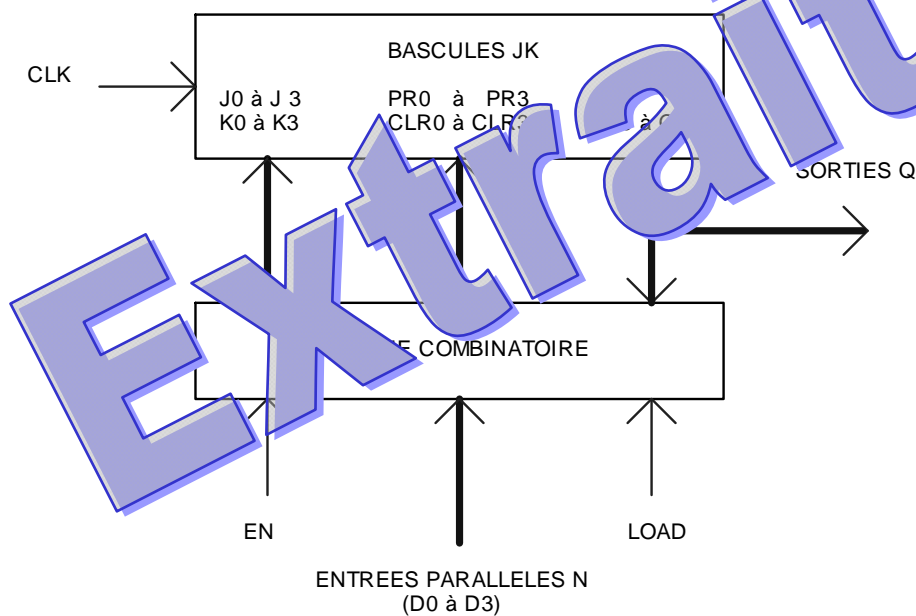


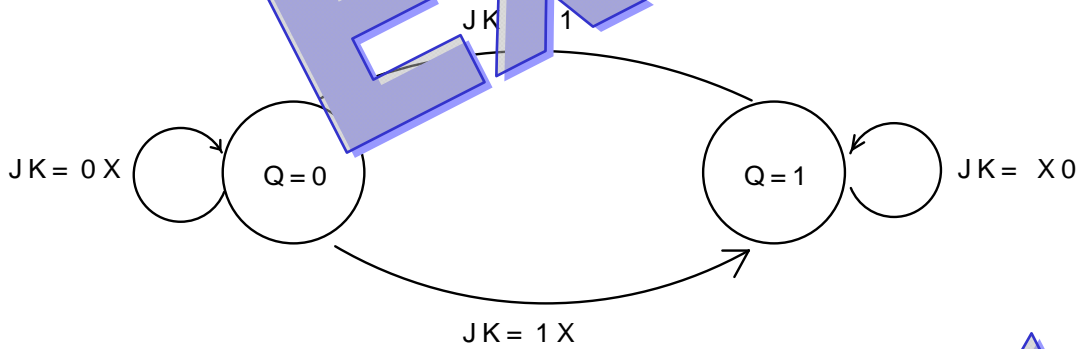
fig.1

### 11.2 TABLE DE VERITE ET DIAGRAMME DES PHASES DE LA JK

La table de vérité ci-dessous et le diagramme des phases (passage d'un état à l'autre) appelé aussi diagramme de fluence ou diagramme de transitions, servent à faire la synthèse de tout circuit séquentiel à base de bascules JK.

JK	$Q_{n+1}$
00	$Q_n$
01	0
10	1
11	$\bar{Q}_n$

Par exemple pour faire passer  $Q$  de 0 à 1, il suffit de donner  $J=1$  quelque soit  $K$



### 11.3 ETUDE DU COMPTEUR BINAIRE SYNCHRONE PROGRAMMABLE

#### 11.3.1 EQUATIONS DES ENTREES J et K

Grâce à la méthode de synthèse par la table de vérité, on peut alors dresser la table des séquences du compteur de 0 à 9 et déterminer les équations des 4 entrées  $J_i$  et  $K_i$  des 4 bascules en fonction des sorties.

Exemple :  
pour passer de  $N = 3$  à  $N + 1$ , il faut donner aux entrées  $J_i$  et  $K_i$ , les valeurs indiquées dans les deux tables.

Après avoir rempli la table pour toutes les lignes, on dresse le diagramme de Karnaugh des 8 entrées pour en tirer les équations.

Remarque :  
la ligne suivante après la 15 est bien entendu la ligne 0.

Equivalent décimal des états du compteur	Sorties Q3Q2Q1Q0	ENTREES à ELAP RER			
		J3K3	J2K2	J1	K0
0	0000				
1	0001				
2	0010				
3	0011		1X	X1	X1
4	0100				
5	0101				
6	0110				
7	0111				
8	1000				
9	1001				
10	1010				
11	1011				
12	1100				
13	1101				
14	1110				
15	1111				

Table des séquences du compteur binaire.

### 11.3.2 EQUATIONS DES ENTREES DE PR, GP, IM, ON et CLR

Les entrées CLR sont nommées sur la latine  
PR et CL sont actives à l'état  
Si LOAD = 1, les entrées R et C sont à  
Si  $Q_i = 0$ , une entrée à 1 et  $Q_i = 1$

Cela est résumé dans la table de vérité suivante pour la programmation de chaque bascule.

LOAD	Di	PRi	CLi
1	X	1	1
0	0	1	0
0	1	0	1

Cette table de vérité permet d'établir les équations des PRi et CLi.

11.4 SCHEMAS

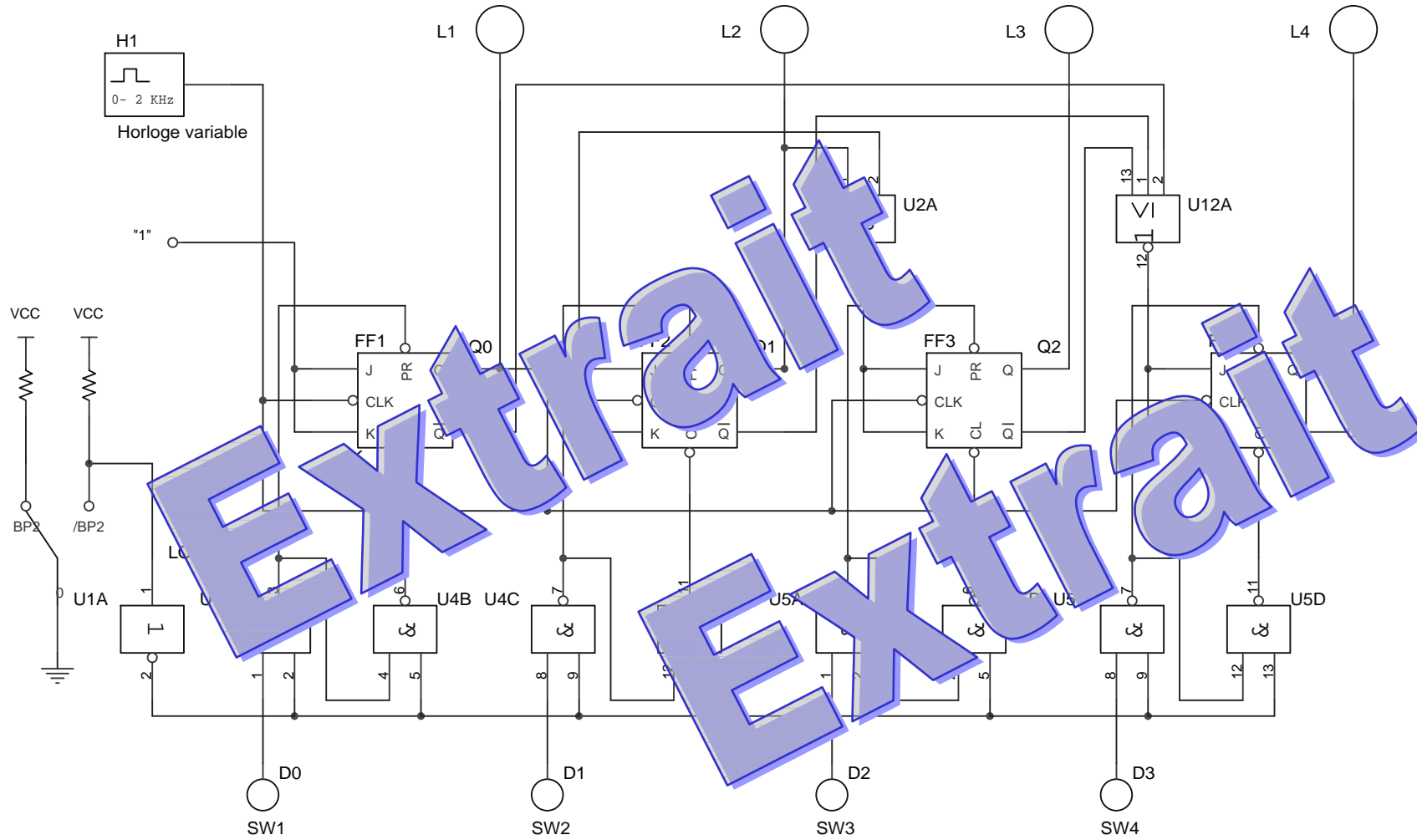


fig.2



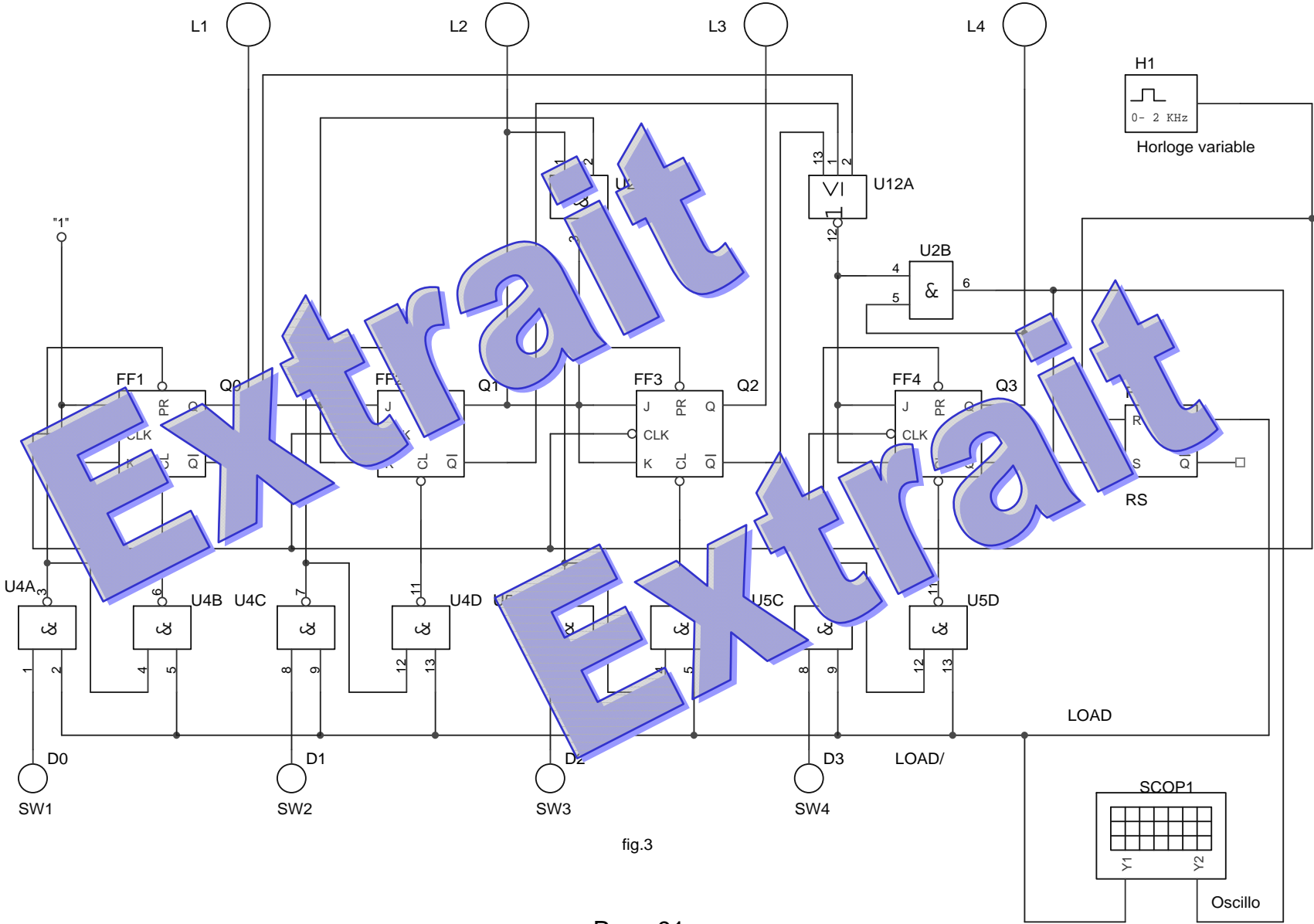


fig.3

**J0**

	Q1Q0	00	01	11	10
Q3Q2					
00					
01					
11					
10					

	Q1Q0	00	01	11	10	<b>K0</b>
Q3Q2						
00						
01						
11						
10						

**J1**

	Q1Q0	00	01	11	10
Q3Q2					
00					
01					
11					
10					

	Q1Q0	00	01	11	10	<b>K1</b>
Q3Q2						
00						
01						
11						
10						

**J2**

	Q1Q0	00	01	11	10
Q3Q2					
00					
01					
11					
10					

	Q1Q0	00	01	11	10	<b>K2</b>
Q3Q2						
00						
01						
11						
10						

**J3**

	Q1Q0	00	01	11	10
Q3Q2					
00					
01					
11					
10					

	Q1Q0	00	01	11	10	<b>K3</b>
Q3Q2						
00						
01						
11						
10						

Diagramme de Karnaugh des entrées du compteur

## 11.5 TRAVAUX PRATIQUES

### 11.5.1 EQUATIONS DES ENTREES

- A partir de la table de vérité et du diagramme des phases de la bascule JK ainsi que de la table des séquences du compteur, établir les équations des entrées Ji et Ki des 4 bascules.

#### Réponse

La table des séquences est la suivante :

Equivalent décimal des états du compteur	Sorties Q3Q2Q1Q0	ENTREES à DÉTERMINER			
		J3K3	J2K2	J1K1	J0K0
0	0000	0X	0X	0X	1X
1	0001	0X	0X	1X	X1
2	0010	0X	0X	X0	1X
3	0011	0X	1X	X1	X1
4	0100	0X	X0	X0	1X
5	0101	0X	X0	1X	X1
6	0110	0X	X0	X0	1X
7	0111	1X	X0	X1	X1
8	1000	X0	X0	X0	1X
9	1001	X0	0X	X0	X1
10	1010	X0	0X	X0	1X
11	1011	X0	1X	X1	X1
12	1100	X0	X0	0X	1X
13	1101	X0	X0	1X	X1
14	1110	X0	X0	X0	1X
15	1111	X1	X1	X1	X1

On trouve :

$$J0 = K0 = 1 \qquad J1 = K1 = Q0$$

$$J2 = K2 = Q0.Q1 \quad J3 = K3 = Q0.Q1.Q2.$$

- Etablir les équations des entrées Pri et Cli en fonction de l'entrée Di.

**Réponse**

D'après la table de vérité du paragraphe 1) on trouve

$$\overline{Pri} = \overline{LOAD} \cdot Di \Rightarrow Pri = \overline{\overline{LOAD} \cdot Di}$$

$$\overline{Cli} = \overline{DDi} \Rightarrow Cli = \overline{\overline{DDi}}$$

Les schémas sont donnés dans le schema des figures 2 et 3.

- Quand on appuie sur le bouton BP2, quel est l'état des LED lorsque l'on appuie sur le bouton poussoir BP2 ?

**Réponse**

LED1, LED3 et LED4 s'allument alors que la LED2 reste éteinte.

- Quel est le rapport des fréquences de CLK et de celle de la fréquence de Q3.

**Réponse**

Le rapport est de 1/16.

- Quel est le rapport cyclique du signal Q3 ? Confirmer par la liste des séquences de chaque compteur.

**Réponse**

Le rapport cyclique est de 50%.

Les chronogrammes relevés sont donnés figures fig.a à fig.d

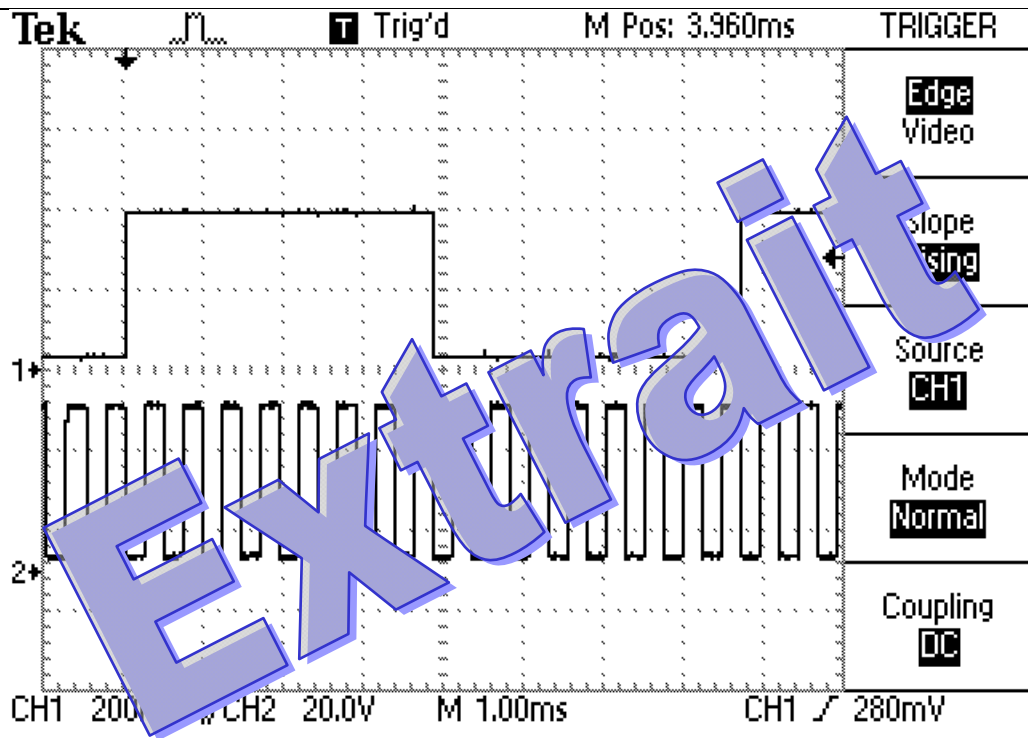


fig.a

Voie 1 = Q3

Voie 2 = CLK

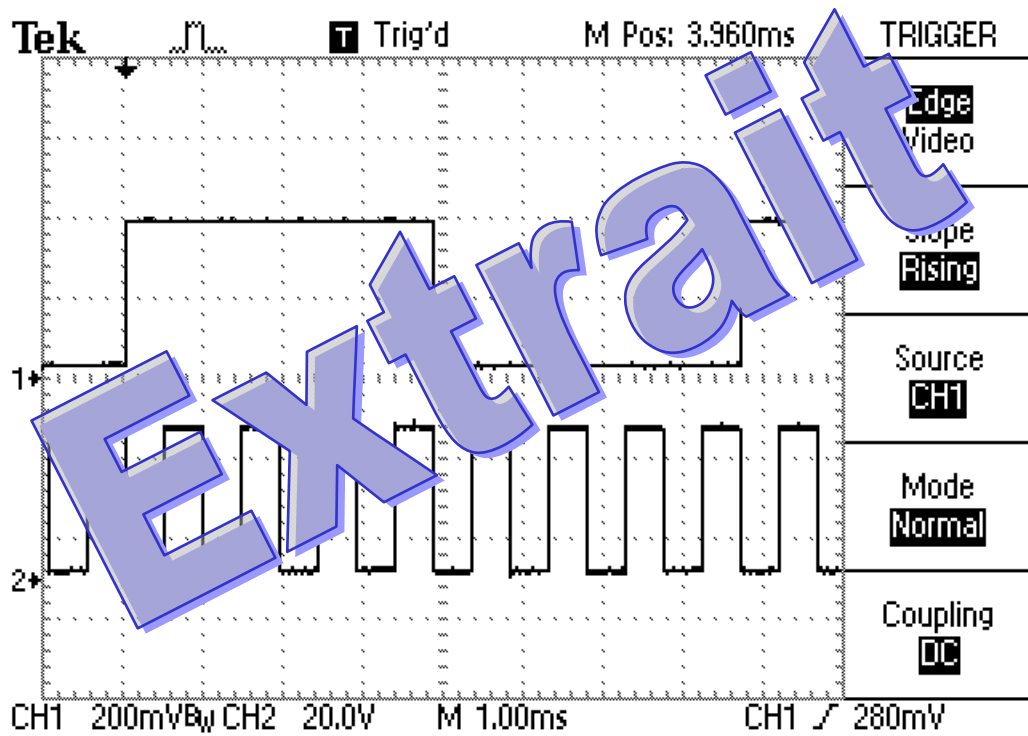


fig.b

Voie 1 = Q3

Voie 2 = Q0

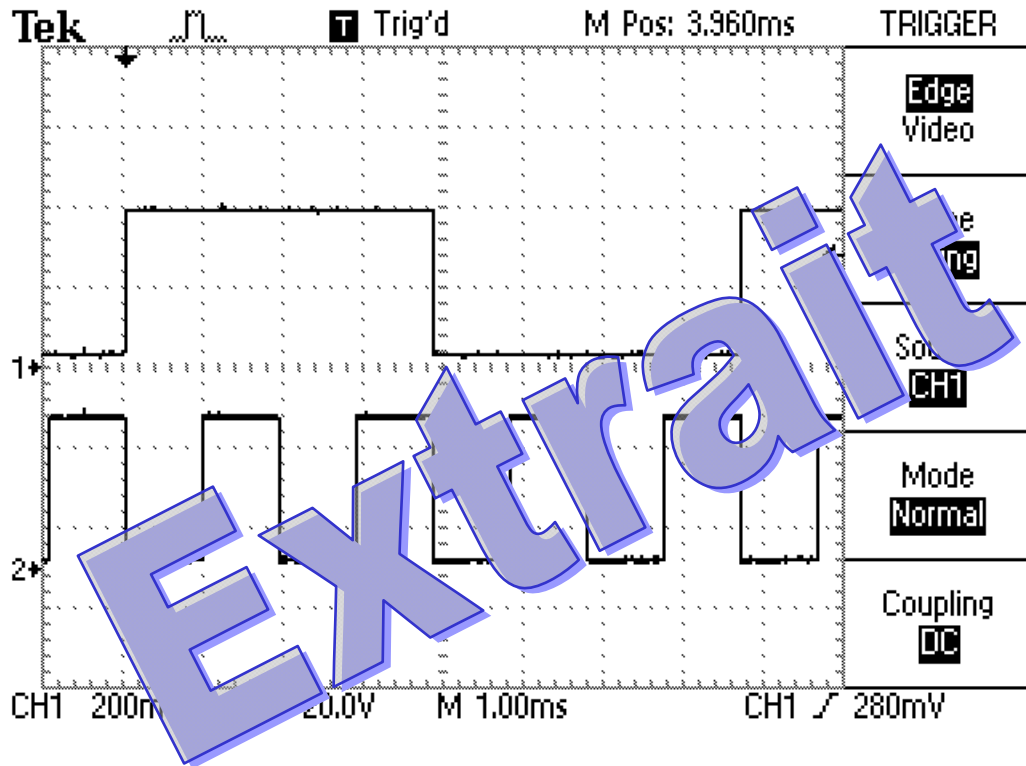


fig.c

Voie 1 = Q3

Voie 2 = Q1

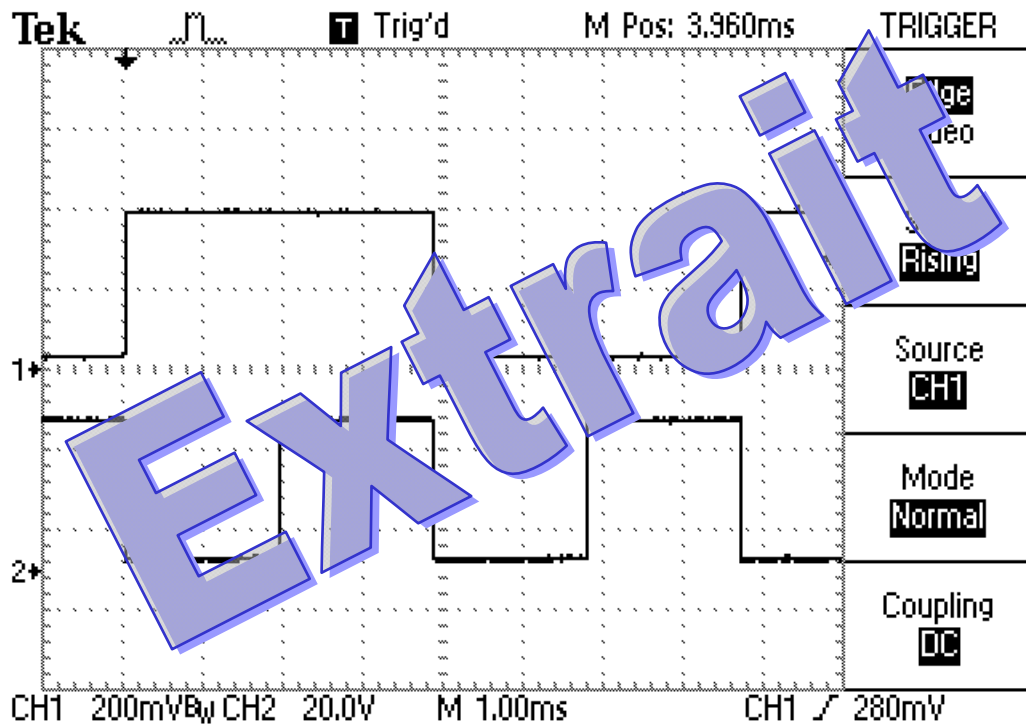


fig.d

Voie 1 = Q3

Voie 2 = Q2

### Compteur binaire programmable

Grâce aux interrupteurs SW1 à SW4 nous pouvons choisir le nombre  $N < 15$ .

- Expliquer le fonctionnement de la figure 3 et tracer les chronogrammes des sorties Q0 à Q3 de la bascule LOAD.

### Réponse

Lorsque le compteur a 15, le signal  $Z = Q0.Q1.Q2.Q3$  passe à l'état 1 qui est ici l'horloge H est à 0.

La sortie Q de la bascule RS, donc le signal LOAD passe à l'état 1 et ainsi de charger le compteur à la valeur N.

Dès que le chargement est effectué, le signal Z passe à 0. Le niveau logique suivant 1 de H remet la bascule RS à l'état 0 et l'impulsion suivante Z.

Donc en continu le compteur compte de N à 15 et recommence à recommencer.

Donc on réalise un compteur programmable par  $n = 15$ .

Les chronogrammes sont donnés par exemple à la figure 4.

- Quel est le rapport des fréquences de CLK et S ?

### Réponse

Le rapport des fréquences est  $1/n$ .

Pour  $N = 1$ , le rapport est 3.

Pour  $N = 6$ , le rapport est 9.

### Remarque

Pour observer le signal Z il est très conseillé de travailler avec une horloge CLK de l'ordre de 1MHz car ce signal ne dure que le temps de chargement du compteur ; ce temps est tout simple à mesurer avec les sorties des bascules JK vis à vis des entrées PR et CLR.

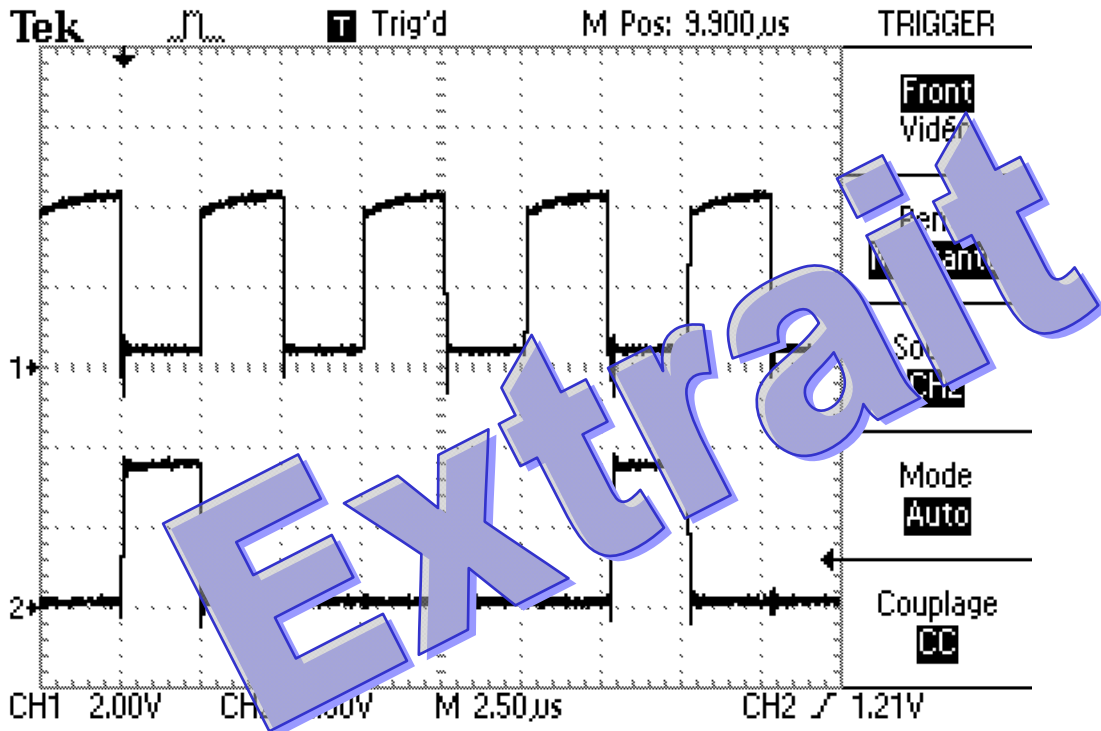


fig.e  
 N = 12 donc division par 3  
 Voie 1 = CLK (200 kHz)      Voie 2 = LOAD

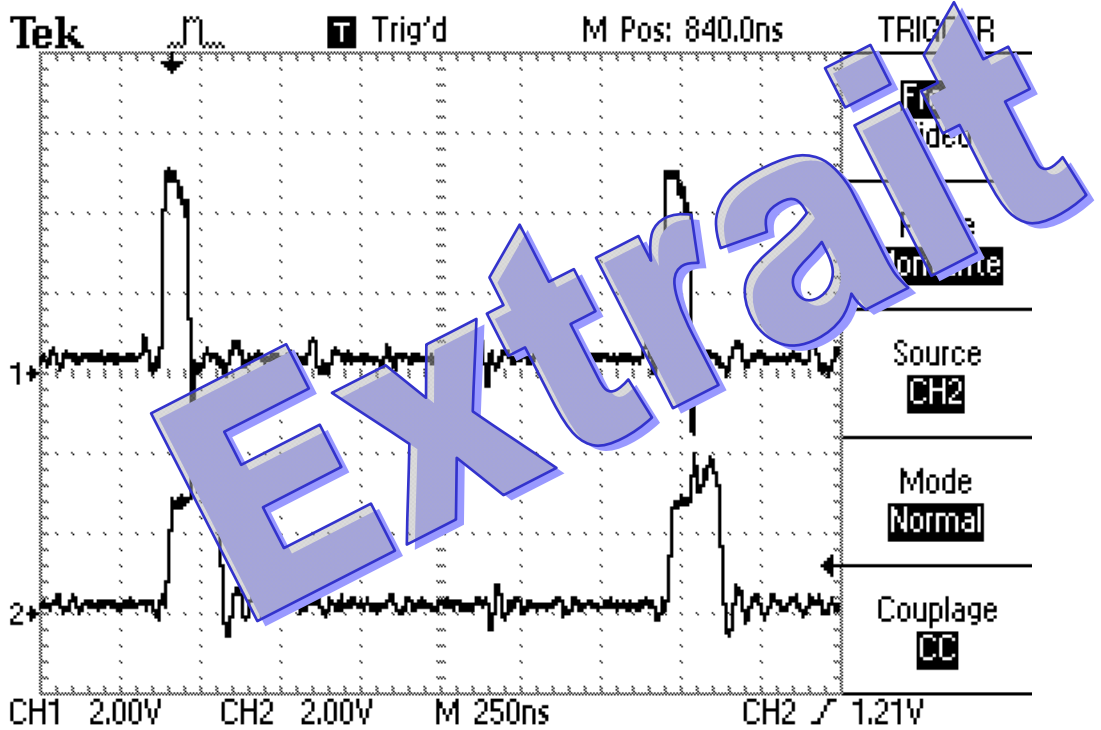


fig.f  
 N = 12 donc division par 3  
 Voie 1 = Z (CLK = 1 MHz)      Voie 2 = LOAD



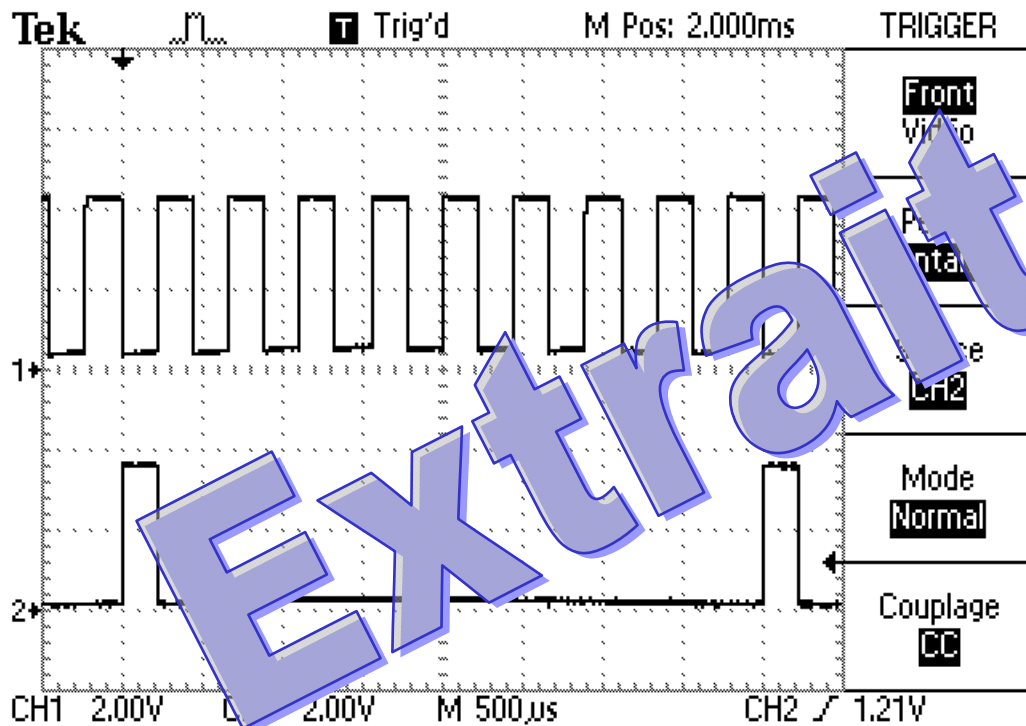


fig.g

N = 6 donc division par 9

Voie 1 = CLK

Voie 2 = LOAD

### 11.5.2 CABLAGE

- Câbler successivement les deux schémas (celui de la figure 2 et 3) et vérifier le table des séquences pour chacun d'eux.
- Relever le chronogramme des sorties  $Q_0$  à  $Q_4$  et les comparer avec l'horloge CLK.
- Vérifier sur quel front de CLK se produisent les changements pour chaque bascule dans les deux compteurs.
- Vérifier le rapport de division du compteur de la figure 3 pour chaque nombre appliqué par les interrupteurs.

**Chronogrammes ; il est conseillé de travailler à une fréquence élevée (>500 kHz) pour pouvoir apercevoir la sortie Z (impulsion très fine).**