

# Electronique numérique

- Travaux Dirigés -

Sujet n°4 :

"Circuits logiques combinatoires : décodeur"

"Circuits logiques séquentiels : bascules"

## Exercice 1 : Réalisation d'une fonction logique à l'aide d'un décodeur

On considère un décodeur logique à 3 entrées.

1) Etablissez la table de vérité de ce décodeur

2) On souhaite réaliser la fonction OU-EXCLUSIF à 3 entrées à l'aide de ce décodeur.

Déterminer l'expression algébrique de la fonction dont les variables seraient les sorties du décodeur, permettant d'obtenir la fonction recherchée.

*Solution*

1)

A	B	C	N	s <sub>7</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>5</sub>	s <sub>4</sub>	s <sub>3</sub>	s <sub>2</sub>	s <sub>1</sub>	s <sub>0</sub>
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0
0	1	1	3	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	1	5	0	0	1	0	0	0	0	0
1	1	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	7	1	0	0	0	0	0	0	0

N est la valeur décimale correspondant à la valeur binaire des variables d'entrée.

2) On ajoute la colonne de la fonction recherchée :

A	B	C	N	s <sub>7</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>5</sub>	s <sub>4</sub>	s <sub>3</sub>	s <sub>2</sub>	s <sub>1</sub>	s <sub>0</sub>	f
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	1	1	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	1
1	0	1	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	7	1	0	0	0	0	0	0	0	1

d'où

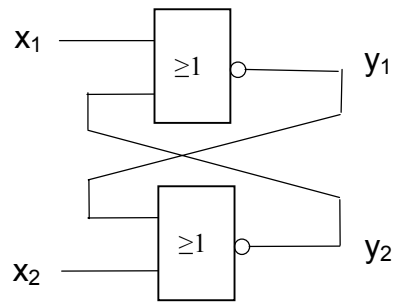
$$f(A,B,C) = s_1 + s_2 + s_4 + s_7$$

d'où le schéma :

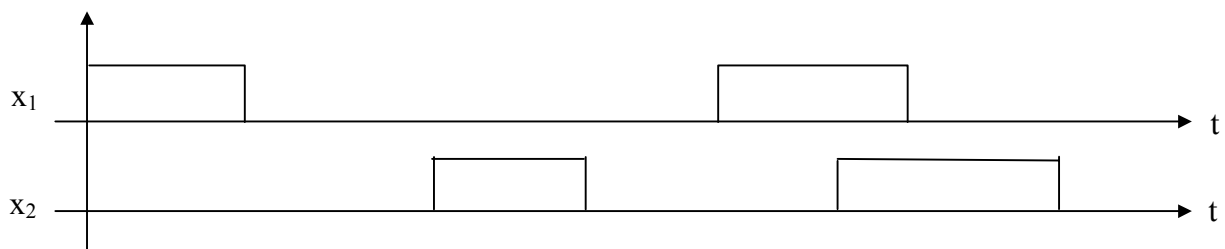


## Exercice 2 : Bascule RS

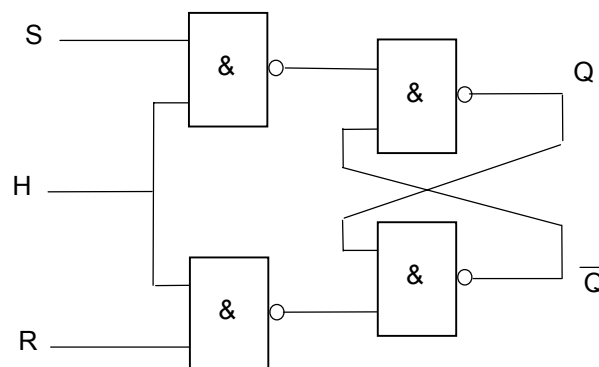
On considère le circuit bouclé suivant :



1) Donner l'évolution de la sortie  $y_1$  avec les entrées suivantes :



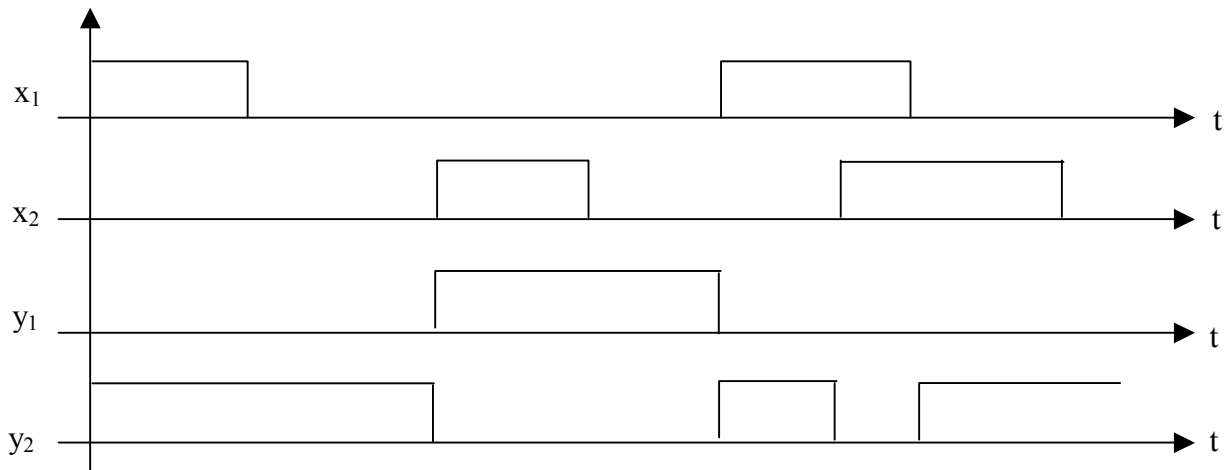
- 2) Repérer la combinaison d'entrée correspondant à un état de mémorisation des sorties (on utilisera les indices  $n$  et  $n+1$  pour désigner l'état des sorties avant présentation des entrées et après, respectivement), en justifiant la réponse.
- 3) En déduire la table de vérité de ce circuit logique (on appellera  $R$  l'entrée provoquant la mise à 0 de la sortie  $y_1$ , et  $S$  l'entrée de mise à 1 de cette même sortie ; on appellera  $Q$  la sortie  $y_1$  et  $\bar{Q}$  la sortie  $y_2$ ), en traitant spécialement le cas  $y_1 = y_2 = 0$ .
- 4) En utilisant un tableau de Karnaugh, déterminer la fonction logique  $y_1$ .
- 5) Déterminer la table de vérité du circuit suivant :



- 6) En supposant le signal  $H$  carré, et en prenant toutes les combinaisons possibles pour les entrées  $R$  et  $S$ , établir un chronogramme montrant que la mise à jour des sorties est synchronisée sur la signal  $H$ .

*Solution*

1)



2) La combinaison d'entrée correspondant à un état de mémorisation est

$$y_1=y_2=0$$

Dans ce cas les 2 sorties gardent l'état qu'elles avaient avant cette combinaison d'entrée.

$$y_1(t+1)=y_1(t)$$

3) Pour le cas  $y_1=y_2=0$ , on le considérera comme non-utilisé car on n'a pas 2 sorties complémentaires.

R	S	$Q_{n+1}$
0	0	$Q_n$
0	1	1
1	0	0
1	1	0 (non utilisé)

4) Tableau de Karnaugh

$\begin{matrix} R,S \\ Q_n \end{matrix}$	00	01	11	10
0	0	1	0	0
1	1	1	0	0

d'où l'équation logique :

$$Q_{n+1} = \bar{R}(S + Q_n)$$

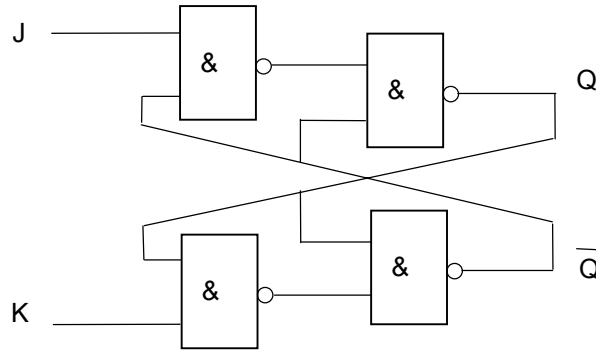
5)

H	R	S	$Q_{n+1}$
0	0	0	$Q_n$
0	0	1	$Q_n$
0	1	0	$Q_n$
0	1	1	$Q_n$
1	0	0	$Q_n$
1	0	1	1
1	1	0	0

1	1	1	$\overline{Q}_n$
---	---	---	------------------

### Exercice 3 : Bascule JK

On considère le circuit suivant :



- 1) Déterminer sa table de vérité.
- 2) En déduire le principal avantage de ce circuit par rapport à la bascule RS.
- 3) Etudier le fonctionnement de ce circuit quand  $J=K=1$  et avec un signal d'horloge appliqué sur son entrée H. En déduire une application de division de fréquence.

#### Solution

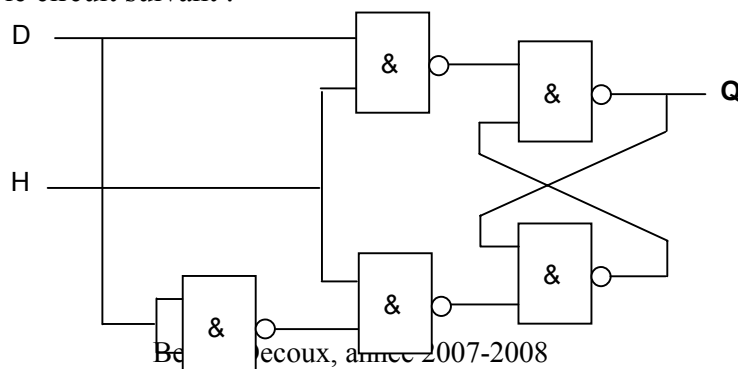
- 1) La table de vérité se déduit de celle de la bascule RS.

J	K	$Q_{n+1}$
0	0	$Q_n$
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q}_n$

- 2) Principal avantage par rapport à la bascule RS : pas d'état indéterminé.
- 3) Quand  $J=K=1$ , la bascule recopie sur sa sortie Q l'état précédent de sa sortie  $\overline{Q}$ , et ceci à chaque fois qu'un nouveau niveau 1 arrive sur l'entrée d'horloge H. La bascule se comporte alors comme un diviseur de fréquence par 2 du signal d'horloge.

### Exercice 4 : Bascule D

On considère le circuit suivant :



- 1) A partir de la table de vérité d'une bascule RS, établir la table de vérité de la bascule D ci-dessus (on pourra considérer 2 cas : H=0 et H=1).
- 2) En déduire son équation logique.
- 3) Donner l'allure de la sortie Q en fonction du temps, quand la sortie  $\bar{Q}$  est rebouclée sur D et lorsque H est un signal d'horloge. En conclure une des propriétés de ce circuit.

*Solution*

- 1) Il s'agit d'une bascule RS avec  $D=S$  et  $R=\bar{S}$ . On reprend donc la table de vérité de la bascule RS, dont on ne garde que les 2 lignes où  $R \neq S$ .

H	D	$Q_{n+1}$
0	0	$Q_n$
0	1	$Q_n$
1	0	0
1	1	1

- 2) On en déduit son équation logique :

$$Q_{n+1} = D.H + \bar{H}.Q_n$$

- 3) A chaque fois que H=1, Q recopie  $\bar{Q}$  puisque  $\bar{Q}$  est relié à D.

