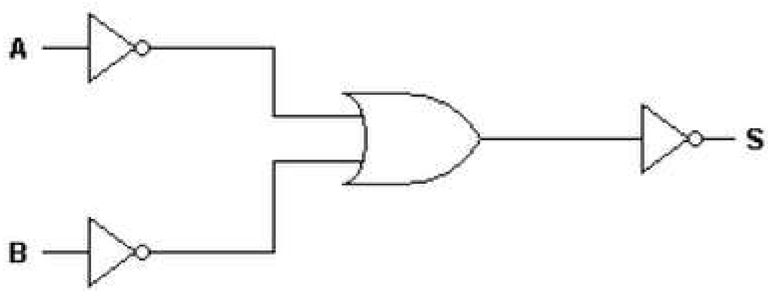
TD 01

EXERCICE 1

1)

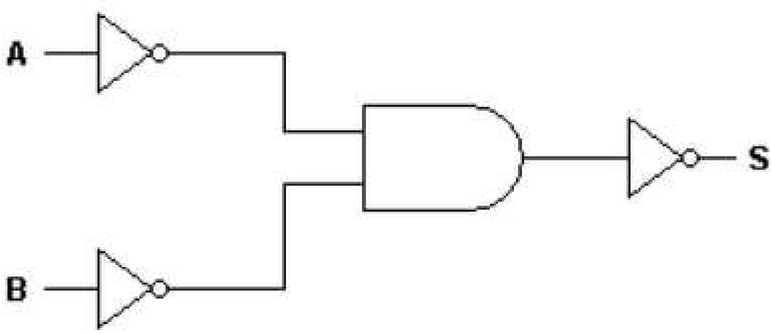
a. Déterminer l'équation du circuit de la figure suivante :



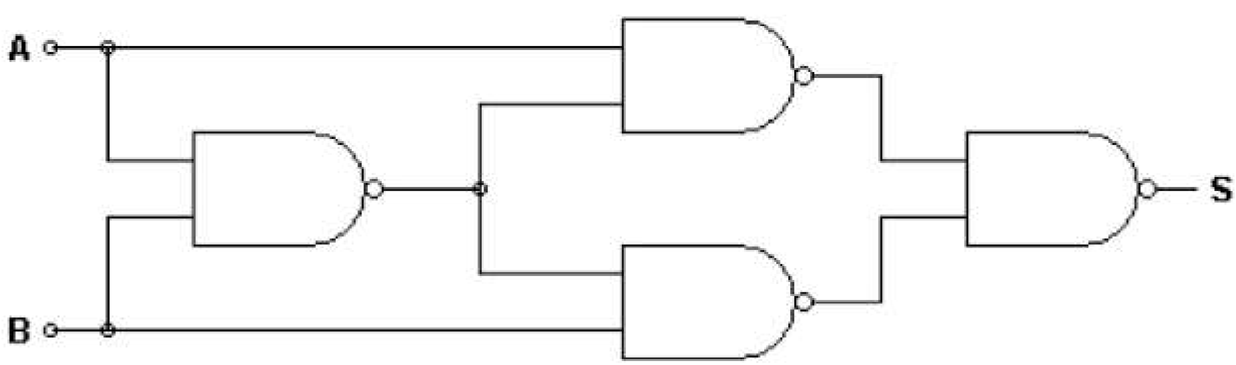
b. Dresser la table de vérité de ce circuit

c. Quelle est la fonction logique réalisée et quel est son symbole ?

2) Mêmes questions pour le circuit de la figure suivante :

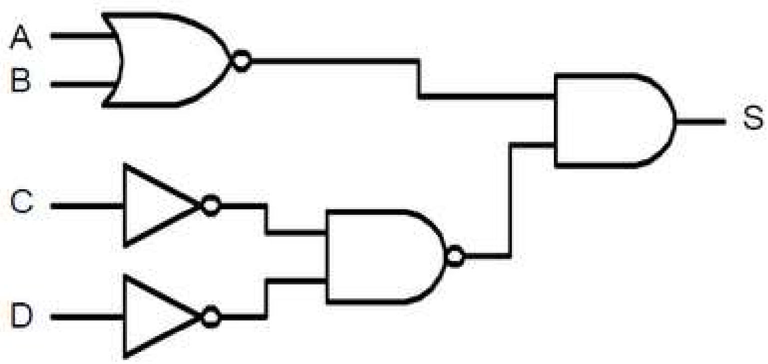


3) Mêmes questions pour le circuit de la figure suivante :



EXERCICE 2

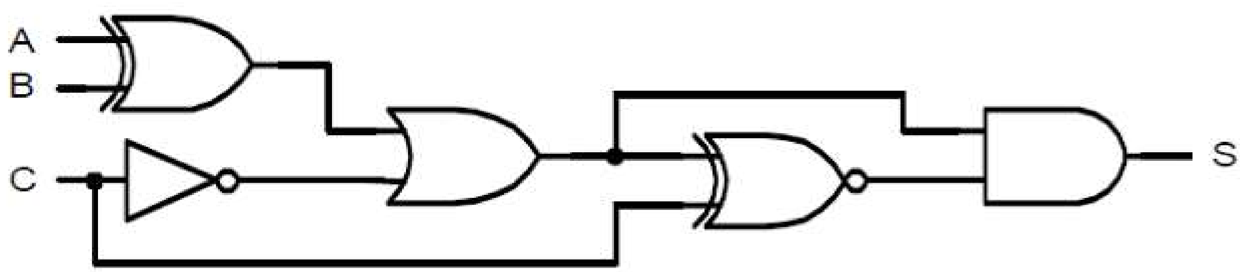
1. Déterminer l'équation du circuit de la figure suivante :



2. Transformez le circuit ci-dessus en portes NON-ET à deux entrées.

EXERCICE 3

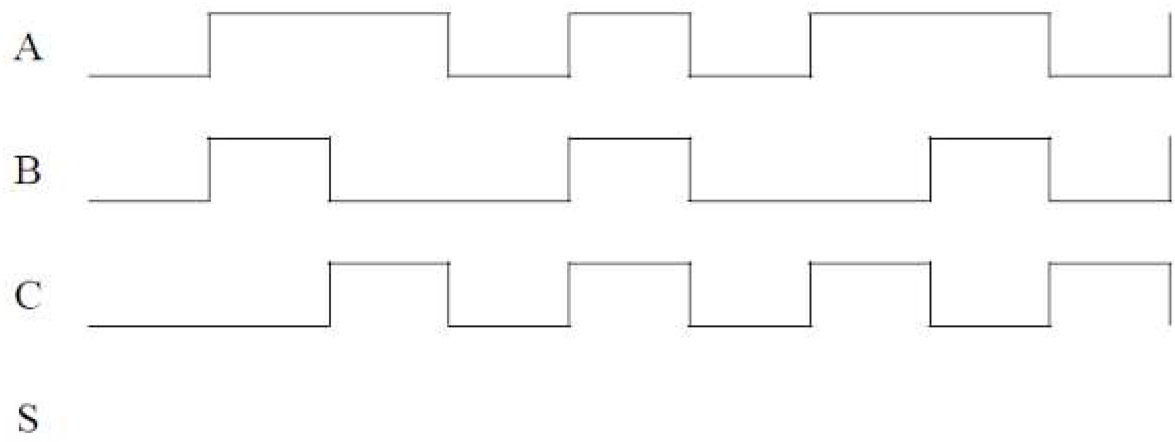
1. Complétez la table de vérité correspondante au circuit logique suivant :



C	B	A	S
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

2. Extraire l'équation de S à partir de la table de vérité.

3. **Complétez le chronogramme suivant :**



EXERCICE 4

Simplifier les équations logiques suivantes :

$A = \overline{a}bc + ac + a\overline{b}\overline{c} + \overline{a}\overline{b}$

$B = (\overline{a} + b).(a + b + d).\overline{d}$

$C = (a + b).(a + c) + (b + c).(b + a) + (c + a).(c + b)$

$D = a.b.c + a.\overline{b}.c + a.b.\overline{c}$

CORRECTION – SOLUTIONS TD 01

SOLUTION EXERCICE 1

1)

a.

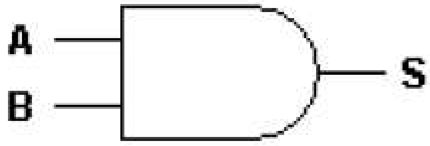
$$S = \overline{\bar{A} + \bar{B}}$$

b.

A	B	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$$S = \overline{\bar{A} + \bar{B}} = A.B$$

c. La fonction logique réalisée est : le ET logique (AND), son symbole est :



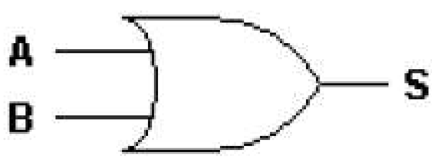
2)

$$S = \overline{\overline{A}.\overline{B}}$$

A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

$$S = \overline{\overline{A}.\overline{B}} = A + B$$

La fonction logique réalisée est : le OU logique (OR), son symbole est :



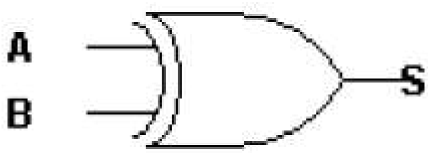
3)

$$S = \overline{\overline{A.\overline{A.B}}.\overline{B.\overline{A.B}}}$$

A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$$S = \overline{\overline{A.\overline{A.B}}.\overline{B.\overline{A.B}}} = A.\bar{B} + \bar{A}.B = A \oplus B$$

La fonction logique réalisée est : le OU exclusif (XOR), son symbole est :

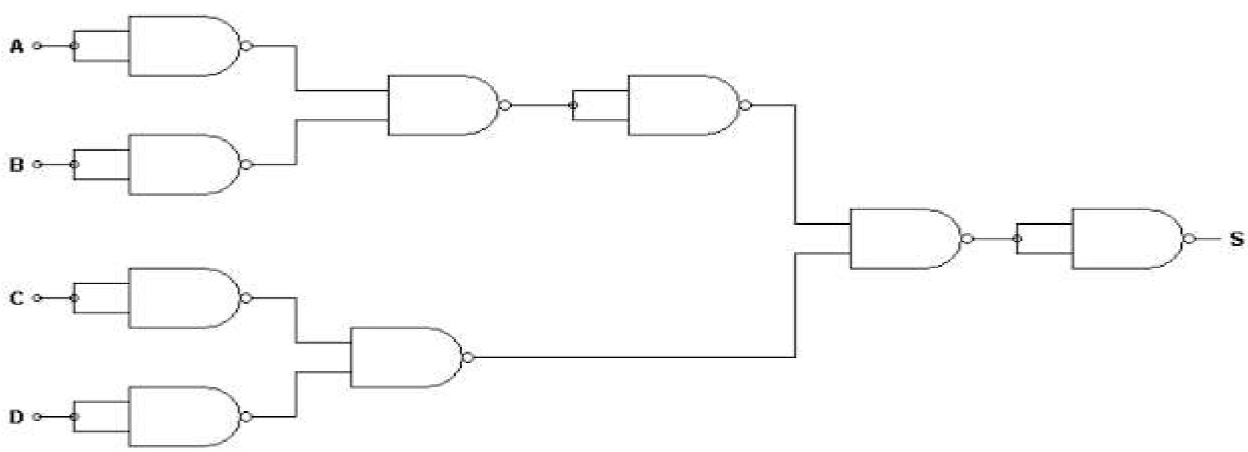


SOLUTION EXERCICE 2

1)

$$S = \overline{A+B}\,.\,\overline{\bar{C}.\bar{D}}$$

2)



SOLUTION EXERCICE 3

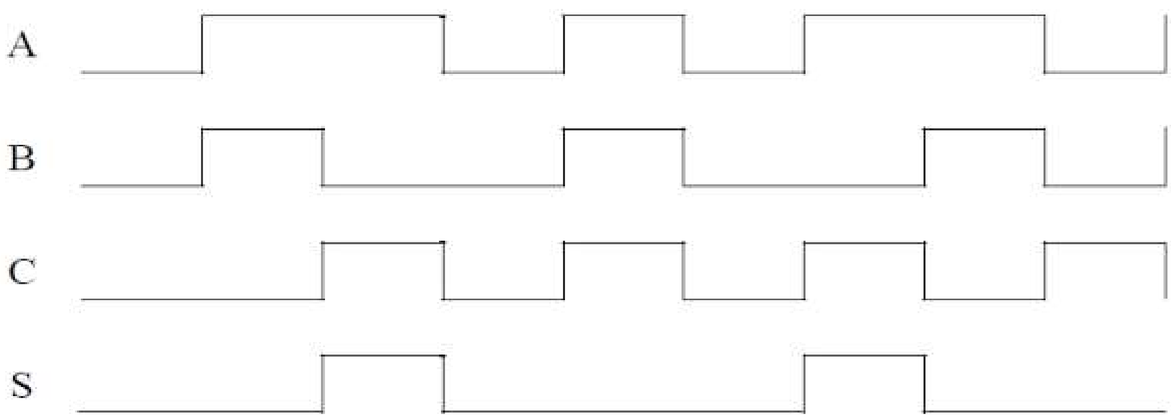
1)

C	B	A	S
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

2)

$$S = C.(A.\bar{B} + A.\bar{B}) = C.(A\oplus B)$$

3)



SOLUTION EXERCICE 5

$$E = \overline{a}bc + ac + a\overline{b}\overline{c} + \overline{a}\overline{b}$$

$$E = \overline{a}\left(bc + \overline{b}\right) + a\left(c + \overline{b}\overline{c}\right)$$

$$E = \overline{a}\left(c + \overline{b}\right) + a\left(c + \overline{b}\right)$$

$$E = \left(\overline{a} + a\right)\left(c + \overline{b}\right)$$

$$E = 1.\left(c + \overline{b}\right)$$

$$E = c + \overline{b}$$

$F = (\bar{a}+b) \,.\, (a+b+d).\bar{d}$

$F = (\bar{a}+b) \,.\, (a.\,\bar{d} + b.\,\bar{d} + d.\,\bar{d})$

$F = (\bar{a}+b) \,.\, (a.\,\bar{d} + b.\,\bar{d} + 0)$

$F = (\bar{a}+b) \,.\, (a.\,\bar{d} + b.\,\bar{d})$

$F = \bar{a}.a.\,\bar{d} + \bar{a}.b.\,\bar{d} + b.a.\,\bar{d} + b.b.\,\bar{d}$

$F = 0.\,\bar{d} + \bar{a}.b.\,\bar{d} + b.a.\,\bar{d} + b.\,\bar{d}$

$F = \bar{a}.b.\,\bar{d} + a.b.\,\bar{d} + b.\,\bar{d}$

$F = b.\,\bar{d} \,.\, (\bar{a}+a+1)$

$F = (b.\,\bar{d}) \,.1$

$F = b.\,\bar{d}$

$G = (a+b).(a+c) + (b+c).(b+a) + (c+a).(c+b)$

$G = a.a + a.c + b.a + b.c + b.b + b.a + b.c + c.a + c.c + c.b + a.c + a.b$

$G = a + a.c + a.b + b.c + b + a.b + b.c + a.c + c + b.c + a.c + a.b$

$G = a + a.c + a.b + b.c + b + c$

$G = a\ (1 + c + b) + b\ (c + 1) + c$

$G = a.1 + b.1 + c$

$G = a + b + c$

$H = a.b.c + a.\overline{b}.c + a.b.\overline{c}$

$H = a\ .\ (b.c + \overline{b}.c + b.\ \overline{c})$

$H = a\ .\ [\ b\ .\ (c + \overline{c}) + \overline{b}.c\ ]$

$H = a\ .\ [\ b\ .\ 1 + \overline{b}.c\ ]$

$H = a\ .\ (b + \overline{b}.c)$

$H = a\ .\ [\ (b + \overline{b})\ .\ (b + c)\ ]$

$H = a\ .\ [\ 1\ .\ (b + c)\ ]$

$H = a\ .\ (b + c)$

Structure Machine 2
TD 2

Exercice 1 : Mise sous forme "somme-de-produits" standard d'une fonction logique

Déterminer la forme somme-de-produits (ou disjonctive) standard (ou canonique) de la fonction suivante :

$$f = \overline{A}.\overline{B} + A.B.\overline{C}.D$$

Exercice 2 : Mise sous forme "somme-de-produits" standard d'une fonction logique puis sous forme "produit-de-sommes" standard

Soit la fonction logique définie par :

F(A,B,C) = 1 si une variable et une seule est égale à 1.

Déterminer :

1) sa forme disjonctive standard
2) sa forme conjonctive standard, en utilisant 3 méthodes différentes.

Exercice 3 : Mise sous forme "somme-de-produits"

Soit la fonction logique définie par :

F(A,B,C) = 1 si le nombre de variables à 1 est paire.

Montrer que cette fonction est un NON-OU EXCLUSIF à 3 entrées

.

Exercice 4 : Mise sous forme "somme-de-produits" standard d'une fonction logique puis sous forme "produit-de-sommes" standard

1) Déduire la fonction booléenne simplifiée (forme "somme de produits", ou disjonctive) de la table de vérité suivante :

A	B	C	F
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

2) Retrouver ce résultat à l'aide d'un tableau de Karnaugh

Structure Machine 2
TD 3

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_7	s_6	s_5	s_4	s_3	s_2	s_1	s_0
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.

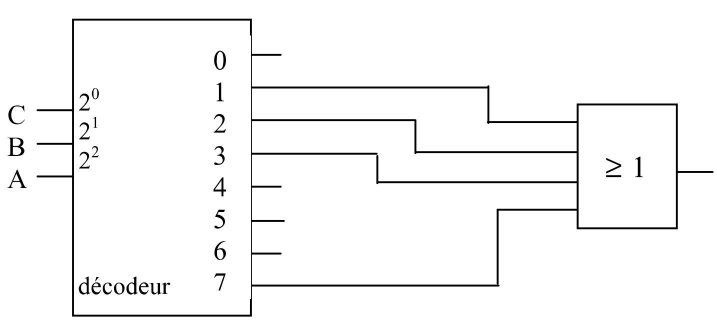
2) On ajoute la colonne de la fonction recherchée :

A	B	C	**N**	s_7	s_6	s_5	s_4	s_3	s_2	s_1	s_0	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

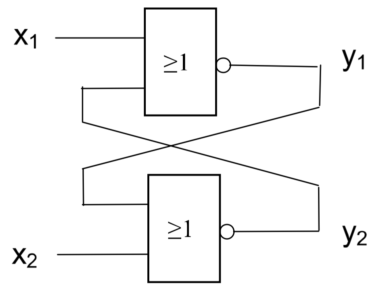
$$f(A,B,C) = s_1 + s_2 + s_4 + s_7$$

d'où le schéma :

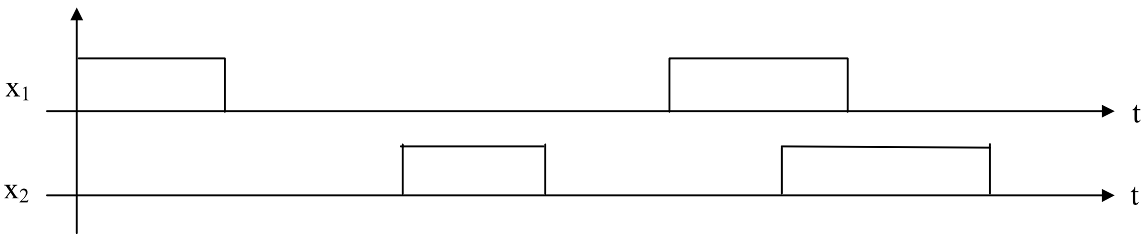


Exercice 2 : Bascule RS

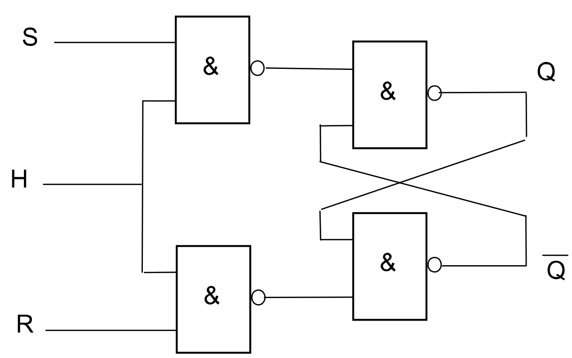
On considère le circuit bouclé suivant :



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



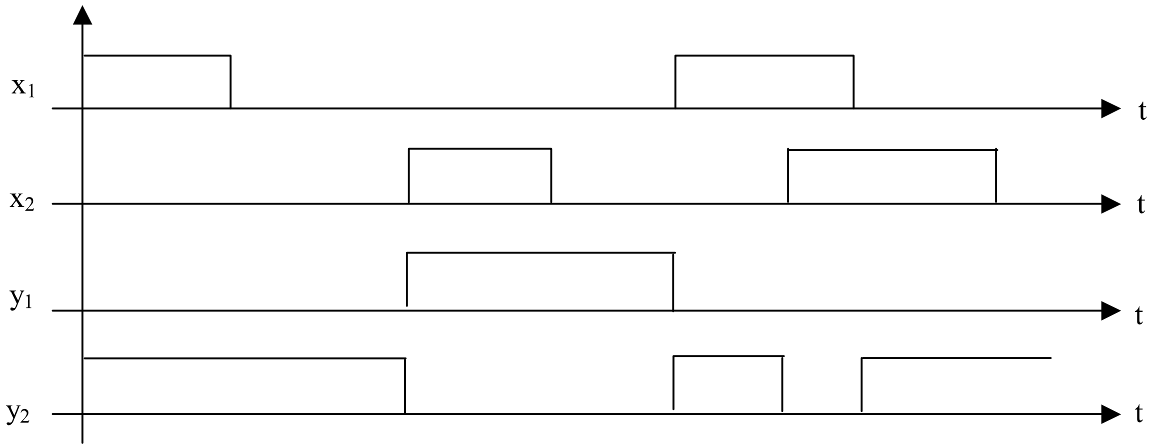
2) Repérer la combinaison d'entrée correspondant à un état de mémorisation des sorties (on utilisera les indices n et n+1 pour désigner l'état des sorties avant présentation des entrées et après, respectivement), en justifiant la réponse.
3) En déduire la table de vérité de ce circuit logique (on appellera 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 $\overline{Q}$ 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

Q_n \ RS	00	01	11	10
0	0	1	0	0
1	1	1	0	0

d'où l'équation logique :

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

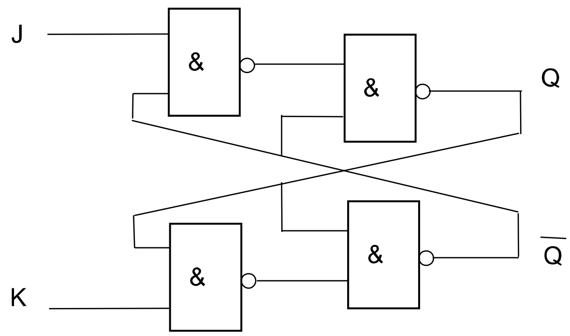
5)

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.

Structure Machine 2
TD 4

Exercice 1 : Compteur DCB (ou "à décade") synchrone à bascules JK

Réaliser un compteur DCB synchrone à bascules JK.

Solution

La 1ère étape consiste à établir la table de vérité de ce compteur. Celui-ci doit comporter au moins 4 bascules. Sa table de vérité ne comporte que des sorties (on sait que le passage d'un état de sortie au suivant s'effectuera à chaque coup d'horloge) :

Q3	Q2	Q1	Q0	État
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9

La bascule Q_0 change d'état à chaque front actif de l'horloge.
La bascule Q_1 change d'état quand Q_3=0 et Q_0=1.
La bascule Q_2 change d'état quand $Q_1 = Q_0$ =1.
La bascule Q_3 change d'état quand Q_0=Q_1=Q_2=1 ou quand Q_0=Q_3=1.