



Chapitre A3 : Logique séquentielle

Leçon A3-1 : LES BASCULES



Résumé du cours

I) Introduction

L'élément de base de chaque circuit séquentiel est une mémoire.

II) Les bascules

Une bascule est un système séquentiel. L'élément de base d'une bascule est, alors, une mémoire.

Il existe quatre types de mémoires :

- ✓ Mémoire à marche prioritaire ;
- ✓ Mémoire à arrêt prioritaire ;
- ✓ Mémoire à priorité au bouton actionné le premier ;
- ✓ Mémoire à priorité au bouton actionné le dernier.

III) Les différents types de bascules

Selon le mode de commande, on distingue deux types bascules:

- ✓ les bascules asynchrones (bascule RS);
- ✓ les bascules synchrones (JK ; RSH ; D ; T).

les bascules commercialisées sont :

- ✓ La bascule RS asynchrone ;
- ✓ La bascule JK ; D.

Avertissement

La bascule T n'est pas commercialisée. Elle est obtenue à partir des autres bascules en appliquant la règle d'équivalence entre les bascules ;

Les bascules RSH sont obtenues soit à partir de JK , soit en appliquant la méthode d'étude des circuits séquentiels.

IV) Méthode d'étude d'un système séquentiel

Les étapes permettant d'étudier un système séquentiel (une bascule) sont :

- ✓ Table de vérité ;
- ✓ Tableau de Karnaugh ;
- ✓ Equation simplifiée ;
- ✓ Logigramme ;
- ✓ Chronogramme.

V) Identification d'une bascule

Une bascule est identifiée par :

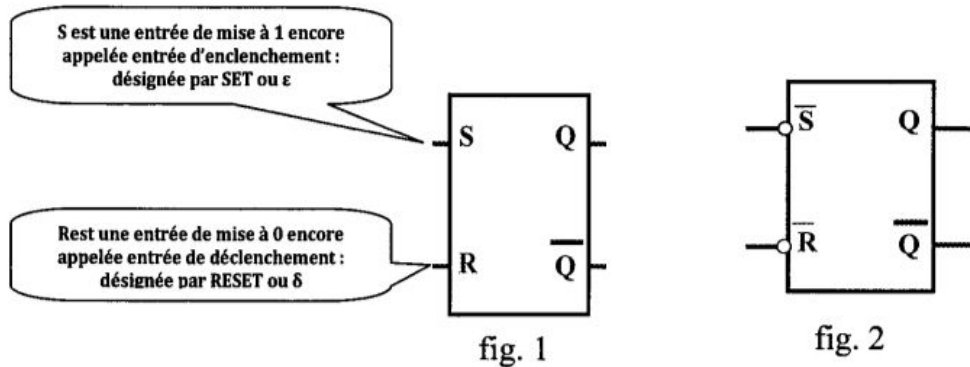
- ✓ Son symbole ;
- ✓ Sa table de fonctionnement (table de vérité symbolique simplifiée) ;
- ✓ Son diagramme de fluence ;
- ✓ Documents du constructeur (schéma de brochage et tableau de fonctionnement)

VI) Bascule RS asynchrone

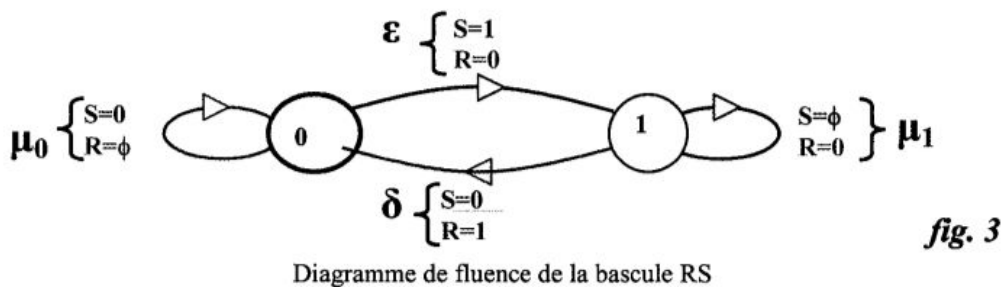
a) Définition

La bascule RS est une mémoire bistable. Elle est commandée par deux entrées S (SET encore appelée entrée de mise à 1 ou d'enclenchement) et R (RESET encore appelée entrée de mise à 0 ou de déclenchement). La bascule RS comporte deux sorties Q et $\bar{Q}$. L'action simultanée sur S et R ($S = R = 1$) engendre un état indéterminé.

b) Symboles



c) Diagramme de fluence

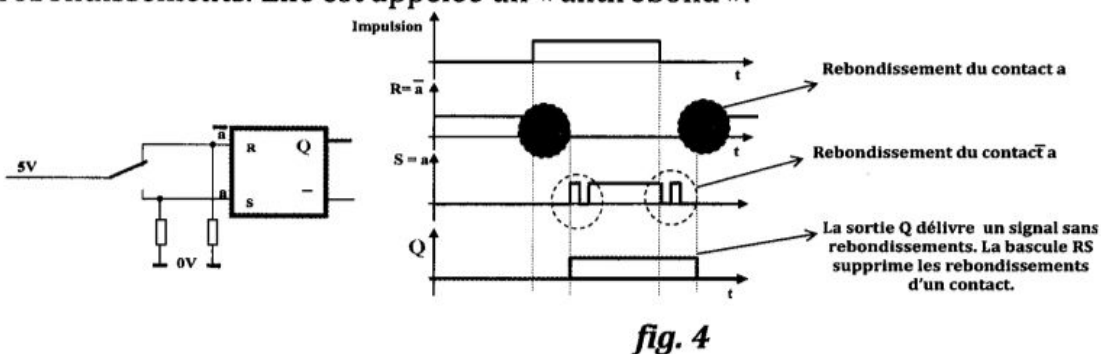


Utilisations d'une bascule RS asynchrone

L'action d'un contact fait apparaître des rebondissements (figure 4).

En électronique, les rebondissements perturbent le fonctionnement des circuits. Il est, donc, nécessaire de trouver un moyen pour se débarrasser de ces rebondissements. Avec une bascule RS asynchrone on résout le problème de rebondissement d'un contact.

La figure 4 donne une idée claire sur les rebondissements : le changement d'état du commutateur (a) engendre des rebondissements au niveau des entrées S et R de la bascule. Ces rebondissements ne sont pas transmis à la sortie Q. Donc, La bascule a supprimé les rebondissements. Elle est appelée un « antirebond ».

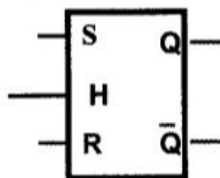


VII) La bascule synchrone RSH

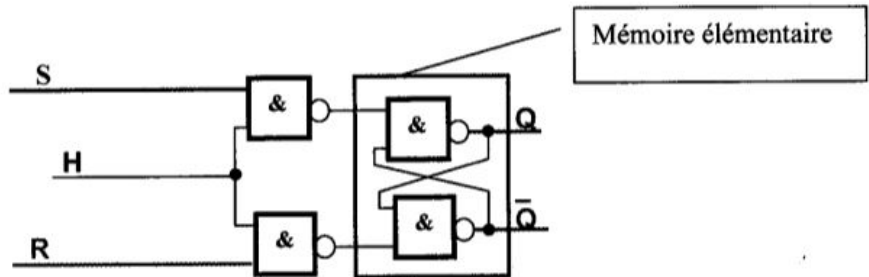
a) Définition

La bascule RSH est une mémoire bistable commandée par deux entrées S et R et ayant deux sorties Q et $\bar{Q}$. L'enclenchement et le déclenchement ne sont obtenus qu'à la présence du signal d'horloge H. L'action simultanée sur S et R ($S = R = 1$) engendre, à la présence de H, un état indéterminé.

b) Symboles et logigramme

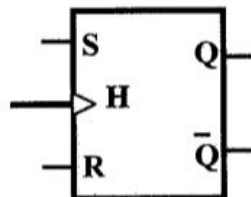


a) bascule RSH.
H est active au niveau haut



b) logigramme d'une bascule RSH.
H est active au niveau haut

fig. 5



Bascule RSH active au front montant

fig. 6

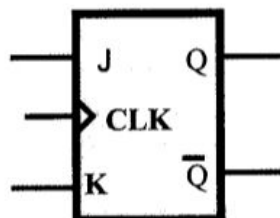
VIII) Bascule synchrone JK

a) Définition

Une bascule JK est un système séquentiel commandée en mode synchrone par deux entrées J et K à la présence d'un signal d'horloge et ayant deux sorties Q et $\bar{Q}$.

L'action simultanée sur J et K engendre, à la présence du signal d'horloge, un changement d'état des sorties.

b) Symboles



Bascule JK active au front montant de l'horloge

fig. 7

c) Diagramme de fluence

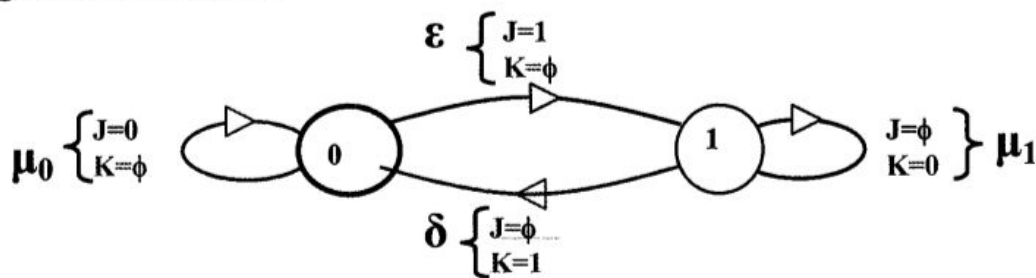


Diagramme de fluence de la bascule JK

fig. 8

IX) Bascule synchrone D

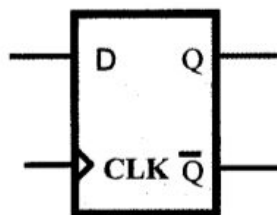
a) Définition

Une bascule D est un système séquentiel commandée par une seule entrées D à la présence d'un signal d'horloge. La bascule D a deux sorties Q et $\bar{Q}$.

A chaque front d'horloge, la sortie Q prend la valeur de D.

Si $D = \bar{Q}$ alors la bascule D change d'état à chaque front d'horloge.

b) Symboles



Bascule D active au front montant de l'horloge fig. 9

c) Diagramme de fluence

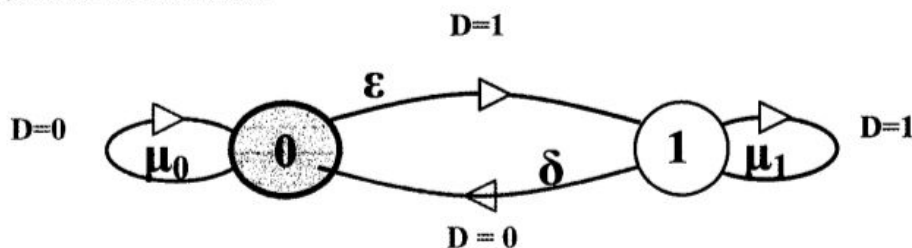


Diagramme de fluence de la bascule D

fig. 10

X) Bascule synchrone T

a) Définition

Une bascule T est un système séquentiel commandée par une seule entrée d'horloge. La bascule T a deux sorties Q et $\bar{Q}$.

La bascule T change d'état à chaque front d'horloge.



b) Symboles

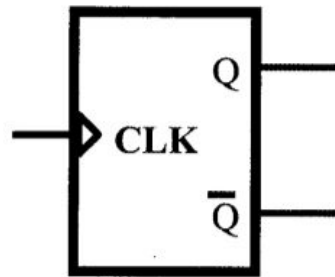
*Bascule T active au front montant de l'horloge*

fig. 11

c) Diagramme de fluence

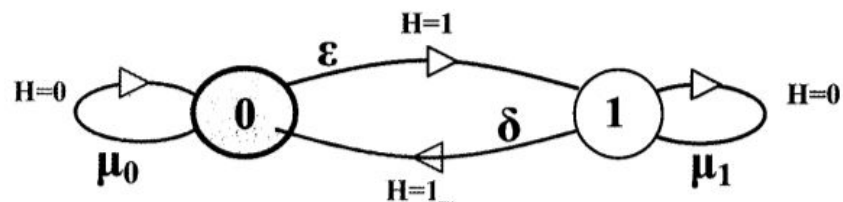
*Diagramme de fluence de la bascule T*

fig. 12

XI) Règle d'équivalence entre les bascules

a) Si on interdit l'action simultanée sur JK alors la bascule JK est équivalente à RS	Bascule RS fig. a
b) Si $J = \bar{K} = D$ alors la bascule JK est équivalente à D	Bascule D fig. b
c) Si $S = \bar{R} = D$, alors la bascule RS est équivalente à D	Bascule D fig. c

d) Si $JK = 11$, alors la bascule JK est équivalente à T

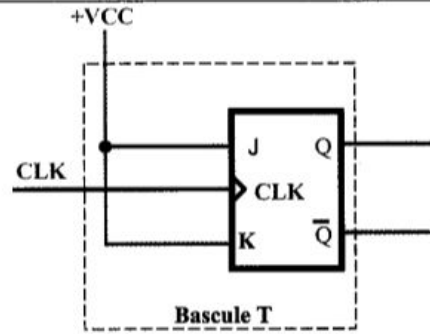


fig. d

e) Si $D = \overline{Q}$, alors la bascule D est équivalente à T

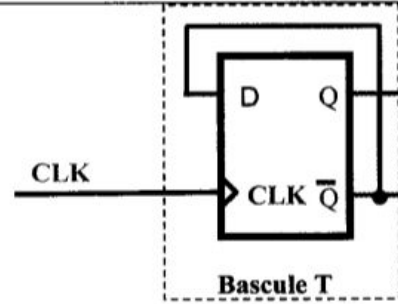


fig. e

fig. 13

Exercices de compréhension

Exercice 1

Relier, par une flèche, chaque bascule à sa définition.

Désignation	Définition
Bascule RS ☐	☐ Un système séquentiel commandé par une seule entrées. Sa sortie prend la valeur de l'entrée à chaque front d'horloge.
Bascule D ☐	☐ Un système séquentiel commandé en mode synchrone par deux entrées . A l'action simultanée sur ces deux entrées et à la présence de H, sa sortie change d'état.
Bascule JK ☐	☐ Un système commandé seulement par H. Il change d'état à chaque front d'horloge.
Bascule T ☐	☐ Un système séquentiel commandé par deux entrées. L'action simultanée sur ces deux entrées donne un état indéterminé.

Exercice 2

1) Compléter le diagramme de fluence des bascules T et D

Désignation	Diagramme de fluence
a) Bascule T	fig. a : diagramme de fluence de la bascule T
b) Bascule D	fig. b : diagramme de fluence de la bascule D

2) Compléter le diagramme de fluence des bascules JK et RS

a) Bascule JK	Fig. 14 fig. a : diagramme de fluence de la bascule JK
b) Bascule RS	Fig. 15 fig. b : diagramme de fluence d'une bascule RS

Exercice 3

1) En se référant aux tableaux de vérités symboliques, compléter les diagrammes de fluences de T et D.

Désignation

a) Bascule T

T	Q_n	Q_{n+1}	Symbole
1	0	1	ε
0	1	1	μ_1
1	1	0	δ
0	0	0	μ_0

Diagramme de fluence

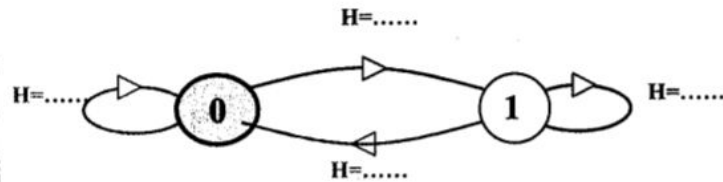


fig. a : diagramme de fluence de la bascule T

b) Bascule D

D	Q_n	Q_{n+1}	Symbole
1	0	1	ε
1	1	1	μ_1
0	1	0	δ
0	0	0	μ_0

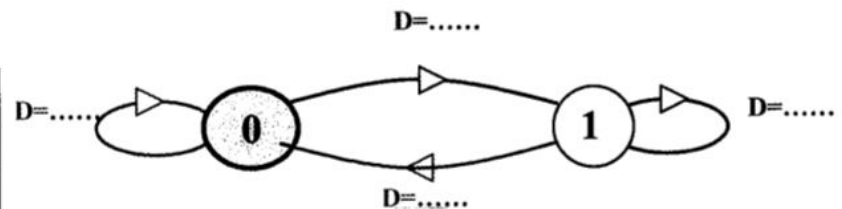


fig. b : diagramme de fluence de la bascule D

Fig. 16

2) En se référant aux tableaux de vérités symboliques, compléter les diagrammes de fluences de JK et RS.

a) Bascule JK

J	K	Q_n	Q_{n+1}	Symbole
1	ϕ	0	1	ε
ϕ	0	1	1	μ_1
ϕ	1	1	0	δ
0	ϕ	0	0	μ_0

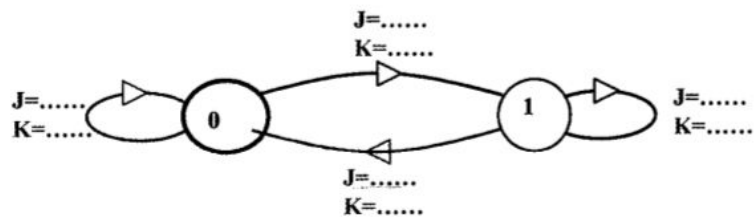


fig. a : diagramme de fluence de la bascule JK

b) Bascule RS

S	R	Q_n	Q_{n+1}	Symbole
1	0	0	1	ε
ϕ	0	1	1	μ_1
0	1	1	0	δ
0	ϕ	0	0	μ_0

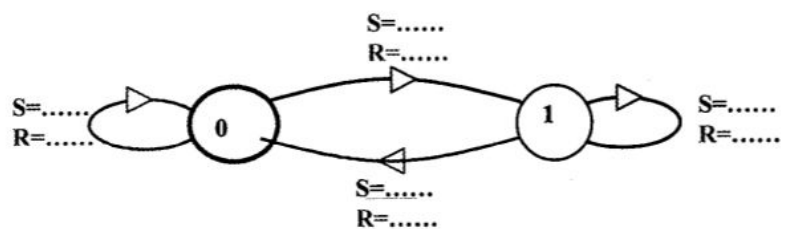


fig. b : diagramme de fluence d'une bascule RS

Fig. 17

Exercice 4

Donner pour chacun des symboles des figures a ; b ; c et d : le nom de la bascule ; le type du front ; le mode de commandes des entrées de forçage.

Désignation

Symbole

Bascule
Front.....
Forçage : S_D et R_D

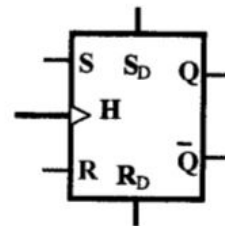


Fig. a

Bascule
Front.....
Forçage :

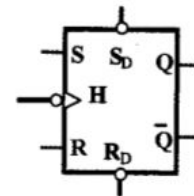


fig. b

Bascule
Front.....
Forçage :

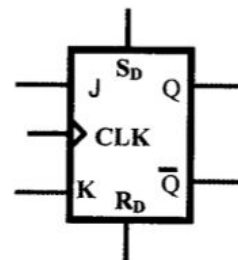


Fig. c

Bascule
Front.....
Forçage :

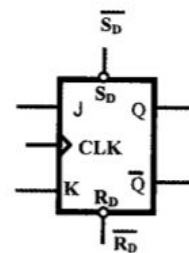


Fig. d

Fig. 18

Exercice 5

Compléter pour chacun des symboles: le type du front ; le mode de mode de fonctionnement correspondant à chacun des conditions Données.

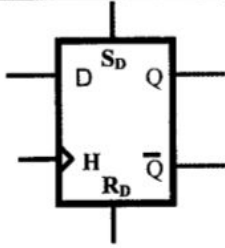
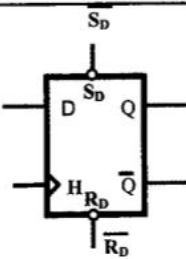
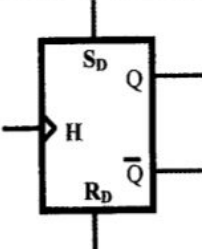
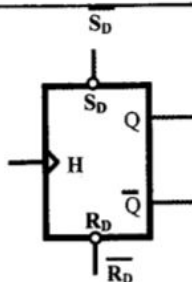
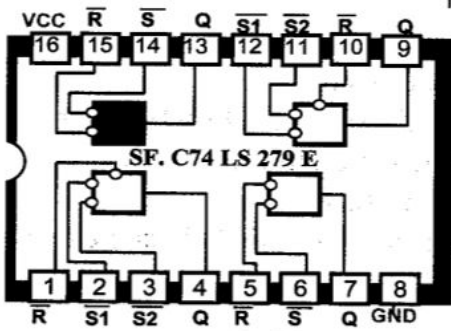
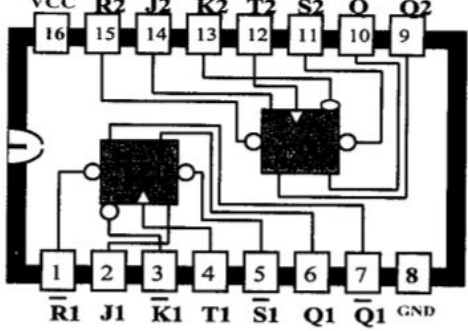
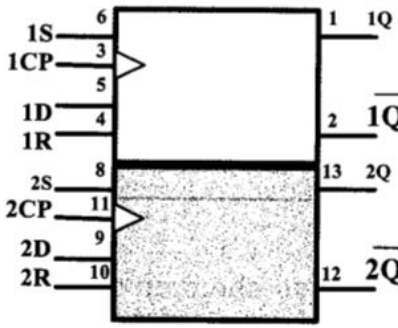
Désignation	Symbole
a) Type du front..... $S_D = 0$ ET $R_D = 0$, le fonctionnement de la bascule est en mode $S_D = 1$ ET $R_D = 0$ Fonctionnement de la bascule en mode	 a) Bascule D active au front montant de l'horloge et à entrées de commande asynchrones (S_D et R_D)
b) Type du front..... Si ($\overline{S_D} = 1$ ET $\overline{R_D} = 1$) alors la bascule fonctionne en mode Si ($\overline{S_D} = 1$ ET $\overline{R_D} = 0$) alors la bascule fonctionne en mode	 b) Bascule D active au front montant de l'horloge et à entrées de commande asynchrones complémentées ($\overline{S_D}$ et $\overline{R_D}$)
c) Type du front..... $S_D = 0$ ET $R_D = 0$, le fonctionnement de la bascule est en mode $S_D = 1$ ET $R_D = 0$ Fonctionnement de la bascule en mode	 c) Bascule T active au front montant de l'horloge et à entrées de commande asynchrones (S_D et R_D)
d) Type du front..... $S_D = 0$ ET $R_D = 0$, le fonctionnement de la bascule est en mode $S_D = 1$ ET $R_D = 0$ Fonctionnement de la bascule en mode	 d) Bascule T active au front montant de l'horloge et à entrées de commande asynchrones complémentées ($\overline{S_D}$ et $\overline{R_D}$)

Fig. 19

Exercice 6

En se référant au schéma de brochage des circuits intégrés des figures 20 ; 21 ; 22 et 23, construire le symbole d'une bascule correspondante à chaque circuit.

Symbole d'une bascule	Schéma de brochage
a) Symbole	 fig.20
b) Symbole	 74LS109E : Double bascule JK commandée par front montant fig.21
c) Symbole	 7474/1 : 2 Bascules D fig.22
d) Symbole	 4013 : 2 Bascules D fig.23

Exercice 7

Relier par une flèche

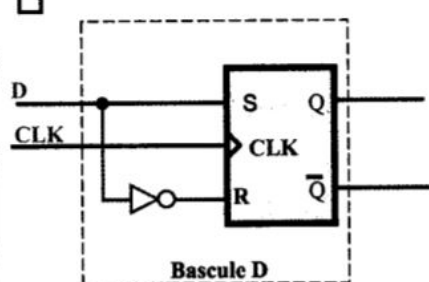
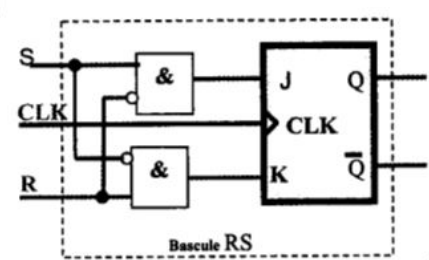
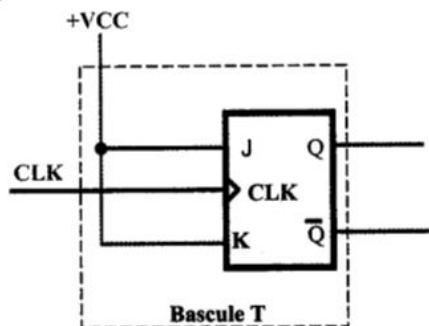
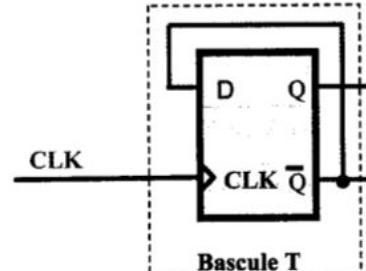
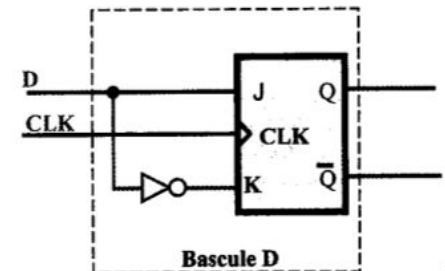
Bascule JK est équivalente à RS ☐	☐  Bascule D
Bascule JK est équivalente à D ☐	☐  Bascule RS fig. c
Bascule RS est équivalente à D ☐	☐  Bascule T fig. d
Bascule JK est équivalente à T ☐	☐  Bascule T fig. e
Bascule D est équivalente à T ☐	☐  Bascule D e)

Fig. 24

Exercice 8

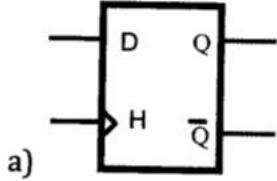
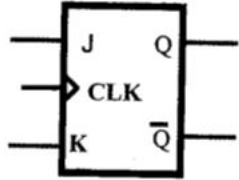
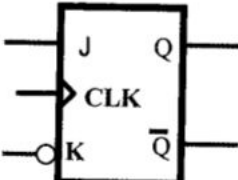
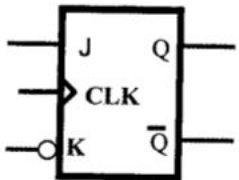
1) Construire une bascule T à partir de D	 a)
2) Construire une bascule T à partir de JK	 b)
3) Construire, de deux manières différentes, le schéma d'une bascule T à partir d'une bascule $\overline{JK}$.	 c)  d)

Fig. 25

Exercices de synthèse

Exercice 1

Soit la bascule figurée ci-dessous. On donne le logigramme correspondant à cette bascule

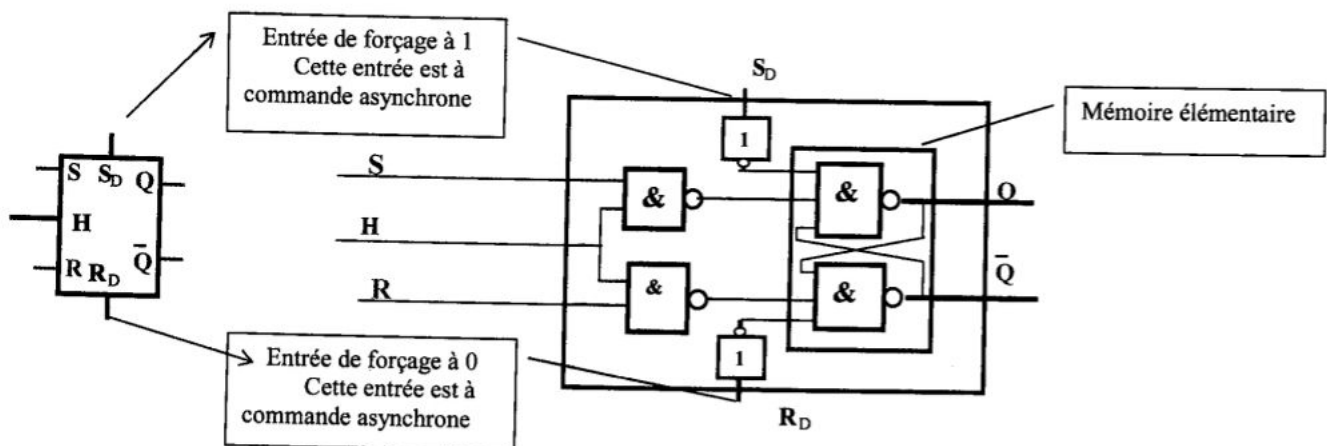


Fig. 2-

- 1) Donner le nom de cette bascule
- 2) En se référant au logigramme :

- a) Poser $S_D=0$ et $R_D=0$ puis déterminer l'équation de la sortie Q en fonction de S,R et H
- b) Déduire l'équation de la sortie Q en fonction de S,R, H, S_D et R_D

3) On pose $S_D=1$ ET $R_D=0$.

- a) Quel est l'état de Q
- b) Déduire l'état de Q quand $R=1$ ET $S=0$ ET $H=1$

4) On pose $S_D=0$ ET $R_D=1$.

- a) Quel est l'état de Q
- b) Déduire l'état de Q quand $R=0$ ET $S=1$ ET $H=1$

Exercice 2

Soit la bascule figurée ci-dessous. On donne le logigramme correspondant à cette bascule

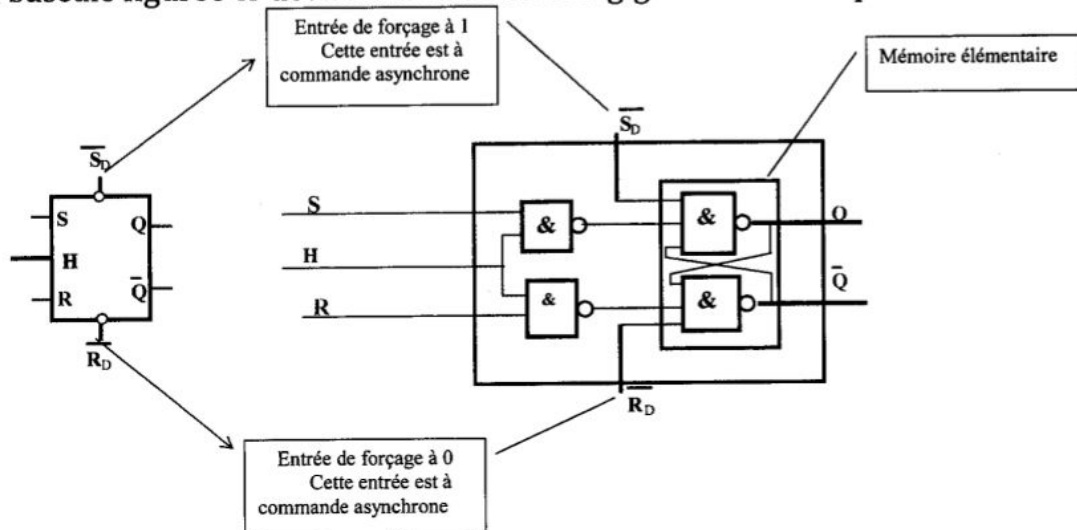


Fig. 26

- 1) Donner le nom de cette bascule
- 2) En se référant au logigramme :
 - a) Pour $\overline{S_D}=1$ ET $\overline{R_D}=1$, déterminer l'équation de la sortie Q en fonction de S, R et H
 - b) Déduire à partir de (a) l'équation de la sortie Q en fonction de S,R, H, S_D et R_D
- 3) On pose $\overline{S_D}=1$ ET $\overline{R_D}=0$.
 - a) Quel est l'état de Q
 - b) Déduire l'état de Q quand $R=0$ ET $S=1$ ET $H=1$.
- 4) On pose $\overline{S_D}=0$ ET $\overline{R_D}=1$
 - a) Quel est l'état de Q
 - b) Déduire l'état de Q quand $R=1$ ET $S=0$ ET $H=1$.

Exercice 3

Soit à étudier une bascule RS à base de mémoire à arrêt prioritaire

1. Compléter la table de vérité ci-contre
2. Donner l'équation simplifier de de Q_{n+1} .
3. Tracer le logigramme avec des NOR puis avec des NAND

Table de vérité

Q_n	S	R	Q_{n+1}
0	0	0	....
0	0	1	....
0	1	0	....
0	1	1	....
1	0	0	....
1	0	1	....
1	1	0	....
1	1	1	....

Exercice 4

Soit à étudier une bascule RS à base de mémoire à marche prioritaire

1. Compléter la table de vérité ci-contre
2. Donner l'équation simplifier de Q_{n+1} .
3. Tracer le logigramme :
 - a) En utilisant des fonctions logiques NOR seulement ;
 - b) En utilisant des fonctions logiques NAND seulement.

Table de vérité

Q_n	S	R	Q_{n+1}
0	0	0	....
0	0	1	....
0	1	0	....
0	1	1	....
1	0	0	....
1	0	1	....
1	1	0	....
1	1	1	....

Exercice 5

Compléter le chronogramme d'une bascule RS à base de mémoire à arrêt prioritaire

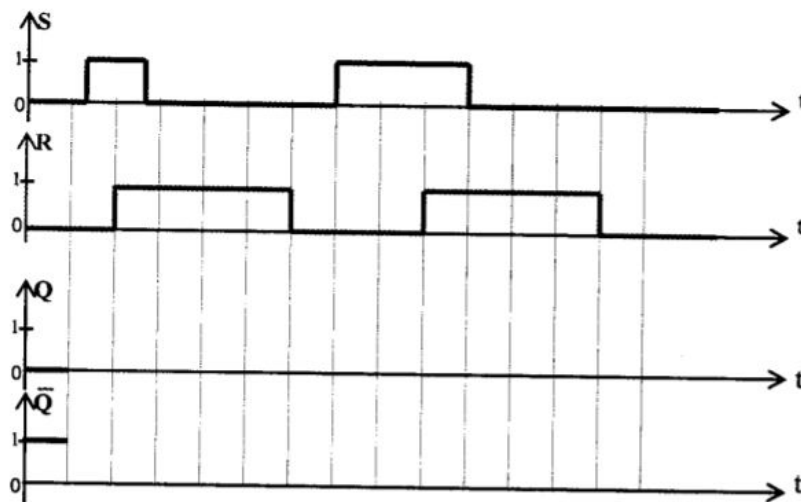


Fig. 28

Exercice 6

Compléter le chronogramme d'une bascule RS à base de mémoire à marche prioritaire

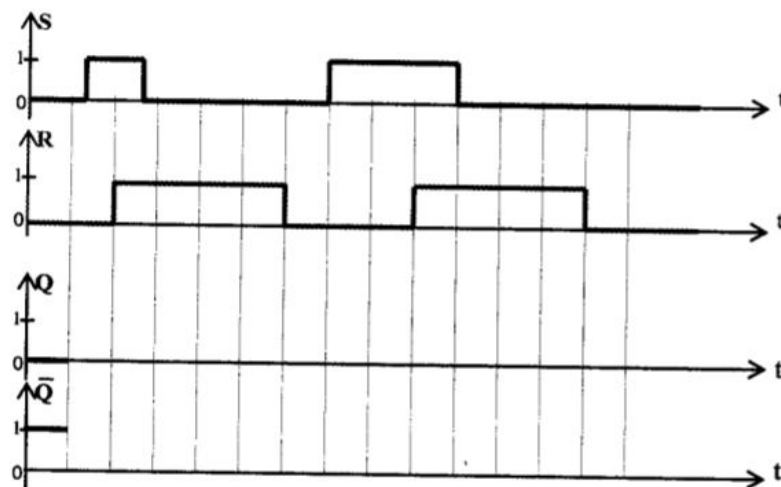


Fig. 29

Exercice 7

Compléter le chronogramme de fonctionnement d'une bascule $\bar{R} \bar{S}$.

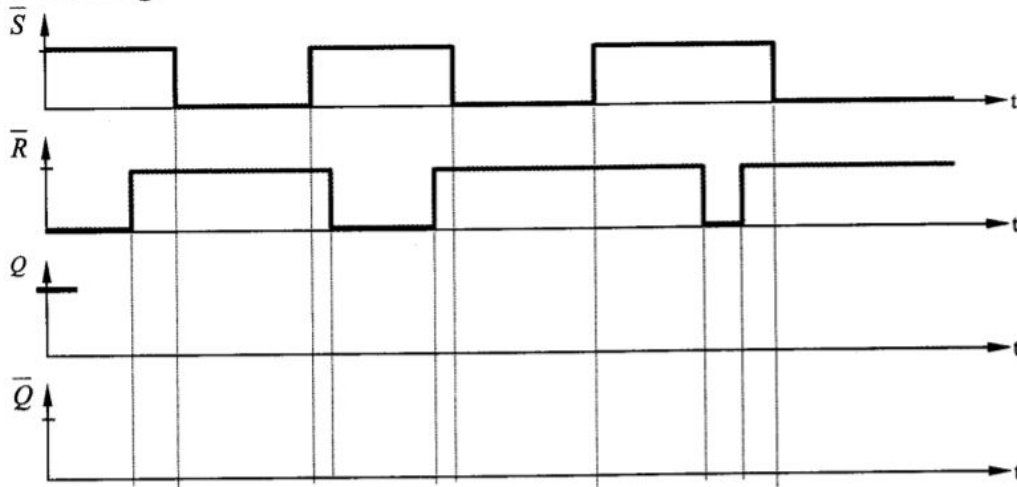
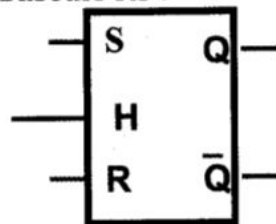


Fig. 30

Exercice 8

Compléter le chronogramme d'une bascule RS :



Bascule RSH.
H est active au niveau haut

Fig. 31

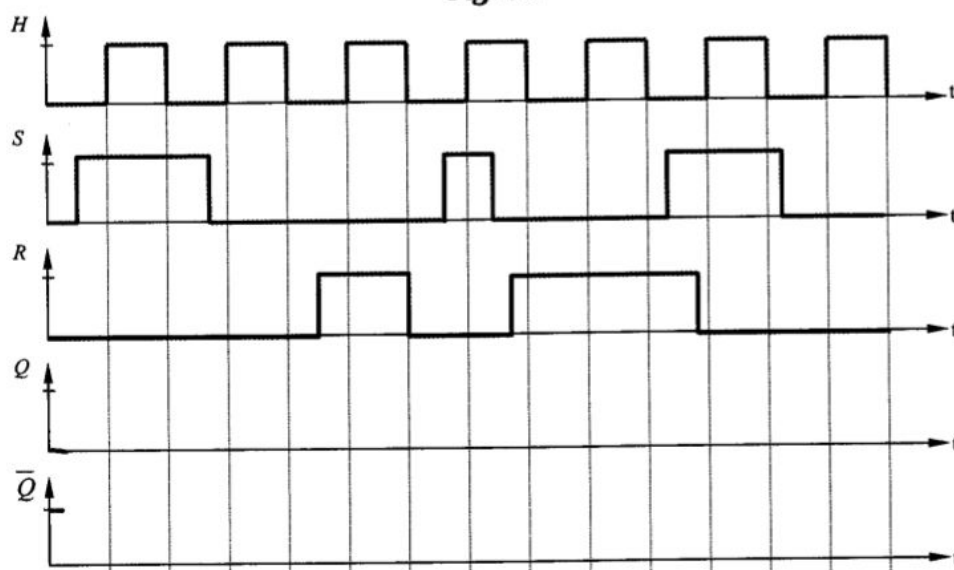
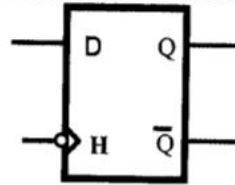


Fig. 31

Exercice 9

Compléter le chronogramme correspondant à la bascule donnée ci-dessous :



Bascule D active au front descendant de l'horloge

Fig. 32

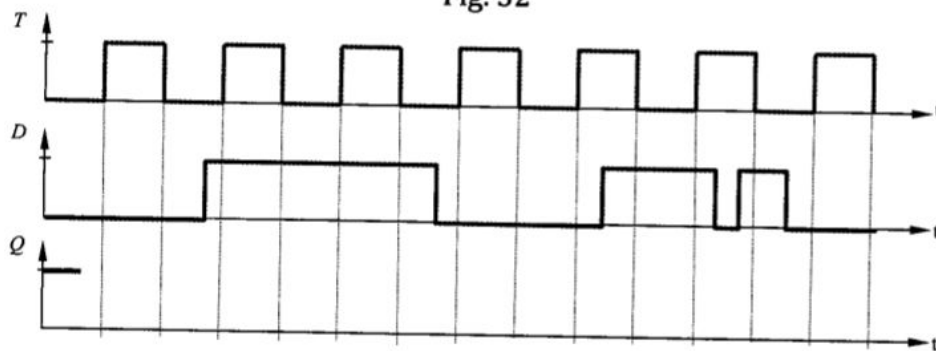


Fig. 33

Exercice 10

On donne le symbole de la bascule Jk suivante :

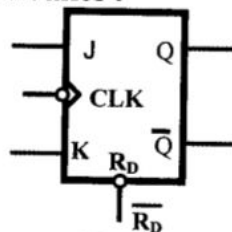


Fig. 34

Compléter les chronogrammes suivants :

Chronogramme N°1

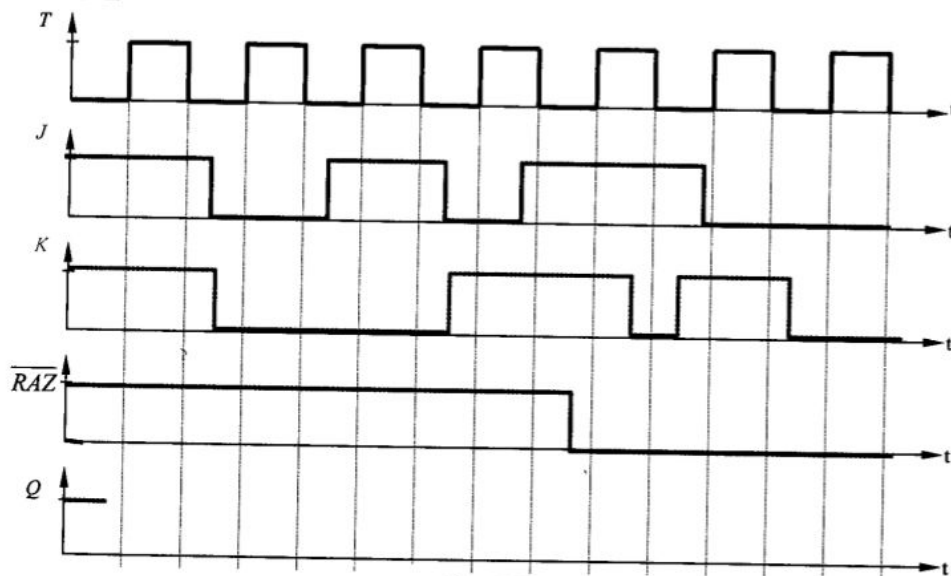


fig. 35

Chronogramme N°2

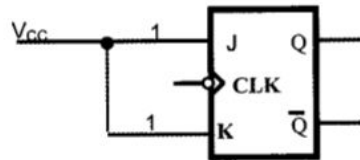


Fig. 36

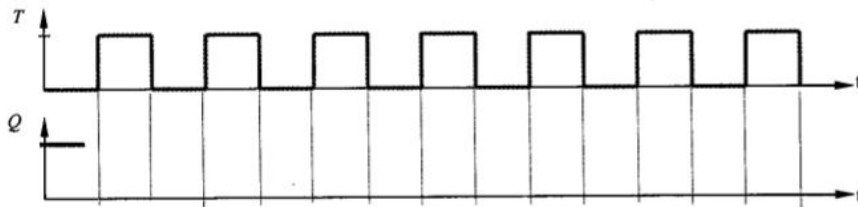
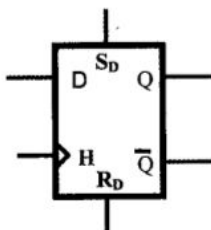


Fig. 37

Problèmes

Problème 1 : On donne le symbole de la bascule D suivante :



Bascule D active au front montant de l'horloge et à entrées de commande asynchrones (S_D et R_D)

Fig. 38

1. La bascule D est à quel front d'horloge ?
2. Que représente R_D et S_D ?
3. Comment fonctionne la bascule ?
 - Lorsque $R_D = 0$ et $S_D = 0$:
 - Lorsque $R_D = 1$ et $S_D = 0$:
 - Lorsque $R_D = 0$ et $S_D = 1$:

4. Compléter la table de fonctionnement suivante :

H	D	S_D	R_D	Q_n	Q_{n+1}	Commentaires
0	0	0	0	0		
		0	0	1	0	
0	1	0	0	0		
		0	0	0	1	
1	0	0	0	0		
		0	0	1	1	
1	1	0	0	0		
		0	0	1	0	
-	-	1	0	0		
		1	0	1		
-	-	0	1	0		
		0	1	1		

Fig. 39

Problème 2 :

On donne le symbole logique d'une bascule JK (figure 43):

- 1) quel est le niveau logique appliqué aux entrées de forçages pour permettre un fonctionnement synchrone de la bascule ?
- 2) Le symbole suivant est celui d'une bascule du circuit intégré précédent :

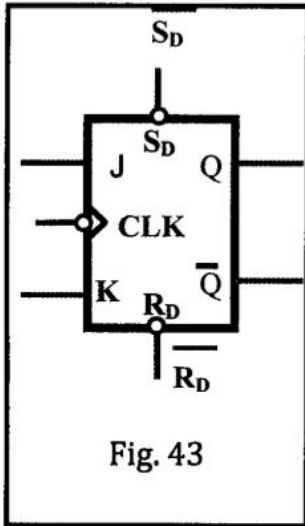


Fig. 43

a) Pendant quel instant d'une période d'horloge, cette bascule exécute les ordres qu'elle reçoit ? Qu'appelle-t-on ce mode de fonctionnement ?

b) Préciser le mode de fonctionnement de cette bascule correspondant à chacun des cas suivants.

- Lorsque $\overline{R_D} = 1$ et $\overline{S_D} = 1$:
- Lorsque $\overline{R_D} = 1$ et $\overline{S_D} = 0$:
- Lorsque $\overline{R_D} = 0$ et $\overline{S_D} = 1$:

c) Compléter les chronogrammes suivants :

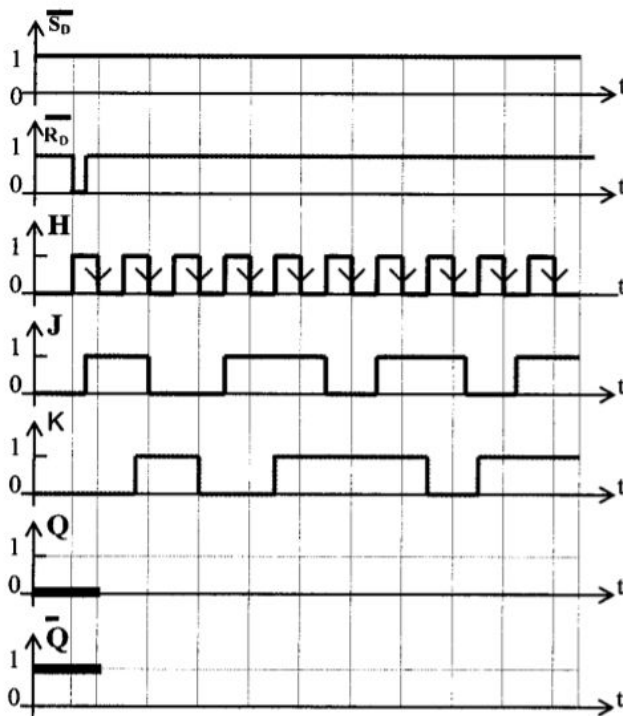


Fig. 41

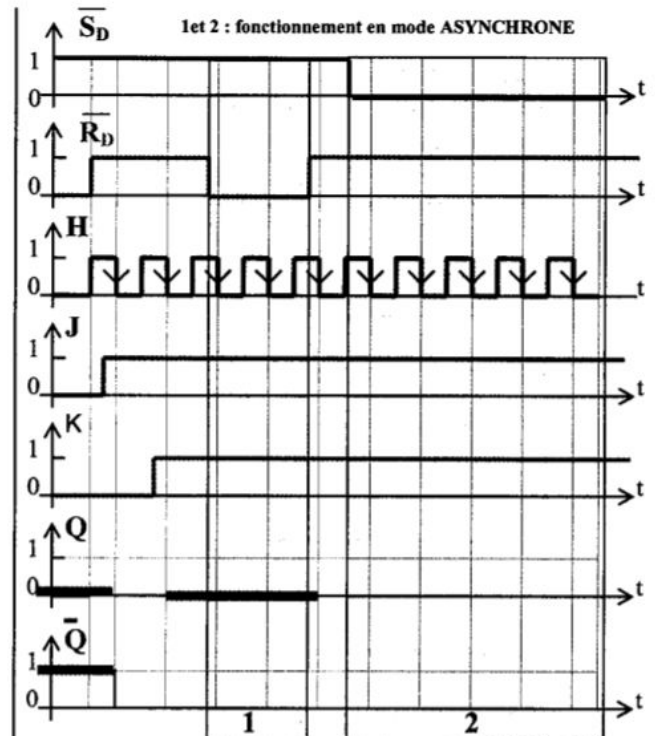
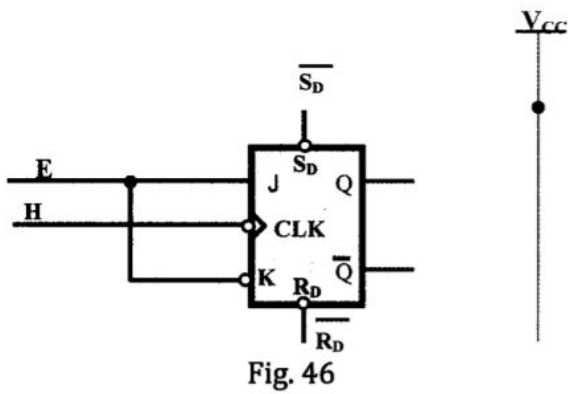


Fig. 42

3) Ayant le schéma de la figure 46 :



- Compléter le chronogramme ci-joint
- Déduire le nom de la bascule obtenue grâce à ce câblage ?

