Circuits séquentiels

Un circuit séquentiel est un circuit de m entrées et n sorties tel que la valeur des sorties dépend de la valeur des entrées et de l'ancienne valeur des sorties

La notion d'ancienne valeur est définie par rapport à un signal appelé horloge

Notre définition est une simplification, car en général, la valeur des sorties peut dépendre de valeurs encore plus anciennes

Mais il suffit de rajouter des sorties artificielles pour réduire le problème général en notre définition plus simple

Table d'état

Un circuit séquentiel (avec notre définition) peut être complètement décrit par une telle table

Montre la valeur de chaque sortie pour chaque combinaison des entrées et des sortie (ancienne valeur)

Exemple:

u/d	x	y	x'	y'
0	0	0	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	1	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	1	0	0
1	1	0	0	1
1	1	1	1	0

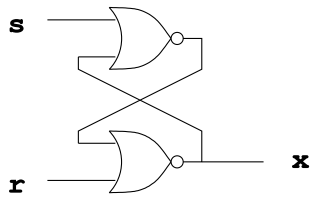
La nouvelle valeur (après un front d'horloge) d'une sortie s est indiquée par s'

Bascules

Une bascule est un circuit sans horloge capable de se souvenir d’un état précédent.

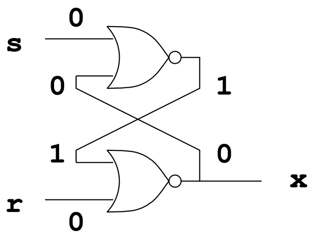
La bascule fondamentale s’appele bascule SR (pour Set−Reset)

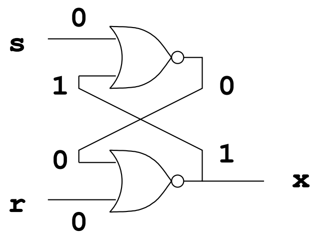
Voici sa réalisation:



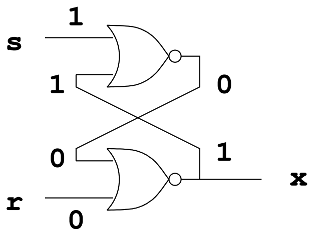
Bascule SR

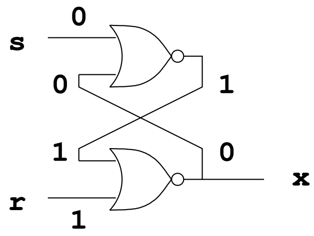
Une bascule SR a deux états stables possibles:





Si l'une des entrées est 1, alors voici le résultat:

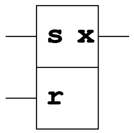




C'est état est maintenu quand l'entrée passe de 1 à 0

Symbole de la bascule SR

Les symboles pour les bascules ne sont pas aussi standardisés que ceux des portes logiques



Bistables

Un bistable est un cirquit séquentiel (donc avec horloge) similaire à une bascule, mais le changement d'état est synchronisé par une horloge

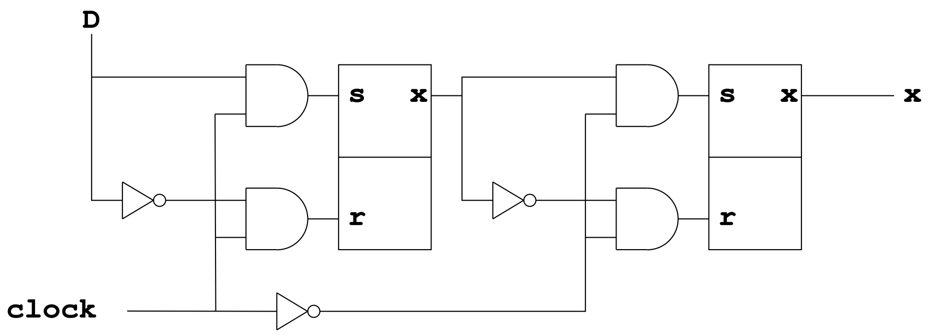
Il y a plusieurs types, mais ici nous traitons uniquement le bistable type D

Voici sa table d'état:

d	x	x'
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1

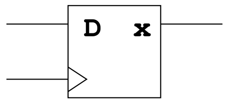
C'est donc un circuit séquentiel particulièrement simple, car l'ancienne valeur de la sortie x n'influence pas sa nouvelle valeur

Voici sa réalisation:



Symbole du bistable D

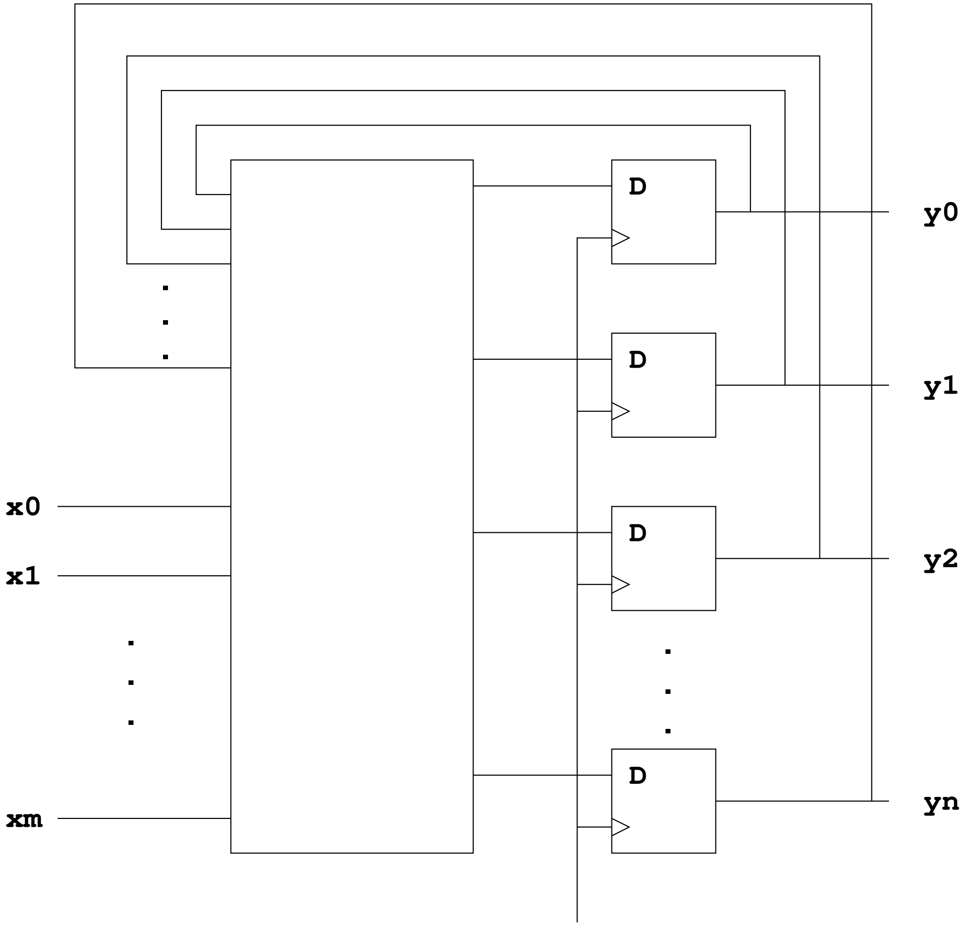
Voici le symbole du bistable D:



Le petit triangle indique l'horloge et signifie que l'entrée est sensible aux transitions uniquement (front d'horloge)

Méthode générale de construction de circuits séquentiels

Notre méthode utilise n bistables D et un circuit combinatoire de m+n entrées et de n sorties:

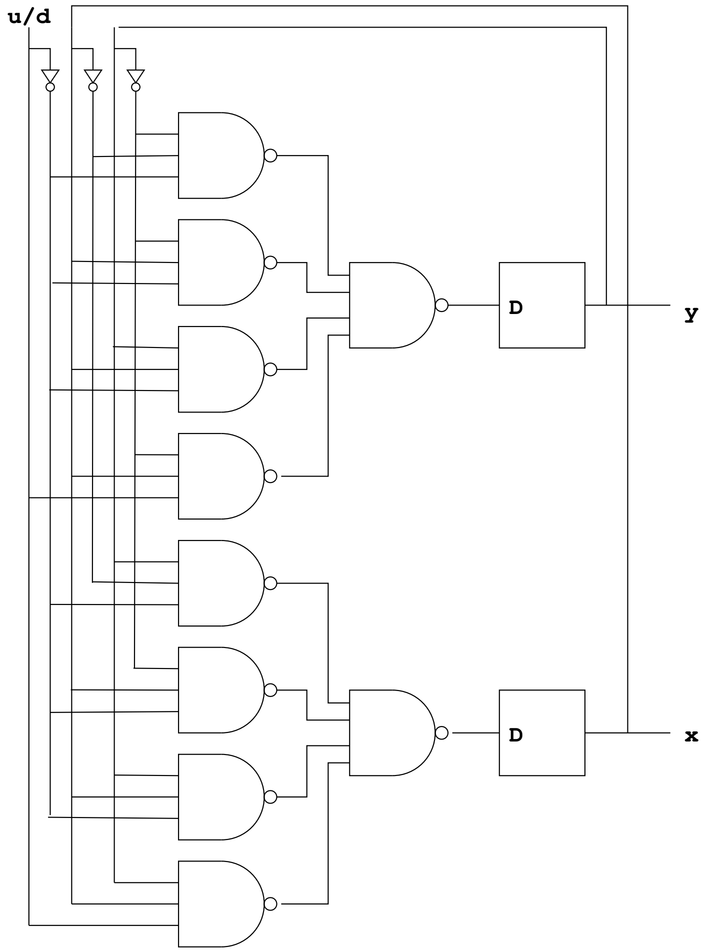


Exemple de la méthode générale

Voici un exemple d’une table d’état:

u/d	x	y	x′	y′
0	0	0	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	1	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	1	0	0
1	1	0	0	1
1	1	1	1	0

Le circuit correspondant:



Registres

Un registre est un circuit séquentiel avec n+1 entrées (sans compter l'horloge) et n sorties.

Voici la table d'état d'un registre à 4 bits:

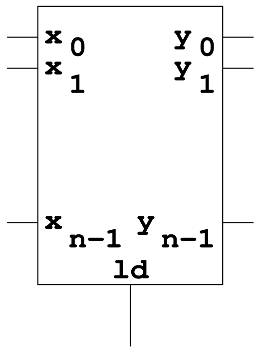
ld	x3	x2	x1	x0	y3	y2	y1	y0	y3'	y2'	y1'	y0'
0	–	–	–	–	c3	c2	c1	c0	c3	c2	c1	c0
1	c3	c2	c1	c0	–	–	–	–	c3	c2	c1	c0

Si ld (pour load) est 0, alors le registre préserve son contenu

Si ld est 1, alors le contenu est déterminé par les entrées

Symbole du registre

Voici le symbole du registre:



Compteurs

Un compeur est un circuit séquentiel de 0 entrées et de n sorties dont la valeur des sorties est l'ancienne valeur incrémentée de 1

Voici la table d'état d'un compteur de 3 bit (n = 3):

y2	y1	y0	y2'	y1'	y0'
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	1	1
0	1	1	1	0	0
1	0	0	1	0	1
1	0	1	1	1	0
1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	0	0

Variations sur les compteurs

Plusieurs types de compteurs existent:

- La possibilité d'incrémenter ou décrémenter selon la valeur d'une entrée
- La possibilité de compter ou de maintenir la valeur selon la valeur
- La possibilité de remettre la valeur à 0
- La possibilité de charger une valeur particulière (compteur + registre)
- L'utilisation d'un codage différent des nombres (gray, 7–segments, ...)
- La possibilité de compter avec un incrément différent de 1
- Toute combinaison des précédents