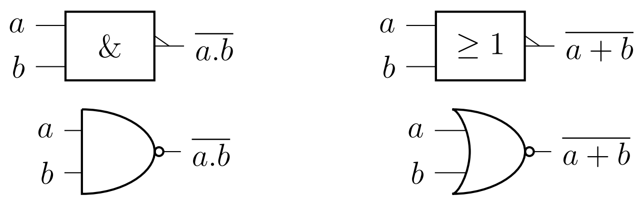
Électronique
Bilan TP - Circuits logiques

Rappel : représentations

On rappelle qu'il existe deux normes de représentation des portes logiques, la représentation européenne et la représentation américaine. Il faut connaître au moins une des deux normes (les examinateurs ont traduit lors des oraux en 2023).

NAND



NOR

La table de vérité est un outil solide pour analyser le fonctionnement d'un circuit.

a	b	$\overline{a.b}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

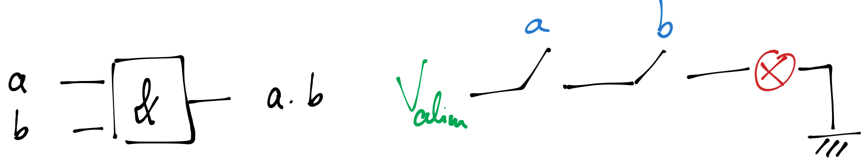
$\overline{a.b} = \overline{a} + \overline{b}$

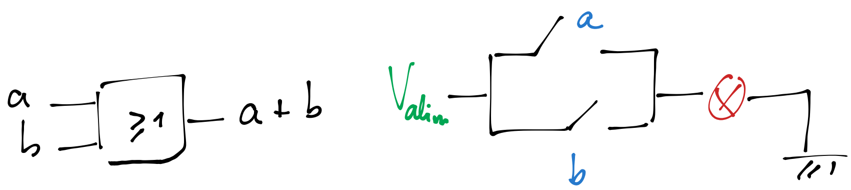
On utilise aussi les schémas électriques équivalents en représentant :

— les **entrées** par des **interrupteurs** : on les représente dans leur état au repos. Une entrée a est ainsi représenté par un interrupteur ouvert ($a = 0$) qui est fermé lorsque $a = 1$. C'est l'inverse pour $\overline{a}$.

— des **lampes** représentent les **sorties**.

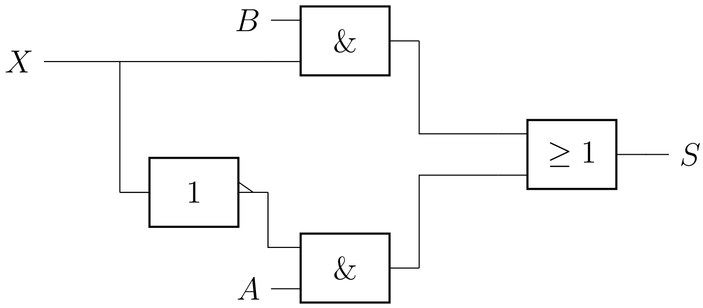
Exemples :





Multiplexeur

Le multiplexage permet de faire transiter par une même ligne des entrées multiples vers des sorties multiples. Le circuit ci-après permet d'affecter la sortie S à A ou B suivant la valeur du bit de commande X.



$= (X . B) + (\bar{X} . A)$

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

Si $X = 0$ $S = A$

Si $X = 1$ $S = B$

Semi-additionneur binaire

Ajouter deux nombres binaires A et B revient à constituer deux nombres S (chiffre des unités) et R (retenue) selon le tableau suivant :

1	B	R	S
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

0 : 000   4 : 100
1 : 001   5 : 101
2 : 010   6 : 110
3 : 011   7 : 111

R_n R_{n-1}

$$\begin{array}{r} {}^{1\,1} \\ 001 \\ +\ 011 \\ \hline 100 \end{array}$$

S_n

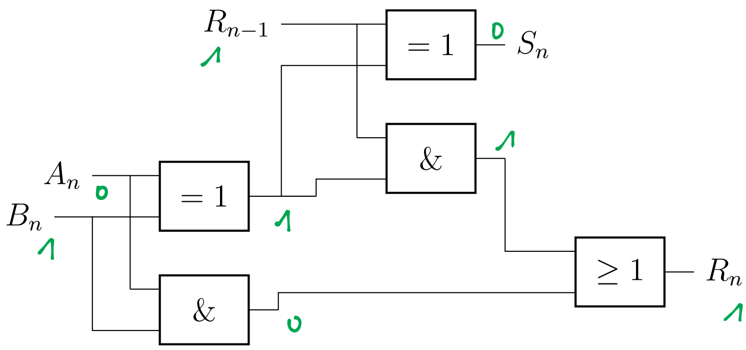
(1+3=4)

On constate que :

$$S = A \otimes B$$

$$R = A.B$$

On constitue un semi-additionneur avec un AND et un XOR. Lorsqu'on additionne deux nombres de plusieurs bits chacun, l'opération ci-dessus sur le bit de rang n peut être modifiée par la retenue de l'addition de rang $n-1$. Le circuit de l'additionneur logique est alors :



Stabilité

La **logique combinatoire** correspond à l'ensemble des opérations logiques pour lesquelles l'état de sortie ne dépend que des variables d'entrées. Dans un système **séquentiel** la sortie dépend en plus de son état antérieur. Il s'agit de systèmes bouclés pour lesquels la sortie est réinjectée dans le système.

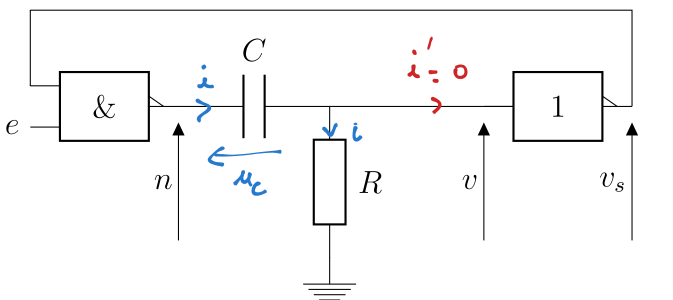
On parle aussi d'état consistant

- Un circuit est dit **stable** si les sorties restent inchangées dans le temps quand on ne modifie pas les variables d'entrée. L'état entre deux états stables est dit instable.
- Un circuit **astable** est un montage qui oscille alternativement entre deux états. Ce montage peut générer un signal créneau pour réaliser des circuits d'horloge.
- Un circuit **monostable** change d'état durant une durée T_o en réponse à un signal externe de déclenchement mais revient toujours à son état d'origine qui est son état vraiment stable.
- Un circuit **bistable** contient deux états stables : il reste dans le même état jusqu'à ce qu'un signal déclencheur l'oblige à changer d'état.

Le **convertisseur fréquence-tension** est un exemple de circuit **monostable**.

- Vérifier que l'état $e = 1$, $n = 0$, $v = 0$, $v_s = 1$. est stable
- On suppose que le signal $e(t)$ est T-périodique (signal créneau oscillant entre 0V et $V_o = 5$V)
- On considère de plus que la bascule de la porte NOT a lieu lorsque v franchit $V_o/2$.

On peut étudier ses caractéristiques en représentant les différents signaux sur un **chronogramme** représentant l'évolution des tensions au cours du temps.



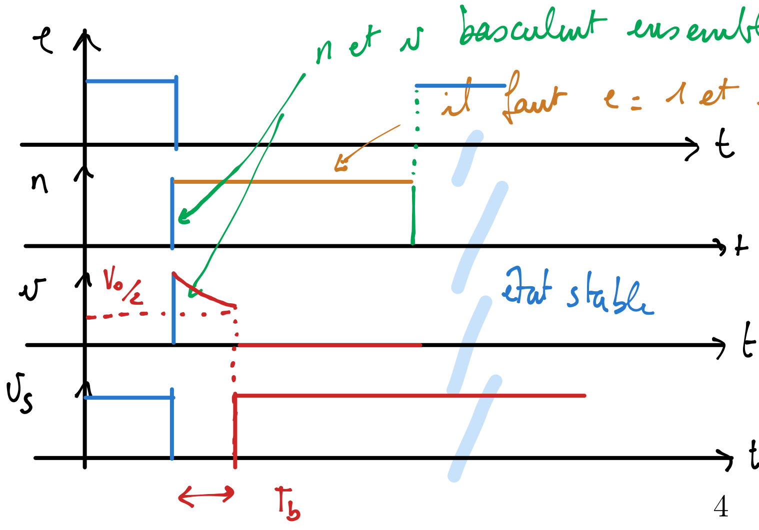
$$\begin{cases} n = v + u_c \\ i = C\dfrac{du_c}{dt} \\ v = Ri = RC\dfrac{du_c}{dt} \end{cases}$$

Pour $u_c(0) = 0$ et $n = V_0$ $\Rightarrow V_0 = u_c + RC\dfrac{du_c}{dt}$

$\Rightarrow u_c(t) = V_0\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$ et $v(t) = V_0 e^{-t/\tau}$ avec $\tau = RC$

n et v basculent ensemble (u_c continue)

il faut $e = 1$ et $v_s = 1$ pour que n change $\Rightarrow$ n ne changera pas tant que $v_s = 0$



$T_b = RC \ln 2$

$\langle v_s \rangle = \dfrac{T - T_b}{T} V_0$

$\Rightarrow \langle v_s \rangle = V_0 - V_0 \dfrac{T_b}{T}$

fréquence

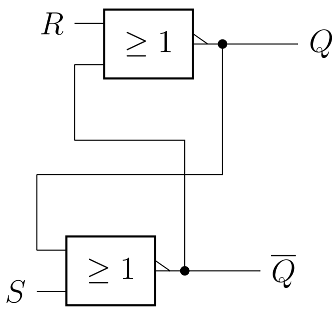
Bascule RS

On considère le circuit ci-dessous utilisant deux portes NOR. Il n'est pas facile de compléter la table de vérité :

R	S	Q	$\overline{Q}$
0	0		
0	1	1	0
1	0	0	1
~~1~~	~~1~~		

← on ne peut pas compléter a priori

→ on ne peut pas faire SET et RESET en même temps



Si $S = 1 \rightarrow \overline{Q} = 0$ Si $R = 1 \rightarrow Q = 0$

Les bascules sont les éléments de logique séquentielle dont la fonction essentielle est la mémorisation. La bascule RS est une bascule **bistable** pouvant commuter d'un état **stable** à un autre par commande extérieure :

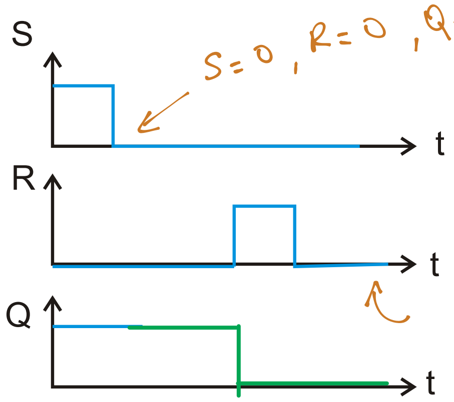
— Lorsque S passe à 1, la sortie Q passe à 1 (SET) ;

— Lorsque R passe à 1, la sortie Q passe à 0 (RESET).

L'état $S = 1$, $R = 1$ n'est pas possible dans le cas de la bascule RS.

Le chronogramme ci-dessous illustre le principe de la bascule RS. On peut observer que la situation $R = S = 0$ peut correspondre aux deux états $Q = 0$ et $Q = 1$ de la sortie. C'est ce qui constitue l'effet **mémoire**.

$S = 0$, $R = 0$, $Q = 1$, $\overline{Q} = 0$ OK



$R = 0$, $S = 0$, $Q = 0$, $\overline{Q} = 1$ OK

$R = 1$
↳ $Q = 0$