

LES PORTES LOGIQUES

-

SIMULATION D'UN C.A.N.

Le voltmètre visuel réalisé la semaine dernière est bien un **Convertisseur Analogique Numérique**.

Pourquoi ?

Il nous sert à **mesurer une tension** fournie par un générateur. Cette tension, réglable à partir d'un bouton, est une **grandeur continue**. Si la tension maximale délivrable par le générateur est de 30V, cela signifie que l'on peut régler la tension de sortie du générateur sur n'importe quelle tension comprise entre 0 et 30V.

Mais ce voltmètre ne nous représente pas la tension mesurée sous la forme d'un nombre réel, mais d'un **nombre entier** : il y a **5 états possibles**, puisqu'il peut y avoir, en fonction de la tension mesurée, 0, 1, 2, 3 ou 4 DEL allumées.

Il ne peut, évidemment, y avoir 1,437 DEL allumées !!

Ce voltmètre à DEL nous donne donc une information sous la forme d'une grandeur discontinue, on dit également « discrète » ou encore « **numérique** » (digitale...)

Cet appareil a donc bien converti une grandeur analogique en une grandeur numérique.

Mais...

Pour que la sortie soit numérique au sens habituel du terme, il faudrait que les DEL s'allument ou s'éteignent d'une manière correspondant à un **comptage en mode binaire**.

Donnons un **exemple** en nous intéressant au cas où 2 DEL du voltmètre visuel se sont allumées.

Ceci correspond au **2^{ème} état** possible du voltmètre, ceci signifie que la tension mesurée est passée au dessus de la 2^{ème} tension de comparaison de notre « échelle de tensions ».

Or si cet état est l'état n°2 de notre voltmètre, **« 2 » en binaire s'écrit « 0010 »**.

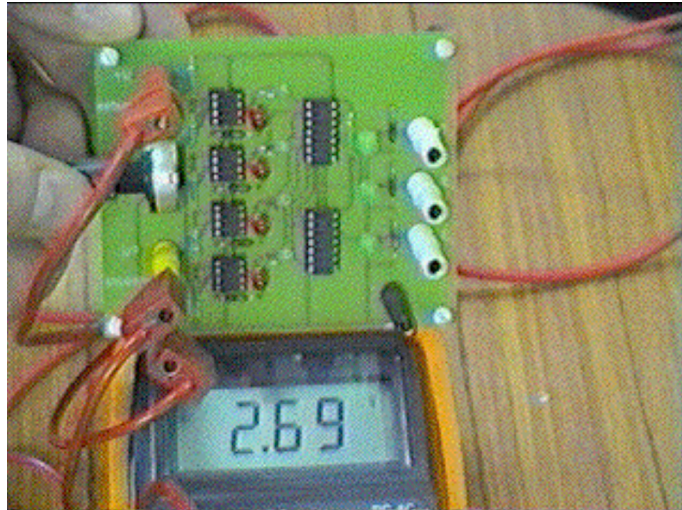
Or, si un 0 correspond à une DEL éteinte et un « 1 » à une DEL allumées, ceci signifie que l'on devrait avoir une seule DEL allumée : la DEL n°2.

Voici un **tableau récapitulatif** du fonctionnement du voltmètre à DEL, et du fonctionnement souhaité du Convertisseur Analogique Numérique :

	Sortie obtenue avec le voltmètre à DEL				Sortie souhaitée avec le CAN			
	<i>DEL n°4</i>	<i>DEL n°3</i>	<i>DEL n°2</i>	<i>DEL n°1</i>	<i>DEL n°4</i>	<i>DEL n°3</i>	<i>DEL n°2</i>	<i>DEL n°1</i>
<i>Etat n°0</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Etat n°1</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Etat n°2</i>	0	0	1	1	0	0	1	0
<i>Etat n°3</i>	0	1	1	1	0	0	1	1
<i>Etat n°4</i>	1	1	1	1	0	1	0	0

On constate que, dans le CAN, la 4^{ème} DEL ne sert à rien. **3 DEL suffisent**.

Vous pouvez vous reporter à l'image suivante qui, dans l'énoncé, est animée, et vous montre l'évolution de l'allumage des DEL au fur et à mesure que l'on augmente la tension mesurée.



Les DEL rouges sont celles du voltmètre à DEL, et les DEL vertes celles du CAN.

Entre les DEL rouges et les vertes on observe 2 circuits intégrés. Il s'agit du dispositif qui permet de **transformer le voltmètre à DEL en CAN**.

Ce dispositif est constitué **de portes logiques**.

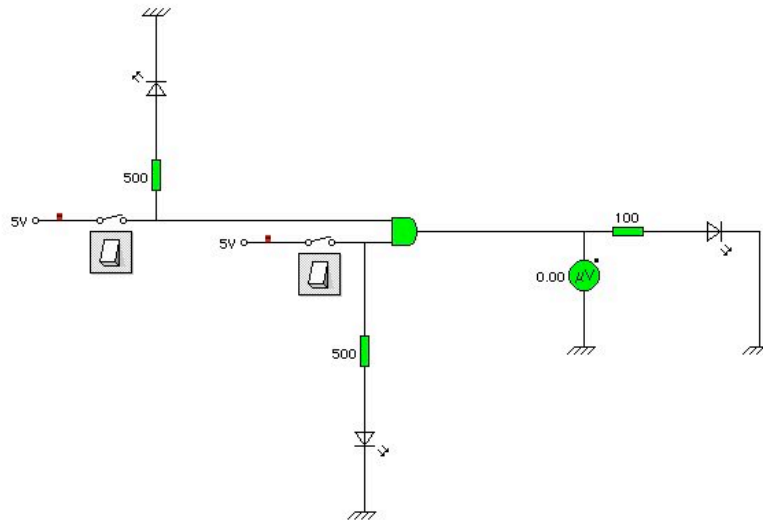
Avant d'aller plus loin, il nous faut donc étudier et comprendre ce que sont ces portes logiques et comment elles fonctionnent.

1. **Porte « ET » (AND)**

Cette porte, comme toutes les suivantes, est constituée de **2 entrées et d'une sortie**.

Chaque entrée, ainsi que la sortie, peut prendre 2 états possibles, suivant que la tension entre la borne considérée et la terre est nulle (0) ou non nulle (1).

En utilisant la simulation sous crocodile :



On obtient la **table de vérité** suivante, c'est à dire la table qui donne l'état de la sortie en fonction de l'état des entrées :

Entrée 1	Entrée 2	Sortie
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

D'une manière évidente cette porte est ainsi appelée car elle ne donne une sortie « 1 » que si l'entrée 1 **ET** l'entrée 2 sont « 1 ».

2. Porte « NON-ET » (NAND)

Cette porte est ainsi nommée car elle donne des résultats contraires à ceux de la porte « ET »

Entrée 1	Entrée 2	Sortie
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

3. La porte « OU » (OR)

Cette porte est ainsi nommée car elle donne une sortie « 1 » si l'une **OU** l'autre des entrées est « 1 ».

<i>Entrée 1</i>	<i>Entrée 2</i>	<i>Sortie</i>
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

4. Porte « NON-OU » (NOR)

Cette porte donne des résultats opposés à ceux de la porte « OU »

<i>Entrée 1</i>	<i>Entrée 2</i>	<i>Sortie</i>
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

5. Porte « OU-EXCLUSIF » (EXOR)

Cette porte est ainsi nommée car elle donne une sortie « 1 » si l'une ou l'autre des entrées est « 1 », et **seulement l'une ou bien l'autre**.

<i>Entrée 1</i>	<i>Entrée 2</i>	<i>Sortie</i>
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

6. Simulation du CAN

On rappelle le tableau obtenu :

	Sortie obtenue avec le voltmètre à DEL				Sortie souhaitée avec le CAN		
	DEL V4	DEL V3	DEL V2	DEL V1	DEL C3	DEL C2	DEL V1
Etat n°0	0	0	0	0	0	0	0
Etat n°1	0	0	0	1	0	0	1
Etat n°2	0	0	1	1	0	1	0
Etat n°3	0	1	1	1	0	1	1
Etat n°4	1	1	1	1	1	0	0

On vérifie aisément que, pour chacun des 5 états possibles, l'état de :

- la DEL C3 est identique à celui de la DEL V4
- la DEL C2 correspond à la sortie d'une porte EXOR dont les entrées seraient V2 et V4
- la DEL C1 correspond à $(V1 \text{ EXOR } V2) \text{ OR } (V3 \text{ EXOR } V4)$

On réalise ainsi le CAN suivant :

