

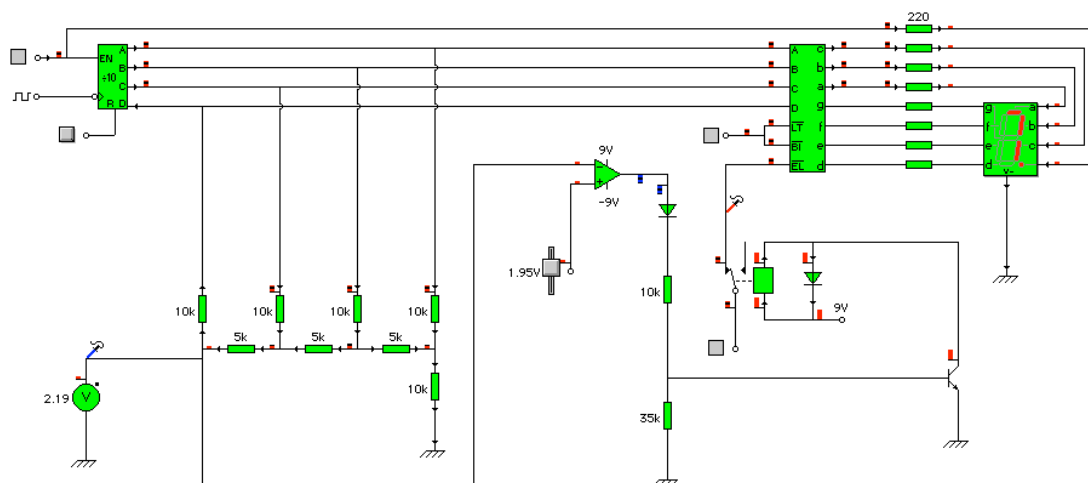
LE CONVERTISSEUR ANALOGIQUE / NUMERIQUE

- 2^{ÈME} PARTIE

Un **voltmètre numérique est un C.A.N.** puisqu'il convertit la tension à mesurer, qui est une grandeur continue donc analogique, en une grandeur affichée qui ne peut varier que par sauts, donc une grandeur numérique.

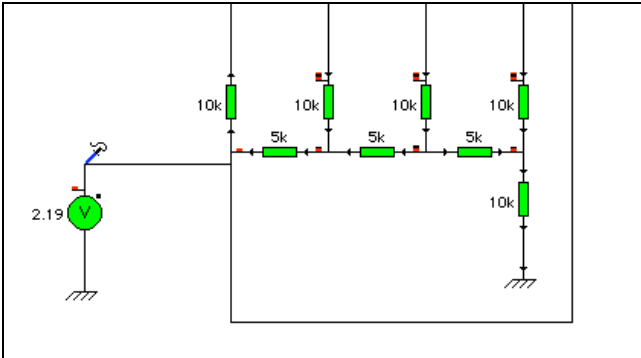
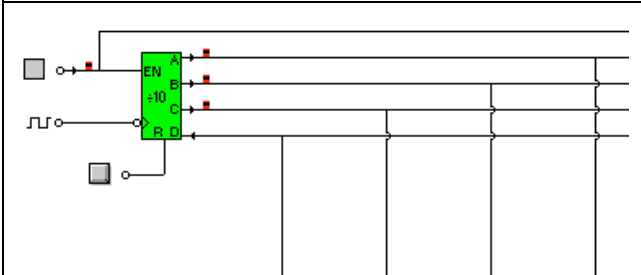
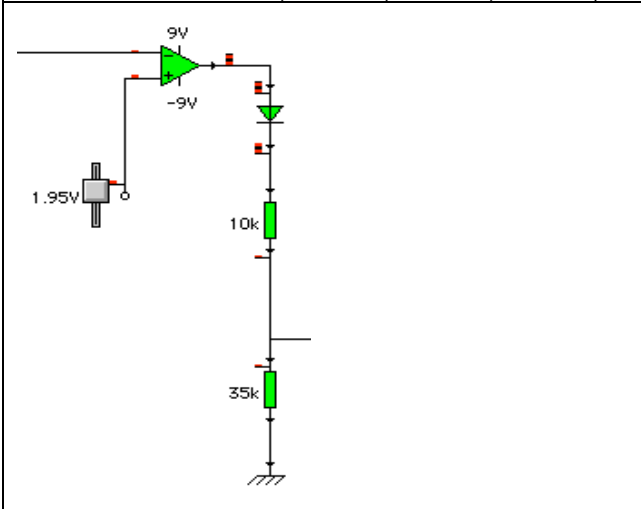
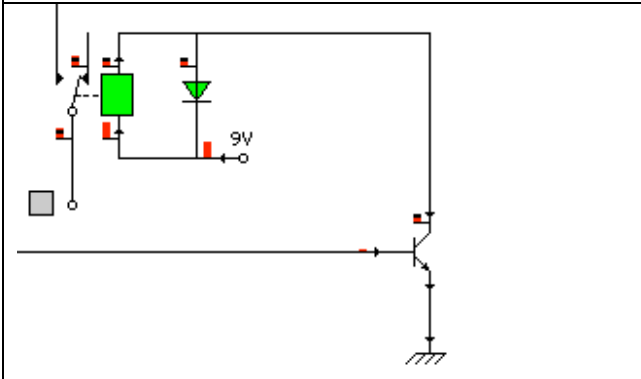
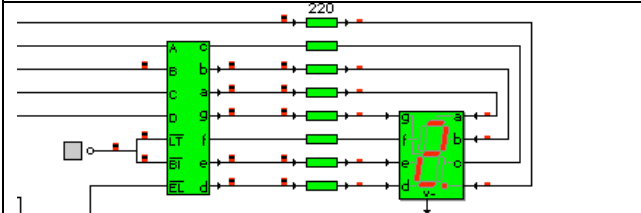
Cette grandeur numérique est affichée en décimal et non en binaire, pour simplifier la tâche de l'utilisateur.

C'est un tel dispositif que l'on a simulé de la manière suivante :



Ce montage, très complexe, n'est pas si difficile à comprendre, à condition de le considérer comme un **assemblage de blocs**, chacun de ces blocs ayant une fonction bien précise.

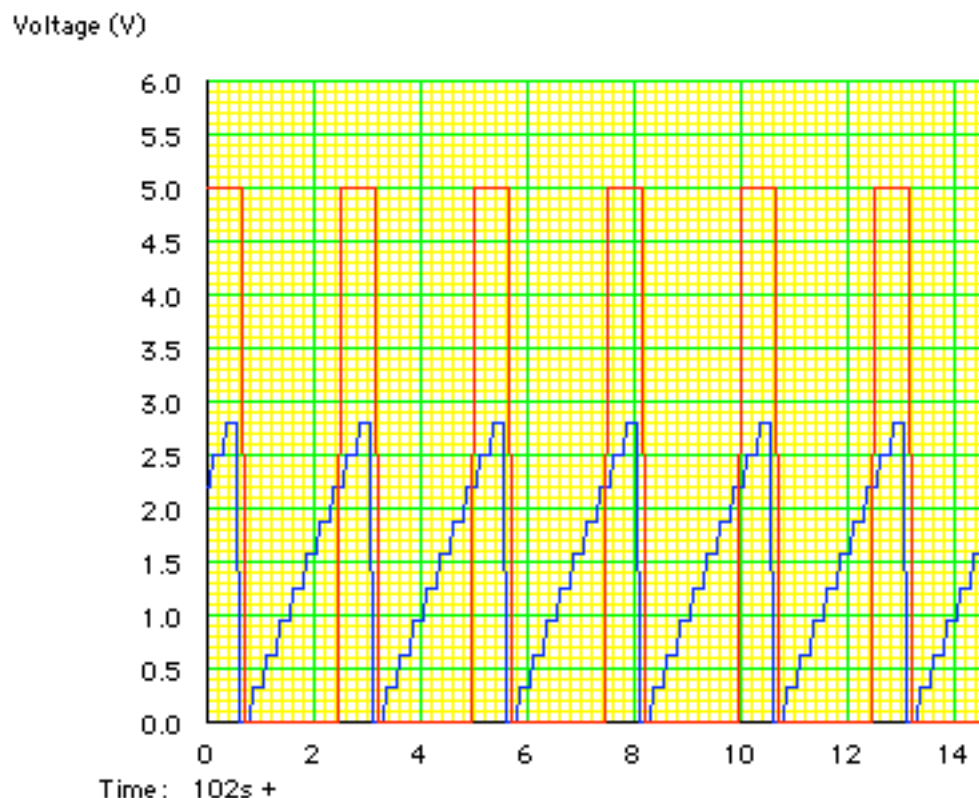
Voici les **5 blocs** en lesquels nous allons le décomposer :

	<p>Bloc n°1</p>
	<p>Bloc n°2</p>
	<p>Bloc n°3</p>
	<p>Bloc n°4</p>
	<p>Bloc n°5</p>

Le **bloc n°1** est un **montage R-2R** comme celui étudié la semaine dernière.
Ce montage peut jouer le rôle de **C.N.A.**
Les 4 résistances verticales peuvent être précédées d'un interrupteur dont l'état, ouvert ou fermé, 0 ou 1, donne l'état du bit correspondant.
Le nombre binaire formé par ces 4 bits est converti en une **valeur analogique** donnée par la **tension mesurée par le voltmètre**.

Cette semaine, les interrupteurs ont disparu. Ils ont été remplacés par le **bloc n°2**.
Celui-ci est un **compteur binaire**. Il compte en binaire de 0 jusqu'à 9. Chacune de ses 4 bornes de sortie représente un bit. La tension entre chacune de ces bornes et la terre peut être nulle (0) ou non-nulle (1).
Ce bloc permet d'automatiser ce que l'on faisait la semaine précédente manuellement, en ouvrant et fermant successivement les interrupteurs, de manière à former les nombres 0000, 0001, 0010, 0011, 0100... et ainsi de suite jusqu'à 1111.

La tension mesurée par le voltmètre du bloc n°1 prend donc **successivement 10 valeurs décimales croissantes**. C'est ce que nous montre la **courbe bleue** du graphe ci-dessous :



La **courbe rouge** représente quant-à elle (pour simplifier) la tension entre la sortie de l'A.O. du **bloc n°3** et la terre.

Ce bloc a pour fonction de nous permettre la **comparaison** entre la tension analogique à convertir (ici 1,95V) et les tensions croissantes fournies par le bloc n°1.

Dès que la tension à mesurer devient inférieure à la tension fournie par le bloc n°1, alors l'A.O., qui joue ici le rôle de comparateur, **bascule**.

Ce basculement se traduit sur le graphe par le passage de la courbe rouge de 5V à 0V.

Pour simplifier, ce basculement nous indique donc l'instant où la tension fournie par le bloc n°1 est la plus proche de la tension à convertir.

Pour obtenir la **conversion binaire**, on peut regarder à ce même instant l'état de sortie du bloc n°2, ici 0111.

Plus simplement, on peut repérer sur le graphe que le basculement a lieu quand la tension fournie par le bloc n°1 atteint son 7^{ème} palier. Il s'agit donc de l'état n°7 du compteur binaire, c'est à dire 0111 en binaire.

On a bien réalisé de la sorte un convertisseur analogique numérique.

On voudrait néanmoins le perfectionner, en facilitant la lecture du résultat par l'utilisateur.

C'est le rôle des blocs 4 et 5.

Le **bloc n°5** a pour fonction de **traduire en décimal** chacun des états binaires en sortie du bloc n°2. Comme le bloc n°2 compte de 0 à 9 en binaire, l'affichage du bloc n°5 progresse de 0 à 9 en décimal.

Ce bloc nous permet d'avoir une lecture en décimal plutôt qu'en binaire, ce qui est plus pratique pour n'importe quel utilisateur humain...

Pour obtenir sur cet affichage la valeur correspondant à la tension mesurée, il faut **arrêter le compteur** au moment où bascule le comparateur.

C'est le rôle du **bloc n°4**.

Celui-ci est constitué d'un transistor et d'un relais.

Le **transistor** sert à amplifier le courant de sortie de l'A.O. qui serait sinon trop faible pour actionner directement le relais.

Avant que l'A.O. n'ait basculé, la tension entre sa sortie et la terre est positive. Il y a donc un courant qui peut circuler à la sortie de l'A.O., qui est amplifié par le transistor, et qui **actionne le relais** en maintenant l'interrupteur dans sa position « de droite ». Le compteur du bloc n°5 fonctionne alors normalement.

Quand l'A.O. bascule, la tension entre sa sortie et la terre devient négative. Grâce à la diode le courant ne peut alors pas circuler et le relais n'est donc pas actionné. L'interrupteur est donc en position « de gauche », et **le compteur s'arrête**.

Dans notre exemple, on peut alors lire sur le compteur la valeur « 7 ».

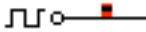
Perfectionnement possible :

Dans le montage précédent, l'afficheur s'arrête sur une valeur en nous laissant le temps de la lire, et reprend quelques instants plus tard le comptage en repartant de 0. Il serait plus agréable que **le compteur reste définitivement figé** sur la valeur mesurée.

C'est là le petit perfectionnement apporté dans la simulation voltnum2. Dans cette simulation, le basculement du comparateur, et donc du relais, entraîne l'arrêt du compteur binaire du bloc n°2 et donc également de l'afficheur décimal du bloc n°5.

La fréquence d'horloge :

La rapidité de notre C.A.N. (ou voltmètre numérique) dépend de la rapidité avec laquelle compte le compteur binaire du bloc n°1.

Cette vitesse est imposée par l'**horloge**, représentée par le symbole : 

Il s'agit simplement d'un générateur (GBF) qui fournit une **tension périodique « rectangulaire »**, c'est dire alternativement nulle et non-nulle.

La fréquence d'horloge représente donc le nombre de « vibrations » de ce générateur chaque seconde. Plus la fréquence d'horloge est grande et plus le convertisseur fonctionne rapidement.

Un microprocesseur contient une horloge, et plus sa fréquence est élevée plus le micro-processeur fonctionne rapidement.