

MPI n°11 : La conversion numérique analogique

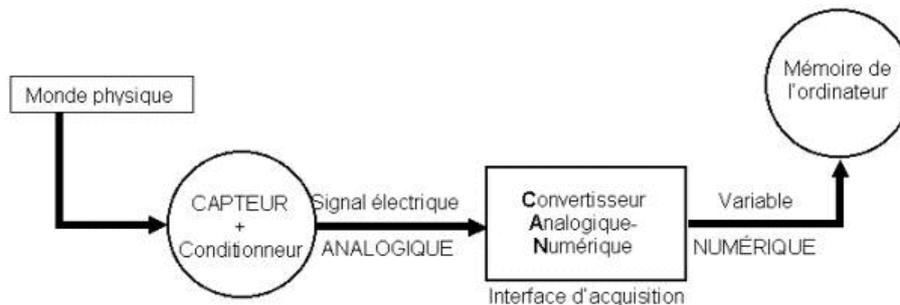
Objectifs :

- Réaliser un convertisseur numérique-analogique R-2R
- Utilisation d'un logiciel de simulation électrique (Crocodile Clip)

I. Place de la conversion Numérique-Analogique dans la chaine de mesure

- **Grandeur analogique :** grandeur qui peut prendre toutes les valeurs dans un intervalle donné. Exemples : température, tension électrique, éclairnement, pression, vitesse, temps, longueurs, etc. Une grandeur analogique est dite continue.
- **Grandeur numérique :** grandeur qui ne peut prendre qu'un nombre fini de valeurs. Par exemple, les ordinateurs et les appareils numériques ne manipulent que deux valeurs 0 et 1 (associées à des tensions électriques 0V et 5V). Une grandeur numérique est dite discontinue.

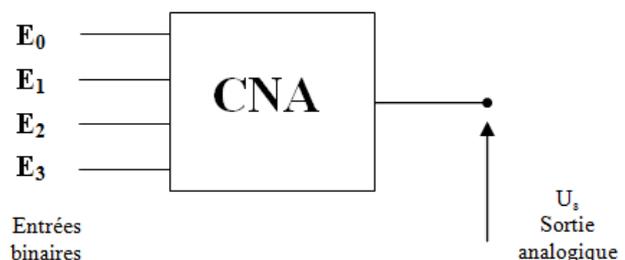
Dans la plupart des appareils électroniques, on rencontre les deux types de grandeurs : il est possible de convertir une grandeur analogique en une grandeur numérique et réciproquement.



II. Principe d'un convertisseur numérique-analogique (C.N.A.)

Un C.N.A. comporte :

- autant d'entrées que le nombre binaire à convertir possède de bits.
- une seule sortie correspondant au signal analogique U_s , mesurable avec un voltmètre.



La figure ci-contre donne le schéma de principe d'un C.N.A. à 4 bits, le nombre $E_3E_2E_1E_0$ à convertir étant composé de 4 bits (E_0 : bit de poids le plus faible, celui associé à 2^0 et E_3 : bits de poids le plus fort, associé à 2^3).

III. C.N.A. 3 BITS A RESEAU RESISTIF R-2R

Sur 3 bits, on peut coder combien de valeurs de tension :

.....

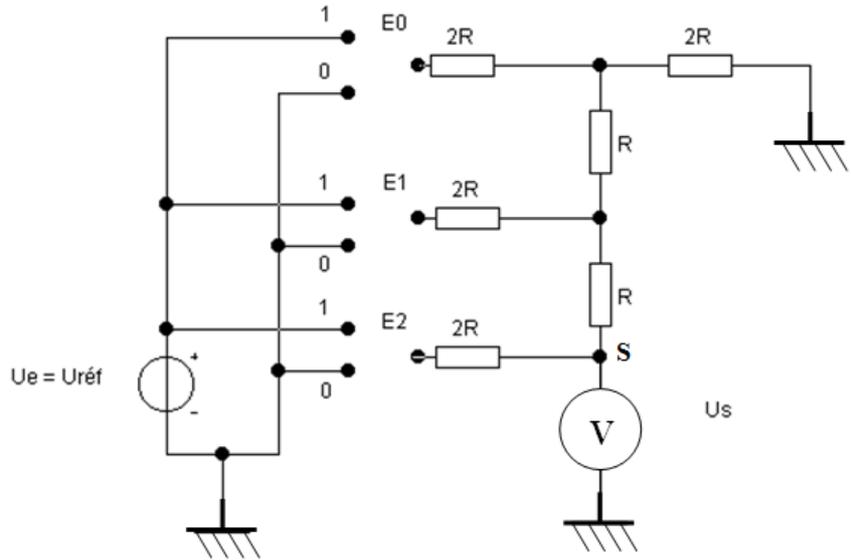
.....

1. Réalisation du circuit

Dans la plupart des C.N.A., la partie principale est un réseau de résistances de valeur R et $2R$, appelé réseau résistif $R-2R$.

Vu le nombre élevé de résistances à utiliser, vous réaliserez les C.N.A. à l'aide du logiciel Crocodile Clip.

En utilisant Crocodile Clip, réaliser un C.N.A. 3 bits à réseau résistif $R-2R$. On prendra $U_e = 5\text{ V}$ et $R = 1\text{ k}\Omega$.



2. Table de vérité du C.N.A.

Remplir le tableau (table de vérité) de ce C.N.A. 3 bits (Pour la tension de sortie U_s , arrondir à 2 chiffres après la virgule) :

Entrées binaires			Equivalent décimal	Tension de sortie
E_2	E_1	E_0	N	U_s (V)
0	0	0	0	
0	0	1	1	
0	1	0	2	
0	1	1	3	
1	0	0	4	
1	0	1	5	
1	1	0	6	
1	1	1	7	

3. Résolution du C.N.A.

Les 3 caractéristiques de sortie d'un CNA n bits sont données dans le tableau ci-après.

Compléter le tableau en donnant les 3 caractéristiques de sortie du C.N.A. 3 bits dont la tension à pleine échelle est de 5 V.

tension pleine échelle (en V)	$U_{réf}$	
résolution ou pas : ΔU (en V)	$\frac{U_{réf}}{2^n}$	
tension maximale : U_{max} (en V)	$U_{réf} - pas$	

Où retrouve-t-on la résolution et la tension maximale dans la table de vérité du C.N.A. 3 bits ?

.....

.....

.....

Que faut-il faire pour avoir une valeur de ΔU la plus petite possible ?

.....

.....

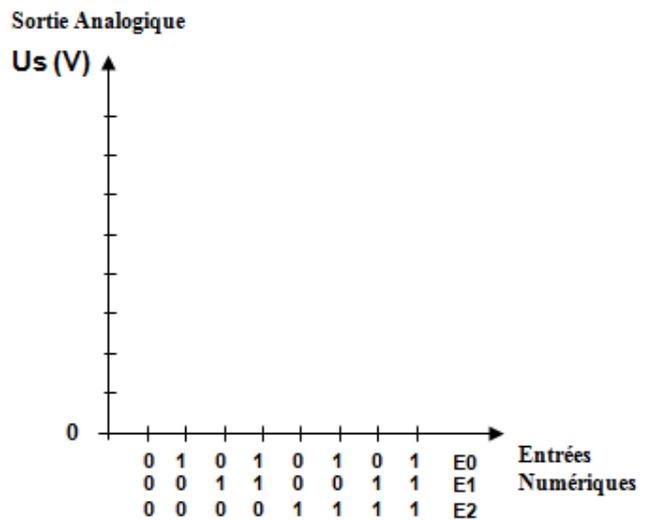
.....

 Retrouver les caractéristiques des interfaces ORPHY I et II (compléter le tableau suivant).

Convertisseur		ORPHY I	ORPHY I
Nombre de bits		8 bits	16 bits
tension pleine échelle (en V)	$U_{réf}$	5 V	5 V
résolution ou pas : ΔU (en V)	$\frac{U_{réf}}{2^n}$		
tension maximale : U_{max} (en V)	$U_{réf} - pas$		

4. Caractéristique du C.N.A.

Tracer la caractéristique en palier ($U_s = f(E_2E_1E_0)$) de ce C.N.A. 3 bits :



IV. ETUDE D'UN C.N.A. 4 BITS A RESEAU RESISTIF R-2R

 Sur 4 bits, on peut coder combien de valeurs de tension :

1. C.N.A 4 bits à réseau résistif R-2R

- En utilisant Crocodile Clip, réaliser un C.N.A. 4 bits à réseau résistif R-2R. On prendra $U_e = 5 V$ et $R = 1 k\Omega$.
- Compléter la table de vérité correspondante.

$E_3E_2E_1E_0$								
Equivalent décimal								
U'_s								
$E_3E_2E_1E_0$								
Equivalent décimal								
U'_s								

 Calculer la résolution de ce C.N.A., et sa valeur maximale de la tension de sortie. Comparer avec les mesures de la table de vérité.

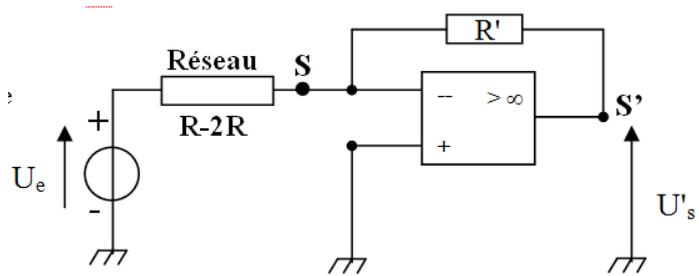
.....

 Que se passe-t-il si $U_e = 2 \text{ V}$? ?

.....

2. C.N.A 4 bits à réseau résistif R-2R + amplificateur de tension

- Reprendre le C.N.A 4 bits précédent, en modifiant la valeur de U_e . Prendre $U_e = 2 \text{ V}$.
- Placer le C.N.A. à pleine échelle ($E_3E_2E_1E_0 = 1111$).
- Ajouter à la suite du réseau résistif un amplificateur opérationnel (alimenté par des tensions +15 V et -15V) et une résistance R' telle que le nouveau montage puisse être représenté par :



- Trouver, expérimentalement (par tâtonnement), la valeur de R' de sorte qu'à pleine échelle U'_s soit maximale.
- De quel type de montage amplificateur s'agit-il Sachant que le réseau résistif R-2R se comporte comme une seule résistance ?

.....

- Trouver, avec le montage, les valeurs de U'_s telles que :

$E_3E_2E_1E_0$	1111	0000	0101	0110	1100	1010	1110	0011
U'_s								

 **Conclusion** : Pourquoi a-t-on ajouté ce montage amplificateur ?

.....

