

# LES CONVERTISSEURS NUMERIQUE ANALOGIQUE(CNA)

## I. DEFINITIONS.

Une grandeur est dite analogique si sa mesure donne un nombre réel variant de façon continue. Il existe une infinité de valeurs pour une grandeur analogique.

Exemple de grandeurs analogiques :

- 3,12 V et 2,41 V sont des tensions
- 20,5 °C ; 5°C sont des températures

A toute grandeur analogique on associe une unité (le volt, le degrés Celsius)

Une grandeur est numérique si elle est contrainte à ne prendre qu'un nombre restreint de valeurs.

Les nombres binaires peuvent ensuite être codés en hexadécimale ou en décimale.

Exemple : 0110 et 1011 sont des nombres binaires.

Un convertisseur numérique analogique (CNA) est un dispositif qui transforme des nombres binaires (numériques) en tensions électriques (analogiques).

Un convertisseur analogique numérique est un dispositif qui transforme des tensions électriques (analogiques) en nombres binaires (numériques)

### 1. Le module R-2R

Observer la plaque du module. Elle est principalement constituée :

- d'un montage composé d'une série de résistances R-2R (avec ici  $R=20\text{ k}\Omega$ )
- d'un montage comparateur ;
- d'un connecteur 25 broches permettant de faire la liaison avec le module DEL.

Chaque résistance 2R est à une de ses extrémités reliés à une DEL rouge du module DEL (nommée  $D_0, D_1, D_2, D_3, \dots, D_7$ ). Le montage R-2R de la plaque permet de convertir un nombre binaire de 8 bits (un octet) en une tension. Pour comprendre son fonctionnement, nous allons étudier son principe sur 2 puis 3 bits pour ensuite généraliser à 8 bits.

#### a) Le montage R-2R et la CNA sur 2 bits

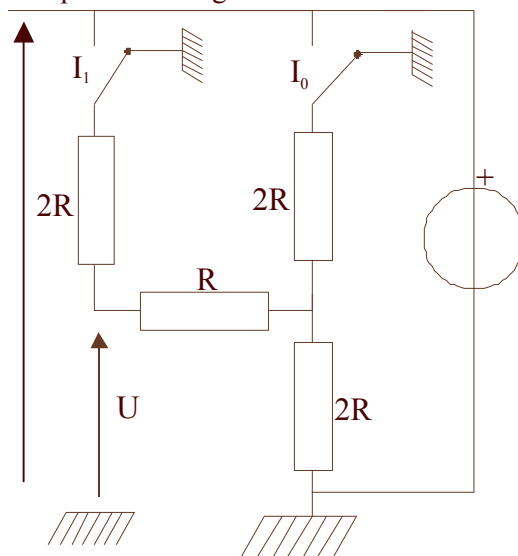
Réaliser le montage avec Crocodile Physics.

Placer un voltmètre pour mesurer U.

- Les 2 interrupteurs  $I_0$  et  $I_1$  permettent de laisser passer le courant ou non dans les 2 résistances 2R. Ils possèdent donc 2 états :
  - ouvert: chiffre binaire associé 0;
  - fermé: chiffre binaire associé 1.

$$U_{\text{ref}} = 5\text{ V}$$

Q1 : Pour toutes les combinaisons possibles des 2 interrupteurs, mesurer la tension U. Faire apparaître vos résultats en complétant le tableau 1 du document joint.



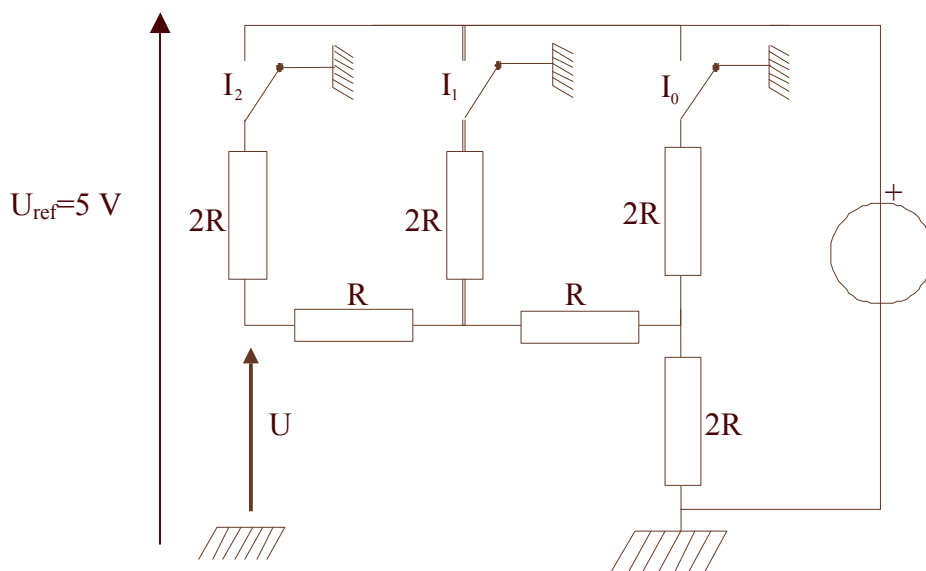
Pour comprendre l'usage de ce montage, réalisons la même chose mais sur 3 bits.

**b) Le montage R-2R et la CNA sur 3 bits**

- Modifier votre montage en réalisant celui-ci puis compléter le tableau 2 du document en annexe.

**c) analyse des deux montages R-2R sur 2 et 3 bits**

- A partir de vos tableau, compléter les graphique en annexe donnant les variations de la tension mesurée  $U$  en fonction des nombres binaires  $k$  successifs portés en abscisse.
- Compléter le tableau 3 du document en annexe sachant que :
  - ✓ Le nombre de possibilités est le nombre total de nombres binaires que l'on peut coder avec un montage
  - ✓ Le pas de conversion correspond au saut de tension entre 2 nombres binaires consécutifs. Il est noté  $\Delta U$

**d) Application : la CNA sur 8 bits.**

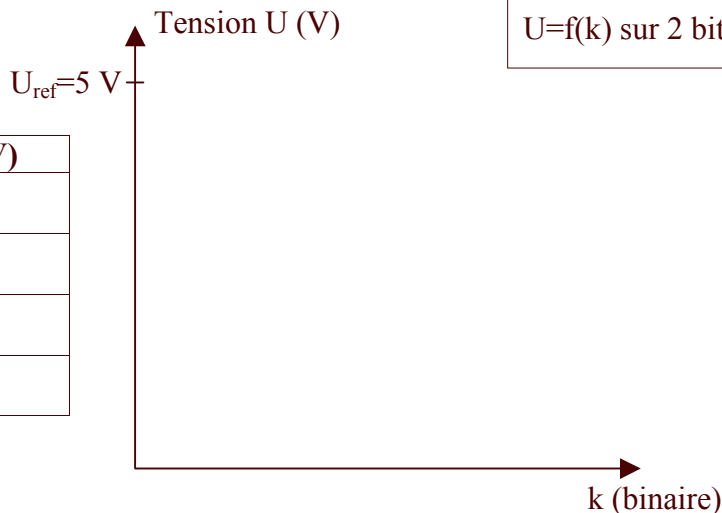
- Relier le module DEL à la sortie LPT1 de l'ordinateur par l'intermédiaire du câble parallèle.
- Alimenter le module DEL (bornes -15 V ; 0 V ; +15 V).
- Connecter le module R-2R au module DEL.
- Ouvrir le logiciel DEL sous Linux.
- Brancher un voltmètre entre la borne de masse et la sortie analogique du module R2R. On y mesure la tension notée  $U$ .
- Cliquer sur le bouton « envoyer une valeur ».
- Compléter le tableau 4 du document en annexe (mesurée  $U$  avec le maximum de précision).

**ANNEXE : DOCUMENT A COMPLETER**

**a) le montage R-2R et la CNA sur 2 bits**

$I_1$	$I_0$	Décimal	U mesurée (V)
			$U_{Max} =$

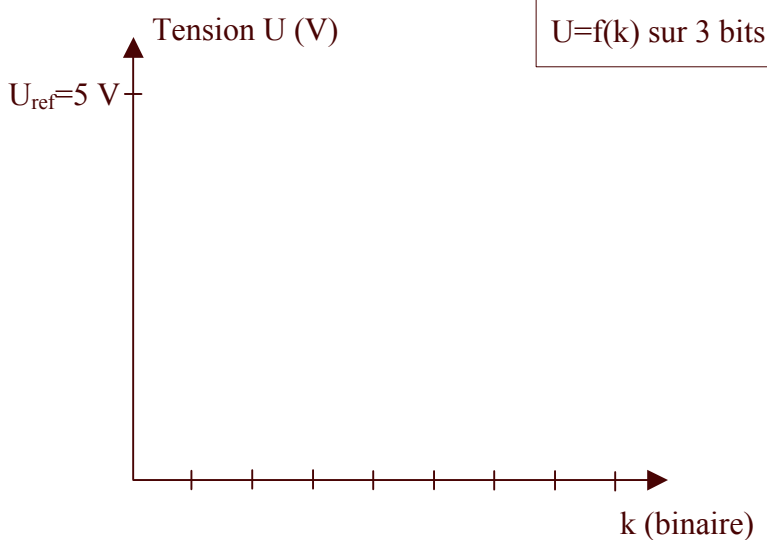
Tableau 1



**b) le montage R-2R et la CNA sur 3 bits**

$I_2$	$I_1$	$I_0$	Décimal	U mesurée (V)
				$U_{Max} =$

Tableau 2



**c) analyse des deux montages R-2R sur 2 et 3 bits**

	Montage R-2R sur 2 bits	Montage R-2R sur 3 bits
Nombre de possibilités de codage		
Pas de conversion $\Delta U$		
Relation entre $U_{ref}$ et $\Delta U$		
Relation entre $U_{Max}$ , $U_{ref}$ et $\Delta U$		
Relation entre U, k(dec) et $\Delta U$		

Tableau 3

➤Q1 : Que faut-il faire pour avoir une valeur de  $\Delta U$  la plus petite possible ?

.....

Nom :

Nom du binôme :

❖ Sur 2 bits, on peut coder ..... valeurs de tension soit  $2^{\dots}$  valeurs. Le pas de conversion  $\Delta U$  est de ..... V soit égale à  $U_{ref}/2^{\dots}$ . La valeur maximale  $U_{Max}$  atteinte est de ..... V soit égale à  $U_{ref} - \dots$

❖ Sur 3 bits, on peut coder ..... valeurs de tension soit  $2^{\dots}$  valeurs. Le pas de conversion notée  $\Delta U$  est de ..... V soit égale à  $U_{ref}/2^{\dots}$ . La valeur maximale  $U_{Max}$  atteinte est de ..... V soit égale à  $U_{ref} - \dots$

**d) La CNA sur n bits**

➤ Q2 : Combien de valeurs de tensions peut-on coder sur n bits ? .....

➤ Q3 : Quel est la valeur du pas de la conversion  $\Delta U$  (la tension aux bornes des résistances  $2R$  est notée  $U_{ref}$ )

$\Delta U = \dots$

➤ Q4 : Quelle est la valeur maximale atteinte par la tension U ? (exprimer U en fonction de  $U_{ref}$  et n)

$U = \dots$

**e) Application : la CNA sur 8 bits.**

➤ Q5 : Combien de valeurs de tensions peut-on coder sur 8 bits ? .....

k (décimale)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
k (hexadécimal)													
k (binaire)													
U (mV)													
U(mV)/k(dec)													

Tableau 4

➤ Q6 : Calculer la valeur de la tension maximal  $U_{Max}$  à partir des formule établie au 4.d). A quelle valeur de k correspond cette valeur ? Vérifier cette valeur en utilisant le logiciel et le multimètre. Comment expliquer l'écart observé ?  $U = \dots$

➤ Q7 : A partir du tableau 4, quelle relation retrouve-t-on entre U et k (décimale) ?  $U = \dots$

➤ Q8 : Quelle sera la tension mesurée si on envoie l'octet 0001 1010 ? Calculer sa valeur puis simuler à l'aide du logiciel en envoyant aux modules cet octet.  $U = \dots$

➤ Q9 : Inversement, à quel octet correspond une tension mesurée égale à 1,806 V. Calculer puis simuler.  $n = \dots$