

B12. Convertisseurs Numérique / Analogique (CNA)

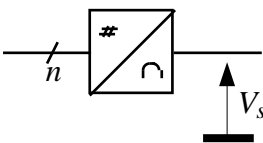
Digital to Analog Converter (DAC)

• **Nombre de bits** : n ; nb de valeurs entières distinctes : 2^n ; nb d'intervalles : $2^n - 1$

• **Pleine échelle (full scale)** : Mode unipolaire : PE (FS) = V_{\max}

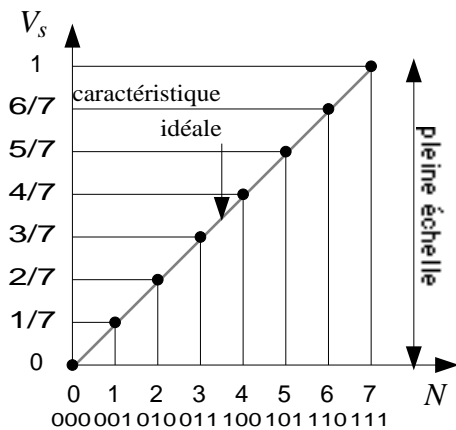
Mode bipolaire : PE (FS) = $V_{\max} - V_{\min}$

NB : dans ce dernier cas, en général $V_{\min} = -V_{\max}$, et est appelé "décalage en tension" (*offset*).

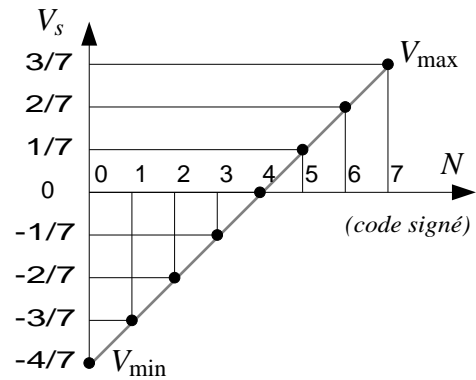
• N  2^n valeurs entières $\in [0, 2^n - 1]$ $\rightarrow 2^n$ tensions distinctes

• **Résolution** ou "pas de quantification" ou "incrément" : $q = \Delta V_s = \frac{PE}{2^n - 1}$

• **Caractéristique** : unipolaire : bipolaire :



$$V_s = q \cdot N$$



$$V_s = q \cdot N + V_{\min}$$

• **Sortie analogique** : - sortie en tension : le CNA est un générateur de Thévenin
 - sortie en courant : le CNA est un générateur de Norton

• **Notations** (exemple pour $n = 8$ bits) :

- notation européenne :

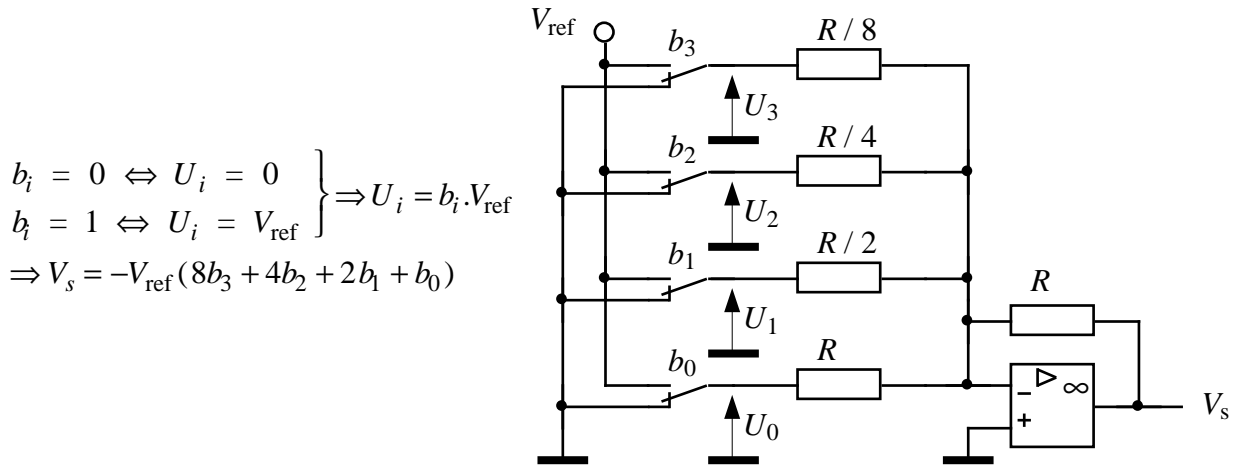
$$V_s = \frac{10}{255} (2^7 D_7 + 2^6 D_6 + \dots + 2D_1 + D_0) = \frac{PE}{2^n - 1} \sum_{i=0}^{n-1} 2^i D_i$$

- notation américaine :

$$V_s = 10 \frac{256}{255} \left(\frac{D_7}{2} + \frac{D_6}{4} + \dots + \frac{D_1}{128} + \frac{D_0}{256} \right) = PE \frac{2^n}{2^n - 1} \sum_{i=1}^n \frac{D_{n-i}}{2^i}$$

• **CNA à résistances pondérées**

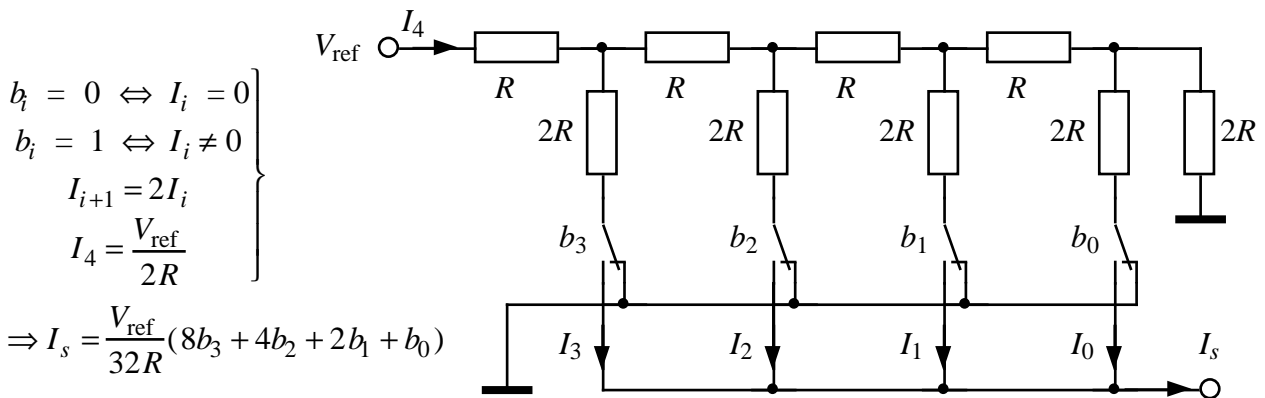
Montage de base : unipolaire, sortie en tension :



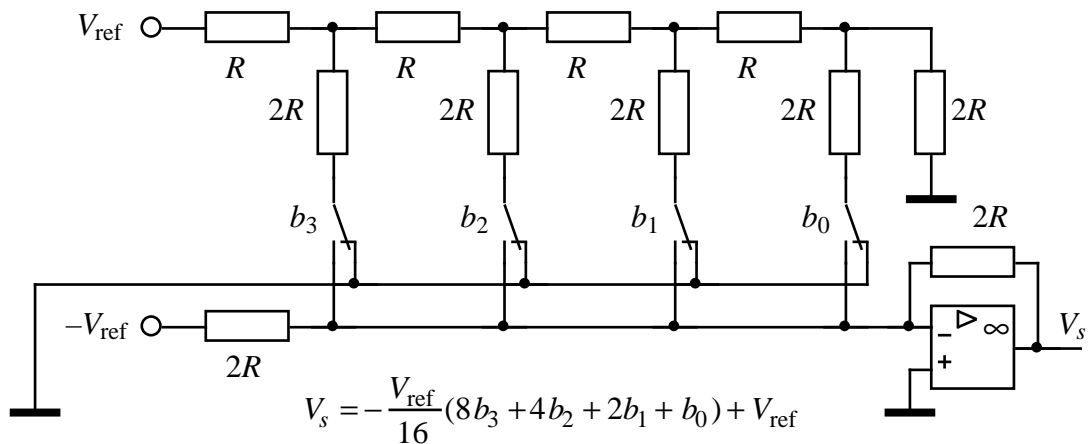
NB : montage peu utilisé, à cause de la difficulté de construire un réseau de résistances de valeurs précises.

• **CNA à réseau R-2R**

Montage de base : unipolaire, sortie en courant :



- Autre montage : bipolaire, sortie en tension :



***** COMPLEMENTS *****

• *CNA séquentiel (bit stream DAC)*

- Soient n le nombre de bits du CNA et N le nombre binaire à convertir ($0 \leq N \leq 2^n - 1$).

- On dispose d'une horloge-système H qui pilote l'ensemble du dispositif, de période T_0 .

- On crée un signal rectangulaire V_o d'amplitude E , de période $n.T_0$ et de rapport cyclique variable $\alpha = \frac{N.T_0}{n.T_0} = \frac{N}{n}$.

Ce signal n'est autre qu'un signal modulé en largeur d'impulsions (MLI ou PWM). Cela est réalisé à l'aide d'un circuit "Delta-Sigma" (voir B13 : CAN $\Sigma-\Delta$)

- On extrait la valeur moyenne de V_o à l'aide d'un filtre passe-bas : $V_s = \langle V_o \rangle = \alpha.E$