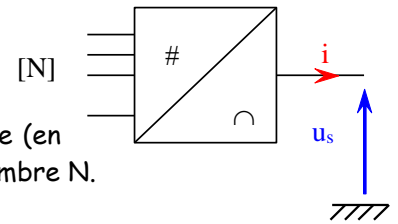


Conversion numérique- analogique

I. La conversion numérique-analogique

I.1. Convertisseur numérique-analogique (CNA)

Un convertisseur numérique-analogique est un dispositif électronique qui permet la transformation d'un nombre binaire N (en entrée) en une grandeur électrique (en sortie). Cette grandeur électrique (tension ou courant) est proportionnelle au nombre N.



I.2. Caractéristiques du CNA

Le nombre N dépend du nombre de bits n du convertisseur. Le nombre N s'écrit sous la forme :

$$N = a_{n-1} \times 2^{n-1} + a_{n-2} \times 2^{n-2} + \dots + a_0 \times 2^0 \text{ avec } a_i = 0 \text{ ou } 1.$$

La valeur maximale de N est donc $N_{\max} = 2^n - 1$.

Lorsque la sortie est une tension, celle-ci s'exprime sous la forme : $u_s = N \times q + u_{s\min}$ où q représente le quantum ou résolution analogique (en V)

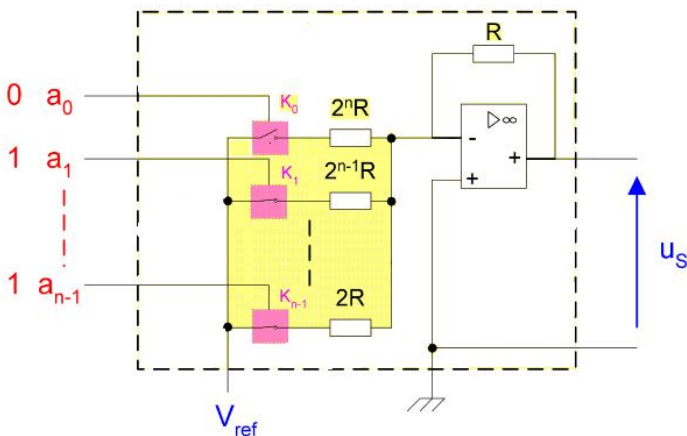
Remarque : on a souvent $u_{s\min} = 0V$ d'où $u_s = N \times q$

On définit q par $q = \frac{u_{s\max} - u_{s\min}}{2^n - 1}$ où $u_{s\max} - u_{s\min}$ est l'étendue de la tension de sortie.

Un CNA sera d'autant plus performant que q sera faible et que la durée de conversion sera courte. En outre, l'étendue de la tension de sortie est également un paramètre important.

II. Les principaux types de CNA

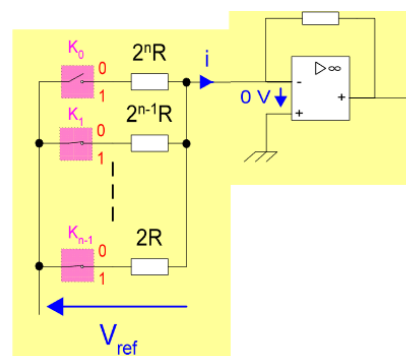
II.1. Le CNA à résistances pondérées



- Les interrupteurs électroniques (transistors) K_i sont tels que K_i est fermé quand $a_i = 1$ et K_i est ouvert quand $a_i = 0$.
- L'ALI est supposé idéal en régime linéaire. On a donc $\epsilon = 0$.

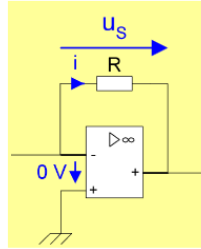
D'après la loi des nœuds, on a :

$$i = a_{n-1} \cdot \frac{V_{ref}}{2R} + \dots + a_0 \cdot \frac{V_{ref}}{2^n R}$$



D'autre part :

$$u_S = -Ri$$



D'où :

$$u_S = -(V_{ref}/2^n) \cdot (2^{n-1}a_{n-1} + \dots + 4a_2 + 2a_1 + a_0)$$

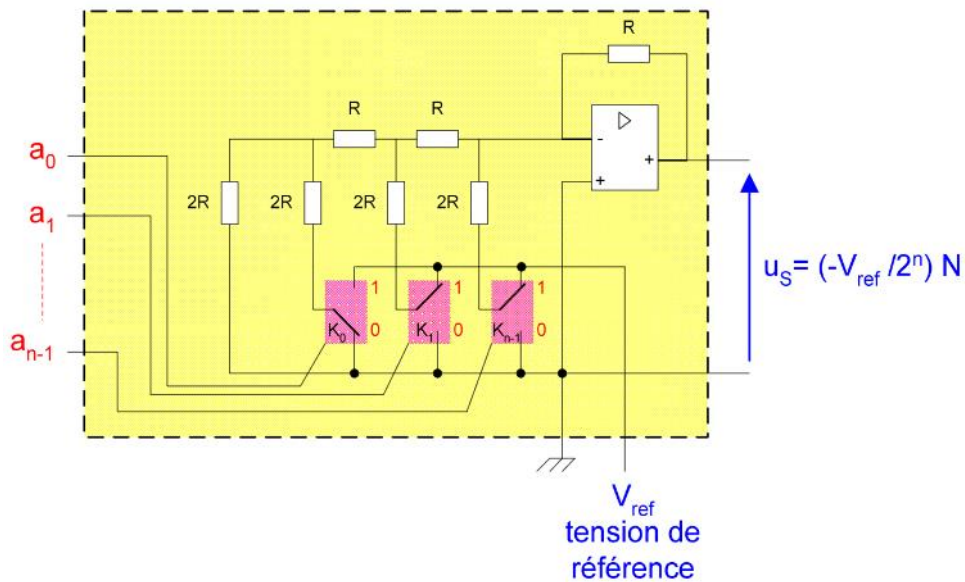
Finalement :

$$u_S = -(V_{ref}/2^n) \cdot N$$

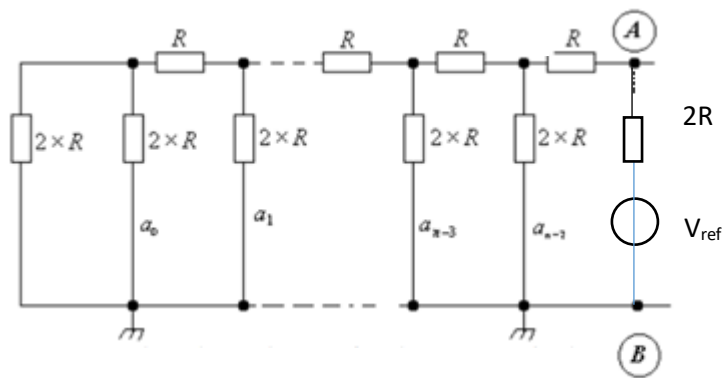
- quantum : $q = -(V_{ref}/2^n)$
- plage de la tension de sortie : 0 à $-V_{ref}$

Le principal inconvénient de ce convertisseur est la gamme étendue des résistances nécessaires dès que le nombre de bits devient important.

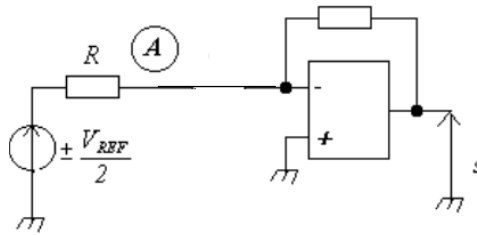
II.2. Le CNA à réseau R/2R



Pour démontrer cette formule, étudions le rôle de chaque interrupteur individuellement. Supposons K_{n-1} fermé et tous les autres interrupteurs ouverts.



Le générateur de Thévenin équivalent au réseau vu de A et B donne :



On en déduit $u_s = -Ri = -\frac{RV_{ref}}{2R} = -\frac{V_{ref}}{2}$

En faisant de même pour chaque bit puis en appliquant le théorème de superposition, on obtient :

$$\begin{aligned} u_s &= -Ri = -R \left(\frac{V_{ref}}{2^n R} 2^{n-1} a_{n-1} + \frac{V_{ref}}{2^n R} 2^{n-2} a_{n-2} + \dots + \frac{V_{ref}}{2^n R} 2^1 a_1 + \frac{V_{ref}}{2^n R} 2^0 a_0 \right) \\ &= -R \frac{V_{ref}}{2^n R} (2^{n-1} a_{n-1} + 2^{n-2} a_{n-2} + \dots + 2^1 a_1 + 2^0 a_0) \\ &= -\frac{V_{ref}}{2^n} N \end{aligned}$$

Ce système nécessite plus de résistances que le réseau à résistances pondérées mais ces résistances ne prennent que 2 valeurs (R et 2R).