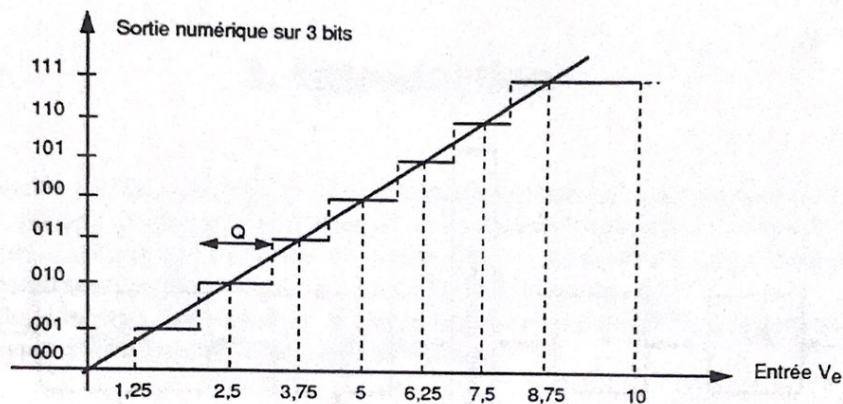


2. Caractéristiques des convertisseurs

2.1 - La quantification

Le signal analogique initial subit une quantification (une suite de valeurs discrètes). Cette suite sera ensuite codée (Binaire ou BCD).

La fonction de transfert d'un convertisseur analogique numérique est non linéaire.



CAN à 3 bits : fonction de transfert

- La résolution d'un convertisseur est n : (ici $n = 3$)
- La différence de tensions d'entrée correspondant à deux codes successifs est le quantum.

$$q = \frac{PE}{2^n}$$

avec PE : pleine échelle.

Dans cet exemple PE = 10 Volts, $n = 3$ et $q = 1,25$ Volt.

2.2 - Valeur de sortie d'un C.N.A

La tension de sortie d'un convertisseur numérique-analogique vaut : $V_s = N \cdot q$

N : c'est l'équivalent décimal d'un nombre binaire ($N = a \cdot 2^0 + b \cdot 2^1 + \dots$)

q : quantum

La valeur maximale de V_s vaut $V_{s \text{ Max}} = PE - q$.

$$V_{s \text{ Max}} = PE - q$$

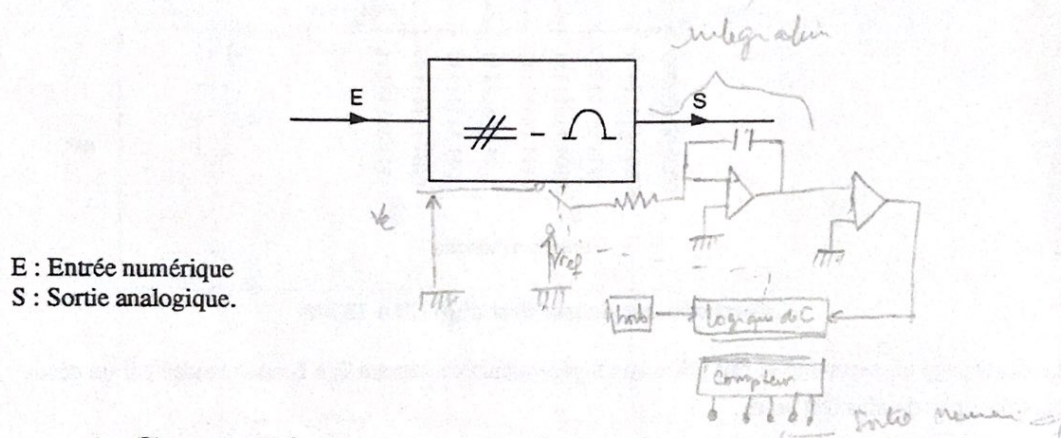
LES CONVERTISSEURS (CAN - CNA)

Par rapport aux Convertisseurs (R/2R), les CNA à segments sont plus avantageux (précision, linéarité).

Grâce à cette technique on peut réaliser des CNA monolithiques 14 bits et même 16 bits d'un encombrement et d'un coût très raisonnables. Les CNA étudiés dans cette partie sont de types parallèles, il existe des CNA de types séries qui sont évidemment moins rapides.

Le type série procède par convertir chaque bit l'un après l'autre grâce à un système diviseur capacitif.

3.6 - Symbole (convertisseur numérique-analogique)



4. Convertisseur analogique-numérique (CAN)

4.1 - Introduction

Les convertisseurs analogique-numérique sont très diversifiés selon les applications.

Les CAN très précis sont lents, et les CAN très rapides sont peu précis, les CAN sont donc caractérisés par un facteur f appelé facteur de mérite avec :

$$f = \text{précision} \times \text{vitesse}$$

Plus le facteur de mérite f est grand, plus la difficulté de réaliser le CAN est grande (prix élevé, encombrement).

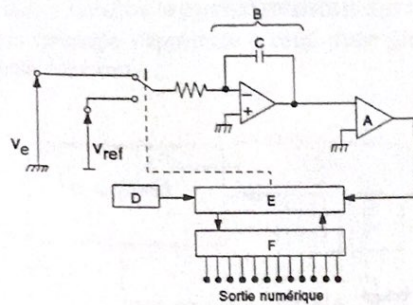
Pour des performances limitées, il existe des CAN qui se présentent sous forme de circuit intégré peu coûteux.

4.2 - Différents types de convertisseurs analogique-numérique

4.2.1 - CAN à intégration

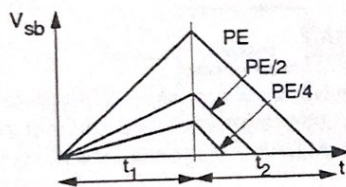
Les plus connus sont les CAN à rampe, leur principe dans le cas d'un convertisseur (CAN) à double rampe est illustré par les figures page suivante.

ELECTRONIQUE DIGITALE TOME 2



a Schéma de principe

- A comparateur
- B intégrateur
- D horloge
- E logique de commande
- F compteur
- commande de l'interrupteur



b Signal de sortie de l'intégrateur

- PE pleine échelle
- t_1 temps fixe
- V_{sb} tension de sortie de l'intégrateur
- t_2 temps mesuré

CAN à double rampe

La tension à mesurer est appliquée à travers l'interrupteur I, à l'entrée de l'intégrateur, et simultanément, le compteur est déclenché.

Lorsque le compteur arrive à saturation, la logique de commande connecte l'entrée de l'intégrateur à la référence négative.

Le condensateur de capacité C se décharge pendant que le compteur compte les impulsions d'horloge.

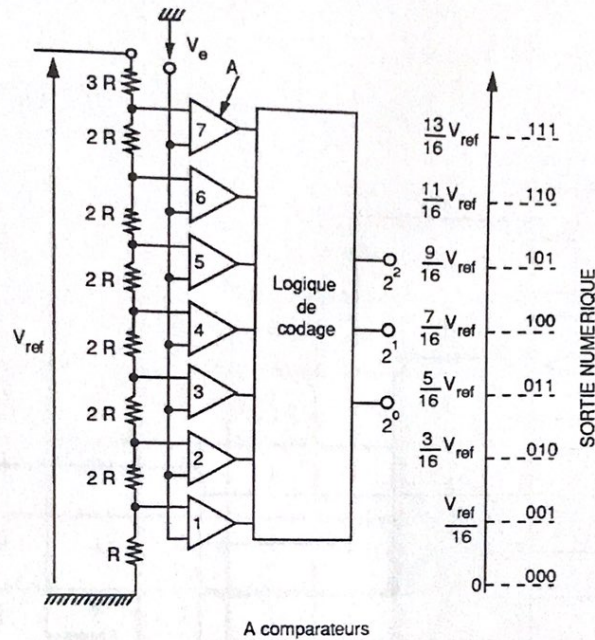
Le comparateur détecte le passage à 0 de la sortie de l'intégrateur et arrête le compteur qui indique un temps t_2 , proportionnel à la tension d'entrée V_e .

$$t_2 = t_1 \cdot \frac{V_e}{V_{ref}}$$

La précision pour ce type de convertisseur A.N dépend surtout de la linéarité de l'intégrateur. Les C.A.N qui sont précis et lents, sont utilisés surtout dans les panneaux d'affichage numériques.

4.2.3 - Convertisseur analogique numérique parallèle

Le principe de fonctionnement d'un CAN parallèle est illustré par la figure suivante.



**CAN parallèle 3 bits
(schéma de principe)**

La tension à mesurer V_e est appliquée sur tous les comparateurs (1, ..., 7), l'autre entrée est connectée à un réseau de résistances.

Les tensions appliquées à l'entrée non commune des comparateurs varient par quantum $q = \left(\frac{V_{ref}}{8} \right)$

$$q = \frac{V_{ref}}{2^n} \quad (\text{pour un CAN à } n \text{ bits}).$$

Les comparateurs basculent pour V_e située au dessus. La logique qui suit décode les $2^n - 1$ sorties des comparateurs en binaire sur n fils.

Ces CAN sont les plus rapides du fait que les comparateurs agissent en parallèle, ils sont (CAN) plus complexes pour un nombre important de bits.

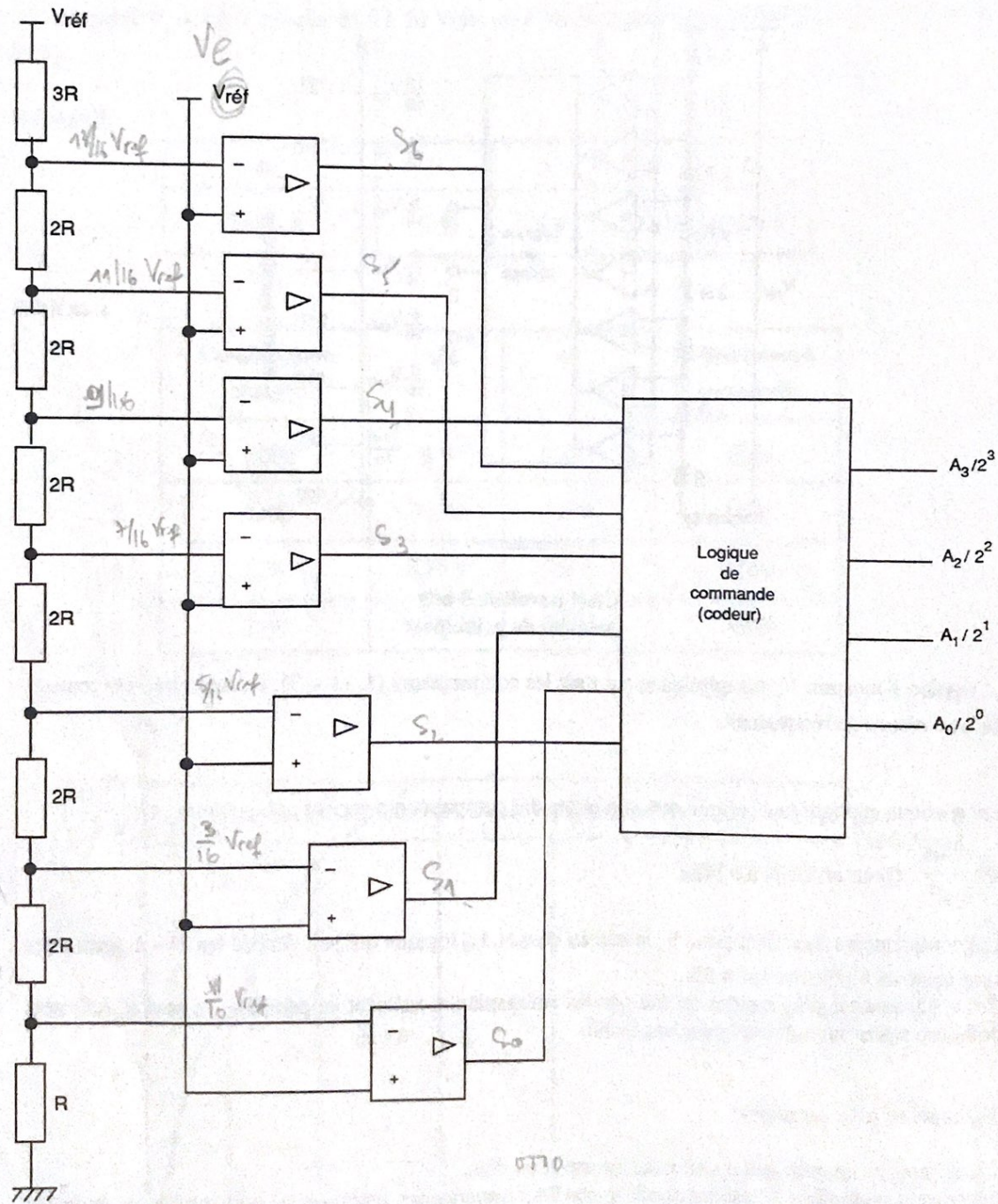
Exemple (CAN : parallèle)

L'opération de quantification s'effectue en une seule fois.

La tension analogique V_e est appliquée à tous les comparateurs, leurs sorties sont combinées dans une logique de codage qui fournit dans ce cas un mot de 3 bits (Cf. schéma suivant).

LES CONVERTISSEURS (CAN - CNA)

$$V_s = A(V_+ - V_-)$$



* Si V_e est supérieur au niveau du comparateur la sortie S_n est à 1 (S_n : sortie qui correspond au comparateur concerné).

* Si V_e est inférieur au niveau du comparateur, la sortie S_n est à 0.

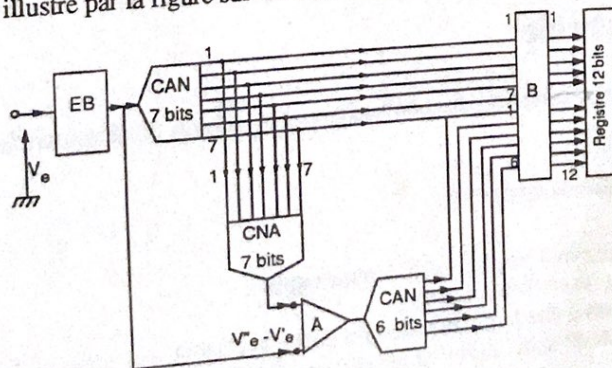
Table de vérité du Codeur de sortie (commande logique)

S_6	S_5	S_4	S_3	S_2	S_1	S_0	A_2	A_1	A_0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	$\rightarrow V_{réf}/2^n$
0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	$\rightarrow 2. V_{réf}/2^n$
0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	$\rightarrow 3. V_{réf}/2^n$
0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	$\rightarrow 4. V_{réf}/2^n$
0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	$\rightarrow 5. V_{réf}/2^n$
0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	$\rightarrow 6. V_{réf}/2^n$
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	$\rightarrow 7. V_{réf}/2^n$

4.2.4 - Convertisseur - analogique numérique (série parallèle)

On fait parfois appel à cette technique Série-parallèle, en radar par exemple. On obtient donc des CAN assez complexes.

Le principe est illustré par la figure suivante (CAN à 12 bits).



CAN Série parallèle 12 bits (Schéma de principe)