

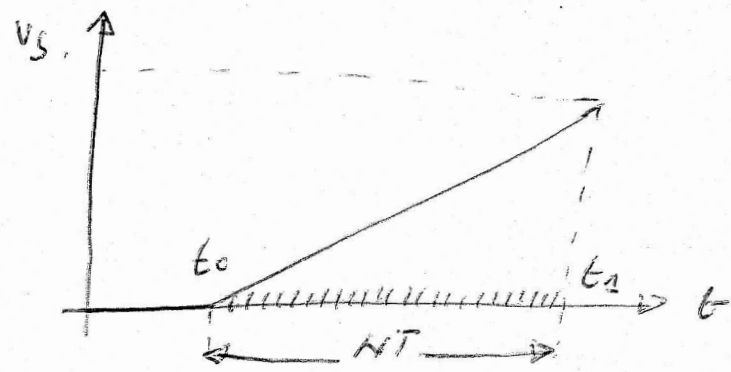
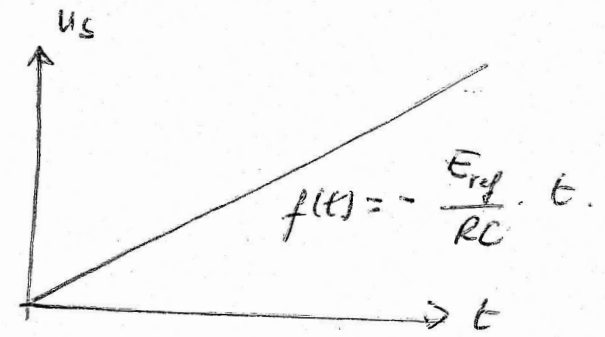
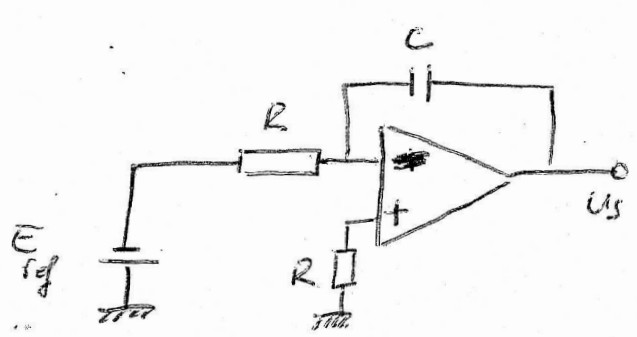
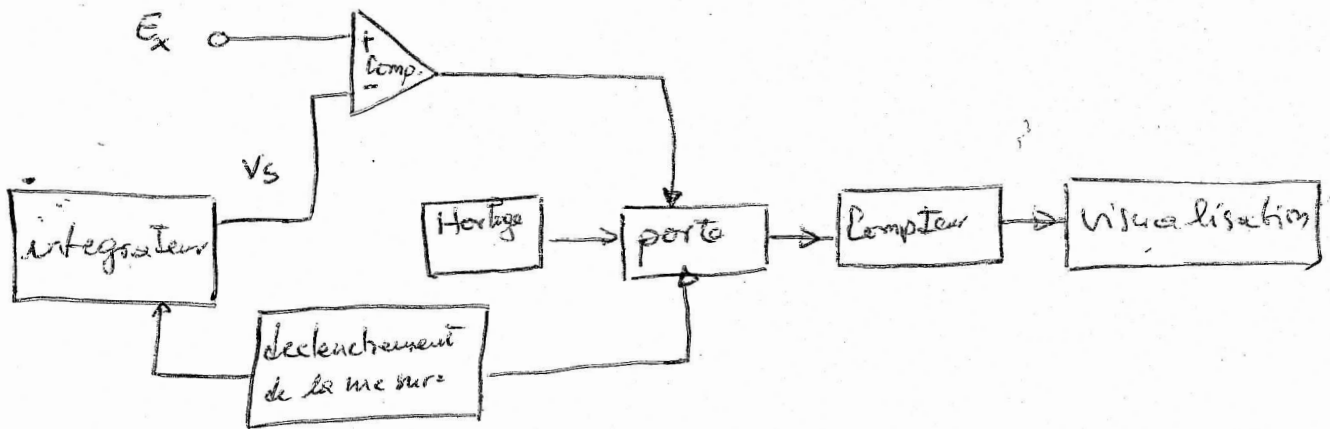
# Voltmètre numérique

## 1 - C.A/N type de C.A/N.

- grande partie fonctionne en mode série à l'exception de qq'un qui fonctionne en série-parallel.
- Délivre la valeur numérisée dans le code binaire et la visualisation se fait généralement en décimale.
- Le Voltmètre numérique fournit une tension de sortie en BCD de la valeur numérisée en décimale.

## 2 - Conversion Série:

### 1 - Convertisseur à rampe



Synoptique du convertisseur simple rampe  
E... a... seule polarité

# Ex a deux polarités

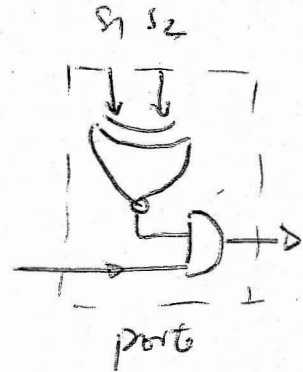
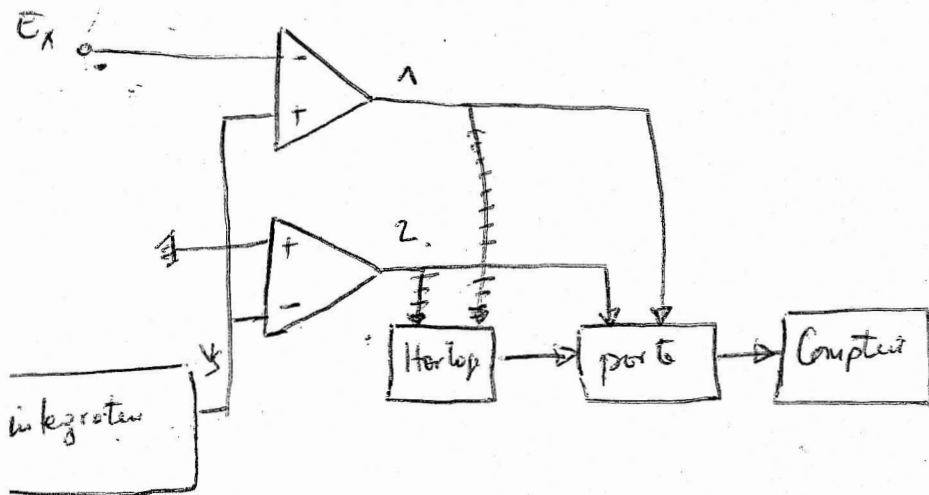
(3)

La polarité de  $E_x$  pourrait être quelconque. Le convertisseur pourrait se modifier quelque peu, et comportera deux comparateurs. La rampe s'arrête à une tension  $-V$  inférieure à la pleine échelle.

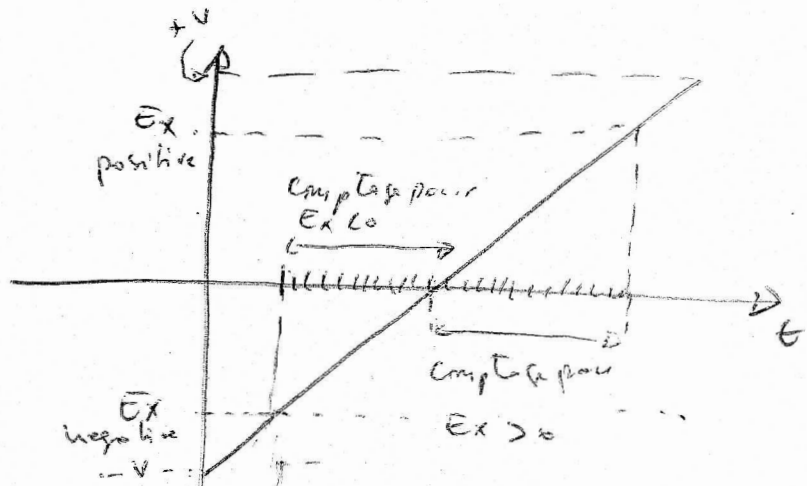
Pour les polarités négatives de  $E_x$  la mesure s'arrête lorsque  $V_s$  atteint la valeur  $E_x$ , ce qui fait basculer le comparateur 1 et valide le comptage. Le dernier est arrêté lorsque  $V_s$  est égale à la valeur zéro, avec comme conséquence le basculement du comparateur 2 ad lorsque  $V_s$  passe par la valeur zéro. L'arrêt du compteur 2 se fait lorsque  $V_s$  atteint  $E_x$  ce qui fait basculer le compteur 1.

La logique de décision est la fonction donnée ci-dessous :

$S_1 = S_2 = 1$ , ou  $S_1 = S_2 = 0$  dans les autres cas, cette fonction est le complément d'un  $\oplus$ .



$E_x$		état Compar	état Compteur
$< 0$	$S_1$	$0 \rightarrow 1$	$1$
	$S_2$		$1 \rightarrow 0$
$> 0$	$S_1$		$0 \rightarrow 1$
	$S_2$	$1 \rightarrow 0$	$0$



## Convertisseur à rampe à double polarité.



$E_x > 0$   
 $E_x < 0$

Le principe consiste à déclencher au temps  $t_0$  une rampe linéaire et en même temps à envoyer des impulsions d'horloge dans un compteur. La tension de la rampe est connectée à l'une des entrées d'un comparateur, l'autre entrée recevant la tension à mesurer  $E_x$ . Lorsque la tension de la rampe devient égale (très légèrement différent) à  $E_x$ , la sortie du comparateur bascule, ce qui bloque le passage des impulsions d'horloge vers le compteur. Ainsi le nombre d'impulsion  $N$  de période  $T$  est directement proportionnel à la tension  $E_x$ :  $t_1 - t_0 = NT$ .

Or la tension de sortie de l'intégrateur :

$$V_s = - \frac{1}{C} \int i dt = - \frac{1}{C} \int \frac{E_{ref}}{R} dt = - \frac{E_{ref}}{RC} \int dt$$

lorsque  $V_s$  atteint  $E_x$  nous avons :

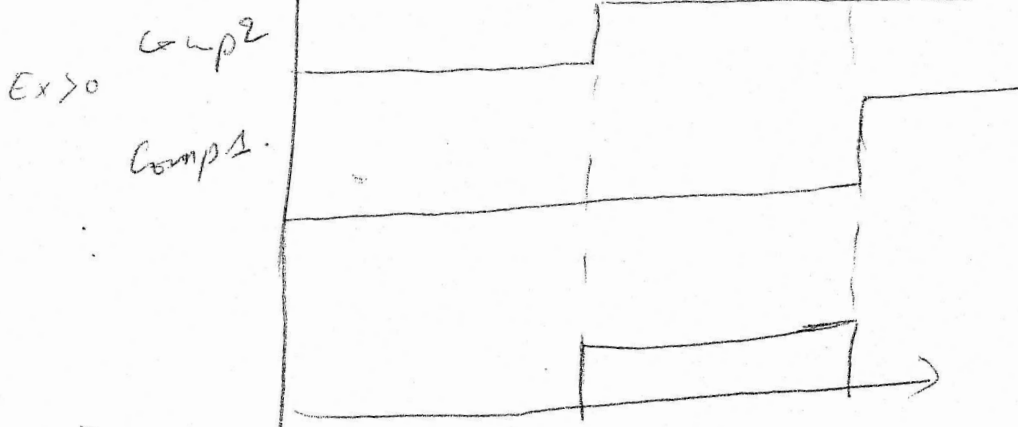
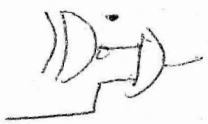
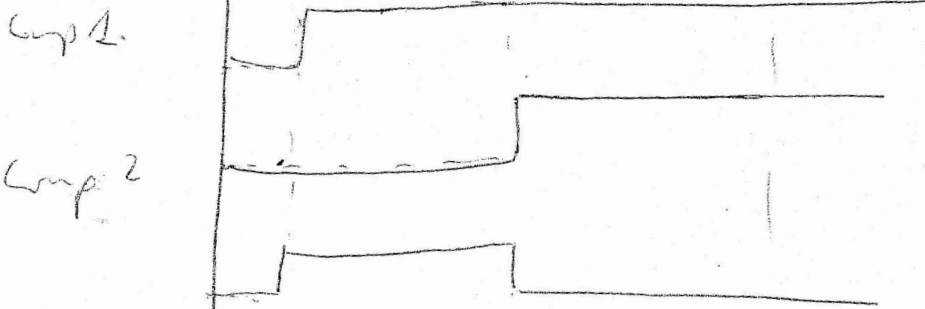
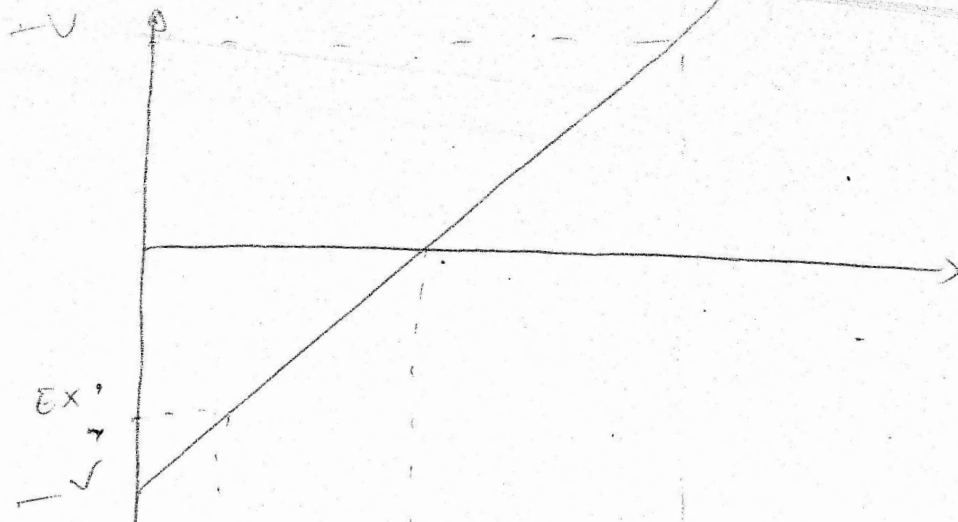
$$E_x = - \frac{E_{ref}}{RC} \int_{t_0}^t dt = - \frac{E_{ref}}{RC} (t_1 - t_0) \quad (t_1 - t_0) = NT$$

Donc  $E_x = - \frac{E_{ref}}{RC} NT$

$E_{ref}$ ,  $R$ ,  $C$ ,  $T$  sont connus.  $N$  est inconnue et caractéristique de  $E_x$

$$E_x = E_{ref} \frac{T}{RC} N$$

pour que  $E_x$  soit directement proportionnelle à  $N$  il suffit que la valeur connue  $- E_{ref} \cdot \frac{T}{RC}$  soit l'inverse du nombre de points de mesure du convertisseur. A titre d'exemple pour un voltmètre numérique à trois chiffres donc comportant 1000 points de mesure, et de pleine échelle 10 volts l'expression  $- E_{ref} \frac{T}{RC}$  aura la valeur  $\frac{1}{100}$ . A une tension  $E_x$  de 3,48 volts comparera une valeur de  $N = 348$  impulsions ce qui correspondra à une valeur de  $N = 348$  impulsions.



$A\bar{B} + \bar{A}B$

A	1	→	0	→	1
A	0	→	1	→	0

## Convertisseur à double rampe:

(4)

La conversion se fait en deux étapes:

- 1<sup>ère</sup> étape: la tension d'entrée à mesurer est appliquée à l'entrée d'un intégrateur pendant un intervalle de temps prédéterminé  $\theta_1$  égal à  $N_1$  périodes d'horloge et au bout duquel la tension de sortie de l'intégrateur

$$V = - \frac{E_x}{RC} \theta_1 = - \frac{E_x}{RC} N_1 T.$$

- 2<sup>ème</sup> étape: l'entrée de l'intégrateur est commutée sur une tension de référence  $E_{ref}$  de polarité opposée à  $E_x$  de sorte que la tension  $V_s$  décroît linéairement, tendant vers des valeurs négatives, tandis qu'un comparateur enregistre les impulsions d'une horloge, lors de cette décroissance, un comparateur détecte le passage par zéro de  $V_s$  et à cet instant arrête le comptage.

Si  $T$  est la période de l'impulsion et  $N$  leur nombre enregistré dans le compteur la durée de la croissance a durée  $N_1 T$

ainsi nous pouvons écrire

$$(0 - V) = - \frac{E_{ref}}{RC} N T.$$

d'où

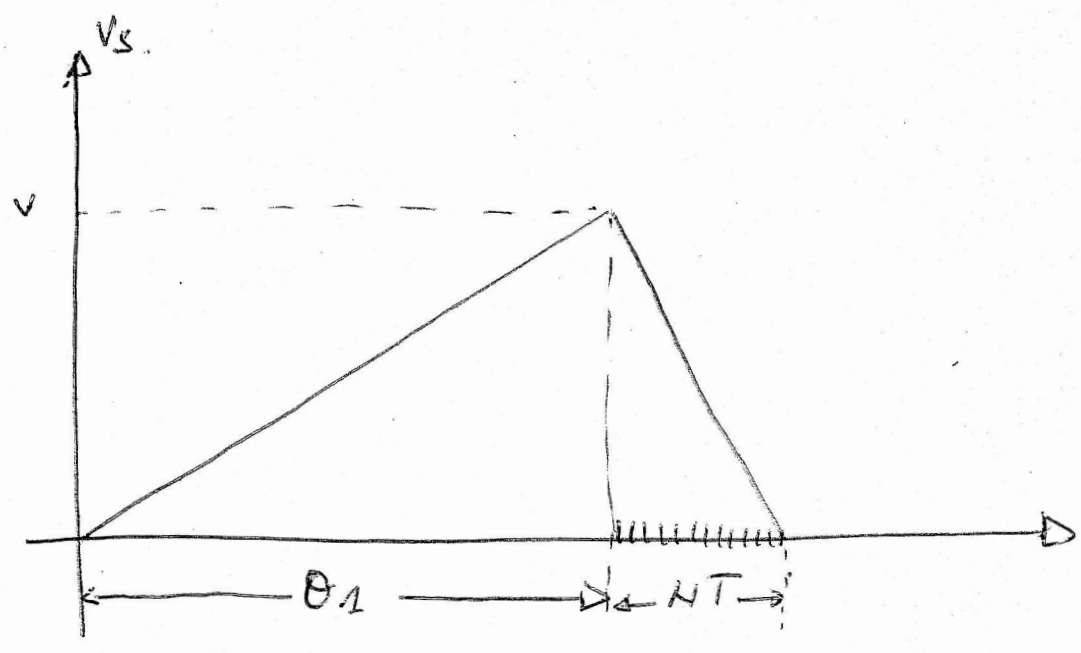
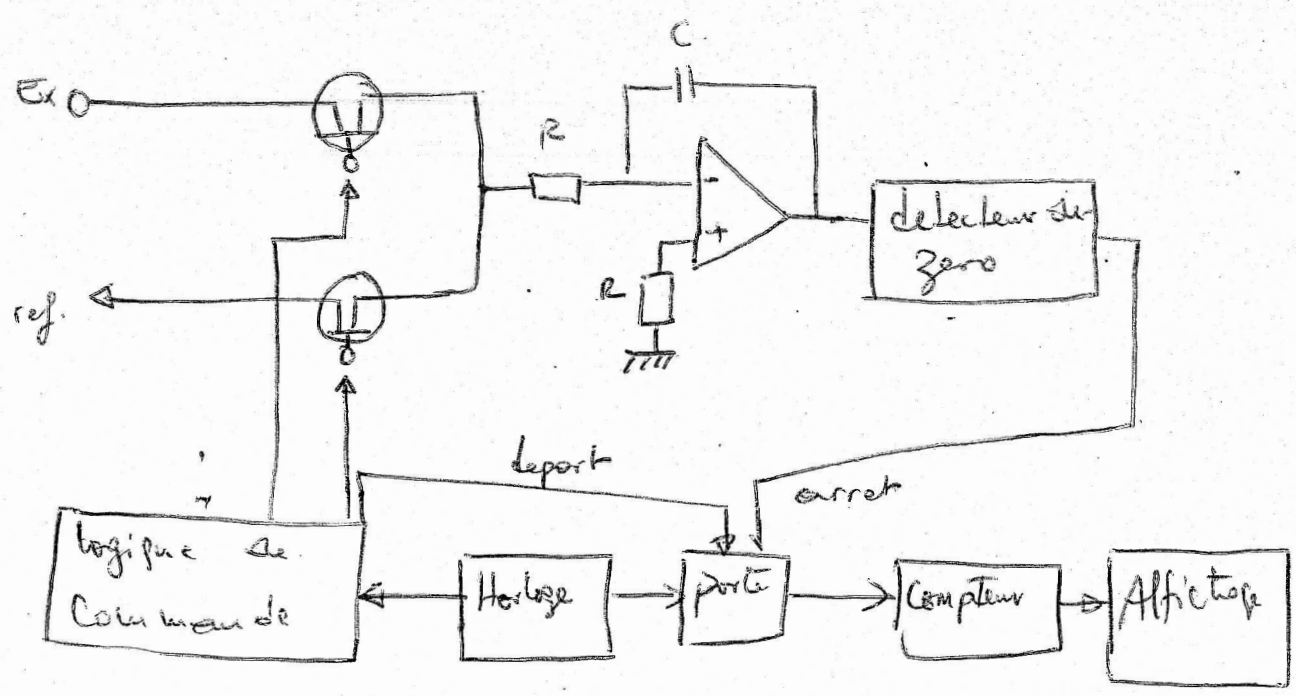
$$- \frac{E_x}{RC} N_1 T = \frac{E_{ref}}{RC} N T$$

d'où

$$\boxed{E_x = - \frac{E_{ref} N}{N_1}}$$

$E_{ref}$  et  $N$  étant connus

la valeur  $N$  est directement proportionnelle à  $E_x$  et indépendante de  $RC$ .



Convertisseur à double rampe.

