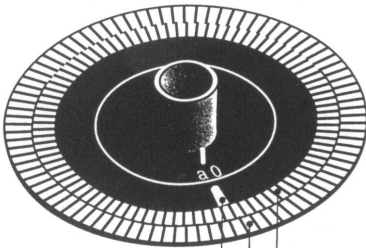
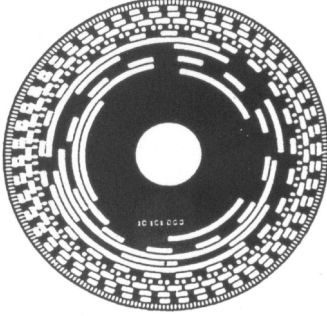
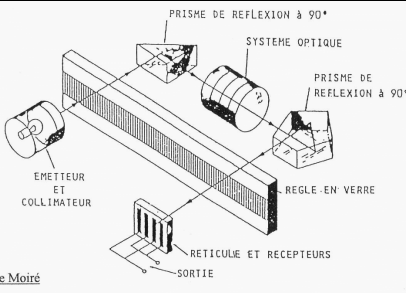


Codeurs incrémentaux et absolus

Constitution

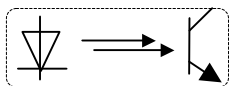
Ils sont composés d'opto-coupleurs et de disques sérigraphiés.

Différents types

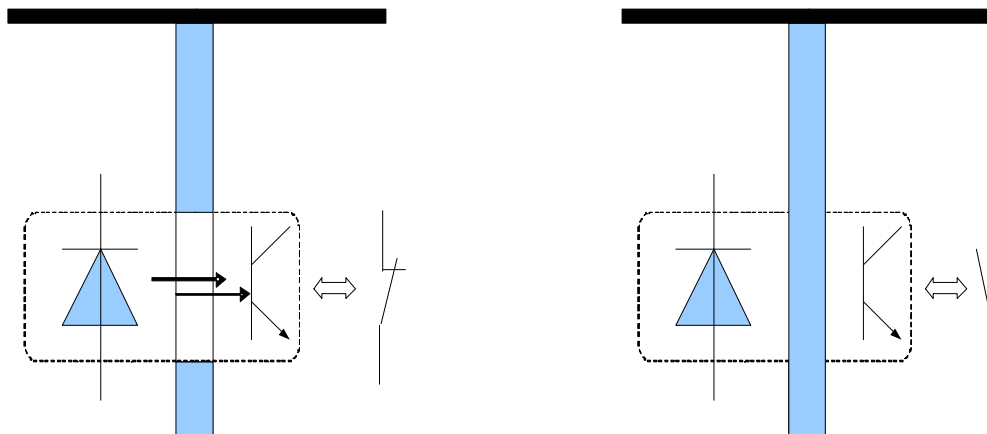
| Incrémental | Absolu | Règle INDUCTOSYN |
|--|---|--|
| <p style="text-align: center;"><i>Disque d'un codeur</i></p>  <p>Top zéro Piste signal voie A Piste signal voie B</p> |  |  <p style="font-size: small;">de Moiré</p> |

Principe

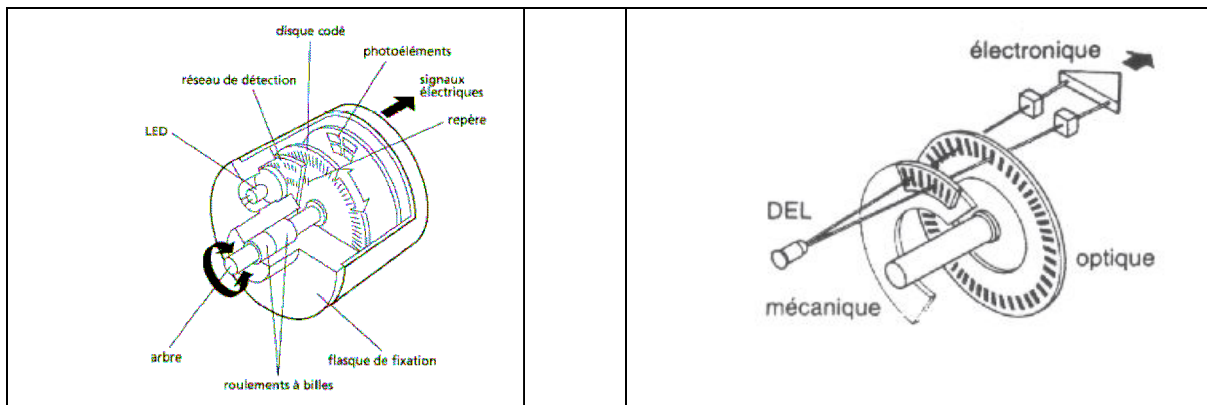
Il s'agit d'un transistor qui est polarisé par une led émettrice



Si la lumière arrive sur le transistor, il se ferme
Si la lumière est bloquée, le transistor reste bloqué.



Codeur incrémental

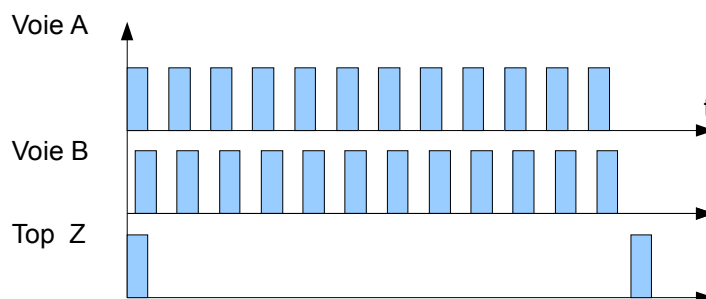


Un codeur incrémental délivre un certain nombre d'impulsions par tour. Le nombre d'impulsions est une mesure pour le déplacement angulaire ou linéaire. Un disque fixe sur un arbre est divisé en segments transparents et opaques

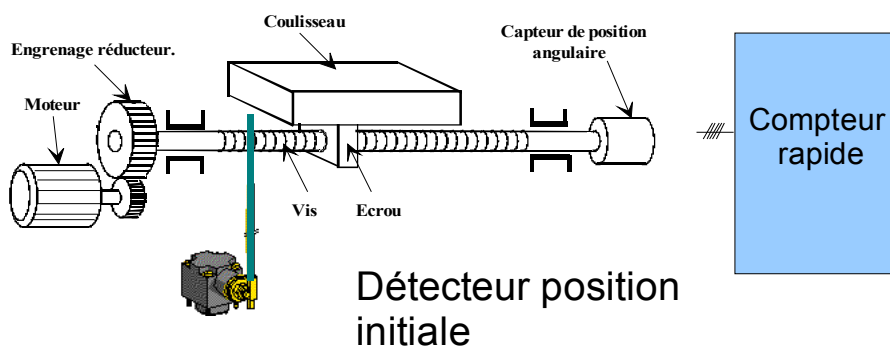
La plupart sont pourvus de deux rangées de segments (voie A et voie B) et d'un segment Top Z. Les deux voies déphasées de 90° indiquent le sens de rotation, tandis que le top Z le nombre de tour.

Leur résolution est le nombre maximum d'impulsions qu'il envoie par un tour, elle s'exprime en pts/tr (exemple 12 pts/tr)

Chronogramme

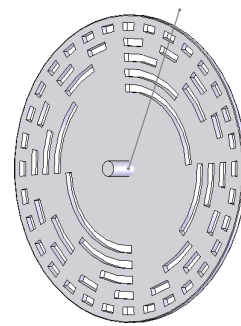
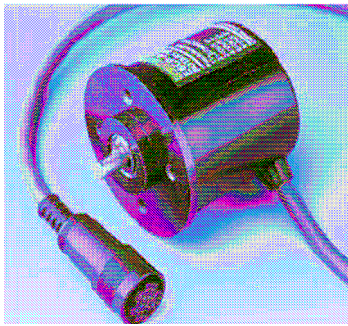


Fonctionnement



Il faut connaître la position initiale et compter le nombre d'impulsions avec un compteur rapide pour avoir le déplacement ou la position

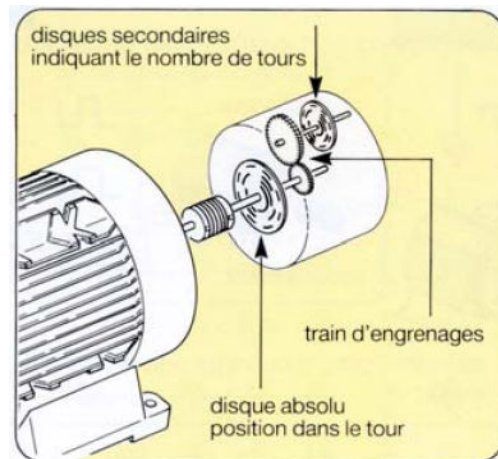
Codeur absolu



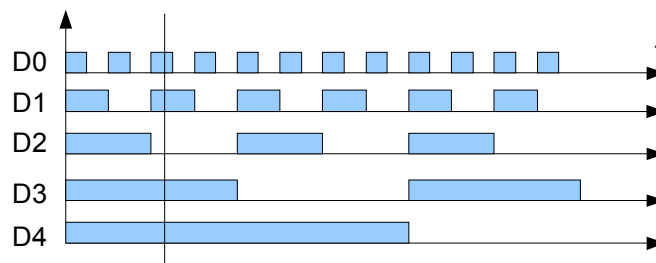
Le disque comporte n nombre de pistes (n bits) et chaque piste a son propre système de lecture. Pour chaque position angulaire de l'axe, le disque fournit un code binaire ou gray.

| Binaire naturel | | | | | | Binaire réfléchi gray | | | | |
|-----------------|----|----|----|----|---------|-----------------------|----|----|----|----|
| D4 | D3 | D2 | D1 | D0 | décimal | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 7 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 9 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 10 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 11 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 12 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 13 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 14 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 15 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 17 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 18 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 19 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 21 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 22 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 23 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 24 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 25 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 26 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 27 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 28 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 29 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 30 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 31 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Ceci ne permet que le codage sur un tour. Pour plusieurs tours il faut rajouter un disque



Chronogramme



Fonctionnement

Avec n bits, on a 2^n possibilités, ici $2^5 = 32 positions = \frac{360^\circ}{32} = 5.625^\circ de\ précision$

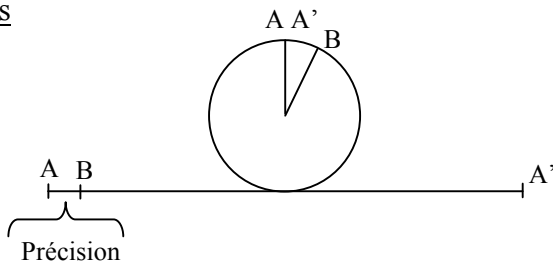
Choix d'un codeur

Il existe deux possibilités :

- avec référence par rapport à un point fixe : codeur absolu
 par rapport au dernier déplacement effectué : codeur incrémental.
- selon le nombre de pas voulu : plus le codeur aura de pas et plus la précision sera grande.

Les codeurs incrémentaux seront préférés pour des moteurs de fortes puissances car ils offrent des fréquences d'utilisation plus importantes et résistent mieux aux vibrations.

Calculs



Précision : distance parcourue pour un incrément.

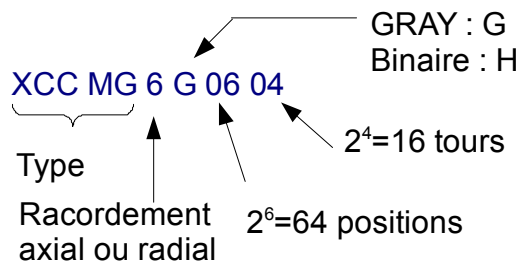
Résolution : nombre de total de position possible sur un tour en pts/tr

$$\text{précision} = \frac{\text{distance parcourue sur 1 tour}}{\text{résolution}}$$

Fréquence = vitesse de rotation × résolution

$$f = \left[\frac{tr}{s} \right] \times \left[\frac{pts}{tr} \right] = \left[\frac{pts}{s} \right] = [Hz]$$

Exemple de référence



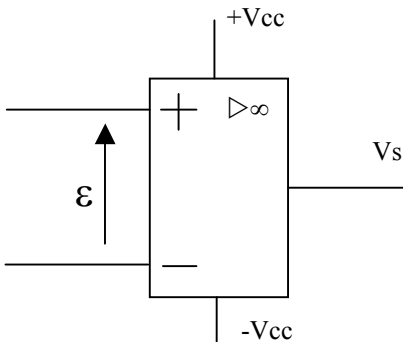
Transmission des données

Une résolution de 10 bits → 2¹⁰ = 1024 pts / tr → 10 fils en parallèle + alimentation + contrôle

⇒ Actuellement on transmet plutôt les données en série (RS 422)

Amplificateur linéaire intégré

1 Fonctionnement d'un Amplificateur Opérationnel



Un AO est constitué de deux entrées, une sortie et de 2 alimentations (+Vcc et - Vcc).

Il fonctionne selon deux modes :

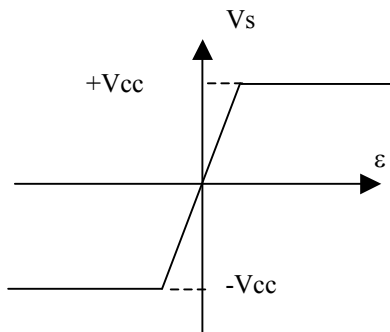
- linéaire si la sortie est reliée à l'entrée -
- en comparateur pour le reste.

La tension de sortie est égale à l'amplification Ad (infinie ou 10⁶) multipliée par la différence des potentiels entre les entrées que l'on nomme ε.

$$V_s = Ad \times \varepsilon = Ad \times (V^+ - V^-)$$

2 Modes de fonctionnement

En comparateur



Quelque soit la valeur de ε, la sortie ne peut pas dépasser la tension d'alimentation de l'amplificateur moins des chutes de tensions internes. C'est à dire que Vs ne peut qu'évoluer entre deux valeurs ± Vcc

Si $\varepsilon > 0$ alors $V_s = +V_{cc}$

Si $\varepsilon < 0$ alors $V_s = -V_{cc}$

En linéaire

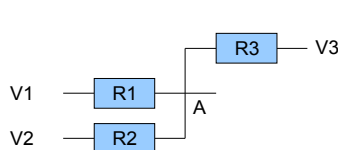
Pour contrôler la tension de sortie (ne pas la faire saturer à +/- Vcc), on boucle la sortie sur une entrée. On peut démontrer que l'on peut boucler la sortie sur n'importe quelle entrée (en théorie) mais du fait de la saturation, le bouclage se fait uniquement sur e-.

En linéaire : On ramène la sortie sur l'entrée e- pour maintenir ε égale à 0

$$\text{Si } \varepsilon = 0 \text{ alors } V^+ = V^-$$

3 Théorème de Millman

En un point la valeur du potentiel est égale à la somme des courants y arrivant divisée par la somme des conductances.



$$V_A = \frac{\sum \frac{V_i}{R_i}}{\sum \frac{1}{R_i}}$$

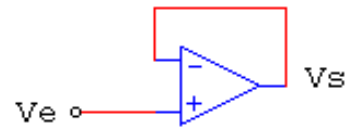
$$\Leftrightarrow V_A = \frac{\frac{V1}{R1} + \frac{V2}{R2} + \frac{V3}{R3}}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}}$$

4 Montages principaux

Montage en suiveur:

Le gain du montage suiveur est de 1, il n'amplifie pas le signal d'entrée. Sont seul but est de faire une adaptation d'impédance.

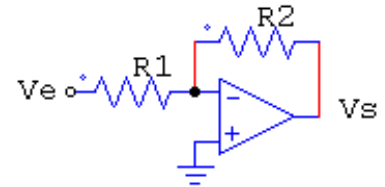
De plus, si le signal V_e ne peut pas fournir une intensité importante, l'A.O.P va s'en charger.



Montage inverseur:

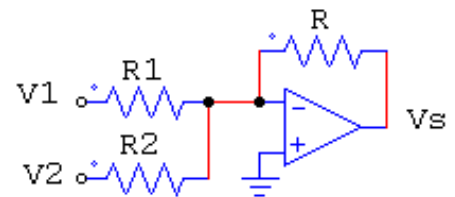
La fonction de transfert est $\frac{V_s}{V_e} = -\frac{R_2}{R_1}$

L'avantage de ce montage est de pouvoir régler le gain du montage très simplement. Il faut néanmoins faire attention à la saturation de V_s à $\pm V_{cc}$.



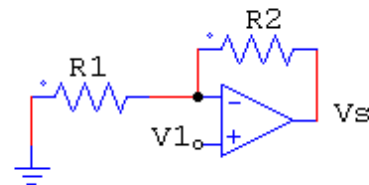
Montage sommateur inverseur:

$$V_s = -R \left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} \right)$$

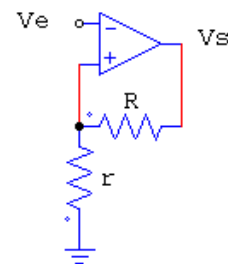
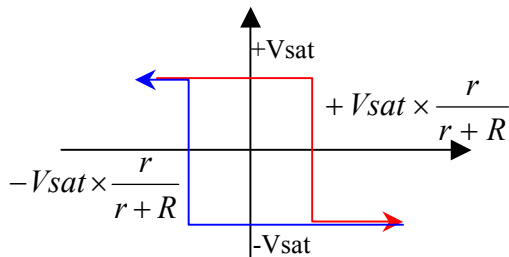


Montage non inverseur:

$$\frac{V_s}{V_e} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$



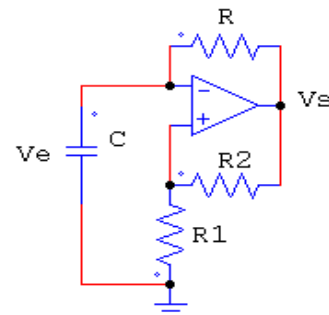
Montage TRIGGER :



Montage multivibrateur astable :

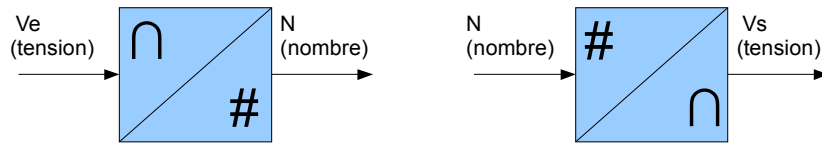
Aucune tension n'est appliquée en entrée, seule la charge et la décharge du condensateur font passer la tension de sortie de $+V_{sat}$ à $-V_{sat}$

Quand $R_1=R_2$ la période vaut $T=2.2 RC$

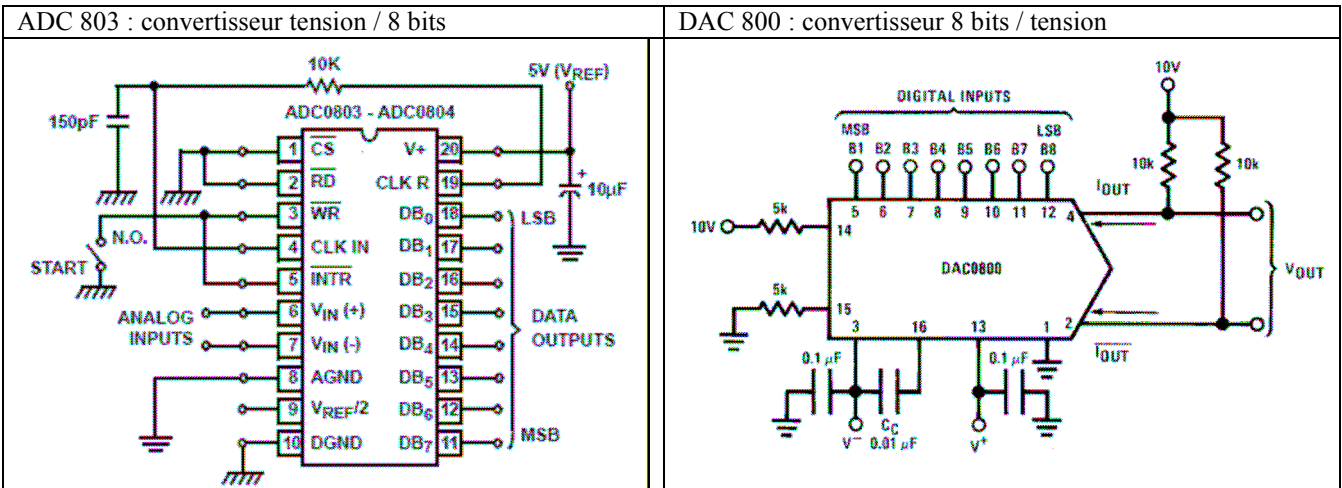


Conversions Analogique Numérique – Numérique analogique

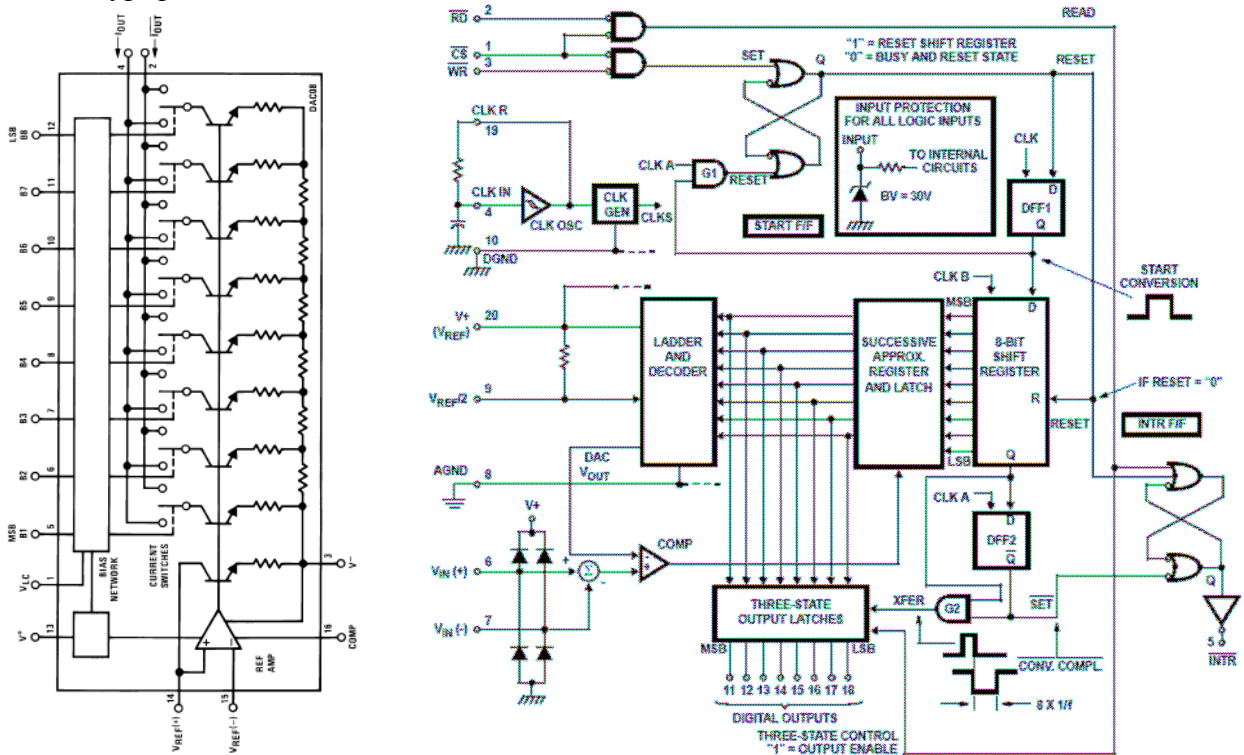
Symboles



Exemple



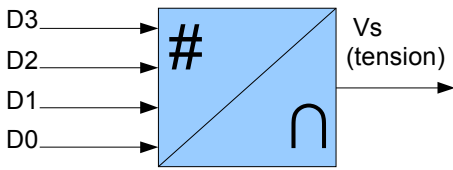
Structure typique



Définitions

La résolution est définie comme la plage maximale en sortie.
 Le quantum q est le plus petit incrément possible.

Convertisseur NA



Principe

On fait correspondre une valeur de tension au poids le plus faible (LSB) et on double cette tension pour le poids suivant.

Résolution : ici c'est la valeur pleine échelle V_{pe} ou full scale V_{fs} .

$$V_{pe} = V_{lim} \times \frac{2^n - 1}{2^n}$$

Quantum : C'est la valeur de la plus petite variation de tension possible quand l'entrée N varie de 1.

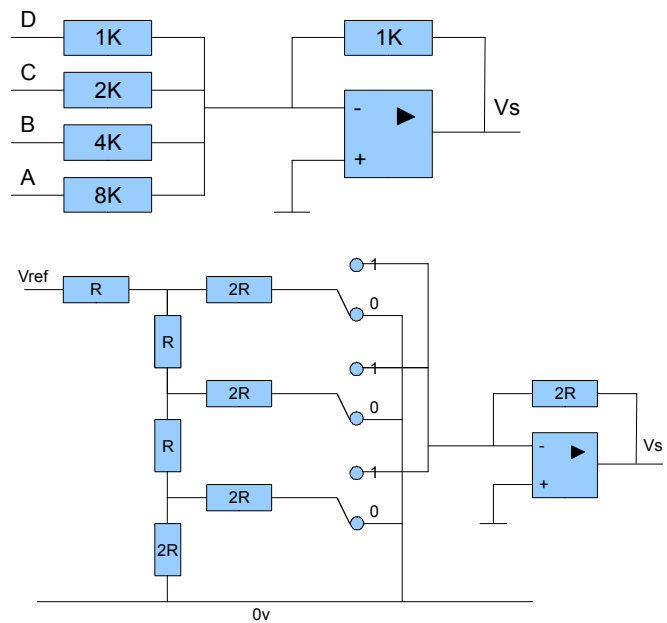
$$q = \frac{V_{pe}}{2^n - 1}$$

| | |
|--|--|
| Ici le CNA est un 4 bits $\rightarrow 2^4 = 16$, | Tension alimentation 10V |
| la tension pleine échelle ou full scale $V_{pe} = V_{a\lim} \times \frac{2^n - 1}{2^n}$ $\Leftrightarrow V_{pe} = 10V \times \frac{2^4 - 1}{2^4}$ $\Leftrightarrow V_{pe} = 9.375V$ | La valeur du quantum q $q = \frac{V_{pe}}{2^n - 1}$ $\Leftrightarrow q = 0.625V$ |

| D3 | D2 | D1 | D0 | Vsortie |
|----|----|----|----|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0,625 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1,25 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1,875 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 2,5 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 3,125 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 3,75 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 4,375 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 5,625 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 6,25 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 6,875 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 7,5 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 8,125 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 8,75 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 9,375 |

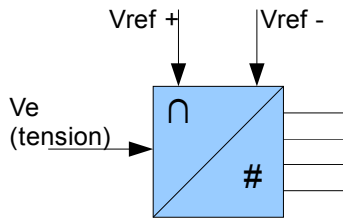
← Quantum

← V_{pe}



Alternative : réseau R /2R

Convertisseur AN

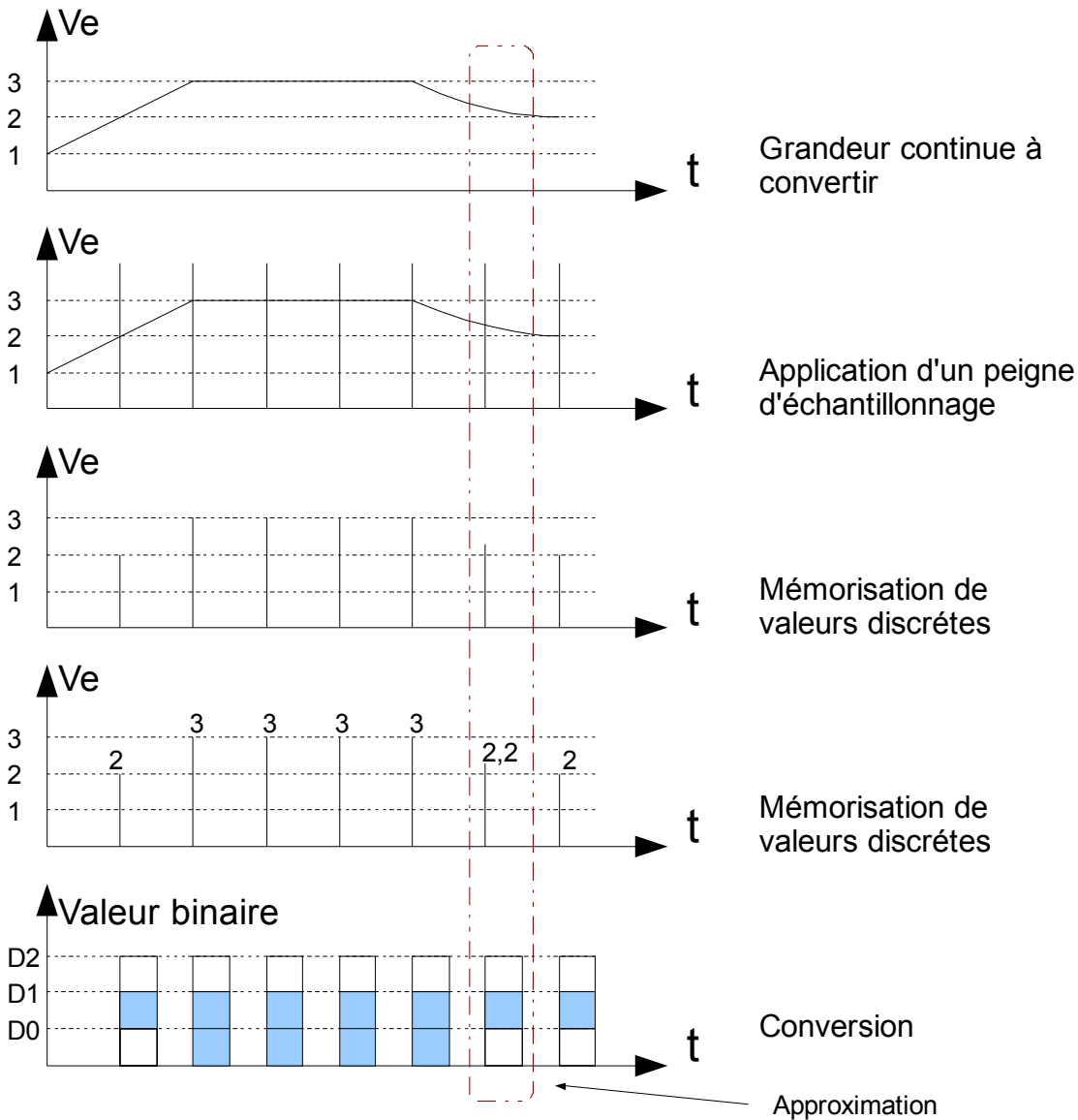


$V_{ref +}$ et $V_{ref -}$ représentent les tensions de références du convertisseur.

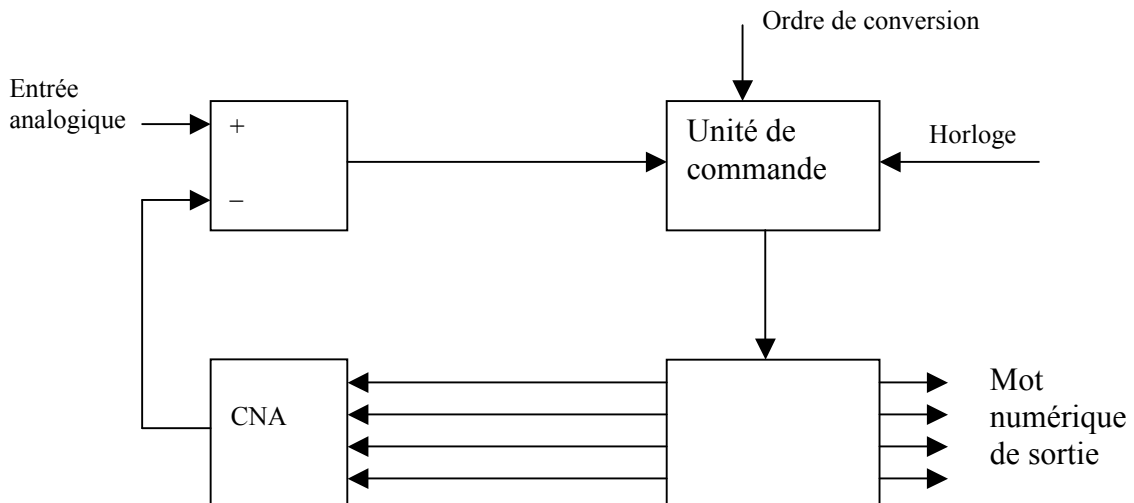
Elles permettent de fixer les amplitudes maximales de la grandeur à convertir

Un CAN reçoit une tension analogique qu'il convertit en un code de sortie numérique.

- 1^{ière} étape – l'échantillonnage, ne pouvant pas convertir toutes les valeurs de la grandeur analogique, le système découpe en valeurs distinctes.
- 2^{ième} étape – Mémorisation, le système stocke les valeurs pendant le temps de conversion.
- 3^{ième} étape – Conversion.



Structure



Principe

L'ordre de conversion passe au niveau haut et lance la conversion.

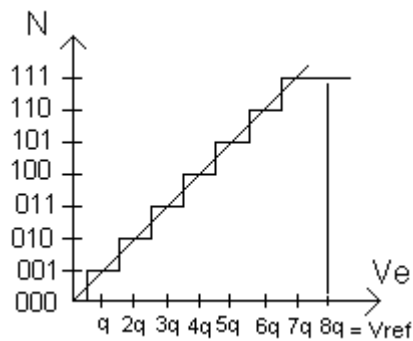
L'horloge détermine la cadence de la conversion

Un nombre binaire est chargé à l'entrée du CNA.

Le CNA fournit une tension analogique que l'on compare avec la tension d'entrée.

Dès que la tension du CNA devient supérieure à la tension d'entrée alors la conversion est finie.

Le résultat de la conversion est obtenu sur le bloc numérique.



$$N = \text{int}\left(\frac{V_e}{q}\right)$$

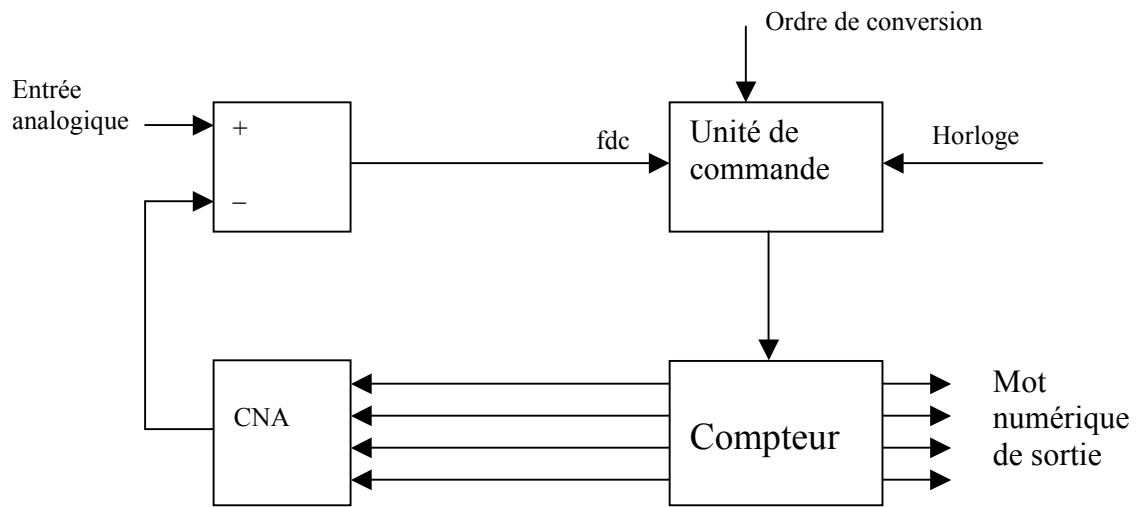
int valeur entière
 Ve tension d'entrée
 Q quantum

Résolution : le nombre de bits du convertisseur exemple 8 bits

Quantum : C'est la plus petite variation de tension mesurable

$$q = \frac{V_{pe}}{2^n - 1}$$

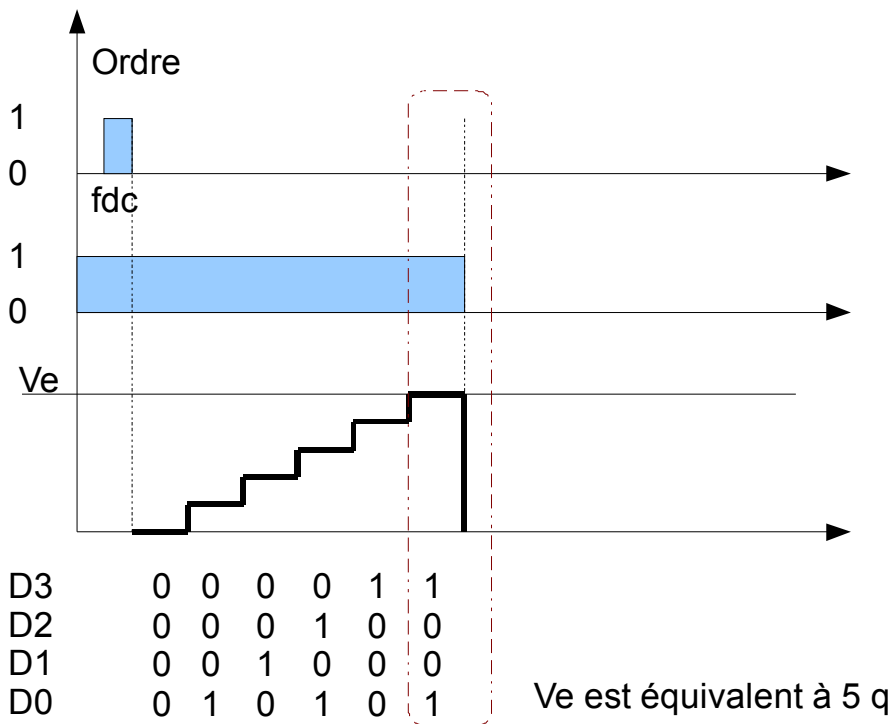
CAN à rampe numérique



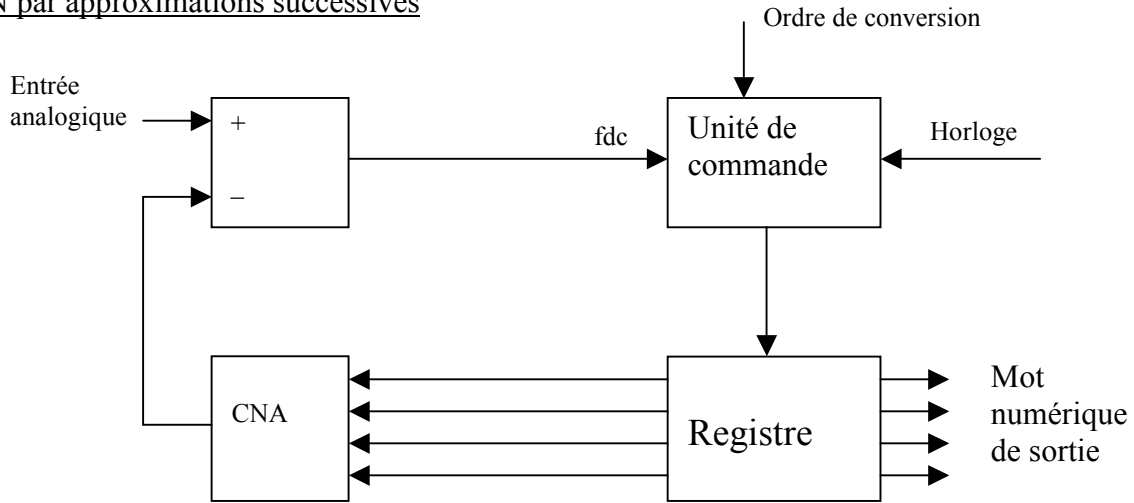
Ici le CNA reçoit en entrée les données d'un compteur. Le CNA converti toutes les combinaisons possibles jusqu'à obtenir la bonne tension.

Inconvénient : Le temps de conversion n'est pas constant $T_c = 2^N - 1$ cycles d'horloge

Avantage : La structure est simple.



CAN par approximations successives



La logique de commande modifie le contenu du registre bit par bit, jusqu'à ce que la donnée qui s'y trouve soit l'équivalent numérique du signal analogique.

L'unité de commande place un 1 dans la mémoire qui correspond au poids fort du registre. Le CNA traduit en tension analogique.

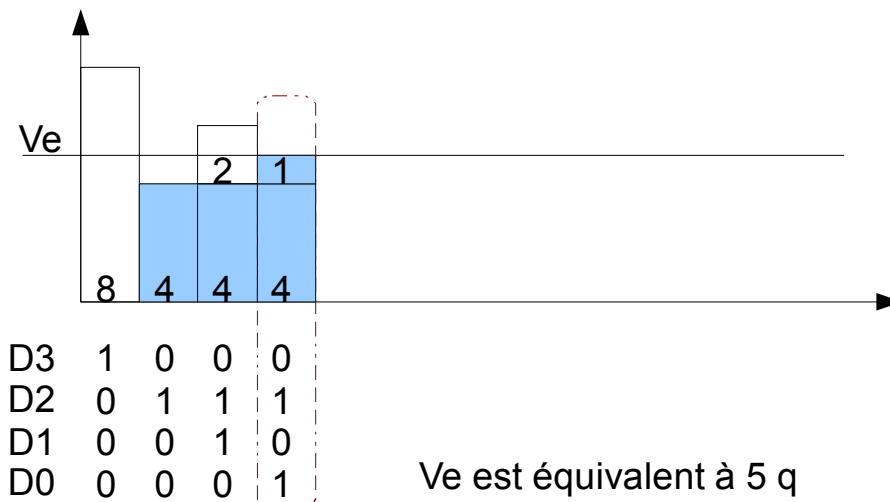
- Si cette tension est supérieure à la tension d'entrée la commande ne le garde pas et met à 1 le poids immédiatement inférieur.
- Si cette tension est inférieure, la commande garde ce poids et met à 1 le poids immédiatement inférieur.

Inconvénient :

- Il faut se fixer un écart
- Nécessite plus de composants

Avantage :

- temps de conversion fixe.



Ici la résolution est de 4 bits → n = 4

$$q = Valim \times \frac{2^n - 1}{2^n} \times \frac{1}{2^n - 1} = 0.625V$$

$$Ve = 5 \times q = 3.125V$$