

PCM *Pulse Code Modulation*

Exemple (Couch, 3.1) : PCM d'un signal téléphonique

Voix Audio (analogique) possède une bande de fréquence allant de : 300Hz à 3.4kHz.

La conversion de ce signal en PCM pour une transmission sur une ligne téléphonique digitale nécessite une fréquence minimale d'échantillonnage

$$f_s = 2 \times 3.4 = 6.8 \text{ kHz (le standard utilisé est } f_s = \mathbf{8 \text{ kHz}})$$

Le code utilisé est de 8 bits, donc le débit du signal PCM est :

$$R = f_s \times n = 8\text{k} \times 8 = \mathbf{64 \text{ kbits}}$$

Largeur de Bande PMC : $B_{\text{PCM}} = R = 64 \text{ kHz}$

PCM *Pulse Code Modulation*

Modulation par impulsion codée

Effets du bruit :

Le signal analogique reconstruit à partir d'un signal modulé PCM subit des distorsions (bruit) dont les deux sources principales sont :

- ✓ Bruits de quantification (il y a seulement M niveaux)
- ✓ Erreur de bit pendant la reconstitution du signal. (causée par le bruit du canal).

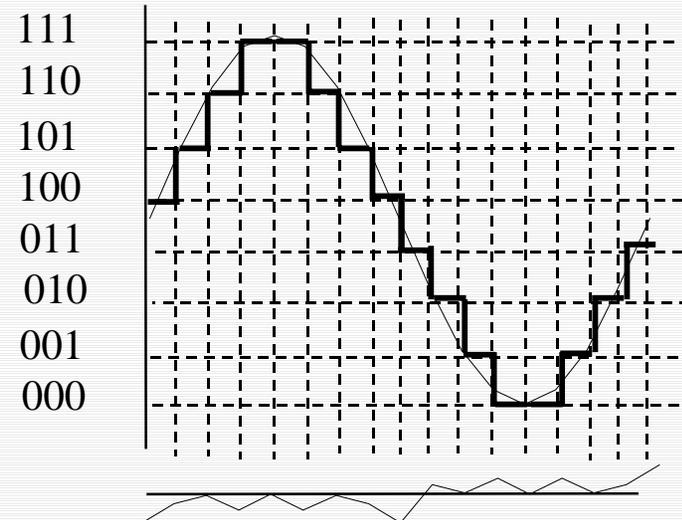
Pour n bits, on a $M = 2^n$ codes :

Le rapport signal bruit moyen dû à l'erreur de quantification est donnée par (*Couch - 7.7*) :

$$SNB = M^2$$

En dB, $SNB_{dB} = 20 \log_{10}(M) = 6.0206 n$

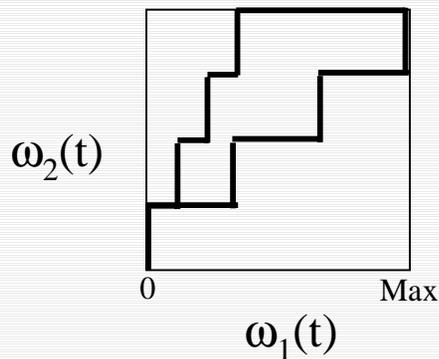
Exemple 3.1 : $SNB_{dB} = 48,165$ dB



PCM *Pulse Code Modulation*

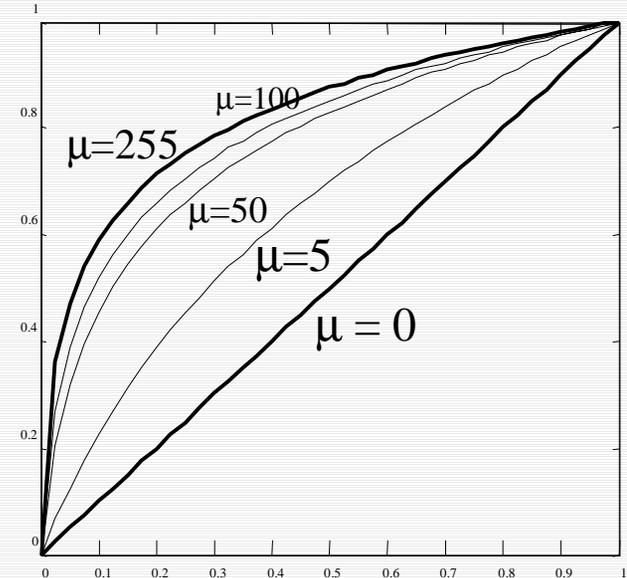
Quantification non-uniforme :

La voix est un signal analogique dont l'amplitude prend plus de valeurs autour de zéro qu' autour du maximum. L'utilisation d'une quantification adaptée est bien nécessaire.



$$|\omega_2(t)| = \frac{\ln[1 + \mu |\omega_1(t)|]}{\ln(1 + \mu)}$$

μ -Law



La quantification peut être obtenue en passant le signal analogique d'abord dans un filtre linéaire et par la suite dans un circuit PCM encodeur.

Le standard téléphonique Canadien utilise pour la PCM la constante caractéristique de compression $\mu = 255$.

PCM *Pulse Code Modulation*

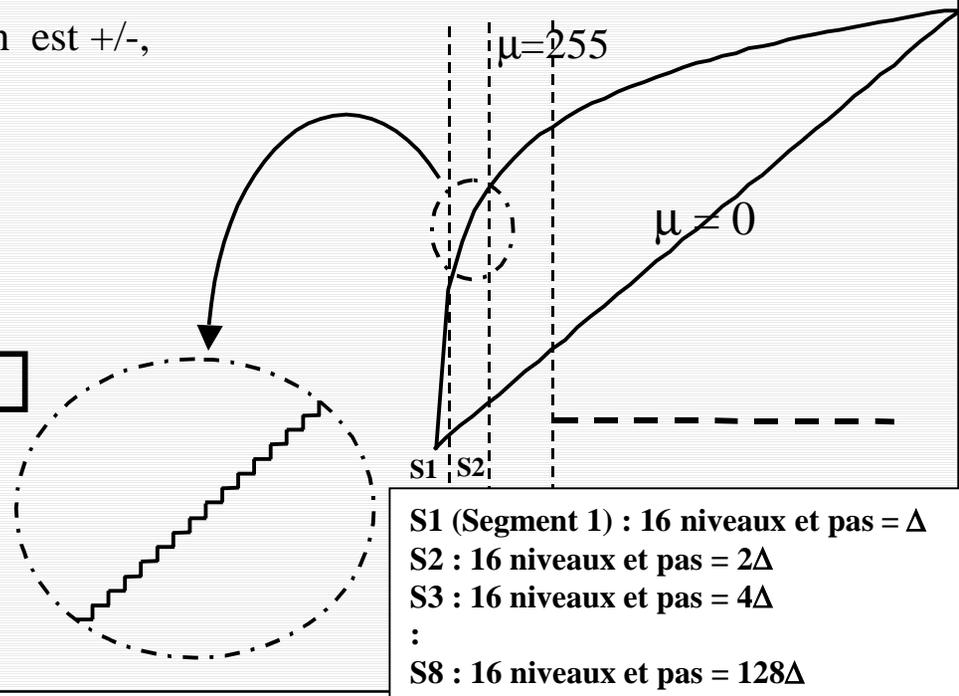
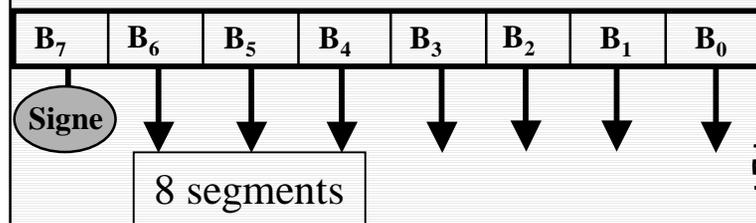
Quantification non-uniforme :

En pratique la caractéristique non linéaire peut être approximée par plusieurs segments linéaires.

Pour la caractéristique $\mu=255$, chaque partie est réalisée par un quantificateur uniforme à 4 bits. Cette technique est utilisée au niveau mondial.

Un mot (code) PCM 8-bit est composée de :

- 1 bit de signe, pour indiquer si la tension est +/-,
- 3 bits pour indiquer le segment,
- et 4 bits pour indiquer le niveau.



PCM *Pulse Code Modulation*

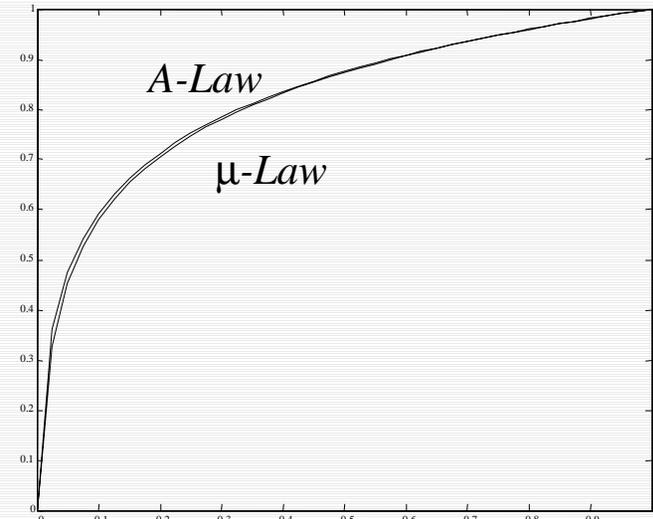
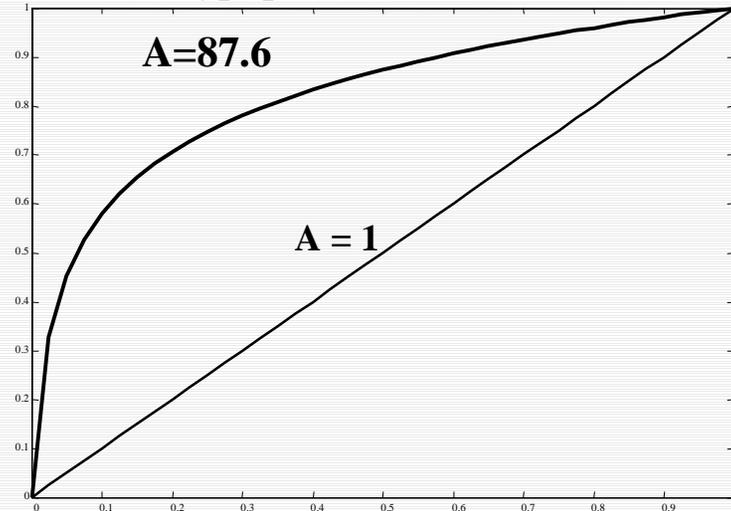
Quantification non-uniforme :

Dans les systèmes européen, on utilise une autre loi 'A' dit : *A-Law*.

$$|\omega_2(t)| = \frac{A |\omega_1(t)|}{1 + \ln(A)}, \quad \text{Pour : } 0 \leq |\omega_1(t)| \leq 1/A$$

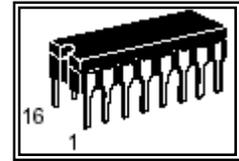
$$|\omega_2(t)| = \frac{1 + \ln(A |\omega_1(t)|)}{1 + \ln(A)}, \quad \text{Pour : } 1/A \leq |\omega_1(t)| \leq 1$$

La valeur typique de A est 87.6



PCM *Pulse Code Modulation*

CI : la série MC145500 'PCM codecs' de Motorola



The MC145500, MC145501, MC145502, MC145503, et MC145505 sont tous des circuits de codage PCM.

MC145502/3/5/6(40mW) : μ -Law&A-Law(Selectable), CLK: 128, 1536, 1544, 2048, 2560 kHz

MC145554/64(μ -Law)&**MC145557/67**(A-Law) (40mW) : CLK(1536, 1544, 2048)kHz

MC14LC5480 & MC145484 (15mW) : μ -Law&A-Law (Selectable), CLK(256, 512, 1536, 1544, 2048, 2560, 4096) kHz

MC145481(8mW): μ -Law&A-Law(Selectable), CLK : 256, 512, 1536, 1544, 2048, 2560, 4096 kHz

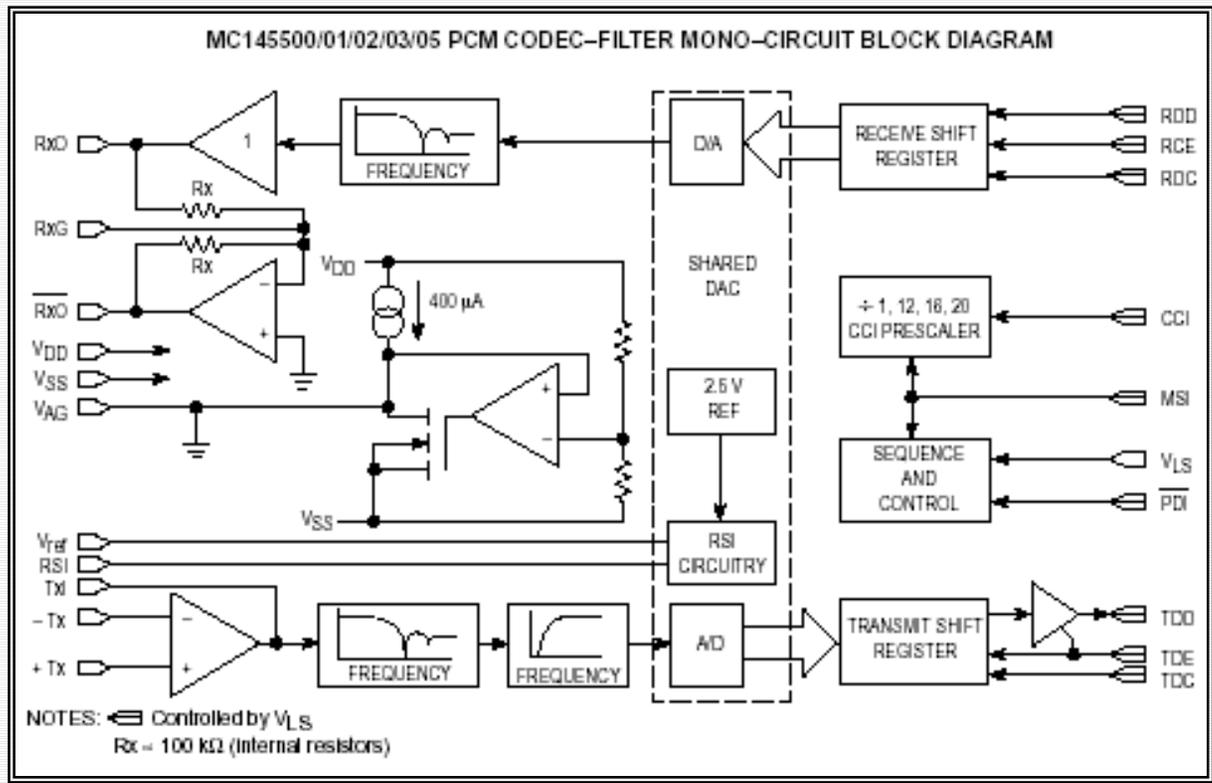
Ces composants permettent la digitalisation de la voix et sa reconstruction selon les exigences des systèmes PCM. Et compatible avec les CI de Motorola : MC33120 et MC3419.

MC145505 : 16-Pin Package, Transmit Bandpass and Receive Low-Pass Filter On-Chip, Pin Selectable μ -Law/A-Law Companding with Corresponding Data Format, On-Chip Precision Reference Voltage (3.15 V), Power Dissipation of 50 mW, Power-Down of 0.1 mW at ± 5 V, Automatic Prescaler Accepts 128 kHz, 1.536, 1.544, 2.048, and 2.56 MHz for Internal Sequencing, Complete Access to the Three Terminal Transmit Input Operational Amplifiers, Common 64 kHz to 4.1 MHz Transmit/Receive Data Clock



PCM *Pulse Code Modulation*

CI : la série MC145500 'PCM codecs' de Motorola

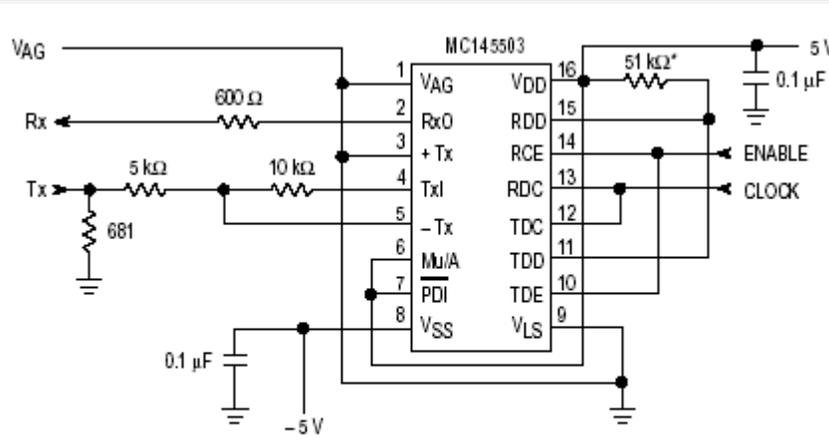


Architecture interne

PCM Pulse Code Modulation

CI : la série MC145500 'PCM codecs' de Motorola fait bien cette tâche.

Montage de teste



* To define RDD when TDD is high Z.

Figure 1. Test Circuit

Application :

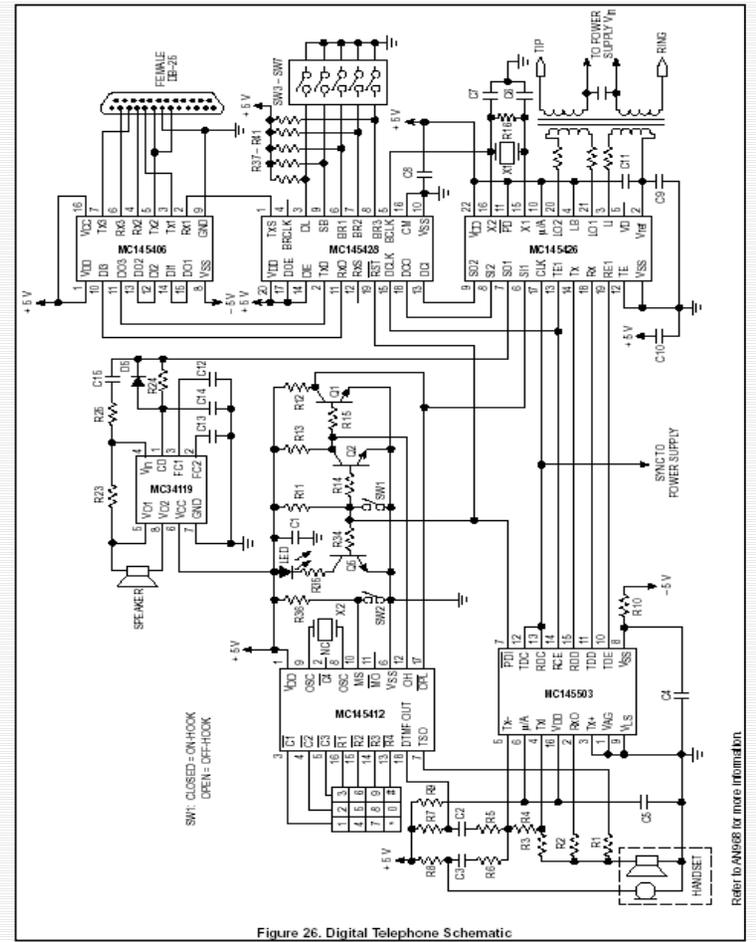


Figure 26. Digital Telephone Schematic

Signaux numériques :

Formats du codage binaire :

Un signal digital est une séries de bits (niveaux logiques) qui peuvent être représentés avec différents formats appelés *codes ligne*. Les plus populaires de ces formats sont :

- *RZ return-to-zero* : code ligne avec retour à zéro
- *NRZ nonreturn-to-zero* : code ligne sans retour à zéro
- *Unipolar Signaling (on-off keying)* : signal unipolaire
- *Bipolar (Pseudoternary) Signaling* : code ligne bipolaire
- *Biphase and Manchester encoding* : codage biphase et différentiel
- *Multilevel* : multiniveaux

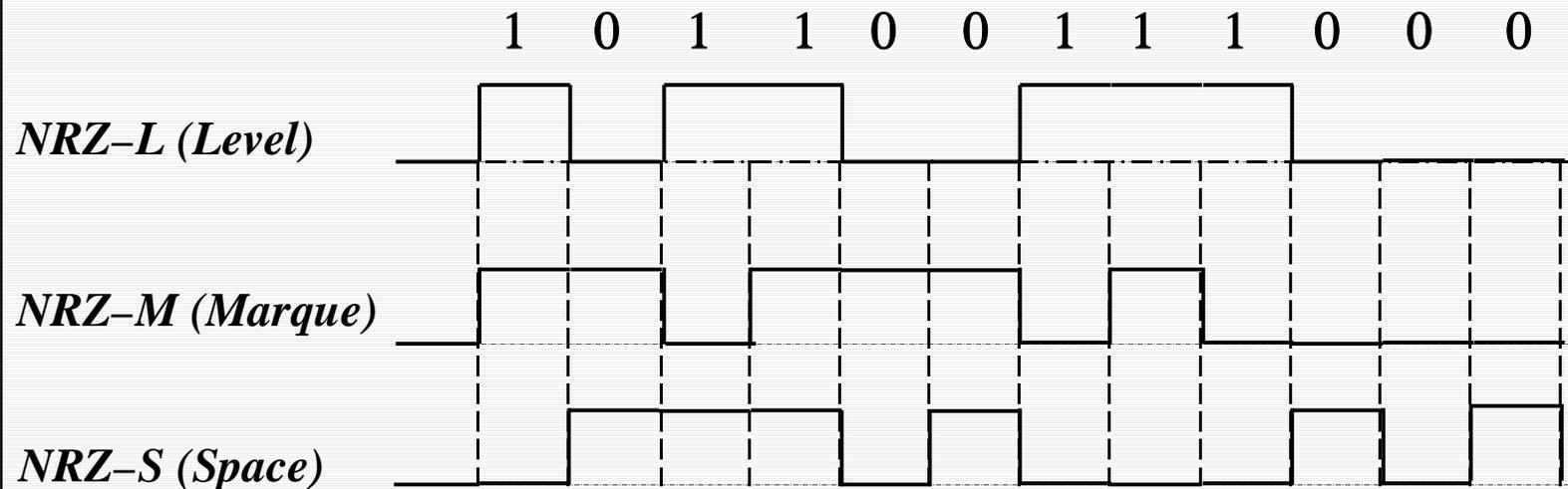
Signaux numériques :

Formats du codage binaire :

NRZ nonreturn-to-zero :

Le format NRZ est la forme conventionnelle lors de l'échange d'information binaires. Le '1' et le '0' sont représentés respectivement par un niveau logique haut et par un niveau bas pendant la période (durée) d'horloge.

On distingue trois types :



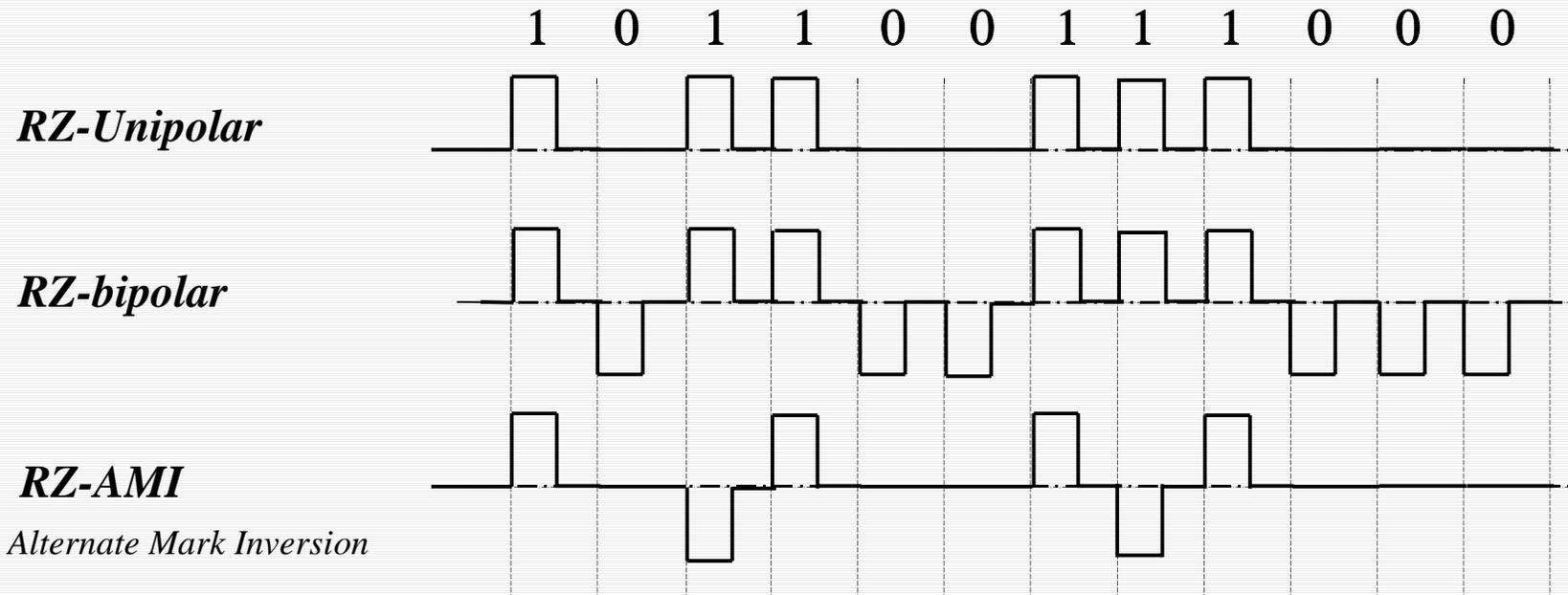
Signaux numériques :

Formats du codage binaire :

RZ return-to-zero :

Afin d'accroître les capacités de synchronisation, un retour à zéro est effectué à chaque cycle d'horloge. Avec la forme bipolaire, un troisième niveau est ajouté et la présence de la composante continue diminue et le nombre de transitions double.

On distingue aussi trois types :



Signaux numériques :

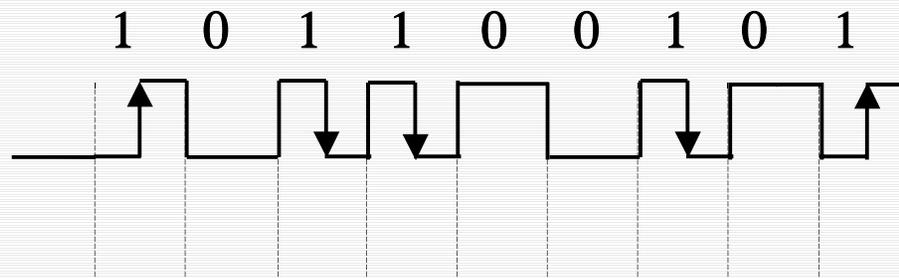
Formats du codage binaire :

Biphase et différentielle :

Ce format de code est très populaire dans les communications optiques et dans les systèmes d'enregistrement magnétique. L'avantage de cette technique est de permettre l'auto-synchronisation. Le type L connue sous le nom de *Manchester coding* est utilisé dans les réseaux locaux LAN et l'Internet (*standard IEEE 802.3*).

Bi-Phase M (mark) :

Un front montant ou descendant au milieu du cycle d'horloge représente un bit égal à 1. Et l'absence d'un front signifie un 0.

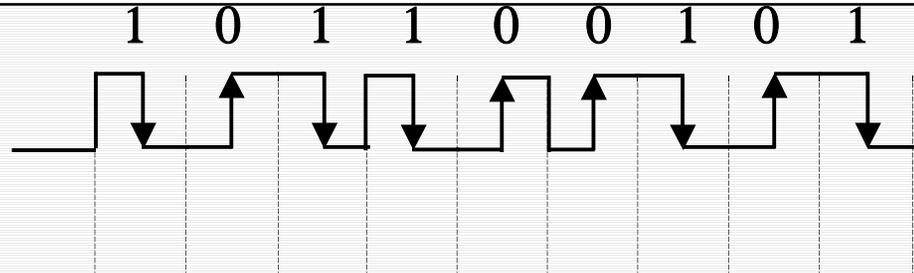


Bi-Phase S (space) : Un front montant ou descendant au milieu du cycle d'horloge pou un 0.

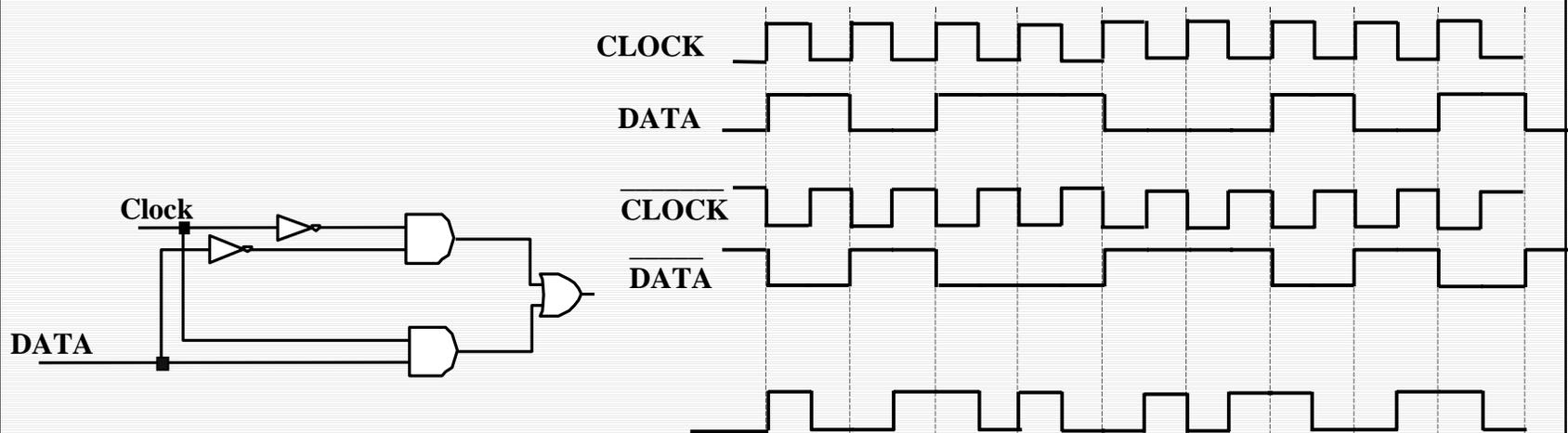
Signaux numériques :

Formats du codage binaire :

Bi-Phase L (level) : Manchester



Il y a toujours une transition au milieu du cycle d'horloge, front montant pour représenter 0 et un front descendant pour un 1.



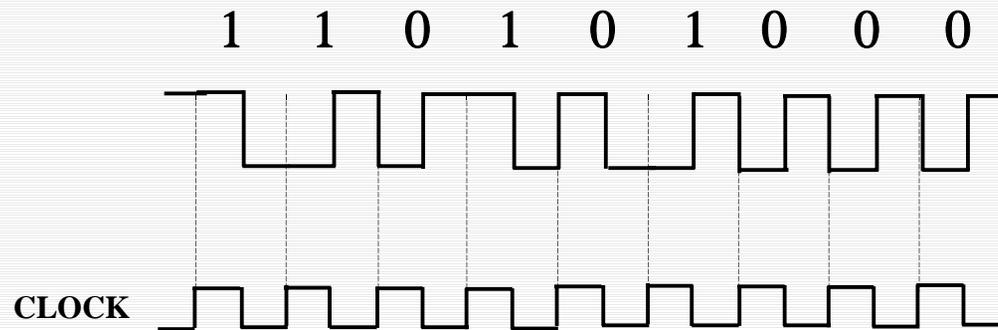
Signaux numériques :

Formats du codage binaire :

Manchester différentielle :

Pour 1, une transition au milieu du cycle d'horloge,

Pour 0, une transition au début du cycle d'horloge.



Signaux numériques :

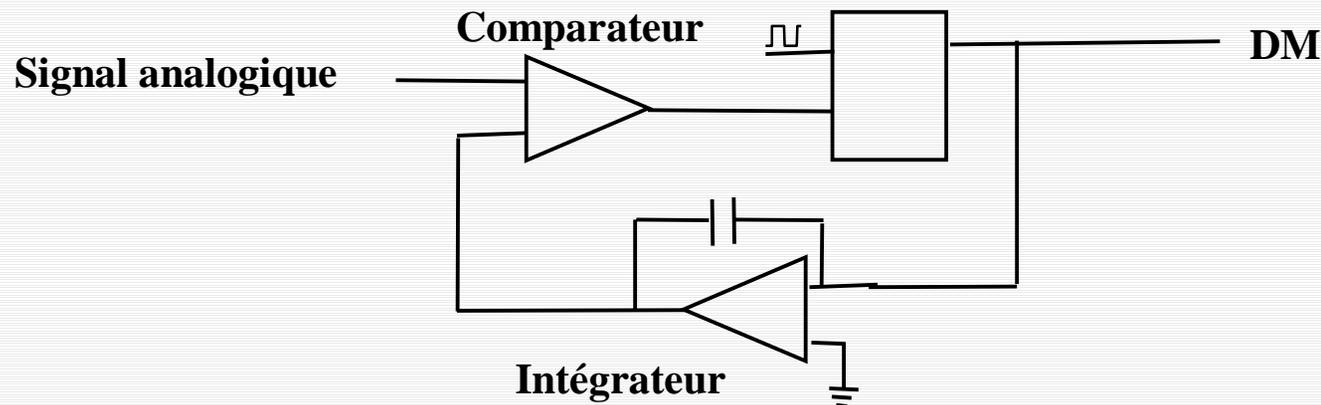
Modulation PCM différentielle (DPCM)

- ❑ Dans le cas d'un signal analogique audio ou vidéo, les échantillons adjacents ont souvent des valeurs très proches. Par exemple, dans une séquence d'images fixes la quantité (débit) de données transmises est énorme devant l'information apportée.
- ❑ La modulation différentielle est l'une des alternatives pour diminuer la redondance dans les données envoyées.
- ❑ La DPCM consiste à envoyer le signal PCM correspondant à la différence de valeurs entre deux échantillons adjacents : *differential pulse code modulation* (DPCM). Donc on minimise l'erreur. Au niveau du récepteur, chaque échantillon est reconstruit à partir de sa valeur précédente en utilisant le signal DPCM reçu.

Signaux numériques :

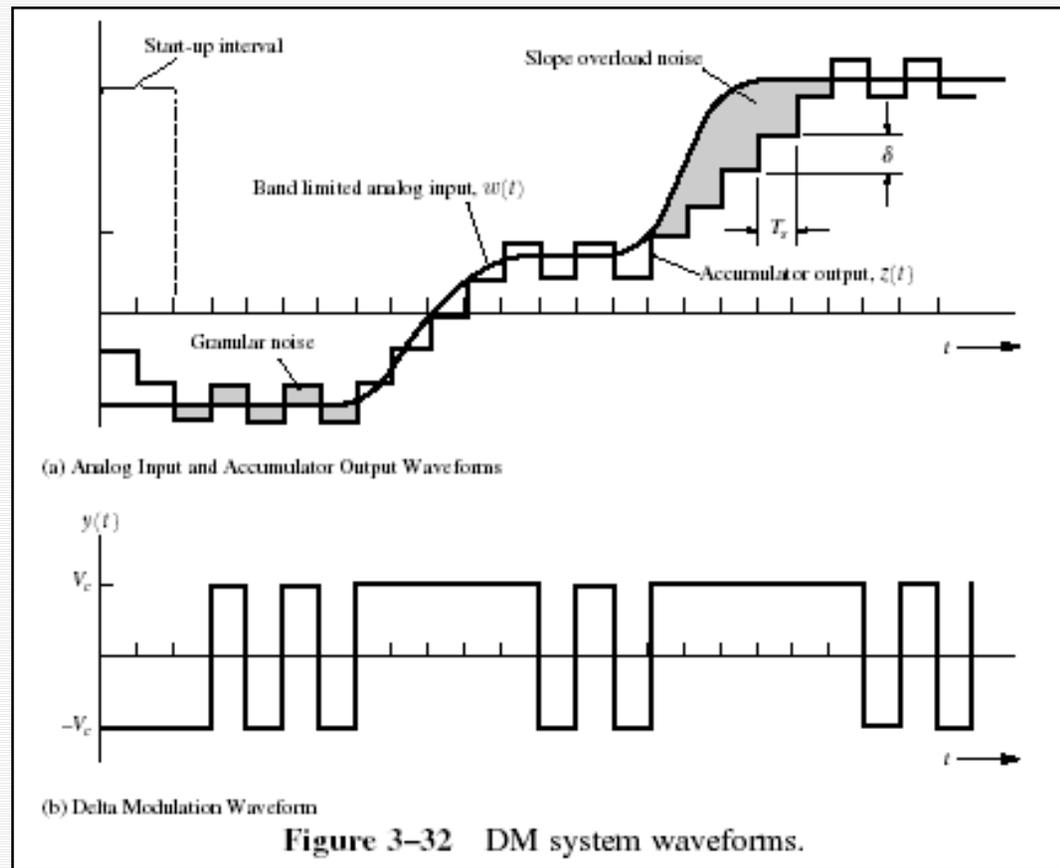
Modulation Delta (DM)

- ❑ Lorsque on échantillonne un signal analogique dont les valeurs sont très voisines, on peut penser à une différence extrême codée sur un seul bit.
- ❑ La DM est un cas spécial de la DPCM avec deux niveaux de quantification seulement.
- ❑ L'encodeur n'est pas nécessaire dans la DM (on a pas à faire la quantification et le codage) parce que pour la DM $M=2$.
- ❑ Pas besoin de convertisseurs analogue-numérique ADC et numérique-analogique DAC.



Signaux numériques :

Modulation Delta (DM)



Signaux numériques :

Modulation Delta : adaptative (ADM) et CVSD

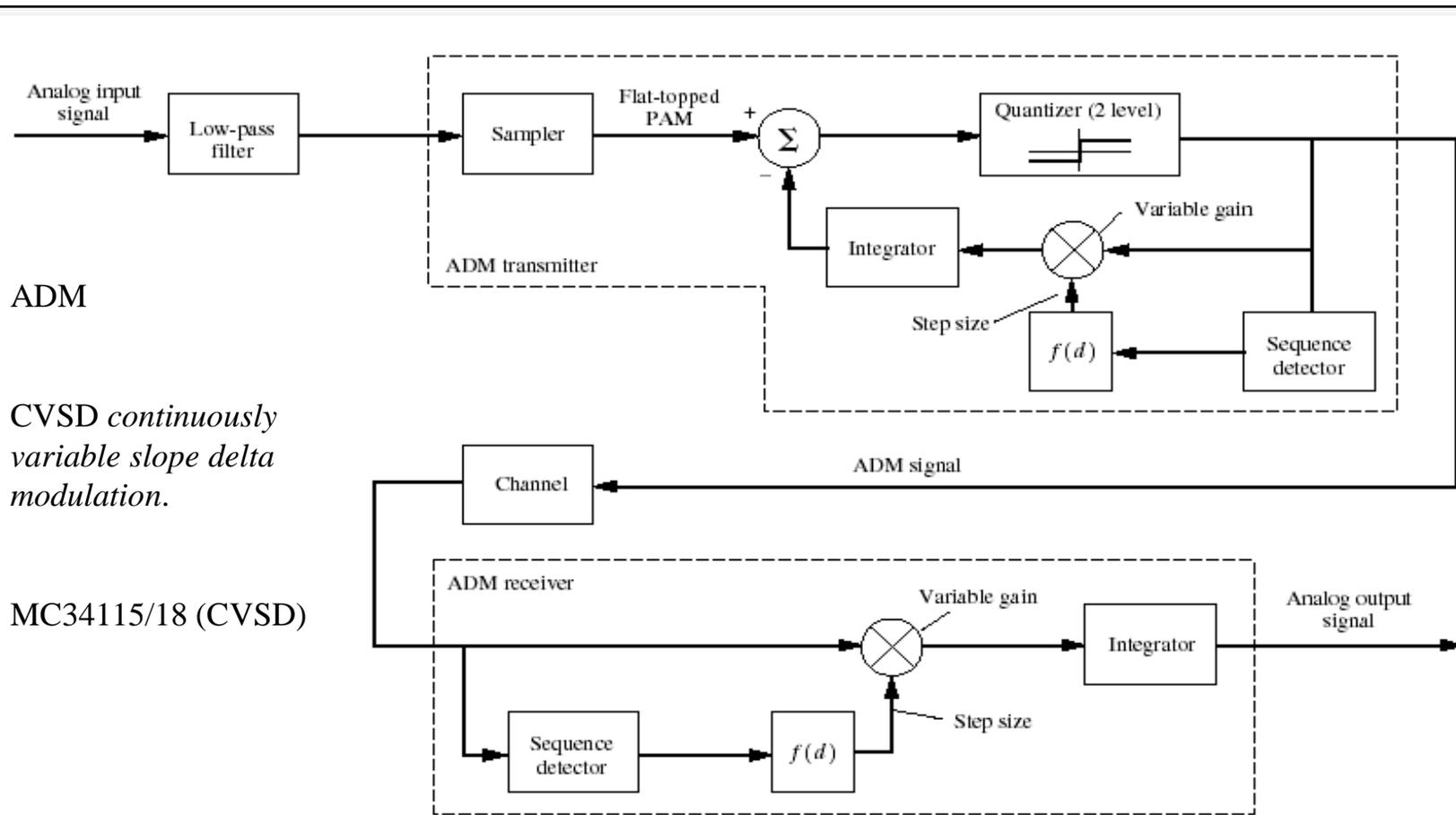


Figure 3-34 ADM system.