

5bis – Les techniques de transmission

1- Quelles sont les différentes techniques de transmission ?

Nous avons déjà vu que l'information peut être soit analogique (ex. voix) soit numérique (ex. bits). Nous nous intéressons dans cette partie à la transmission d'éléments binaires.

Dans l'ordinateur, le signal est numérique et utilise deux tensions pour représenter le bit. Le signal correspondant à la séquence binaire et circulant sur le support de transmission est soit un signal analogique soit un signal numérique. Le choix est fait selon les caractéristiques du support et ceux du signal à transmettre.

2- La technique de transmission numérique

La technique de transmission numérique est appelée Transmission en Bande de Base tandis que la transmission analogique est appelée Transmission par Transposition de Fréquence.

L'équipement mettant en œuvre une technique de transmission est l'ETCD.

Dans le cas où nous désirons transmettre l'information analogique par un signal numérique, il faut au préalable la numériser. Ceci est effectué par un Codec.

3- Comment s'effectue la transmission en bande de base ?

Dans cette technique, l'information est directement codée par des tensions et le signal généré est transmis sur la ligne. Cette transmission est celle effectuée au sein de l'ordinateur. La transmission directe de ce signal (suite de 0 et 5 volts) sur un support de transmission peut être envisagée mais différents éventuels problèmes de transmission conduisent à considérer une autre solution de codage.

Voilà quelques-uns de ces problèmes :

- 3.1- confusion de l'état 0 volt avec rupture de transmission;
- 3.2- atténuation des amplitudes;
- 3.3- filtrage des basses fréquences (correspondant à de longues suites de 0 et de longues suites de 1) et des hautes fréquences (débits élevés);
- 3.4- synchronisation des horloges;

Pour résoudre un ou plusieurs de ces problèmes lorsqu'ils risquent de se poser, différents codages ont été proposés. Nous décrirons dans ce paragraphe uniquement deux familles de codage: le codage NRZ et le codage biphase (Manchester).

3.5- Codage NRZ (No Return to Zéro):

Dans ce codage, l'état 0 volt n'est pas utilisé. Un bit est codé par une tension (+V ou -V). NRZ est très simple à mettre en œuvre mais ne résout pas tous les problèmes (en particulier la bande de fréquences et la synchronisation). En réalité, lorsque ce code est utilisé en transmission synchrone, le signal d'horloge est transmis sur une ligne à part, ce qui limite son utilisation sur des distances relativement courtes pour le raccordement de périphériques d'ordinateurs.

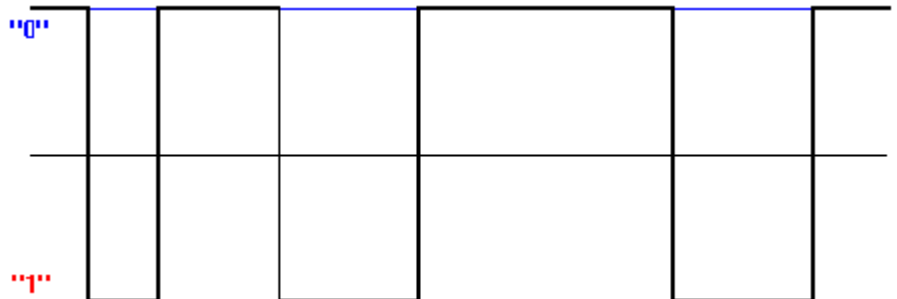
3.6- Le code NRZ le plus simple est

le NRZ-L (Level):

$d(i)=0 \quad V(i)=+V$

$d(i)=1 \quad V(i)=-V$

Le NRZ-L est utilisé dans la RS-232 en logique inversée: "1" étant compris entre -3v et -15v et le "0" étant compris entre +3v et +15v



5bis – Les techniques de transmission

3.7 Le codage NRZ-L

NRZ-L est utilisé dans la norme RS232 (port série). Il y a toutefois un autre problème qui apparaît avec ce type de codage: une éventuelle inversion de fils lors de certains raccordements conduisent à une inversion d'états et par conséquent à une erreur d'interprétation. Pour remédier à ce problème, les codages différentiels sont utilisés. Ces codages consistent à coder un bit avec un état en fonction de l'état précédent, c'est à dire avec présence de changements d'états (transitions) ou non.

Deux codes NRZ différentiels existent: le NRZ-M (Mark) avec la transition pour le bit 1 et le NRZ-S (Space) avec la transition pour le bit 0. On parle aussi de NRZ-I (Inverted).

NRZ-M:

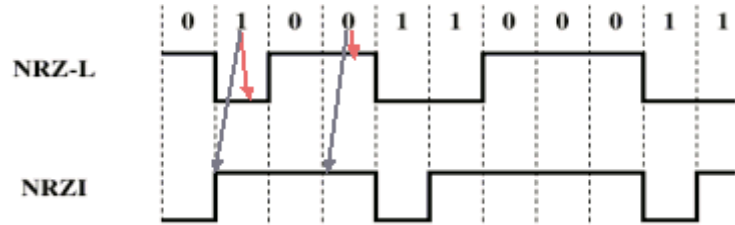
$$d(i)=0 \quad V(i)=V(i-1)$$

$$d(i)=1 \quad V(i)=-V(i-1)$$

NRZ-S:

$$d(i)=0 \quad V(i)=-V(i-1)$$

$$d(i)=1 \quad V(i)=V(i-1)$$



3.8- Codage bi-phase (Manchester):

Dans ce codage, un bit est codé avec deux états (V' et V''). La présence d'une transition pour chaque bit permet une très bonne synchronisation et évite la présence des basses fréquences. Par contre, elle a un inconvénient: doublement de la bande de fréquences de base (ex. Débit à 10 M bps correspond à une rapidité de modulation de 20 M bauds).

Le problème d'inversions de fils peut se poser ici aussi et conduit à mettre en place des codes biphasés différentiels.

Voilà les différentes équations de codage possibles:

Bi-phase L:

$$d(i)=0 \quad V'(i)=+V \quad V''(i)=-V$$

$$d(i)=1 \quad V'(i)=-V \quad V''(i)=+V$$

Bi-phase differential:

La transition au début pour le codage du bit

pour le bit 0

$$d(i)=0 \quad V'(i)=-V''(i-1) \quad V''(i)=-V'(i)$$

$$d(i)=1 \quad V'(i)=V''(i-1) \quad V''(i)=-V'(i)$$

pour le bit 1

$$d(i)=0 \quad V'(i)=V''(i-1) \quad V''(i)=-V'(i)$$

$$d(i)=1 \quad V'(i)=-V''(i-1) \quad V''(i)=-V'(i)$$

La transition au milieu pour le codage du bit

pour le bit 0

$$d(i)=0 \quad V'(i)=-V''(i-1) \quad V''(i)=-V'(i)$$

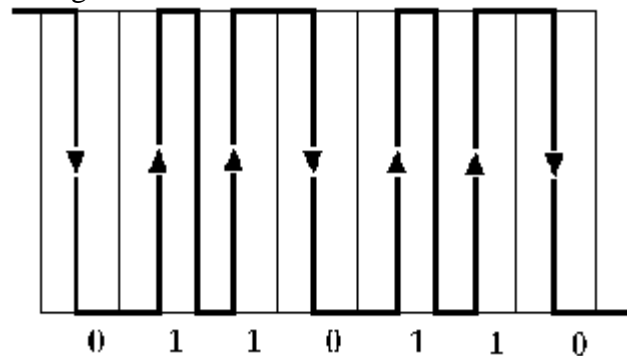
$$d(i)=1 \quad V'(i)=-V''(i-1) \quad V''(i)=V'(i)$$

pour le bit 1

$$d(i)=0 \quad V'(i)=-V''(i-1) \quad V''(i)=V'(i)$$

$$d(i)=1 \quad V'(i)=-V''(i-1) \quad V''(i)=-V'(i)$$

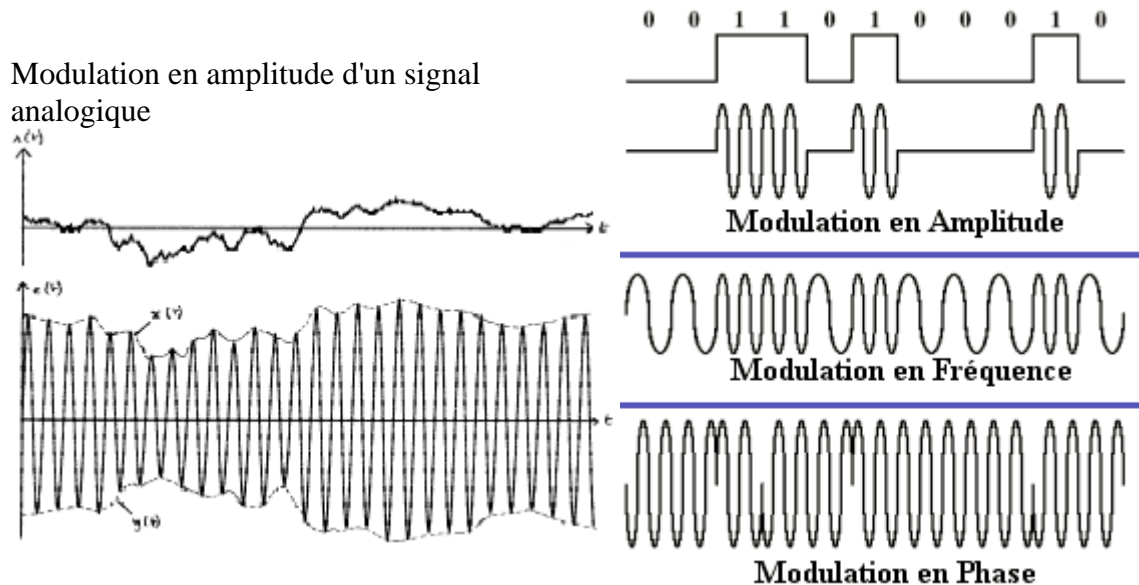
Codage utilisé dans le réseau Ethernet



5bis – Les techniques de transmission

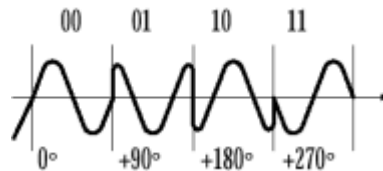
4- Comment s'effectue la transmission par transposition de fréquence ?

La transmission par transposition de fréquence consiste à utiliser un signal sinusoïdal de base dont les caractéristiques (amplitude, fréquence, phase) sont modifiées en fonction de l'information à transmettre. C'est le codage par modulation.



Cette technique est utilisée lorsque la Bande Passante du support ne permet pas de transmettre directement le signal d'origine. Elle est aussi utilisée pour des supports Large Bande dans le cas de partage de la Bande Passante.

Plusieurs codages sont possibles: modulation d'amplitude, de fréquence, de phase ou d'une combinaison de ces paramètres. Il est possible de coder le bit comme le dibit ou le tribit... Cette multivalence permet d'augmenter le débit.



5- Quelles sont les étapes de la numérisation ?

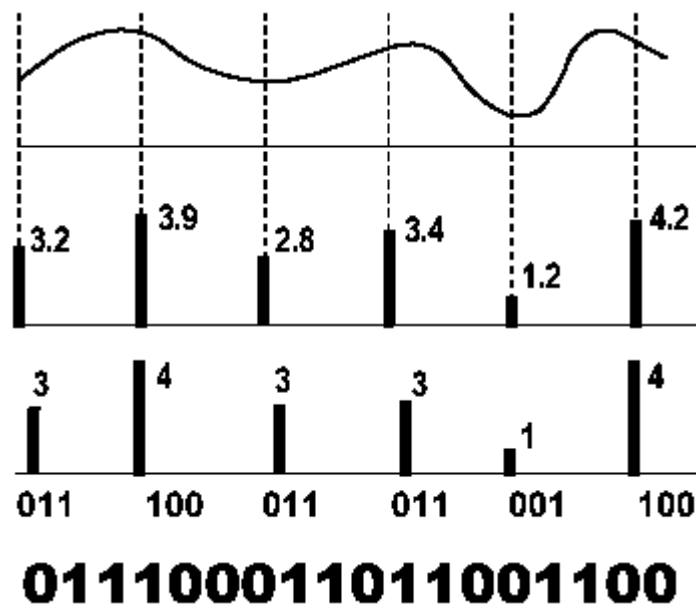
Le signal analogique est transformé en un signal numérique grâce à un équipement appelé codec qui délivre une suite de données binaires. Le signal numérique est transmis et à l'arrivée, l'opération inverse est effectuée. Il s'agit de reconstituer correctement le signal sachant que la transformation analogique/numérique engendre toujours des pertes. La numérisation résulte des études effectuées par Nyquist et Shannon. C'est la technique MIC (Modulation par impulsion et codage) ou PCM (Pulse Code Modulation).

Pour illustrer les étapes de la numérisation, nous allons prendre l'exemple du réseau téléphonique. En effet, le signal de la parole (que nous appellerons signal téléphonique) fut le premier à être numérisé pour être transmis sur un réseau appelé RNIS (Réseau Numérique à Intégration de Services) ou ISDN (Integrated Services Digital Network).

5bis – Les techniques de transmission

6- La technique MIC consiste en trois étapes fondamentales:

- **L'Échantillonnage:** Le signal analogique est un signal continu qui par définition contient un nombre infini d'éléments. L'échantillonnage consiste à prélever un nombre déterminé d'éléments (échantillons) qui seront suffisants pour reconstituer à l'arrivée un signal analogique de qualité. Les différentes études ont montré qu'il suffit d'échantillonner à deux fois la fréquence supérieure contenu dans le signal. Ainsi, pour un signal de la parole où l'information est contenue dans une bande de 4000 Hz (0-4000), un échantillonnage à 8000 Hz suffit (c'est à dire toutes les 125 μ s). Échantillonner à une fréquence plus faible conduit à un signal restitué de mauvaise qualité, et un échantillonnage plus élevé augmente le volume de données à transmettre sans une augmentation significative de la qualité.
- **La Quantification:** Elle consiste à donner à chaque échantillon une valeur prise dans une échelle de valeurs. L'erreur effectuée dans l'approximation est appelée bruit de numérisation. Ce bruit ayant une répercussion importante pour les faibles niveaux, l'échelle n'est pas une échelle linéaire. Pour le signal téléphonique, 256 niveaux ont été retenus.
- **Le Codage:** Chaque échantillon sera codé sur un ensemble de bits. Pour permettre le codage des différentes valeurs, 8 bits sont nécessaires.



Ainsi, pour le signal téléphonique (4000 Hz), nous avons 8000 échantillons/s (8000 Hz) codés sur 8 bits/échantillon. Cela donne 64 000 bits/s. Un canal à 64 kbps est nécessaire pour transmettre un signal téléphonique de base.

Pour réduire le débit, une autre technique de codage appelé MIC différentiel ou DPCM (Differential Pulse Code Modulation) consiste à coder chaque échantillon avec la différence vis-à-vis de l'échantillon précédent et non plus avec une valeur absolue. Ainsi, un codage sur 4 bits de la différence peut amener à un débit de 32 kbps (4*8000).

5bis – Les techniques de transmission

7- Quels sont les avantages de la numérisation ?

Les avantages de la numérisation sont nombreux. Les plus importants sont:

Fiabilité de la transmission : L'information transmise étant une séquence binaire, les valeurs représentées par un signal appartiennent à un ensemble discret et limité (un bit a deux valeurs, un di-bit a 4 valeurs, un tri-bit 8 valeurs...). Ainsi, contrairement à une source d'information analogique, il est possible d'utiliser des techniques à seuil lors de la déformation du signal transmis (qu'il soit analogique ou numérique). Après reconnaissance par discrimination, le signal est régénéré (répété) offrant ainsi une transmission fiable.

Banalisation de l'information transmise: Indépendamment de la source, l'information transmise correspond à des séquences binaires. Ainsi, le support véhicule un type d'information: le bit. Ce dernier peut aussi bien représenter du texte, de la voix, de l'image (fixe ou animée). Par conséquent, au lieu de constituer un réseau par type d'information, il est possible de constituer un réseau multi usages.

- **Compression:** Les algorithmes de compression informatiques pourront être utilisés dès la phase de numérisation terminée. Dans ce cas, il est possible de choisir entre tel ou tel algorithme selon le contenu informationnel d'origine.
- **Cryptage:** De la même façon que la compression, il est possible d'appliquer des techniques de cryptage issu du monde informatique.
- **Protection contre les erreurs:** Lorsque l'application le permet (pas de contrainte temporelle élevée), des techniques de protection contre les erreurs peuvent être mises en œuvre offrant ainsi encore plus de fiabilité.