

SITUATION :

La transmission en Bande de Base, c'est la technique utilisée pour transmettre des signaux sur une ligne à continuité métallique (par opposition aux lignes téléphoniques) :

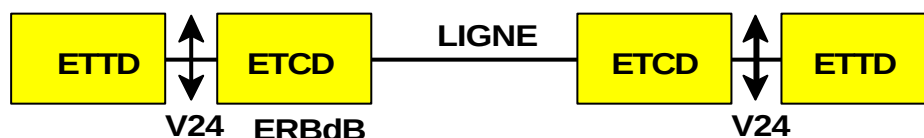
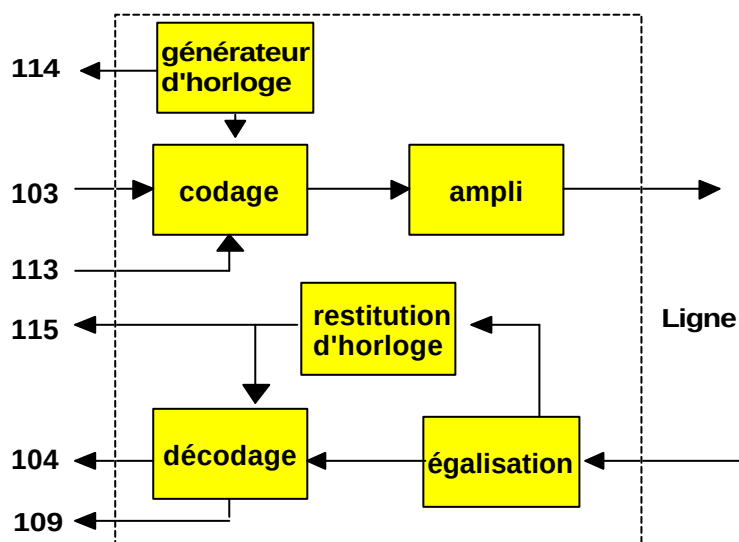
exemples : transmission sur le câble coaxial dans un réseau local,
transmission numérique sur des LS de France Telecom
transmission entre 2 équipements informatiques éloignés dans une même entreprise

Pour une transmission optimale, il faut adapter le spectre du signal à la bande passante de la ligne.

**DEFINITION :**

Un signal en Bande de Base est un signal qui n'a pas subi de transposition de fréquence.

L'émetteur-récepteur en bande de base est un simple codeur-décodeur.

SCHEMA DU SYSTEME DE TRANSMISSION :**SCHEMA DE L'ETCD en BANDE DE BASE :****PRESENTATION FONCTIONNELLE :**

entrée : signal de données venant de l'ETTD, en général codé en NRZ sur la jonction RS232
et éventuellement signaux de commande venant de l'ETTD

sortie : signal de données dont le spectre est adapté aux caractéristiques de la ligne
(en amplitude et en fréquence)
et signaux de contrôle vers l'ETTD

fonction globale : adaptation du signal à transmettre aux caractéristiques de la ligne

FONCTIONS PRINCIPALES :

codage : remplace le signal codé en NRZ par un signal codé différemment, dont le spectre est mieux adapté à la ligne

décodage : fonction inverse du codage

amplification : adapte la puissance du signal émis sur la ligne à une valeur correcte,
ni trop fort (échauffement des conducteurs, consommation d'énergie)
ni trop faible (risque d'être couvert par le bruit de la ligne)

égalisation : correction de la courbe de réponse de la ligne pour répondre au critère de Nyquist

restitution d'horloge : extraction du signal reçu sur la ligne de l'horloge nécessaire au décodeur et éventuellement à l'ETTD

générateur d'horloge : (oscillateur à quartz) production du signal d'horloge qui fixe le rythme de la transmission des bits

REMARQUE :

en émission, le rythme peut être indiqué par l'ETTD ou par l'ERBdB :

par l'ETTD : le codeur utilise l'horloge venant du ct113

par l'ERBdB : le codeur utilise l'horloge interne,

celle-ci est donnée à l'ETTD sur le ct114 pour qu'il envoie les bits sur le ct103 à ce rythme.

en réception, l'ERBdB fournit à l'ETTD l'horloge sur le ct115 et les données sur le ct104.

CODAGES :

Le codage consiste à transformer une suite de symboles binaires (0,1) en une suite de symboles appelés "niveaux" (+V, -V,...) choisis dans un alphabet déterminé.

code NRZ : non retour à zéro (le signal ne revient pas à zéro dans la durée du bit)

0 = +V

1 = -V

(forte composante continue)

code NRZI = NRZ inversé

code Biphase (ou Manchester) : 0 = front montant

1 = front descendant

(nécessite un repérage des fils de ligne)

code Biphase différentiel :

0 = même front que le précédent

1 = front opposé au précédent

(ne nécessite pas de repérage des fils de ligne)

code de Miller :

on garde un front sur 2 du code Biphase

0 = pas de front sur le milieu de la durée du bit

1 = front sur le milieu de la durée du bit

(spectre très étroit, donc haut débit sur une bande passante étroite)

code Bipolaire : 3 niveaux

0 = 0V

1 = alternativement -V et +V

code Bipolaire entrelacé d'ordre 2 :

on code séparément les bits pairs et les bits impairs

codes BHDn : Bipolaire Haute Densité, pour limiter le nombre de zéros successifs

lorsque la suite binaire comporte une suite de zéros, elle est remplacée par une séquence dite de remplissage que le récepteur reconnaît et remplace par des zéros.

Pour repérer la séquence de remplissage, celle-ci viole l'alternance des +V et -V

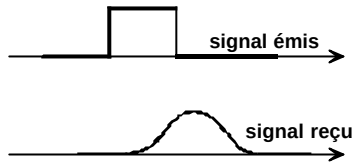
REMARQUE : les lignes de transmission sont souvent isolées par des transformateurs pour des raisons de sécurité ou pour adapter les impédances, on ne peut donc pas y faire passer la composante continue !

EGALISATION :

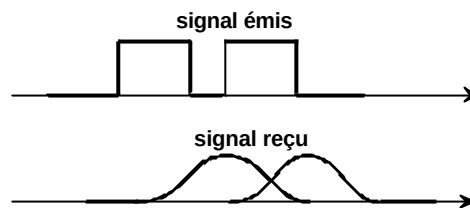
Une ligne métallique (ex : câble à paire torsadée) présente un affaiblissement proportionnel à f et le retard subi par les signaux dépend aussi de la fréquence.

En clair, les signaux de fréquence élevée sont plus affaiblis et plus retardés que les signaux de basse fréquence.

Sur un créneau de tension, l'influence est la suivante : aplatissement et élargissement

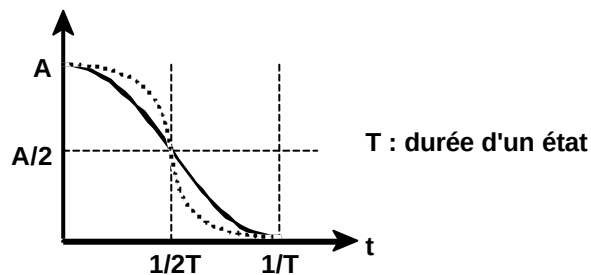


sur un signal de données numériques, il se produit des "interférences inter-symbole" :



le niveau 0 qui était au milieu est "absorbé" par les créneaux déformés.

Le critère de NYQUIST définit la condition permettant de minimiser l'interférence inter-symbole : il faut que la courbe de réponse de l'ensemble ETCD + ligne + ETCD ait l'allure suivante :



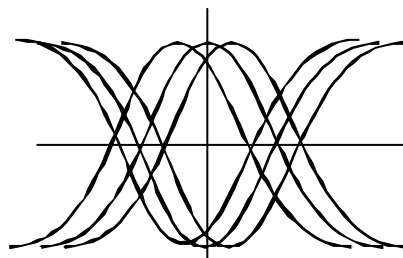
L'égaliseur est chargé de modifier la courbe de réponse ETCD-LIGNE-ETCD pour qu'elle réponde au critère de Nyquist.

Il existe 3 types d'égaliseurs :

- fixe : réglé en usine, à la fabrication de l'ERBdB; pour les bas débits
- manuel : réglé par le technicien lors de l'installation de l'ERBdB sur la ligne : moyens débits
- auto-adaptatif : pour les hauts débits : après une phase d'acquisition, il corrige les défauts de la ligne même s'ils varient dans le temps (c'est un filtre numérique piloté par un algorithme)

Diagramme de l'oeil :

c'est le diagramme qu'on observe sur un oscilloscope, synchronisé sur le signal d'horloge



Les signaux correspondant aux créneaux déformés par la ligne se superposent, l'ouverture verticale indique l'immunité du système de transmission au bruit, l'ouverture horizontale indique l'immunité aux variations de phase.

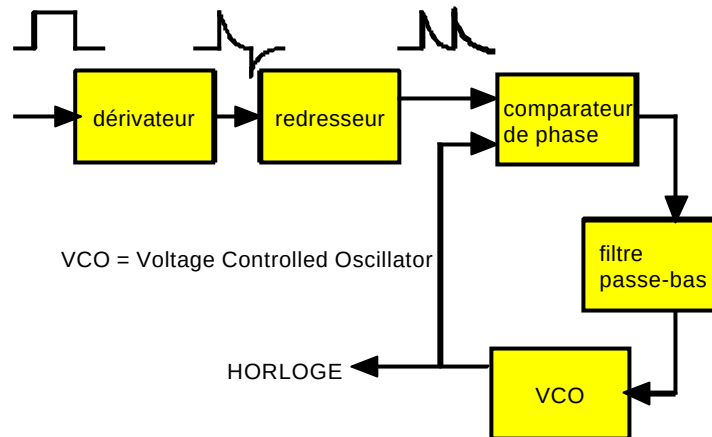
Si l'oeil n'est pas ouvert, il est impossible de décoder le signal sans erreur de données.

RESTITUTION D'HORLOGE :

Le récepteur de signal en Bande de Base a besoin de l'horloge pour décoder les données.

Sur la ligne, on ne transmet que le signal de données codées, pas l'horloge.

La récupération de l'horloge se fait en synchronisant un oscillateur sur les front (ou transitions) observés sur le signal en ligne. Le circuit qui effectue cette tâche est en général un PLL (Phase Locked Loop = Boucle à Verrouillage de Phase).



Le comparateur de phase produit une tension qui dépend du déphasage entre les impulsions extraites du signal (entrée haute sur le schéma) et le signal de l'oscillateur (entrée basse). Cette tension est filtrée, puis elle vient corriger la fréquence de l'oscillateur pour qu'il soit toujours en phase avec le signal de données.

Si le signal de données ne contient pas assez de transitions (par exemple une suite de 50 zéros en NRZ), on peut perdre la synchronisation (donc on lira peut-être 49 ou 51 zéros).

D'où l'intérêt des codages qui produisent suffisamment de transitions.

D'autre part, en limitant le nombre de transitions, on réduit le spectre du signal en ligne, d'où un débit possible plus grand. Il faut donc trouver un compromis.

BROUILLAGE :

attention, ne confondez pas brouillage et cryptage !!!

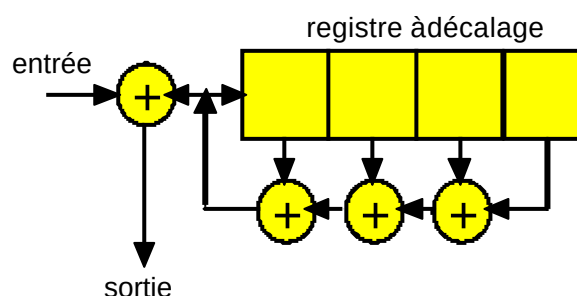
Le brouillage consiste à modifier la suite de données pour la rendre aussi aléatoire que possible (pour éviter la répétition de certaines suites de bits, ou une longue suite de zéros).

Cette technique permet

- de répartir le spectre du signal pour occuper toute la bande de fréquence disponible sur le support de transmission (on dit aussi "rendre les performances de la transmission indépendantes des données")
- de lever l'incertitude en code de Miller

Bien sûr, le brouilleur doit être associé à un débrouilleur, qui sera capable de restituer les données d'origine.

exemple de brouillage :



Le registre à décalage doit être initialisé avec des valeurs comportant des 0 et des 1.

Le débrouilleur doit connaître ces valeurs (il utilise les mêmes).

A chaque bit appliqué à l'entrée, les bits du registre sont décalés.

exercices :

1. dessiner le signal codé correspondant aux données 0100 0010 1000 0100 001
 - en code NRZ
 - en code Manchester
 - en code de Miller
 - en code bipolaire simple
 - en code bipolaire entrelacé d'ordre 2
2. un signal de données est transmis à 9600 b/s.
 - Quelle est la bande passante nécessaire pour le transmettre
 - en code biphase
 - en code de Miller
 - en code bipolaire
3. quel est l'avantage du code Bipolaire Haute Densité sur le code bipolaire simple ?
4. d'après la feuille des caractéristiques de l'ERBdB SEMATRANS LSI 1021 :
 - a) quel est le niveau d'émission du signal ? (en volts)
 - b) quelle est l'impédance de câble conseillée pour un débit de 19200 b/s ? (en ohms)
 - c) quelle est la puissance du signal émis à 19200 b/s ? (en mW et en dBm)
 - d) quelle est l'atténuation maximale admise en code Biphase ? (en dB)
 - e) quelle est la puissance du signal à l'entrée du récepteur si l'atténuation est maximale ?
 - f) quelle est la valeur de tension correspondante ?
 - g) quel est le diamètre de câble conseillé pour une transmission à 19200 b/s sur une distance de 20km ?
5. le brouilleur décrit dans le cours est initialisé avec les valeurs 1010.
Déterminer les données en sortie du brouilleur, si les données à l'entrée sont 1000 0001
6. un signal Bipolaire ayant des niveaux 0, +1v, -1v est appliqué à l'entrée d'une ligne métallique.
Les données transmises sont 0101.
L'affaiblissement produit par la ligne est de 3 dB.
Le bruit apporté par la ligne a un niveau de 0,1v crête à crête.
Dessiner le chronogramme du signal à l'autre extrémité de la ligne.