

Fonction de la couche physique

Transformer une suite de bits en signaux (et inversement)

S'adapter au canal de communication

Partager le canal de communication

Débit binaire

Rapidité de modulation

Nombre maximal d'états physiques (amplitude) par unité de temps.

[bauds] : Changements d'états du canal par seconde (moments/s).

Débit binaire:

[bit/s] : Nombre de bits par unité de temps.

$$C = D = \log_2^m * M$$

C = Capacité informatique

D = Débit binaire

$\log_2^m = \text{bit/moment}$

Techniques de transmission

Il existe principalement deux techniques ou modes de transmission des signaux qui sont utilisés en informatique :

- transmission **bande de base** (numérique)

- transmission **large de bande** (analogique)

La transmission d'un signal est différenciée selon qu'émetteur et le récepteur fonctionne ou pas au même rythme (horloge):

Techniques de transmission (cont)

- transmission **asynchrone** transfère des unités de données les une après les autres. Chaque unité (un octet égale à un caractère alphanumérique par exemple) est encadré par un bit de START et un bit de STOP.

- transmission **synchrone** transfère les données par paquets. Les données sont expédiées en groupe et sont également encadrées. Un paquet (contenant 1500 octets de données par exemple) est constitué d'une en tête et d'une queue.

Simplex / duplex

Simplex: un seul sens d'émission dans le canal (diffusion radio, TV, ...)

Half-duplex: un émetteur à chaque extrémité, émission à tour de rôle dans le même canal (talkie-walkie)

Duplex (full duplex) : un émetteur à chaque extrémité, émission simultanée (sens électriquement séparés, multiplexages, etc)

Transmission parallèle / série

C'est une caractéristique de la transmission et non pas un type FFS!

Parallèle: les données sont transmises simultanément sur plusieurs voies (ligneS téléphonique, Bus interne...) par groupe de plusieurs bits.

Efficace mais cher plus la distance augmente.

Ex: bus des ordinateurs: PCI, PC-Card, IDE/PATA, SCSI, port parallèle, etc.

Transmission parallèle / série (cont)

Série : transforme les octets ou mots en une suite rythmée de bits permettant de générer un signal électrique alterné.

Type de transmission généralement préféré.

Ex: SATA, SAS, USB, port série (V.24/V.28), Ethernet classique

Synchrone/Asynchrone

C'est une caractéristique de la transmission et non pas un type FFS!

La synchronisation implique la communication du signal d'horloge qui a servi à l'encodage des données lors de l'envoi. Sans ce signal les bits qui compose la donnée ne sont pas traductibles pour le récepteur.

Transmission synchrone:

Voie directe: L'horloge est envoyée sur une ligne qui lui est réservée.

Horloge intégrée aux données transmises: Les bits constituant les paquets sont envoyés les uns après les autres à des moments précis du signal définis par le type de codage de ligne en assurant suffisamment de variation du signal pour permettre au récepteur de pouvoir reconstituer l'horloge et de permettre la lecture correcte de la donnée.

Transmission Asynchrone:

C

By **solsol**
cheatography.com/solsol/

Not published yet.
Last updated 27th November, 2016.
Page 1 of 4.

Sponsored by **ApolloPad.com**
Everyone has a novel in them. Finish Yours!
<https://apollopad.com>

Synchrone/Asynchrone (cont)

Pour la lecture de données envoyées à des moments aléatoires, afin de permettre au récepteur de decoder la donnée, celle-ci est complétée avec des délimiteurs (**start/stop bit**). Le start bit permet au récepteur de synchroniser les bits qui suivent sur son horloge. Ce type de transmission limite la longueur des messages à des trains de 10 à 11 bits séparés par des intervalles quelconques.

Bande de base (numérique)

Transporte:

- les signaux **numériques** sur une unique fréquence
- les signaux sous la forme d'impulsions **discrètes**, c'est à dire qu'il y a des interruptions entre chaque impulsion
- les signaux électriques ou lumineux
- un seul signal à la fois, la transmission en bande de base **occupe toute la bande passante** (toute la capacité du canal de communication), le câble constitue un **canal unique**
- les signaux dans les deux sens, la transmission est **bidirectionnelle** (Half-Duplex)

Bande de base (numérique) (cont)

A mesure qu'il parcourt un câble, le signal électrique diminue progressivement en **intensité** et peut être l'objet de **distorsion**. Un signal trop faible ou déformé risque de ne pas être reconnu ou d'être mal interprété par son destinataire ; c'est pourquoi des **répéteurs** sont installés sur des câbles trop longs afin de rétablir **la force et la définition du signal d'origine**.

Large bande > porteuse (analogique)

Transporte

- les signaux **analogiques** sur une plage de fréquence
- les signaux **continus**, c'est à dire qu'il n'y a pas d'interruption, c'est seulement la hauteur de la fréquence qui varie.
- **Transporte les ondes électromagnétiques ou optiques**
- Transporte éventuellement plusieurs signaux simultanément (plusieurs transmissions analogiques peuvent cohabiter en même temps sur le même câble si la bande passante est suffisante, le câble propose alors plusieurs **canaux de transmission**)
- Transporte les signaux dans un seul sens, le flux est **unidirectionnel** (Simplex)

Large bande > porteuse (analogique) (cont)

Plusieurs canaux peuvent fonctionner simultanément sur le même support. C'est ce mode de transmission qu'utilise la télévision par câble. La bande passante est divisée en plage, chaque plage constitue un canal de communication indépendant.

Multiplexage

Multiplexage : Partage d'une même ligne de transmission entre plusieurs communications simultanées.

Démultiplexage : Concentration de plusieurs flux d'origines diverses

Une instance de la couche **multiplexe**, l'autre **démultiplexe**

Peut exister à diverses couches du modèle OSI

TDM

Time Division Multiplexing: Flux segmentés et envoyés les uns derrière les autres.

On partage le temps de parole entre chacun des acteurs.

Statique (couche 1): (téléphonie)

On alloue un temps défini à chaque acteur

- accès réservé - périodique

- un **intervalle de temps (IT)** est implicitement et périodiquement réservé pour chaque canal

- une trame est formée d'IT. Un IT au moins pour chacun des canaux

Dynamique (réseaux informatiques)

Segmentation en paquets adressés

TDMA (2G, 3G, DECT)

Dynamic-TDMA (Bluetooth, WiMax)

Dynamique (variante 2):



TDM (cont)

Contribution au trafic des diverses "voies" (ou stations) n'est plus déterministe (cyclique) mais dynamique en fonction des besoins réels (évaluable par une statistique)

+ possibilité de faire de la sur-allocation (overbooking) optimisant les coûts

- il faut une adresse pour identifier les voies ou stations au moment du démultiplexage

- il n'y a plus par défaut de garantie connue à l'avance de QoS (débit, délai, variance du délai)

- gestion de la contention / des collisions nécessaire

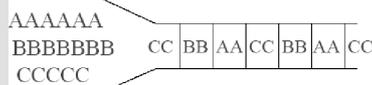
Ethernet, WiFi, agrégation de trafic, ..

TDM (v1)

Appelé souvent TDM (Time Division Multiplexing)

Principe :

Des bits ou (des octets) sont prélevés successivement sur les différentes voies reliées au multiplexeur pour construire un train de bits (ou d'octets) qui constituent le signal composite



Chaque intervalle de temps (T) est affecté à une voie

FDM

Frequency Division Multiplexing : Bande passante divisée en plages de fréquences et chaque plage est modulée indépendamment pour un flux particulier.

câble TV, radio, etc.

TDM et FDM peuvent être combinés

WDM

Wavelength Division Multiplexing (par couleur)

"FDM pour fibres optiques"

plusieurs couleurs différentes (fréquences, longueur d'onde) dans une fibre

limite supérieure théorique : 100 Tbps

CDM

Code division multiplexing :

Utilisation simultanée des mêmes fréquences

Encodage des données par des séquences bien choisies, à fréquence supérieure (étalement des données originales)

Seul un flux est visible au récepteur, celui dont il possède la séquence (les autres flux apparaissent comme du bruit).

Codage de ligne

Rend les données numériques transportables

Modification du signal numérisé par un autre signal présentant des **variations d'amplitude** régulières adaptés aux propriétés physiques du canal de transmission et de l'équipement récepteur.

Permet :

- la synchronisation (horloge) du récepteur

- d'éviter la composante continue (la valeur moyenne du signal doit être de 0).

Impossibilité de transporter une **composante continue** sur de longues distances. Si il y a une composante continue à la réception, ceci mènerait à une augmentation de la tension du signal et causerait des erreurs lors du décodage.

Codages avec signal horloge intégré

Implique au moins un changement d'état du canal par bit. **exemples** :

- 3 tensions (+V, 0, -V), durant 1/2 bit on transmet la valeur du bit (+V=1, V=0), durant l'autre moitié la tension est nulle

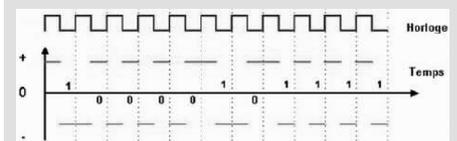
- **Manchester** : 2 tensions (haute et basse), changement d'état au milieu de chaque bit

- 1 codé comme haut-bas (+V à -V)

- 0 codé comme bas-haut (-V à +V)

- variante différentielle (1 : absence de transition ; 0 : transition)

Manchester



- assure la synchronisation
- peu sensible aux erreurs de transmission
- débit de modulation une fois codé 2 fois plus grand
- utilise une plus grande plage de fréquence (bande passante)

2 transitions par bit : 2 fois plus de baud que de bit/s

Transition ajoutée dans le signal

Données transmises provoquent suffisamment de changements d'état pour que la dérive de l'horloge ne provoque pas d'erreur de transmission via :

- brouillage/chiffrement des données

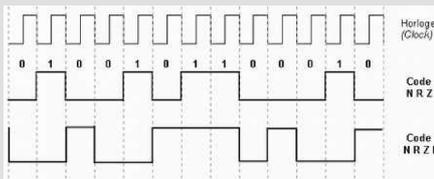
Transition ajoutée dans le signal (cont)

- bit-stuffing (ajouter des bits artificiels, reconnus et supprimés, p.ex. USB)

- tables de codages (4B/5B, ...)

- transmission régulière d'une séquence connue de resynchronisation (2B1Q HDLC)

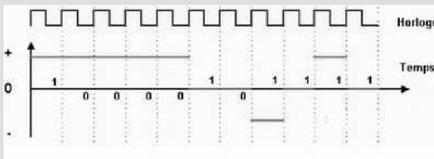
NRZI



- évolution de NRZ : 1 ne change pas la tension et 0 la change au début du bit
- p.ex. bus USB
- 0: élément de transition
- pour forcer une transition, un 0 est envoyé – et consommé – après six 1 consécutifs : bit stuffing

1 bit/moment

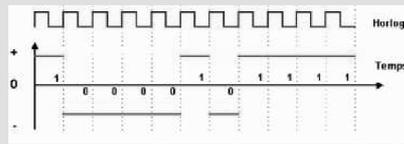
MLT3



- 1: changement d'état, successivement encodé sur 3 états (-V, 0, V) : économique en bande passante (Hz)
- 0: conserve la valeur précédente
- longues séries de 0 : perte de l'horloge
- Exemples: Fast Ethernet, ATM

1 bit/moment

NRZ

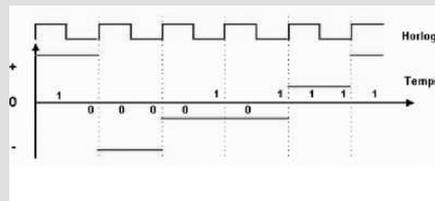


- grande amplitude, immunisé au bruit, efficace.
- détection du partenaire possible (tension de repos)
- risque de composante continue et perte de synchronisation en cas de longues suites de bits

• par exemple interface série RS-232C V.24/V.28

1 bit/moment

2B1Q



- 4 tensions possibles encodant 2 bits à chaque fois – composante continue.
- p.ex. (code de Gray) – 3V pour 10 – 1V pour 11 – -1V pour 01 – -3V pour 00
- RNIS/ISDN, HDSL
- longues séquences identiques : perte de l'horloge (envoi régulier de séquences)

2 bits encodé dans chaque moment, donc 2 fois plus de bit/s que de baud

Modulation

On parle de modulation lorsqu'un signal est à transmettre avec une translation fréquentielle (contrairement p.ex. à une transmission en bande de base). Il s'agissait de moduler une porteuse (porteur), par en variant ses caractéristiques (amplitude, fréquence, phase). L'équipement réalisant l'opération de modulation se nomme un modem.

Modulation (cont)

Lorsque la transmission en bande de base n'est pas possible, on module une porteuse de différentes manières :

OOK Tout ou rien (lumière dans les fibres optiques)

ASK Amplitude (souvent trop sensible au bruit)

FSK Fréquence

(D)PSK Phase, éventuellement différentielle

A+PSK Phase et amplitude

QUAM Cas particulier de APSK, modulation dite en quadrature, pouvant être réalisée avec la combinaison de deux signaux modulés en amplitude et déphasés, représentables sur le plan de Gauss en carré.

Les modems utilisent en général les modulations FSK, PSK, APSK ou plus généralement et actuellement les QAM (xDSL ou CATV où des modulations QAM à 64, 256 ou plus sont fréquemment rencontrées).

Code de gray

Le code de Gray encode de manière à ce que deux états voisins ne diffèrent que par un bit, ce qui limite automatiquement les conséquences sur le nombre de bits en erreur en cas d'erreur sur un seul moment.