

Constantine 2 University
Faculty of New Technologies of Information and Communication
Computer Science Department.

Text Book

Data Link Layer and Associated Protocols

Master1 STIC

Part 1

Point-to-point and multipoint protocols

Pr. Salim Chikhi

Table of contents

I- introduction and objectives

- (a) **General objectives of the link layer**
- (b) **Main issues fixed in the link layer**
- (c) **Services requested by the link layer to the physical layer**

II- POINT TO POINT LINK

II-1 General problems in the implementation of data link PROTOCOLS

II -1-2 Frame delimitation

- (a) **Introduction**
- (b) **Frames self-delimited by their length**
- (c) **Character Stuffing**
- (d) **Bit Stuffing**
- (e) **Code violation**

II -1-3 Increasing complexity protocols

- (a) **Protocol 1 " Without error and flow control"**
- (b) **Protocol 2 "Send and wait"**
- (c) **Protocol 3 " alternate bit "**
- (d) **Protocol 4 " With sliding window and orderly reception"**
- (e) **Protocol 5 " With sliding window and selective rejet"**

II -1-4 CONCLUSION

II -2 Industrials protocols

II -2-1 Character oriented protocols

- (a) **Overview**
- (b) **Command characters**
- (c) **Multipoint channel management**

II -2-2 Bit oriented protocols

- (a) **Introduction**
- (b) **General notions**
- (c) **Different frames**
- (d) **LAPB Protocol**

II -2-3 Conclusion

III- Link in local area networks

III-1 INTRODUCTION

III -2 LOCAL AREA NETWORK NOTION

III -3 ARCHITECTURAL ORGANISATION

IV- Link layer in the internet

I- INTRODUCTION AND OBJECTIVES

(a) General objectives of the link layer :

- The link level controls communications between two 'neighbor' sites connected by a point-to-point physical channel.



- It provides the functional means for:
 - The establishment
 - The upkeep
 - The liberation
 - of one or more 'data links' (Connection, stream multiplexing)
 - between Network Entities
- The link level hides the characteristics of the physical layer (point-to-point leased or specialized line, switched network, etc.) from network entities.

(b) Main issues fixed in the link layer :

Depending on the design choices of the level, we find the following functions:

- Matching data units
- Error detection and correction
- Flow control
- Respect for causality (delivery in sequence)
- The establishment and release of the link connection
- Additional functions for data link administration
 - Identification of link entities
 - Management of configuration parameters
 - Track monitoring..

(b-1) Data matching ('framing') :

- The minimum service that the network level can expect from the link level is forwarding frames between neighboring sites.

That is to say the delimitation and synchronization allowing the recognition of frames (bit sequences).

- Problem posed in relation to errors (damaged frames) and transmission-reception clock offsets.
- Function that can be considered at the physical level or at the link level (depending on the implementation)
 - This is the basic service provided by a connectionless link protocol; only one type of frame exists which essentially needs to be delimited.

Example: SLIP protocol ("Serial Line Interface Protocol") on dedicated line

(b-2) Error detection and correction:

The main problem is noise on the physical channel which causes transmission errors.



The link protocol most often aims to transform a communication on an inherently noisy physical channel into a communication with an acceptable residual error rate (by means of retransmissions).

Physical channel error rate: 10^{-7} to 10^{-9} .

(figures changing depending on technology).

Residual error rate of the link protocol: $> 10^{-12}$.

(b-3) Flow control

As a main aspect of flow control of digital data exchanges, we must regulate exchanges to avoid frame losses due to the impossibility of store incoming frames in case of high traffic.

⇒ **It is necessary to adapt the speed of the transmitter to that of the receiver.**

(b-4) Le respect de la causalité (livraison en séquence)

- Une voie physique simple est un médium de communication "*causal*"

Il traduit la causalité de propagation des ondes électromagnétiques (les trames ne peuvent **remonter le temps** ou se **dépasser** sur les câbles).

- Les erreurs de transmission et les retransmissions peuvent par contre amener des **déséquences** ou des **duplications**.

⇒ Le protocole de liaison doit assurer la délivrance au destinataire de la suite exacte des données soumises par l'émetteur (sans déséquence ni duplication).

(b-5) L'établissement et la libération de connexions de liaison de données :

- les protocoles de liaison sont actuellement le plus souvent définis en **mode connecté**

⇒ Le protocole de liaison doit assurer des procédures de connexion et de déconnexion.

Exemple : exemple d'implantation des fonctionnalités 2, 3, 4, 5 (Erreur, Flux, Séquence, Connexions).

Protocoles **BSC**, **LAPB**, **LAPD** sur voie point à point.

Protocoles **LLC2** sur réseau local.

(b-6) Fonctions annexes d'administration de liaison (éventuellement associées à la liaison) :

- l'identification des entités des liaisons

Problème d'adressage posé surtout pour les voies multipoint.

- La gestion de paramètres de configuration

Problème de qualité de service

- La surveillance de la voie

Mesures de performance (débit, taux d'occupation,...)

Détection de panne de la voie.

(c) Services requested by the link layer to the physical layer :

La couche physique doit fournir les services suivants :

- **Connexion physique** permettant la transmission de **flots binaires**.
- **Livraison des flots binaires dans l'ordre** dans lequel ils ont été présentés.
- **Notification des défauts** de fonctionnement.

I- POINT TO POINT LINK**I-1 GENERAL PROBLEMS IN THE IMPLEMENTATION OF DATA LINK PROTOCOLS****I-1-1 INTRODUCTION****I-1-2 FRAME DÉLIMITATION**

<https://www.geeksforgeeks.org/various-kind-of-framing-in-data-link-layer/>

(a) Introduction

Position du problème :

- Etant donnée une suite binaire ayant une cohérence logique (une trame) **comment assurer la correspondance** "une pour une" entre trame émise et trame reçue ?
- Problème considéré comme de niveau liaison (modèle OSI) mais très souvent également réglé par le matériel et donc considéré comme de niveau physique.

Difficultés du problème :

- Le nombre de bits reçus peut être plus grand ou plus petit que le nombre émis (en raison du bruit, en raison de problème d'horloge).
- A une seule trame émise peuvent correspondre plusieurs trames reçues (problème de délimiteurs).

La solution de base :

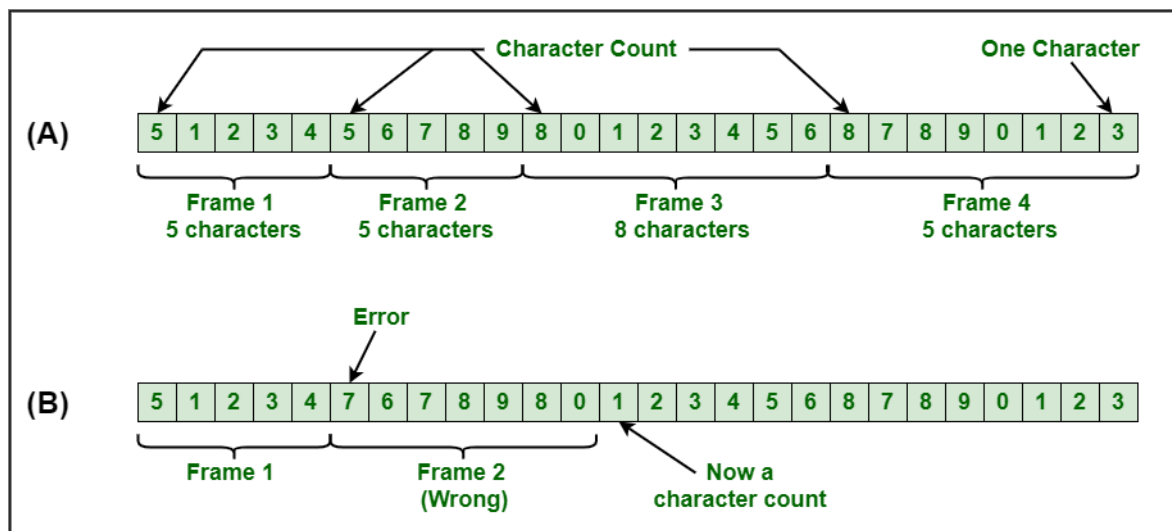
- Associer à chaque trame **un code détecteur d'erreur**.
- Se donner des **délimiteurs** de trames.
- Quand on décide qu'**une trame est complète en réception** on en vérifie la **correction** au moyen du code.
- Si elle est **incorrecte** ou **séparée** en plusieurs trames incorrectes **on abandonne les informations reçues** car on ne peut les utiliser sans risques graves.
- On peut signaler l'arrivée d'une trame erronée correspondant à une trame émise (info utilisable) ou totalement créée par le bruit (gène le protocole).

(b) Trames auto-délimitées par leur longueur (sans délimiteurs) :**Trames uniquement définies par leur longueur**

Chaque trame comporte en tête **une zone définissant la longueur** de l'information significative.

- En l'absence de délimiteurs cette solution est pratiquement impossible à utiliser car si l'on rencontre une erreur qui fait perdre la synchronisation on doit pour la retrouver rechercher une trame :

- Commençant par une zone interprétée comme une longueur.
- Finissant par un code polynomial correct.
- Plusieurs fois de suite.

**A Character Stream**

(A) Without Errors
(B) With one Error

Trames de longueur fixe (cellules)

- Pour retrouver la synchronisation on doit faire fonctionner un automate qui retrouve une suite de trames de la longueur fixée et qui correspondent à un code polynomial correct.

(c) Transparence caractère ("character stuffing")

- Les trames sont constituées de caractères d'un **alphabet normalisé** ("IA5": International ASCII numéro 5 ou "EBCDIC" IBM).

- Dans ces alphabets certains caractères sont utilisés pour les besoins du protocole de liaison.

STX("Start of TeXt") - Délimiteur début de bloc (texte)

ETX ("End of TeXt") - Délimiteur fin de bloc (texte)

DLE ("Data Link Escape") - Echappement de liaison.

- Pour une trame alphanumérique : pas de problème d'ambiguïté entre caractères de contrôle et le texte.

- Si une trame comporte des caractères de contrôle parmi des caractères alphanumériques

sa transmission exige une procédure de transparence caractère (ici pour le STX).



- Tout caractère de contrôle (qui n'est pas le délimiteur début ou fin) apparaissant dans le bloc est précédé de DLE :

ETX → DLE ETX ; STX → DLE STX ; DLE → DLE DLE

- Le bloc précédent est transformé de la façon suivante :



- A la réception les DLE ajoutés pour la transparence sont supprimés.

(d) Transparence binaire ('Bit Stuffing')

- Chaque trame est délimitée (commence et se termine) par une suite binaire réservée (en général 8 bits).

Exemple : chaîne 01111110 (Terminologie drapeau, fanion ou "flag" pour HDLC).

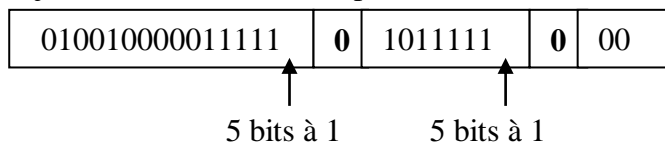
- Le fanion ne doit donc jamais apparaître dans une suite binaire sous peine de décider la fin de trame.

- Quand la suite binaire à émettre comporte une **suite de 5 bits 1 consécutifs** on insère automatiquement **un bit 0** juste après.

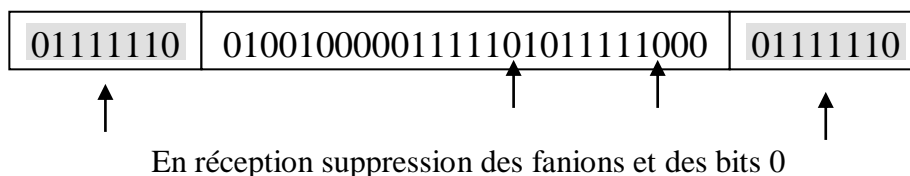
- En entrée **le bit 0 suivant 5 bits à 1 doit être enlevé** sauf les fanions début et fin.

Suite binaire formant une trame à émettre 010010000011111101111100

Adjonction des bits de transparence ("Stuffed bits")



Délimitation de la trame par les fanions



(e) Violation de code

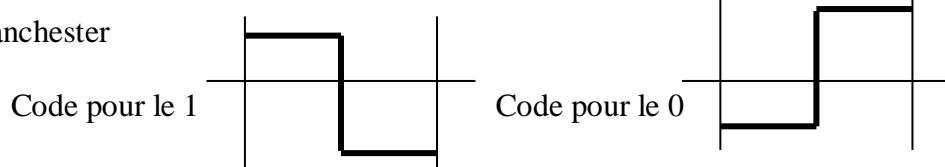
- Les techniques de transparence sont basées sur l'utilisation de délimiteurs formés de configurations binaires légales (STX, fanion, ...).

- ⇒ allongement des messages du aux informations de transparence (quelques pour cent).
- ⇒ temps perdu à l'émission et à la réception (surtout si la génération est logicielle).

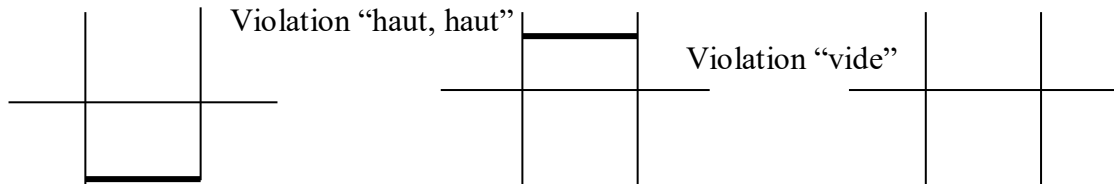
- Une autre solution consiste à définir en plus du 0 et du 1 des modulations utilisées comme délimiteurs.

- Elles ne peuvent donc apparaître dans un flot normal de données binaires.

Exemple: Code Manchester



Diverses modulations (qui violent le code précédent) sont possibles pour être utilisées comme délimiteurs :



Violation "bas, bas"

- Des variantes de ce principe ont été développées dans de nombreux cas (LAN, ...) :
 - Problème de la transparence résolu.
 - Complexification du modulateur.
 - Accroissement des variétés de modulations.