

TD 2 — Les réseaux locaux

Exercice 1 — Analyse d'une trame Ethernet 802.3

Wireshark est un outil de capture de trames permettant d'analyser en détail les trames reçues ou émises par une carte réseau. Wireshark vous fournit la trame suivante :

FF	FF	FF	FF	FF	FF	00	18
DE	10	FA	32	00	04	06	06
31	01	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	EF	45	59	4A

Le préambule et le délimiteur de début de trame (SFD) ont déjà été retirés. Chaque ligne comporte 8 mots de 2 caractères hexadécimaux et représente donc $8 \times 2 \times 4 \text{ bits} = 8 \text{ octets}$. Cet exercice se propose d'analyser cette trame.

Q. 1.1 Quelles sont les adresses MAC source et destination de la trame ? A qui cette trame est-elle destinée ? Quel est le code du constructeur de la carte réseau émettrice ? Quel est le numéro attribué par le constructeur à cette carte ?

Correction

- Adresse MAC destination = FF:FF:FF:FF:FF:FF
- adresse destination = adresse de diffusion \Rightarrow toutes les machines sur le LAN recevront la trame et transmettront le contenu du champ de données à la couche supérieure.
- Adresse MAC source = 00:18:DE:10:FA:32
- code constructeur = 3 premiers octets de l'adresse MAC = 00:18:DE (Intel corporation)
- code attribué par le constructeur à la carte = 3 derniers octets = FA:32:00

Q. 1.2 Est-ce une trame Ethernet I ou Ethernet II ?

Correction

Le champ DL/Etype est 00:04 = 4₁₀. Il est inférieur à 1500. C'est donc de l'Ethernet I.

Q. 1.3 Quelle est la longueur du champ de données ?

Correction

La trame est de l'Ethernet I. Le champ DL/Etype indique donc la longueur du champ de données qui est de 4 octets.

Q. 1.4 Que contient le champ de données ?

Correction

Ce sont les quatre octets se trouvant après le champ DL/Etype : 06 06 31 01

Q. 1.5 Que pouvez-vous dire sur le PDU encapsulé dans cette trame ?

Correction

Comme on est en Ethernet I le champ de données de 4 octets contient nécessairement une trame du protocole LLC.

Q. 1.6 Cette trame contient-elle des octets de bourrage ? Si oui, combien ?

Correction

Comme le champ de données est sur 4 octets l'émetteur a rajouté 42 octets de bourrage pour que la somme Données + Bourrage soit de 46 octets et que la trame (PCI inclus) fasse 72 octets (taille minimale d'une trame Ethernet pour que les collisions puissent être détectées). Les octets de bourrage sont tous les octets à 00 se trouvant après le champ de données.

Q. 1.7 Donnez (sous forme hexadécimal) la valeur du champ FCS.

Correction

Les quatre derniers octets de la trame forment le FCS : EF 45 59 4A.

◇

Exercice 2 — Envoi de données via Ethernet

Soit une station connectée à un réseau Ethernet IEEE 802.3 à 10 Mbit/s et devant envoyer 3 010 octets de données.

Q. 2.1 Combien de trames MAC la station doit-elle transmettre ? Combien ces trames contiendront-elles d'octets, PCI inclus ?

Correction

La taille maximale du champ de données d'une trame Ethernet est de 1 500 octets. Il est donc nécessaire d'envoyer 3 trames, les deux premières contenant 1500 octets de données et la dernière 10 octets de données.

Les deux premières trames ont plus de 46 octets de données. Aucun bourrage n'est donc nécessaire sur celles-ci. Par contre la troisième trame est de 10 octets \Rightarrow l'émetteur doit rajouter $46 - 10 = 36$ octets de bourrage. En tout, on doit donc transmettre : $(1500 + 26) \times 2 + (10 + 36 + 26)$ octets. Les 26 octets correspondant au PCI Ethernet : le préambule (7 octets), le champ SFD (1 octet), les adresses MAC source et destination (6 + 6 octets), le champ DL/Etype (2 octets) et le FCS (4 octets).

◇

Q. 2.2 Quel est le temps total d'envoi des données en supposant que la station est la seule à émettre sur le bus ?

Correction

La station est la seule à émettre, il n'y a donc pas aucune possibilité de collision. Le temps d'attente inter-trame est de $9,6\mu s$. Donc, le temps total d'envoi des données est :

$$t = \frac{2 \times 1526 \times 8}{10^7} + \frac{72 \times 8}{10^7} + 2 \times \frac{9,6}{10^6} = \frac{3124 \times 8}{10^7} + \frac{19,2}{10^6} = 2518,4\mu s$$

◇

Q. 2.3 On suppose maintenant que la première trame subit quatre collisions successives avant d'être correctement transmise à la cinquième tentative. Donnez le temps de transmission total des 3 010 octets de données dans les deux cas suivants :

1. La station attend le temps minimal après la détection d'une collision.
2. La station attend le temps maximal après la détection d'une collision.

Pour simplifier, on supposera aussi qu'en cas de détection d'une collision la station transmettra tout de même la trame dans son intégralité.

Correction

Après la $n^{\text{ème}}$ collision sur une même trame, le temps d'attente donné par l'algorithme BEB d'Ethernet est de $k \times DAR$ avec k choisi aléatoirement dans l'intervalle $[0, 2^{\min(10,n)} - 1]$ et $DAR = 51,2\mu s$.

cas 1 Le temps d'attente après chaque collision détectée est nul (à chaque fois le k choisi est 0). On rajoute donc quatre fois le temps de transmission de la trame au temps de la question précédente (le temps de transmission des quatre trames subissant une collision) :

$$t = 2518,4 \times 10^{-6} + 4 \times \frac{1526 \times 8}{10^7} = 7401,6\mu s$$

cas 2 On attend maintenant $2^1 - 1 = 1 \times DAR$ après la 1^{ère} collision, $2^2 - 1 = 3 \times DAR$ après la 2^{ème} collision, $2^3 - 1 = 7 \times DAR$ après la 3^{ème} collision et $2^4 - 1 = 15 \times DAR$ après la 4^{ème} collision. On rajoute donc $1 + 3 + 7 + 15 = 26 \times DAR$ au temps trouvé pour le cas 1 :

$$t = 7401,6 \times 10^{-6} + 26 \times 51,2 \times 10^{-6} = 8732,8\mu s$$

◇

Q. 2.4 La norme Ethernet initiale définissait un débit de 10 Mbit/s. Les normes suivantes définissaient des débits supérieurs : 100 Mbit/s pour Fast Ethernet et 1 Gbit/s pour le gigabit ethernet. Quelles problèmes ces modifications posent-elles et comment peut-on y remédier ?

Correction

Avec un débit supérieur le temps de transmission d'une trame de 72 octets ne garantit plus que l'on transmet pendant le DAR . On n'est donc plus en mesure de détecter toutes les collisions. Pour résoudre le problème on peut diminuer la longueur de bus autorisée (solution avec Fast Ethernet) ou augmenter la taille minimale des trames (solution avec Gigabit Ethernet : trames de 512 octets au min.).

◇