

Corrigé du TP 1 Réseaux

Signal et transmission de trames

C. Pain-Barre

INFO - IUT Aix-en-Provence

version du 17/11/2010

Première partie

Couche Physique

1 Vitesse de transmission

Corrigé de l'exercice 1

[\[Consulter l'énoncé\]](#)

Il faut que le chien arrive à destination en moins de temps qu'il en faut pour émettre la totalité des bits sur le réseau ATM.

Temps d'émission de 3×7 Go sur un réseau à 155 Mbit/s :

$$\frac{3 \times 7 \times 8\,589\,934\,592}{155\,000\,000} = 1\,163,8$$

donc 1 163,8 secondes.

Le chien va à 18 km/h soit 5 m/s.

La distance qu'il parcourt doit être inférieure à $5 \times 1\,163,8$ m soit 5 819 m.

Ainsi, si le lieu de stockage des cartouches se trouve à moins de 5 819 m, il est plus économique de se servir d'un sac à puces plutôt que de puces qui mettent à sac (c'est plutôt cher, la technologie ATM).

2 Transmission de bits

2.1 Modulation

Corrigé de l'exercice 2

[\[Consulter l'énoncé\]](#)

1. Le paramètre qui change dans le signal est la phase. C'est donc une modulation de phase.
2. Selon le protocole indiqué, c'est : 110010100110

2.2 Les bauds par l'exemple

2.2.1 Transmission en bande de base

Corrigé de l'exercice 3

[\[Consulter l'énoncé\]](#)

1. Ici, le signal peut être à 4 niveaux différents. Sa valence est le plus grand n tel que $2^n \leq 4$. Donc $n = 2$. Puisqu'il faut un baud pour extraire une information, le signal transporte 2 bits par baud.
2. C'est : 011000111010011100

2.2.2 Transmission analogique : première combinaison

Corrigé de l'exercice 4

[\[Consulter l'énoncé\]](#)

1. Visiblement, il s'agit d'une combinaison amplitude-fréquence, car ces deux paramètres peuvent changer au temps baud.
2. Il y a 2 amplitudes et 2 fréquences, soit 4 signaux distincts et donc une valence de 2 (soit 2 bits par baud).
3. C'est : 010011100010011100
4. pour émettre 3 bits par baud, il faut arriver à 2^3 variations. Sans rajouter de type de modulation supplémentaire, il faut augmenter le nombre de variations des paramètres des modulations utilisées. En clair, il faut augmenter le nombre d'amplitudes du signal (NA) et/ou son nombre de fréquences (NF). Il faut que $NA \times NF = 8$.

On a déjà $NA \times NF = 2 \times 2 = 4$. On ne peut pas rajouter 1 à NA et NF car cela donnerait 9 signaux différents et donc une perte d'efficacité. On peut alors choisir de rajouter 2 à NA ou 2 à NF , donc soit 2 amplitudes supplémentaires soit 2 fréquences supplémentaires.

2.2.3 Transmission analogique : autre combinaison

Corrigé de l'exercice 5

[\[Consulter l'énoncé\]](#)

1. Il s'agit d'une combinaison de modulation : phase-fréquence.
2. Il y a 4 phases ($0, \pi/2, \pi, 3\pi/2$) et 2 fréquences (disons 2000 Hz et 4000Hz) soit 8 variations possibles du signal donc 3 bits/baud
- 3.

fréquence	phase	bits
2000	0	000
2000	$\pi/2$	001
2000	π	010
2000	$3\pi/2$	011

fréquence	phase	bits
4000	0	100
4000	$\pi/2$	101
4000	π	110
4000	$3\pi/2$	111

4. 011101000010111110

2.3 Codages Manchester

Corrigé de l'exercice 6

[\[Consulter l'énoncé\]](#)

1. Manchester (normal) : 100101100
2. Manchester différentiel : 110111010

3 Synthèse de la rapidité de modulation, débits, bande passante, codage et temps de transmission

3.1 Calcul du débit en fonction du codage

Corrigé de l'exercice 7

[\[Consulter l'énoncé\]](#)

Le débit est donné par la formule $D = R * v$. Pour les trois codages, on a $R = 8000$. Seule la valence v diffère : elle vaut 1 pour les deux premiers codages, et 1/2 pour le dernier. On a alors :

1. $D = 8000$ bit/s
2. $D = 8$ kbit/s
3. $D = 4$ kbit/s.

3.2 Calcul de la rapidité de modulation, de la bande passante et de la qualité exigées

Corrigé de l'exercice 8

[\[Consulter l'énoncé\]](#)

1. on veut $D = 20$ kbit/s. Puisque $v = 1/2$, on a $D = R/2$.
Donc $R = 40000$ bauds = 40 kbaud.
2. Non car la bande passante du câble est 15 kHz ce qui donne au maximum 30 kbaud.
3. D'après Shannon, le débit maximum en présence de bruit est $D \leq H \log_2(1 + S/N)$.
Ainsi, $100\ 000 \leq 10\ 000 \times \log_2(1 + S/N)$ ssi $2^{100\ 000/10\ 000} \leq 2^{\log_2(1+S/N)}$ ssi $2^{10} \leq 1 + S/N$.
 S/N doit être supérieur à 1 023, soit un peu plus de 30dB.

3.3 Débits offerts par des modems

Corrigé de l'exercice 9

[\[Consulter l'énoncé\]](#)

1. 2 fréquences donc $V = 2$. Ainsi $D = 9\ 600$ bit/s
2. 4 phases donc $V = 4$. Ainsi $D = 19\ 200$ bit/s
3. 16 combinaisons donc $V = 16$. Ainsi, $D = 38\ 400$ bit/s

3.4 Comparaisons des commutations de message et de paquet

Corrigé de l'exercice 10

[\[Consulter l'énoncé\]](#)

Dans ce qui suit t_0 représente le temps auquel A commence la transmission du message ou du premier paquet.

1. Il faut déterminer à quel moment C2 expédie le dernier des 20 000 bits.

- **Commutation par message :** le message est envoyé d'un seul coup. Les commutateurs ne le réexpédient que lorsqu'il est entièrement reçu :
 - ◇ A envoie le message en $20\,000/10\,000 = 2$ secondes. Il est reçu par C1 au temps $t_0 + 2$ secondes.
 - ◇ C1 termine la réexpédition à $t_0 + 2 + 0,1 + 2 = t_0 + 4,1$ secondes.
 - ◇ C2 termine la réexpédition à $t_0 + 4,1 + 0,1 + 2 = t_0 + 6,2$ secondes.

B reçoit le message à $t_0 + 6,2$ secondes.

- **Commutation par paquet :** le message est découpé en 20 paquets. Dès qu'un paquet est reçu il peut être réexpédié (après le temps de commutation). On s'occupe donc uniquement du dernier bit du dernier paquet :
 - ◇ A envoie le dernier bit en $20\,000/10\,000 = 2$ secondes. Il est reçu par C1 au temps $t_0 + 2$ secondes.
 - ◇ À la réception du dernier bit, C1 avait déjà réexpédié les 19 paquets précédents. Il n'a qu'un paquet à réexpédier.
C1 termine la réexpédition à $t_0 + 2 + 0,1 + 1\,000/10\,000 = t_0 + 2,2$ secondes.
 - ◇ C2 termine la réexpédition à $t_0 + 2,2 + 0,1 + 1\,000/10\,000 = t_0 + 2,4$ secondes.

B reçoit le message en $t_0 + 2,4$ secondes.

2.

- **Commutation par message :** Le message sera reçu par B au temps $t_0 + 20\,000/5\,000 + 0,1 + 20\,000/10\,000 + 0,1 + 20\,000/20\,000 = t_0 + 7,2$ secondes.
- **Commutation par paquet :** puisque le débit $A \longleftrightarrow C1$ est inférieur au débit $C1 \longleftrightarrow C2$ qui est lui-même inférieur à $C2 \longleftrightarrow B$, les paquets arrivant en C1 et C2 peuvent être retransmis dès qu'ils sont reçus, après avoir été commutés. Ainsi, c'est le dernier paquet qui nous intéresse. Celui-ci arrive en C1 au temps $t_0 + 20\,000/5\,000 = t_0 + 4$ secondes. Après 0,1 seconde, il est transmis à C2. Il arrive en C2 à $t_0 + 4,1 + 1\,000/10\,000 = t_0 + 4,2$ secondes. Après 0,1 seconde, il est transmis à B. Il arrive à B à $t_0 + 4,3 + 1\,000/20\,000 = t_0 + 4,35$ secondes.

3.

- **Commutation par message :** Le message sera reçu par B au temps $t_0 + 20\,000/20\,000 + 0,1 + 20\,000/15\,000 + 0,1 + 20\,000/10\,000 = t_0 + 4,53$ secondes.
- **Commutation par paquet :** Les débits étant maintenant décroissants, lorsqu'un paquet arrive sur les commutateurs, ceux-ci devront le mettre en attente car ils doivent transmettre les paquets précédents. Ils seront transmis les uns à la suite des autres. Le premier paquet est reçu par C1 en $t_0 + 1\,000/20\,000 = t_0 + 0,05$ secondes. Il commencera à le retransmettre à $t_0 + 0,05 + 0,1 = t_0 + 0,15$ secondes. Puis, il transmettra les autres paquets. Ce premier paquet arrive à C2 au temps $t_0 + 0,15 + 1\,000/15\,000 = t_0 + 0,22$ secondes. Sa retransmission commencera au temps $t_0 + 0,22 + 0,1 = t_0 + 0,32$ secondes. C'est le temps auquel C2 commence la retransmission de tous les paquets. Ainsi, le dernier paquet sera reçu par B au temps $t_0 + 0,32 + 20 \times 1\,000/10\,000 = t_0 + 0,32 + 2 = t_0 + 2,32$ secondes.

Deuxième partie

Couche Liaison de données

4 Utilisation d'une liaison half-duplex

Corrigé de l'exercice 11

[\[Consulter l'énoncé\]](#)

Dans les 2 cas, l'émission d'un paquet de 10 kbit sur la liaison dure $10/1\ 000 = 0,01$ seconde.

1. La station A commence à envoyer le premier paquet t_0 . Le paquet est reçu par B à $t_0 + 0,01 + 0,01 = 0,02$. B envoie alors son paquet à $t_0 + 0,02$ et A le reçoit à $t_0 + 0,04$. Ainsi A envoie un paquet toutes les 0,04 secondes à partir de t_0 , et B les envoie au même rythme à partir de $t_0 + 0,02$. Pour A, le paquet n part à $t_0 + (n - 1) \times 0,04$. Pour B, il part à $t_0 + 0,02 + (n - 1) \times 0,04$. Quelque soit le sens, le dernier paquet émis doit l'être au plus tard à $t_0 + 0,98$, pour être reçu dans la seconde impartie. On en déduit que A et B peuvent envoyer jusqu'à 25 paquets chacun.
2. A transmet d'abord ses paquets, puis laisse la liaison à B au temps $t_0 + 0,5$. A doit donc envoyer son dernier paquet au plus tard à $t_0 + 0,48$. Pour A, le paquet n sera transmis à $t_0 + (n - 1) \times 0,01$. Il peut donc transmettre 49 paquets. B doit terminer sa transmission au plus tard à $t_0 + 0,98$. Pour B le paquet n est transmis à $t_0 + 0,5 + (n - 1) \times 0,01$. B peut donc aussi transmettre 49 paquets.

5 Transmission de trames et synchronisation

5.1 Délimiteurs et caractères de transparence

5.1.1 Émission

Corrigé de l'exercice 12

[\[Consulter l'énoncé\]](#)

1. `&<SALUT&>`
2. `&<UN_&&_ET_&<&&>VOILA&&&>`
3. `&<&&<A_&&_TCHAO&&<&&!&&>!&&&&&&>&>`

5.1.2 Réception

Corrigé de l'exercice 13

[\[Consulter l'énoncé\]](#)

1. "OLLEH" et "EASY"
2. "&OLA&" et "HOP&&<"

5.2 Fanions et bits de transparence

5.2.1 Émission

Corrigé de l'exercice 14

[\[Consulter l'énoncé\]](#)

1. "01111110100111110100001111110"
2. "011111101011111011110101010111110"

5.2.2 Réception

Corrigé de l'exercice 15

[\[Consulter l'énoncé\]](#)

1. "011011111011111111"
2. "11011111" et "11"

6 Correction et détection d'erreur

6.1 Correction d'erreur

Corrigé de l'exercice 16

[\[Consulter l'énoncé\]](#)

$$r = 4 \text{ car } 2^4 \geq (10 + 4 + 1).$$

Corrigé de l'exercice 17

[\[Consulter l'énoncé\]](#)

1.
 - B_7 est contrôlé par B_4 , B_2 et B_1 car $7 = 4 + 2 + 1$
 - B_6 est contrôlé par B_4 , et B_2
 - B_5 est contrôlé par B_4 , et B_1
 - B_3 est contrôlé par B_2 , et B_1
2.
 - B_1 contrôle B_7 , B_5 et B_3
 - B_2 contrôle B_7 , B_6 et B_3
 - B_4 contrôle B_7 , B_6 et B_5

Corrigé de l'exercice 18

[\[Consulter l'énoncé\]](#)

- $B_1 = 0$

- $B_2 = 0$
- $B_4 = 1$

Corrigé de l'exercice 19

[\[Consulter l'énoncé\]](#)

- *a priori* il n'y a pas d'erreur de transmission car les bits de contrôle concordent
- B_1 et B_4 diffèrent : le bit en erreur est donc B_5 . En corrigeant, on obtient : 10**1**0101
- seul B_4 diffère : c'est donc le bit en erreur. En corrigeant, on obtient : 1111**1**000

6.2 Codes détecteurs

Corrigé de l'exercice 20

[\[Consulter l'énoncé\]](#)

La division à réaliser est la suivante :

$$\begin{array}{r}
 110101110110110000 \\
 -10011 \\
 \hline
 010011 \\
 -10011 \\
 \hline
 0000010110 \\
 -10011 \\
 \hline
 0010100 \\
 -10011 \\
 \hline
 001110 \\
 \hline
 001110
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 10011 \\
 \hline
 1100001010
 \end{array}$$

Le reste est 1110. La trame émise sera : 11010110111110

Corrigé de l'exercice 21

[\[Consulter l'énoncé\]](#)

En faisant la division :

$$\begin{array}{r}
 100100101010110010 \\
 -10011 \\
 \hline
 000010101 \\
 -10011 \\
 \hline
 0011001 \\
 -10011 \\
 \hline
 010100 \\
 -10011 \\
 \hline
 0011101 \\
 -10011 \\
 \hline
 011100 \\
 -10011 \\
 \hline
 01111
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 10011 \\
 \hline
 10001011011
 \end{array}$$

on obtient un reste (1111) différent de 0 : il y a donc eu erreur de transmission.