

LI310 - Examen 2009

Vendredi 4 janvier 2010

Benjamin BARON

1 Transmission de données

Question 1.1. Loi de Shannon :

$$C_b = B_c \log_2\left(1 + \frac{P_S}{P_N}\right) \Leftrightarrow B_c = \frac{C_b}{\log_2\left(1 + \frac{P_S}{P_N}\right)}$$

Or

$$\frac{P_S}{P_N} = 10^{\frac{S/N}{10}} = 10^{\frac{9,15}{10}} \approx 8,22$$

Application numérique :

$$B_c = \frac{2 \cdot 10^6}{\log_2(1 + 8,22)} = 6,24 \cdot 10^5 \text{ Hz}$$

Nombre de canaux :

$$n = \frac{1 \cdot 10^6}{6,24 \cdot 10^5} \approx 16,0257$$

On pourra alors constituer au maximum $n = 16$ canaux de bande passante 624 kHz.

Question 1.2. Loi de Nyquist :

$$D \leq 2B \log_2(M) \Leftrightarrow M \geq 2^{\frac{D}{2B}}$$

Application numérique :

$$M \geq 2^{\frac{2 \cdot 10^6}{2 \times 800 \cdot 10^3}} \approx 2,378$$

Ainsi, $M = 4$. Il s'agit donc d'un code NRZ 4-aire.

Durée T_S de chacun des symboles :

$$T_S = \frac{\log_2(M)}{D_b}$$

Application numérique :

$$T_S = \frac{\log_2(4)}{2 \cdot 10^6} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 1 \mu\text{s}$$

Question 1.3. Voie BV à 4 Mbit/s. Solution permettant de garder les mêmes paramètres.

Puisque c'est du multiplexage fréquentiel, alors on peut regrouper deux voies BV de 2 Mbits/s en une voie BV de 4 Mbit/s (ou allouer deux canaux BV à une seule BV). Il y aura donc :

- Une voie BV de 4 Mbit/s;
- 10 voies BV de 2 Mbit/s.

Solution qui permette d'offrir 12 voies BV dont une à 4 Mbit/s en modifiant les paramètres de codage de l'un des canaux.

En modifiant les paramètres de codage de l'un des canaux, on a alors :

$$M \geq 2^{\frac{4 \cdot 10^6}{2 \times 800 \cdot 10^3}} \approx 5,657$$

Donc en prenant $M = 8$, on a bien le résultat souhaité. De plus, la durée T_S de chacun des symboles sera de

$$T_S = \frac{\log(8)}{4 \cdot 10^6} = 7,5 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 0,75 \mu\text{s}$$

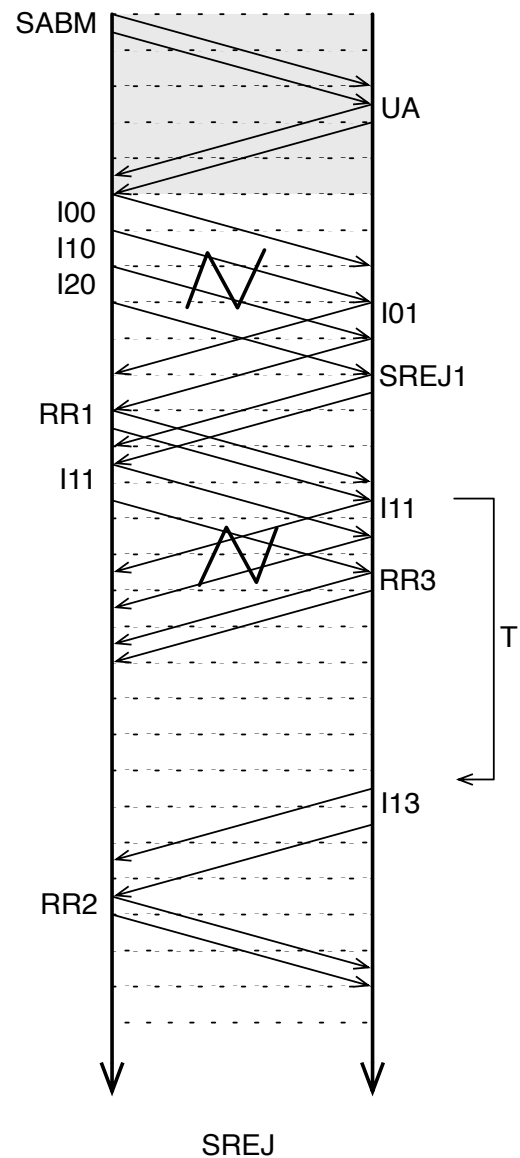
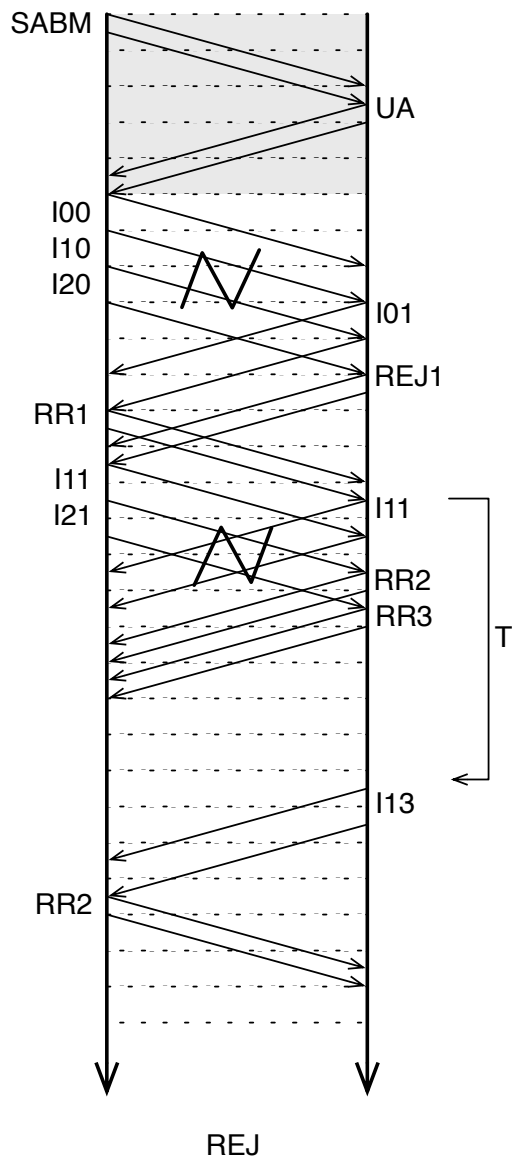
2 HDLC

Question 2.1.

Source 01010011111011111101111111010
 Suite de bits émises 01010011111001111101011111011010

Question 2.2.

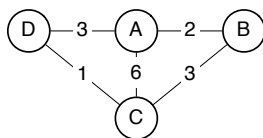
Destinataire 011111100111110011111010101111110
 Suite de bits interprétée 011111011111101



Question 2.5. Délai de reprise le plus court : REJ car il n'y a pas besoin de réordonner les trames reçues, ce qui est le cas avec SREJ.

Technique qui utilise le plus de bande passante : REJ car avec SREJ, seule la trame qui fait défaut est retransmise. Avec REJ, il faut retransmettre au plus 3 trames (ie. la largeur de la fenêtre), dont au plus 2 qui ont déjà été reçues.

3 Routage



Question 3.1. On a les tables de routage à la suite de la convergence :

A

dest	next	dist
B	B	2
C	D	4
D	D	3

B

dest	next	dist
A	A	2
C	C	3
D	C	4

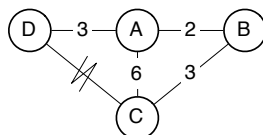
C

dest	next	dist
A	D	4
B	B	3
D	D	1

D

dest	next	dist
A	A	3
B	C	4
C	C	1

Question 3.2. La liaison V_{dc} est rompue :



C et D s'en rendent compte et mettent à jour leur table de routage.
On a les tables de routage :

A

dest	next	dist
B	B	2
C	D	4
D	D	3

B

dest	next	dist
A	A	2
C	C	3
D	C	4

C

dest	next	dist
A	D	∞
B	B	3
D	D	∞

D

dest	next	dist
A	A	3
B	C	∞
C	C	∞

Question 3.3. Vecteurs de distance envoyés par C, D, A :

- $VC = (A\infty, B3, C0, D\infty)$
- $VD = (A3, B\infty, C\infty, D0)$
- $VA = (A0, B2, C4, D3)$

Question 3.4. Scénario d'échange :

- $A \leftarrow VC$
- $B \leftarrow VC$
- $A \leftarrow VD$

A

dest	next	dist
B	B	2
C	D	∞
D	D	3

B

dest	next	dist
A	A	2
C	C	3
D	C	∞

C

dest	next	dist
A	D	∞
B	B	3
D	D	∞

D

dest	next	dist
A	A	3
B	C	∞
C	C	∞

Question 3.5. Scénario d'échange :

- $B \leftarrow VA$
- $C \leftarrow VA$
- $D \leftarrow VA$

A

dest	next	dist
B	B	2
C	D	∞
D	D	3

B

dest	next	dist
A	A	2
C	C	3
D	A	5

C

dest	next	dist
A	A	6
B	B	3
D	A	9

D

dest	next	dist
A	A	3
B	A	5
C	A	7

Question 3.6. Vecteur distance envoyé par B : $VB = (A2, B0, C3, D5)$

Question 3.7. Scénario d'échange :

- $A \leftarrow VB$
- $C \leftarrow VB$

A

dest	next	dist
B	B	2
C	B	5
D	D	3

B

dest	next	dist
A	A	2
C	C	3
D	A	5

C

dest	next	dist
A	B	5
B	B	3
D	B	8

D

dest	next	dist
A	A	3
B	A	5
C	A	7

Question 3.8. La valeur $VA = (A0, B2, C4, D3)$ que A avait transmise à D était erronée. En effet, la valeur $C4$ faisait prendre en compte le lien D-C. De ce fait la distance pour aller jusqu'à C est fautive dans la table de routage de D. Il faut alors que A retransmette la bonne distance vers C à D afin qu'il actualise sa table de routage.

Il faut alors que A transmette son vecteur de distances $VA = (A0, B2, C5, D3)$ à D.

On a alors :

A

dest	next	dist
B	B	2
C	B	5
D	D	3

B

dest	next	dist
A	A	2
C	C	3
D	A	5

C

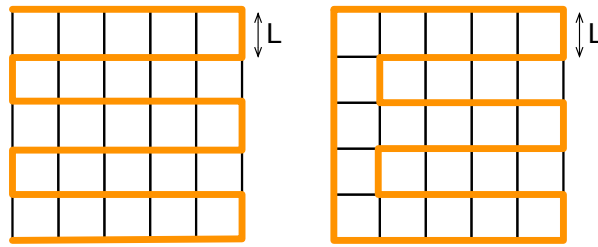
dest	next	dist
A	B	5
B	B	3
D	B	8

D

dest	next	dist
A	A	3
B	A	5
C	A	8

4 Réseaux locaux

Question 4.1. Représentation graphique de la topologie choisie.



(a) topologie en bus

(b) Topologie en anneau

Question 4.2. Longueur de câble nécessaire :

- Bus : $35L$
- Anneau : $36L$

Question 4.3. Contrainte principale avec le protocole CSMA/CD si l'on veut être sûr de détecter toutes les collisions.

Soit t_{trans} le temps de transmission d'une trame et soit $t_{prop_{max}}$ le temps de propagation maximale d'une trame entre les deux terminaux les plus éloignés du réseau local. On a alors :

$$t_{trans} \geq 2t_{prop_{max}}$$

Question 4.4. Débit $D = 100$ Mbit/s, $L = 10$ m, vitesse de propagation $V = 200\,000$ km/s, longueur d'une trame $T = 512$ bits.

Protocole CSMA/CD utilisable sur le réseau local construit plus haut.

Calcul du temps de transmission t_{trans} :

$$t_{trans} = \frac{T}{D} = \frac{512}{100 \cdot 10^6} = 5,12 \cdot 10^{-6} \text{ s}$$

Calcul du temps de propagation maximal $t_{prop_{max}}$:

$$t_{prop_{max}} = \frac{35 \times L}{V} = \frac{35 \times 10}{200\,000 \cdot 10^3} = 1,75 \cdot 10^{-6} \text{ s}$$

Or $t_{trans} \geq 2t_{prop_{max}}$, donc le protocole CSMA/CD est utilisable sur le réseau local considéré.

Question 4.5. Cartes réseaux qui permettent de doubler le débit pour chaque machine (ie. $D' = 2D$).

Calcul du temps de transmission t_{trans} :

$$t_{trans} = \frac{T}{2D} = \frac{512}{200 \cdot 10^6} = 2,56 \cdot 10^{-6} \text{ s} < 2t_{prop_{max}}$$

C'est donc impossible...

Question 4.6. Résolution de ce problème :

- Augmenter la longueur T de la trame en ajoutant des octets de bourrage. $T = 700$ bits au minimum.
- Rapprocher les ordinateurs les uns des autres de façon à réduire la distance L . $L = 7,31$ m max.

5 IP

Question 5.1. Netmask du LAN1 : 255.255.255.240.

Longueur du préfixe de sous-réseau : 28 car $3 \times 8 \text{ bits} + 4$ ($240_d = 1111\,0000_b$).

Question 5.2. Adresse IP du LAN1 : 194.215.85.160/28.

Question 5.3. Nombre de machines que l'on peut mettre sur LAN1 : $2^4 - 2 = 14$. Or il y a déjà deux machines (A et R1) sur LAN1, donc on peut ajouter 12 machines sur LAN1.

Question 5.4. Adresse de diffusion sur LAN1 : 194.215.85.175/28.

Question 5.5. LAN2 conçu pour contenir 510 machines maximum. A cela, il faut ajouter l'adresse IP du réseau LAN2 et l'adresse de diffusion. On a alors 512 adresses IP possibles pour LAN2. Or il faut 9 bits ($\log_2(512) = 9$) pour coder 512 adresses différentes. De ce fait, le masque associé à LAN2 est 255.255.254.0/23.

Question 5.6. Adresse IP de LAN2 : 131.24.64.0/23

Adresse de diffusion de LAN2 : 131.24.65.255/23

Question 5.7. Adresse IP de l'interface eth0 du routeur R1. Cette interface est connectée au réseau LAN1, donc elle a pour adresse 194.215.85.174/28.

Adresse de l'interface eth1 du routeur R1. Cette interface est connectée au réseau LAN2, donc elle a pour adresse 131.24.6.254/23

Question 5.8. A souhaite envoyer un message à B.

Table de routage minimale de A :

Destination	Netmask	Gateway	Interface
194.215.85.174	255.255.255.240	*	eth0
131.24.64.12	255.255.254.0	194.215.85.174/28	eth0
default	0.0.0.0	194.215.85.174/28	eth0

Question 5.9. Trame Ethernet construite par A en direction de B :

- @MAC dest : R1 eth0
- @MAC source : 5E:FF:56:A2:AF:15
- @IP source : 194.215.85.168
- @IP dest : 131.24.64.12

Question 5.10. Protocole permettant à A de connaître les valeurs des adresses manquantes (ie. R1 eth0) : ARP.

Le protocole ARP (*Address Resolution Protocol*) permet à une machine d'obtenir l'adresse Ethernet (physique) d'une autre machine, connaissant son adresse IP (logique).

Question 5.11. La machine A diffuse alors sur le LAN1 une trame contenant une requête ARP afin de connaître l'adresse Ethernet de l'interface eth0 du routeur R1 ayant pour adresse IP : 131.215.85.174/28 Cette requête ARP aura pour adresse FF:FF:FF:FF:FF:FF (adresse de diffusion) et contiendra le champ *Target IP Address* égal à l'adresse IP de l'interface IP du routeur R1.