

Examen de la session Automne – session normale
SMI (S5) Module : Réseaux Durée : 1 h : 30 min

N. B. : La qualité de la rédaction et la rigueur des raisonnements seront pris en compte dans la notation.

Exercice 1 : parité croisée (2pts)

Dans l'alphabet ASCII le mot « OSI » se code par les trois caractères de 7 bits suivants :

'O' = 1001111, 'S' = 1010011 et 'I' = 1000011

1. La LRC (Longitudinal Redundancy Check) consiste à rajouter un bit de parité à la fin d'un bloc de données (octet, caractère, suite de bits,...). La VRC (Vertical Redundancy Check) consiste à calculer les bits de parité entre plusieurs blocs de données en vertical : un bit de parité pour les bits qui sont à la même position dans les différents blocs considérés. Donnez la VRC du mot « OSI » en utilisant une parité paire pour calculer le LRC de chaque caractère. Quel est le message à transmettre ? (1pt)

```
1001111 1
1010011 0
1000011 1
1011111 0 ← LRC
          ↑
          VRC
```

Le message à transmettre M=100111110100110100001110111110

2. Calculez le CRC du mot « OSI » (chaque caractère est codé sur 8 bits = 7 bits de code de caractère + bit de parité paire) en utilisant le polynôme générateur $G(x)=x^8 + 1$ et en supposant que le 8 e bit de chaque caractère est un bit de parité paire et que le mot d'information est composé des bits 3 caractères à la suite. Qu'est-ce que vous constater ? (1pt)

$P(x)= 10011111010011010000111$ les bits en gras représentent la VRC $G= 100000001$ et $d = 8$

En utilisant la division polynomiale on obtient CRC= **10111110**

CRC obtenu correspond à la LRC de la question 1. Donc, la LRC peut être obtenue par un code cyclique.

Exercice 2 bande passante, rapidité de modulation et rapport S/B (2pts)

Si on n'utilise pas de techniques de compression de données, une transmission de voix numérisée nécessite un débit binaire de 64 kbit/s.

1. En supposant que la transmission se fasse par des signaux modulés de valence 32, quelle est la bande passante disponible, sachant que celle-ci est égale à la moitié de la rapidité de modulation utilisée ? (1pt)

On utilise la formule $D = R * \log_2 V$.

On obtient : $64 * 10^3 = R * \log_2 32$, d'où : $R = 12\ 800$ bauds. La bande passante est donc égale à $=R/2= 6\ 400$ Hz.

2. Quel doit être le rapport S/B de la ligne de transmission offrant un débit binaire de 64 kbit/s et possédant une largeur de bande trouvée dans la question précédente ? On exprimera cette valeur en vraie grandeur et en décibels. (1pt)

$D=BP * \log_2(1 + S/B)$, $\Rightarrow 64 * 10^3 = 6\ 400 * \log_2(1 + S/B)$, d'où : $\log_2(1 + S/B) = 10$, c'est-à-dire que $S/B = 2^{10} - 1$, soit 1 023 ce qui correspond à ≈ 30 dB environ.

Exercice 3 : trame HDLC (1.5pts)

1. Écrire la suite des bits réellement transmise pour une trame HDLC SABM (commande =11111100) émise par un équipement d'adresse A (03 en hexadécimal) vers un équipement d'adresse B (01 en hexadécimal). Le bit no 5 (bit P) est mis à 1. On admettra que le FCS de cette trame vaut en binaire 110101111111011. (1,5pts)

01111110	00000001	111110100	110101111101111	01111110
fanion	adresse B	octet SABM	FCS	fanion

Exercice 4 : Protocole CSMA/CD et le temps de propagation (7.5 pts)

Soit un réseau utilisant la technique d'accès CSMA/CD tel que Ethernet standard (débit = 10 Mbits/s, temps de propagation = 200 000 km/s) dont la configuration est la suivante (distance AB=BC=CD=500m):

1) Que se passerait-il s'il n'y avait pas de bouchon ou terminator ? (1pt)

Le signal rebondirait aux extrémités et va créer des collisions fantômes avec les signaux émis. Ce qui n'est pas bon pour le fonctionnement du réseau.

2) Que se passe t il après la collision ? (1pt)

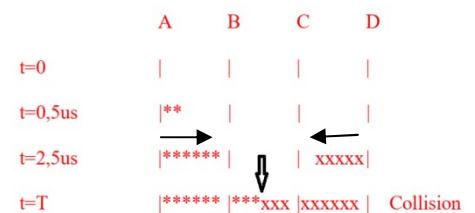
Après une collision, la station exécute l algorithme de backoff cãd tire un nombre aléatoire N entre deux limites et attend un temps = N*TIME-SLOT.

3) La station A écoute le canal inoccupé et décide d'émettre. Que ce passe t-il si la station D décide d'émettre 0,5 micro secondes plus tard ? En déduire le temps minimum pendant lequel la station A doit continuer à écouter le bus pour détecter les collisions. (1.5+1 pts)

Temps pour aller de A à B = $500/200000000=2,5 \text{ us}$ (temps = distance/vitesse)

Distance parcourue en 0,5 us = $0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 200 \cdot 10^{+6}=100\text{m}$ (distance=temps*vitesse)

A l'instant $t=T$ on a Distance parcourus par le message de A = VT



distance parcourus par le message de D = (distance de A à D = 500+500+500) - V.(T-0,5.10⁻⁶)

au moment de la collision on a V.T = (distance de A à D = 500+500+500) - V.(T-0,5.10⁻⁶) → Signal qui va à droite va rencontrer le signal venant de gauche

$$V.T = 1500 \text{ V.T} + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot V \rightarrow 2V.T = 1500 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot V$$

$$T = (1500 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot V) / 2 \cdot V$$

$$A.N : T = (1500 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 200 \cdot 10^{+6}) / 2 \cdot 200 \cdot 10^{+6} = (1500 + 100) / 400 \cdot 10^{+6} = 4\text{us}$$

Le signal en collision va se propager dans les deux directions donc A va détecter la collision après 2.T = 8 us tandis que D va détecter la collision après 2.T-0,5 us = 7,5 us

4) Quelle est la longueur minimale d'une trame qu'une station doit émettre pour détecter une collision avec une station qui est éloignée de 1500 m? (1,5 pts)

Pour pouvoir détecter toutes les collisions sur ce réseau particulier il faudrait que la taille de la trame soit de T_{A/R} x Débit.

T_{A/R} temps pour le signal pour aller de A à D et retour (cãd la collision peut avoir lieu juste avant que le signal n'atteigne D)

$$T_{A/R} = (\text{distance d'aller-retour}) / \text{vitesse} = 3000 / 200 \cdot 10^{+6} = 15 \text{ us}$$

$$D \text{ où la taille minimale de la trame} = 15 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^6 = 150\text{bits}$$

5) Lorsqu'il y a collision, supposons que l'algorithme de reprise de l'émission est le suivant :
- Chaque station tire aléatoirement un entier N, tel que $0 \leq N \leq 2n$ (n étant le nombre de collision déjà observé) et la station effectue une retransmission après un délai N x 51,2 micro secondes. Si n > 10 on prend n=10 et si n > 16 un message d'erreur est remonté à l'application.

Supposons que 2 stations A et B détectent une collision à un instant donné (c'est à dire la première fois pour A et la deuxième fois pour B), quelle est la probabilité d'une nouvelle collision. (1,5 pts)

Soit N_A et N_B, les nombres aléatoires à tirer.

Si nouvelles collision

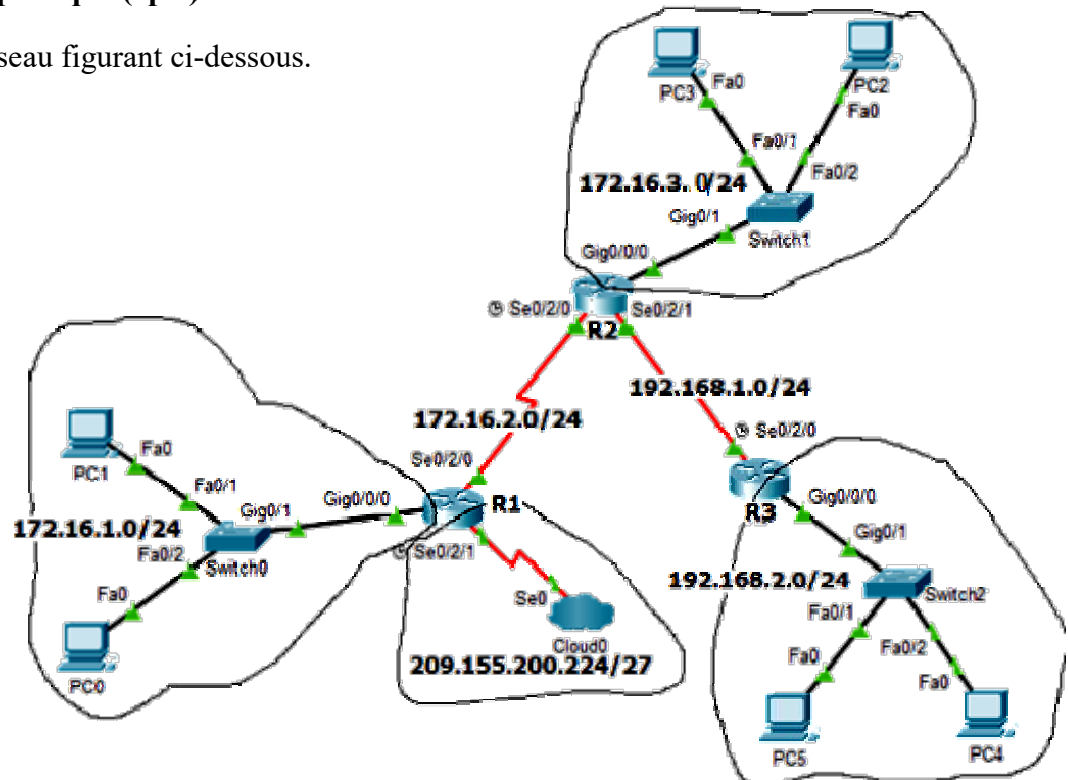
Pour A 1^{er} collision => $0 \leq N_A \leq 2$ Donc N_A = {0,1,2}, Pour B 2^{ème} collision => $0 \leq N_B \leq 2 \cdot 2$ Donc N_B = {0,1,2,3,4}

Probabilité d' une nouvelle collision si et seulement si N_A = N_B

$$\begin{aligned} \text{Nbre d'états } N_A = N_B : \{0,0\}, \{1,1\}, \{2,2\} &= 3 \\ \text{Probabilité de collision} = \frac{\text{Nbre d'états } N_A = N_B}{\text{Nbre total d'états: } \{0,0\}, \{0,1\}, \{0,2\}, \text{ etc}} &= 20\% \end{aligned}$$

Exercice 5 : Partie pratique (7pts)

Soit le schéma du réseau figurant ci-dessous.



1) Attribuez pour chaque interface l'adresse ip convenable (2.5pts)

Interface	Adresse IP	Adresse IP de la Passerelle	interface	Adresse IP
PC0- Fa0	172.16.1.2	172.16.1.1	R1-Se0/2/1	209.155.200.225
PC1-Fa0	172.16.1.3	172.16.1.1	R1-Se0/2/0	172.16.2.1
PC2-Fa0	172.16.3.2	172.16.3.1	R2-Gig0/0/0	172.16.3.1
PC3-Fa0	172.16.3.3	172.16.3.1	R2- Se0/2/1	192.168.1.1
PC4-Fa0	192.168.2.2	192.168.2.1	R2- Se0/2/0	172.16.2.2
PC5- Fa0	192.168.2.3	192.168.2.1	R3-Gig0/0/0	192.168.2.1
R1-Gig0/0/0	172.16.1.1	////////////////////	R3- Se0/2/0	192.168.1.2

2) Complétez la table de routage du Routeur R1 (3pts)

Type (c: connected, s: static)	IP réseau en notation CIDR	Interface (port)
c	172.16.1.0/24	Gig0/0/0
c	209.155.200.224/27	Se0/2/1
c	172.16.2.0/24	Se0/2/1
s	172.16.3.0/24	Se0/2/0
s	192.168.2.0/24	Se0/2/0

3) donnez la requête ARP (trame Ethernet contenant un datagramme ARP ; **EtherType=0806**) qui sera envoyée par PC0 afin de récupérer l'adresse MAC de PC1 (**trame sans préambule, ni CRC**). (1.5pts)

destination	source	type	données
ff:ff:ff:ff:ff:ff	@MAC_PC0	08 06	Datagramme ARP (requête)

(broadcast)

Datagramme ARP = 0001 0800 06 04 0001 @Mac_PC0 AC100101 000000000000 AC100102