

Examen 3I014 « Réseaux »

Jeudi 9 Juin 2016 – Durée : 2 heures

Sont autorisées : 1 feuille A4 manuscrite recto/verso, 1 calculatrice (téléphone interdit)

Voici :

- 4 feuilles contenant les énoncés et les zones de réponse à compléter (sans déborder). **Vous devez reporter votre numéro d'anonymat sur chacune des feuilles.**
- 2 feuilles d'annexe que vous pouvez détacher.

Exercice 1 : Questions de cours (5 points)

1. Donnez la formule mathématique et expliquez la loi de Shannon sur la capacité théorique d'un canal bruité. (1 pt)

$$C = W * \log_2 (1 + P_S/P_N)$$

Un canal bruité ayant une bande passante de W [Hz] et un rapport signal-à-bruit exprimé en grandeur réelle de P_S/P_N ne peut pas offrir une capacité plus que $C = W * \log_2 (1 + P_S/P_N)$ mesurée en bit/s.

2. Calculez le débit théorique d'un canal de transmission ayant un rapport signal-à-bruit de 6 dB et une bande passante de 3,45 MHz. (0,5 pt)

$$P_S/P_N = 6\text{dB} \rightarrow P_S/P_N = 4$$

$$C = 3,45 * 10^6 * \log_2(1 + 4) = 8 \text{ Mbit/s}$$

3. Donnez la formule mathématique et expliquez le théorème de Shannon sur la fréquence d'échantillonnage. (1 pt)

$$F_e \geq 2 * f_{\max}$$

Pour pouvoir reconstituer le signal original à la réception, la fréquence d'échantillonnage doit être au minimum égale à deux fois la fréquence maximale du signal.

4. Calculez le débit nécessaire pour transmettre un signal analogique ayant la bande passante de [0-20 KHz] numérisé avec une quantification de 1024 niveaux. (0,5 pt)

$$f_{\max} = 20 \text{ KHz} \rightarrow F_e = 40 \text{ KHz}$$

$$\text{Qualification de 1024 niveaux} \rightarrow 10 \text{ bits/échantillon}$$

$$\text{Débit nécessaire} = 40 * 10^3 * 10 = 0,4 \text{ Mbit/s}$$

5. Si chaque signal considéré dans la question 4 représente une communication, combien de communications simultanées pouvons-nous transmettre sur le canal considéré dans la question 2 ? Expliquez deux manières de mettre en place ces communications simultanées dans le canal (Indice : multiplexage) (2 pt)

$$8 / 0,4 = 20 \text{ communications simultanées (1pt)}$$

Il y a deux façons : multiplexage temporel et multiplexage fréquentiel.

- Multiplexage temporel : organiser le canal de 8 Mbit/s en trame de 20 tranches de temps. Chacune des 20 communications simultanées occupe 1 tranche de temps dans la trame. (0,5 pt)
- Multiplexage fréquentiel : diviser le canal de 3,45 MHz en 20 sous-canaux de 172,5 KHz. Chacune des communications occupe un sous-canal. (0,5 pt)

Exercice 2 : Routage (5 points)

On considère un réseau composé des 4 nœuds A, B, C et D, et des 5 liaisons bidirectionnelles Vab (de poids 2), Vac (de poids 6), Vad (de poids 3), Vbc (de poids 3) et Vcd (de poids 1). La métrique retenue pour le routage est le délai d'acheminement (indiquée par le poids des arcs). Les nœuds exécutent un algorithme de routage de type vecteurs de distances (Bellman-Ford) et n'utilisent pas la technique de l'horizon partagé.

- On suppose que l'algorithme a convergé. Donner les tables de routage des différents nœuds du réseau.

A			B			C			D		
dest	next	dist	dest	next	dist	dest	next	dist	dest	next	dist
B	B	2	A	A	2	A	D	4	A	A	3
C	D	4	C	C	3	B	B	3	B	C	4
D	D	3	D	C	4	D	D	1	C	C	1

- Tout d'un coup, la liaison Vcd est rompue. C et D s'en rendent compte et mettent à jour leur tables de routage. Donner les modifications apportées.

C			D		
dest	next	dist	dest	next	dist
A	-	∞	A	A	3
ou A	A	6			
B	B	3	B	-	∞
D	-	∞	C	-	∞

On considère alors le scénario d'échange de vecteurs de distances suivant :

- T₁ C envoie son vecteur de distance à A et à B
- T₂ D envoie son vecteur de distance à A
- T₃ A envoie son vecteur de distance à B, C et D
- T₄ A reçoit le vecteur de distance de C (envoyé à T₁)
- T₅ B reçoit le vecteur de distance de C (envoyé à T₁)
- T₆ A reçoit le vecteur de distance de D (envoyé à T₂)
- T₇ B reçoit le vecteur de distance de A (envoyé à T₃)
- T₈ C reçoit le vecteur de distance de A (envoyé à T₃)
- T₉ D reçoit le vecteur de distance de A (envoyé à T₃)
- T₁₀ B envoie son vecteur de distance à A et C
- T₁₁ A reçoit le vecteur de distance de B (envoyé à T₁₀)
- T₁₂ C reçoit le vecteur de distance de B (envoyé à T₁₀)

- Donner les vecteurs de distance envoyés par C, D et A aux instants T₁, T₂ et T₃.

VC = (A ∞ , B3, D ∞) ou VC = (A6, B3, D ∞)

VD = (A3, B ∞ , C ∞)

VA = (B2, C4, D3)

4. Montrer comment les tables de routage de A et B sont mises à jour à l'issue des instants T_4 , T_5 et T_6 .

A			B		
dest	next	dist	dest	next	dist
B	B	2	A	A	2
C	-	∞	C	C	3
ou	C	6			
D	D	3	D	-	∞

5. Donner les tables de routage de B, C et D à l'issue des instants T_7 , T_8 et T_9 .

B			C			D		
dest	next	dist	dest	next	dist	dest	next	dist
A	A	2	A	-	∞	A	A	3
			ou	A	6			
C	C	3	B	B	3	B	A	5
D	A	5	D	A	9	C	A	7

6. Donner le vecteur de distance envoyé par B à l'instant T_{10} .

$VB = (A2, C3, D5)$

7. Donner les tables de routage de A et C à l'issue des instants T_{11} et T_{12} .

A			C		
dest	next	dist	dest	next	dist
B	B	2	A	B	5
C	B	5	B	B	3
D	D	3	D	B	8

8. Pourquoi à l'issue de cette séquence d'échanges l'algorithme n'a-t-il pas tout à fait convergé ? Quel dernier échange permettra-t-il d'aboutir à des tables de routage cohérentes ?

La dernière ligne de la table de routage de D est fautive : C A 7. En effet, pour aller à C, D passe en effet par A, mais le coût minimum est de 8. Cette entrée sera mise à jour sur réception du vecteur de distance de A : $VA = (B2, C5, D3)$.

Exercice 3 : IP (5 points)

1. A quoi correspondent les différentes parties d'une adresse IP ?

Le réseau, le sous-réseau et l'hôte. Réseau et sous-réseau peuvent être acceptés comme une seule partie.

2. Quelle est la définition d'un masque de sous-réseau ? Comment interpréter les bits égaux à zéro du masque ?

Un masque de sous-réseau détermine le nombre de bits d'hôtes dans une adresse. Les bits égaux à zéros déterminent les bits d'hôte dans l'adresse. Le masque est très important pour interpréter l'adresse IP. Connaissant la classe de l'adresse et le masque, nous sommes capable d'avoir une définition claire de la taille du réseau, du sous-réseau, et de l'hôte d'une adresse.

3. Une machine se voit attribuer l'adresse IP 176.38.47.66 avec le masque 255.255.255.192. A quel sous-réseau cette machine appartient-elle ?

Le sous-réseau est le 176.38.47.64.

4. Quelle est l'adresse de diffusion (*broadcast*) du sous-réseau sur lequel se trouve une machine ayant l'adresse IP 10.9.218.3 et le masque 255.255.0.0 ?

L'adresse de diffusion est le 10.9.255.255.

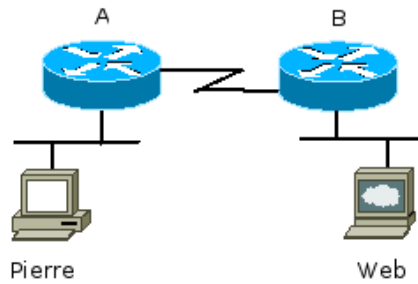
5. Si une machine a comme adresse IP 141.2.2.2 et un masque 255.255.255.248, quelle est la plage d'adresses possibles des machines qui appartiennent au même sous-réseau ?

L'adresse de sous-réseau est le 141.2.2.0, et l'adresse de diffusion est le 141.2.2.7. Donc la plage d'adresses possibles correspond à toutes les adresses entre l'adresse de sous-réseau et de diffusion, soit de 141.2.2.1 à 141.2.2.6.

6. Vous travaillez en tant qu'architecte réseau pour un client qui souhaite avoir le même masque de sous-réseaux pour tous les sous-réseaux de son entreprise. Le client dispose du réseau 192.168.0.0 et il a besoin de le décomposer en 200 sous-réseaux, sachant que chaque sous-réseau aura au maximum 200 hôtes. Quel masque de sous-réseau lui suggèreriez-vous ?

192.168.0.0 est un réseau de classe B, dont 16 bits sont destinés à la partie hôte de l'ensemble d'adresses. Or, pour configurer 200 sous-réseaux, vous utilisez 8 bits pour la partie sous-réseau, parce que 2^8 est égal à 256. Pour coder 200 hôtes, vous aurez besoin de 8 bits aussi. Donc, il faut utiliser un masque avec au moins 8 bits de sous-réseau et 8 bits d'hôte. 255.255.255.0 est le masque avec 8 bits de sous-réseau et 8 bits d'hôte. En utilisant ce masque, vous pouvez avoir jusqu'à $2^8 - 2$ sous-réseaux, et jusqu'à $2^8 - 2$ hôtes par sous-réseau.

7. On considère l'interconnexion de réseaux suivante :

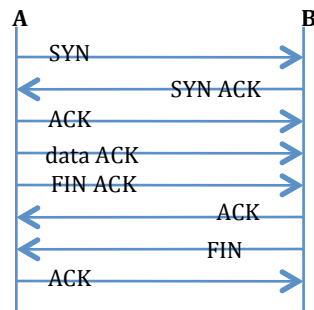


La machine de Pierre a été configurée avec l'adresse IP 10.1.1.1. L'interface réseau du routeur A vers la machine de Pierre a été configurée avec l'adresse 10.1.1.100 et sa deuxième interface réseau (vers le routeur B) avec l'adresse 10.1.1.101. Le routeur B utilise l'adresse 10.1.1.102 sur l'interface vers le routeur A, et 10.1.1.200 vers le serveur Web. Le serveur Web a été configuré avec l'adresse 10.1.1.201. Tous utilisent le même masque 255.255.255.192. Est-ce que la configuration actuelle permettra à Pierre d'avoir accès au serveur Web ? Si oui, justifiez pourquoi, sinon proposez une modification simple pour corriger le problème.

Non, parce que les adresses locales entre le routeur A et la machine de Pierre n'appartiennent pas au même sous-réseau. Si on prend en compte le sous-réseau de l'adresse IP de la machine de Pierre, il fait partie de la plage d'adresses du 10.1.1.1 au 10.1.1.62. En ce qui concerne l'interface réseau du routeur A vers la machine de Pierre, son adresse IP fait partie de la plage d'adresses entre le 10.1.1.65 et le 10.1.1.126. D'ailleurs, les deux interfaces du routeur A doivent appartenir à deux réseaux IP différents, mais les interfaces ont été configurées sur le même réseau. Donc, la solution la plus simple est de changer l'adresse de l'interface du routeur A vers Pierre pour une adresse de la plage entre 10.1.1.1 et 10.1.1.62, pour qu'ils appartiennent au même sous-réseau.

Exercice 4 : TCP (5 points)

Vous trouverez au verso une trace obtenue par un analyseur réseau et correspondant à l'échange TCP suivant :



1. Quel est le numéro de séquence initial (ISN) de A ? Quel est le numéro de séquence initial (ISN) de B ? (Vous pouvez laisser les valeurs en hexadécimal.)

ISN de A : DC A5 2F 97
ISN de B : 2D 00 2A 58

2. Dans la trace, le segment de données (4^{ème} frame) a été tronqué. Combien d'octets de données transporte-t-il ? Justifiez.

Longueur du paquet = 05 8C = 1420 octets
Longueur du paquet = lg entête IP + lg entête TCP + lg données TCP = 20 + 32 + lg données TCP
D'où longueur des données = 1420 – 52 = 1368 octets

3. Complétez directement sur la trace les valeurs des champs de numéros de séquence et de numéros d'acquittement.

0000	00	15	17	78	86	b8	00	15	17	50	93	e6	08	00	45	08	...x.....P....E.
0010	00	3c	e6	b3	40	00	40	06	3c	e1	0a	0f	02	01	0a	0f	.<..@.@.<.....
0020	01	01	00	14	b8	6b	dc	a5	2f	97	00	00	00	00	a0	02k../.....
0030	16	d0	8c	30	00	00	02	04	05	b4	04	02	08	0a	00	00	...0.....
0040	c9	24	00	00	00	00	01	03	03	06							.\$.....

0000	00	15	17	50	93	e6	00	15	17	78	86	b8	08	00	45	00	...P.....x....E.
0010	00	3c	00	00	40	00	40	06	23	9d	0a	0f	01	01	0a	0f	.<..@.@.#.....
0020	02	01	b8	6b	00	14	2d	00	2a	58	dc	a5	2f	98	a0	12	...k..-.*X../...
0030	16	a0	61	b0	00	00	02	04	05	b4	04	02	08	0a	00	58	..a.....X
0040	d2	ee	00	00	c9	24	01	03	03	06						\$.....

0000	00	15	17	78	86	b8	00	15	17	50	93	e6	08	00	45	08	...x.....P....E.
0010	00	34	e6	b4	40	00	40	06	3c	e8	0a	0f	02	01	0a	0f	.4..@.@.<.....
0020	01	01	00	14	b8	6b	dc	a5	2f	98	2d	00	2a	59	80	10k../.-.*Y..
0030	00	5c	a6	bf	00	00	01	01	08	0a	00	00	c9	24	00	58	.\.....\$.X
0040	d2	ee															

0000	00	15	17	78	86	b8	00	15	17	50	93	e6	08	00	45	08	...x.....P....E.
0010	05	8c	e6	b5	40	00	40	06	37	8f	0a	0f	02	01	0a	0f@.@.7.....
0020	01	01	00	14	b8	6b	dc	a5	2f	98	2d	00	2a	59	80	18k../.-.*Y..
0030	00	5c	83	74	00	00	01	01	08	0a	00	00	c9	24	00	58	.\.t.....\$.X
0040	d2	ee	74	6f	74	61	6c	20	39	32	0d	0a	2d	72	77	2d	..total 92..-rw-
(...)											(...)						(...)
0590	6e	2d	65	72	72	6f	72	73	0d	0a							n-errors..

0000	00	15	17	78	86	b8	00	15	17	50	93	e6	08	00	45	08	...x.....P....E.
0010	00	34	e6	b6	40	00	40	06	3c	e6	0a	0f	02	01	0a	0f	.4..@.@.<.....
0020	01	01	00	14	b8	6b	dc	a5	34	f0	2d	00	2a	59	80	11k..4.-.*Y..
0030	00	5c	a1	66	00	00	01	01	08	0a	00	00	c9	24	00	58	.\.f.....\$.X
0040	d2	ee															..

0000	00	15	17	50	93	e6	00	15	17	78	86	b8	08	00	45	08	...P.....x....E.
0010	00	34	f8	b7	40	00	40	06	2a	e5	0a	0f	01	01	0a	0f	.4..@.@.*.....
0020	02	01	b8	6b	00	14	2d	00	2a	59	dc	a5	34	f0	80	10	...k..-.*Y..4...
0030	00	88	a1	3b	00	00	01	01	08	0a	00	58	d2	ee	00	00	...;.....X....
0040	c9	24															.\$

0000	00	15	17	50	93	e6	00	15	17	78	86	b8	08	00	45	08	...P.....x....E.
0010	00	34	f8	b8	40	00	40	06	2a	e4	0a	0f	01	01	0a	0f	.4..@.@.*.....
0020	02	01	b8	6b	00	14	2d	00	2a	59	dc	a5	34	f1	80	11	...k..-.*Y..4...
0030	00	88	a1	39	00	00	01	01	08	0a	00	58	d2	ee	00	00	...9.....X....
0040	c9	24															.\$

0000	00	15	17	78	86	b8	00	15	17	50	93	e6	08	00	45	08	...x.....P....E.
0010	00	34	e6	b7	40	00	40	06	3c	e5	0a	0f	02	01	0a	0f	.4..@.@.<.....
0020	01	01	00	14	b8	6b	dc	a5	34	f1	2d	00	2a	5a	80	10k..4.-.*Z..
0030	00	5c	a1	64	00	00	01	01	08	0a	00	00	c9	25	00	58	.\.d.....%.X
0040	d2	ee															..