

EXAMEN RESEAUX COUCHES BASSES

Juin 2000

Question 1 (10 points)

L'un des établissements d'une entreprise utilise la plage d'adresse 10.0.0.0 de la classe A (RFC 1918). Si on considère 4 machines de cet établissement dont les noms et adresses sont donnés ci-dessous :

Nom	@IP	@MAC
Pierre.Entreprise.com	10.99.43.27	MAC_1
Jacques.Entreprise.com	10.163.12.254	MAC_2
Alfred.Entreprise.com	10.189.12.27	MAC_3
Martine.Entreprise.com	10.126.43.254	MAC_4

On vous demande :

- a) Quel est le NET_ID de ce plan d'adressage (1 point) ?
- b) Quel est le nombre de bits nécessaires pour réaliser deux sous-réseaux (SubNet_ID) tels que Pierre et Martine appartiennent au même sous-réseaux et que Jacques et Alfred appartiennent à un autre sous-réseau. On rappelle que les bits du Net_ID et du SubNet_ID doivent être contigus. Donnez le masque correspondant (2 points).
- c) Quel est le nombre de bits minimum et nécessaire pour qu'aucune des machines n'appartienne au même sous-réseau. Donnez le masque correspondant (2 points).
- d) Pour permettre la communication entre les deux sous-réseaux de la question b, on relie les brins Ethernet de ces deux sous-réseaux par un routeur configuré en proxy ARP (c'est lui qui répond en lieu et place des stations connectées sur ses autres liens). Si on affecte à chaque interface LAN de ce routeur la première adresse disponible (Net_Host=1), quelles sont les adresses affectées. Représentez l'ensemble par un schéma (2 points).
- e) En admettant que toutes les stations aient communiqué entre elles et qu'aucune entrée n'ait été effacée quel est le contenu de la table ARP de la station de Pierre. Pour cette question on affectera des adresses MAC fictives à chaque interface du routeur : MAC_R1 et MAC_R2 (2 points).
- f) L'établissement envisage de raccorder son réseau à Internet. Est-ce possible en l'état, quelle est la difficulté et quelle solution proposeriez-vous (1 point) ?

Question 2 (10 points)

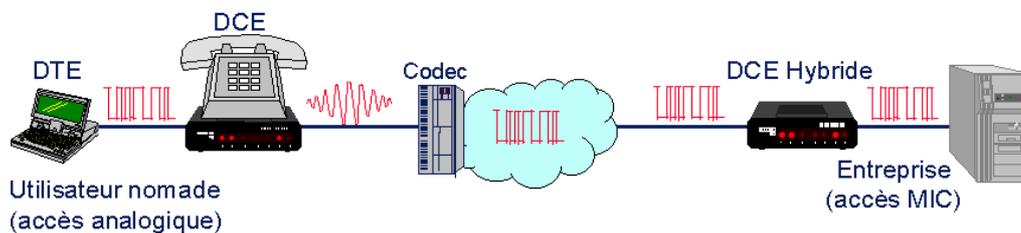
Les utilisateurs nomades de cet établissement accèdent à celui-ci via le réseau téléphonique (RTTPC). L'établissement est relié au réseau téléphonique par une liaison numérique. Ce mode de liaison, lors de la transmission de données, permet l'économie d'une numérisation du signal, principale source de bruit (bruit de quantification). La liaison réalisée est dissymétrique, le bruit de quantification n'intervient seulement que dans le sens Usager/Entreprise, ce procédé est mis en oeuvre dans les modems V90.

Dans toute liaison, chacun des composants participe au rapport signal sur bruit de l'ensemble. Pour cet exercice, on supposera que le rapport signal sur bruit de chacun des éléments constituant la liaison est indiqué par le tableau ci-dessous.

Élément	Rapport S/B
---------	-------------

Boucle locale analogique (DCE-Codec)	2.10^5
Bruit de quantification du Codec (transformation analogique /numérique)	1.10^3
Réseau de transport (RTPC)	1.10^8
Boucle locale numérique (Réseau-DCE hybride ou MIC/PCM)	2.10^5

Le schéma ci-dessous représente la liaison utilisateur nomade/Entreprise.



Dans cette liaison le modem utilisateur nomade (modem analogique) génère un signal analogique et reçoit un signal modulé G711. Le modem hybride, ou numérique, génère un signal G711 et reçoit un signal analogique numérisé par le Codec source du bruit de quantification.

1) Sachant que le rapport signal sur bruit d'une liaison composée de n éléments est donné par la relation :

$$\left[\frac{S}{B} \right]^{-1} = \left[\frac{S_1}{B_1} \right]^{-1} + \left[\frac{S_2}{B_2} \right]^{-1} + \dots + \left[\frac{S_n}{B_n} \right]^{-1}$$

On vous demande de calculer :

- le rapport S/B (signal/bruit) dans le sens Nomade/Entreprise (1 point)
 - le rapport S/B dans le sens Entreprise/Nomade (1 point)
- (on arrondira les valeurs à la puissance de 10 entière la plus faible)

2) Sachant, qu'un filtre, en amont du Codec (Codeur/Décodeur) limite la bande passante de la liaison à 3 400Hz, on vous demande :

- de déterminer la rapidité de modulation envisageable sur cette liaison

- dans les deux sens (2 points)
- b) de calculer le débit maximal admissible dans chacun des deux sens (2 points)
 - c) dans le sens utilisateur/Entreprise le modem est classique et utilise une modulation de type MAQ, quel est le nombre d'états de celle-ci pour le débit normalisé maximal envisageable (2 points), on arrondira le \log_2 à la valeur entière la plus proche.
 - d) en admettant qu'il en soit de même dans le sens Entreprise/Utilisateur quel serait alors le nombre d'états (2 points).

CORRECTION

Problème N°1

Question 1 (1 points)

En classe A le Net_ID est exprimé sur 1 octet, soit, dans cet exercice 10.

Question 2 (2 points)

Pour distinguer le nombre de bits nécessaires il suffit d'examiner la valeur binaire du 1er octet du Host_ID, si cela est insuffisant du second.... jusqu'à trouver la combinaison binaire qui réponde au problème posé.

St	1 ^{er} octet du Ho	Sous-ré
	01 100011	SR ₁
	10 100011	SR ₂
	10 111101	SR ₃
	01 111110	SR ₄

L'examen du tableau ci-dessus montre que seuls deux bits sont nécessaires pour distinguer dans le plan d'adressage donné les 2 sous-réseaux.

Le masque de sous réseau correspondant est :

255.192.0.0

Question 3 (2 points)

La plus petite combinaison binaire pour distinguer 4 sous-réseaux distincts dans les adresses données est de 4.

Le masque de sous-réseau est alors :

255.240.0.0

Question 4 (2 points)

L'adresse réseau de chacun des deux sous-réseaux constitués est :

10D.01000000B.0D.0D

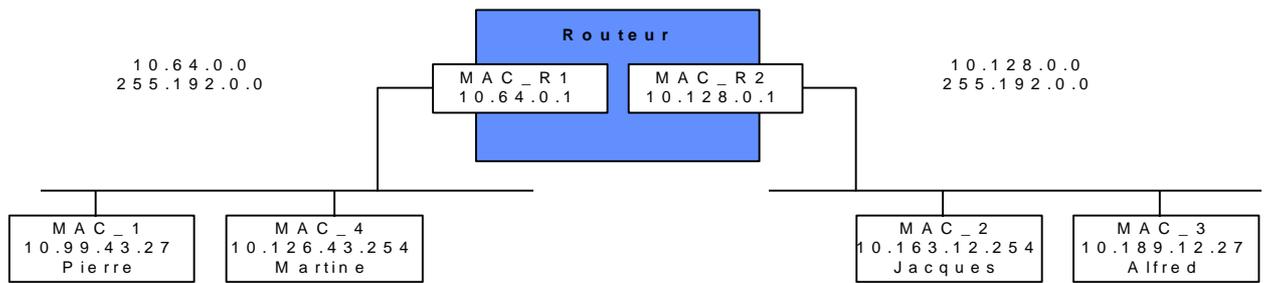
10D.10000000B.0D.0D

Notation provisoire utilisée pour indiquer comment sont déterminées les adresses réseaux : D signifie Décimal, B binaire, soit en notation décimale pointée :

10.64.0.0 masque 255.192.0.0

10.128.0.0 masque 255.192.0.0

Le schéma ci-dessous représente le réseau obtenu :



Question 5 (2 points)

La table ARP de la station de Pierre est :

@IP	@MAC
10.126.43.254	MAC_4
10.163.12.254	MAC_R1
10.189.12.27	MAC_R1

Question 6 (1 point)

L'entreprise utilise l'adresse 10 qui est une adresse non routable sur Internet. Elle devra faire la demande d'affectation d'adresses officielles. Si elle ne veut pas avoir à revoir la configuration de toutes ses machines, elle devra mettre en oeuvre un translateur d'adresses pour avoir accès à Internet (NAT).

Problème 2

Question 1 (2 points)

Eléments à prendre en compte :

Usager ---> Entreprise	Ligne analogique	Codec	RTPC	Ligne numérique
Entreprise ----> Usager	Ligne analogique		RTPC	Ligne numérique

Usager ---> Entreprise	$2 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^8$	$2 \cdot 10^5$
Entreprise ----> Usager	$2 \cdot 10^5$		$1 \cdot 10^8$	$2 \cdot 10^5$

$$S/B \text{ Usager ---> Entreprise } [S/B]^{-1} = 0,5 \cdot 10^{-6} + 10^{-3} + 10^{-8} + 0,5 \cdot 10^{-6} = 10^{-3}$$

$$S/B = 10^3$$

$$S/B \text{ Entreprise ----> Usager } [S/B]^{-1} = 0,5 \cdot 10^{-6} + 10^{-8} + 0,5 \cdot 10^{-6} = 10^{-5}$$

$$S/B = 10^5$$

Question 2 (2 points)

La bande passante étant la même dans les deux sens, la rapidité de modulation est identique :

$$R = 2 \text{ BP} = 2 * 3\,400 = 6\,800 \text{ bauds}$$

Question 3 (2 points)

$$C = \text{BP} \log_2 (1 + S/B)$$

$$\text{Usager ---> Entreprise } C = 3400 * 3,32 \log_{10} 10^3 = 3400 * 3,32 * 3 = 33\,864 \text{ (33\,000)}$$

$$\text{Entreprise ----> Usager } C = 3400 * 3,32 \log_{10} 10^5 = 3400 * 3,32 * 5 = 56\,440 \text{ (56\,000)}$$

EXAMEN RESEAUX COUCHES BASSES

Septembre 2000

Problème 1

Face à des temps de réponse prohibitifs des applications informatiques interactives, votre DSI (Directeur du Système d'Information) vous demande d'augmenter le débit de la liaison satellite qui vous relie aux USA. Après avoir lu quelques articles de presse il vous demande de porter le lien satellitaire que vous possédez à 2048 kbit/s. Est-ce possible, que lui répondez-vous ?

Rappels des caractéristiques de la liaison existante :

- lien X25 de bout en bout, le protocole X25 doit être conservé
- taille paquet 128 octets, on vous rappelle que l'entête X25 comporte 3 octets, que l'encapsulation dans LAP-B rajoute 7 octets (fanions inclus)
- débit actuel 48 kbit/s
- liaison terre-satellite 36 000 km, vitesse de propagation des ondes 3 108 m/s

Pour construire votre réponse, on vous demande de :

1. Rappeler le format de la trame HDLC, et d'indiquer la taille et la signification de chaque champ.
2. Citez les trois catégories trames en HDLC version LAP-B, quelles en sont les fonctions ?
3. Déterminer le temps du trajet terre-satellite-terre
4. le temps entre le début de l'envoi d'un paquet et la réception de son acquittement. On considérera les temps CPU, le temps du trajet terrestre et le temps d'émission/réception de l'ACK comme négligeable.
5. Calculer la fenêtre d'émission optimale à 48 kbit/s (dans les mêmes hypothèses que précédemment)
6. En fonction de la réponse précédente, la liaison est-elle ouverte par une trame SABM ou SABME ?
7. Déterminer quelle serait la fenêtre pour un lien à 2048 kbit/s
8. Est-ce possible (oui ou non), justifiez votre réponse ?
9. Déduisez-en le débit maximal normalisé, c'est-à-dire multiple de 64 kbit/s), utilisable sur un tel lien ?

Solution

Question 1

Fanion 1 octet	Adresse 1 octet	Comman 1 ou 2 oc	Donné 0 à 2048 c	FCS 2 octe	F 1
-------------------	--------------------	---------------------	---------------------	---------------	--------

Fanion : délimitation de la trame, nécessite un mécanisme de transparence binaire

Adresse : champ inutilisé, dans X25 permet d'identifier l'origine d'une commande ou d'une réponse

Commande : permet de distinguer les différents types de trame, il comporte les compteurs sur 3 bits (mode normal) ou sur 7 bits (mode étendu)

Données : ce champ peut être vide (trame U et S)

FCS : contrôle d'erreur par la technique du CRC (code cyclique)

Question 2

Trois catégories trames en HDLC version LAP-B

HDLC et les protocoles dérivés utilisent 3 types de trames :

- Trame I (Information) ces trames comportent les numéros Nr et Ns ; elles servent au transfert d'information
- Trame S (Supervision) ces trames ne comportent que le compteur Nr, elles servent à la supervision de l'échange (RR, REJ, NRN...)
- Trame U (Unnumbered, non numéroté), ces trames ne comportent aucun compteur ; elles sont utilisées pour contrôler la liaison (établissement, rupture, état). On notera qu'une trame UI trame d'information non numérotée a été définie, elle est notamment utilisée dans les réseaux locaux (LLC1). (A prendre en compte car ceci est une question de cours avec document !!!)

Question 3

Temps du trajet terre-satellite-terre

Temps terre satellite $36\,106 / 300\,106 = 120$ ms

Temps terre/satellite/terre $120 \times 2 = 240$ ms

Question 4

Temps entre l'envoi d'un paquet et la réception de son acquittement

C'est le temps aller retour soit 480 ms auquel il convient d'ajouter le temps d'émission d'un bloc soit :

Temps d'émission d'un paquet : volume/débit

$T_e = (128 + 3 + 7) \times 8 / 48\,000 = 23$ ms

$T_a = 480 + 23 = 503$ ms

Question 5

Fenêtre d'émission à 48 kbit/s

Fenêtre (temps entre émission d'une trame et réception de l'ack/ temps émission d'une trame)

$$W = (480 + 23) / 23 = 21,86 \text{ soit } 22$$

Question 6

Trame SABM ou SABME ?

La taille fenêtre impose une numérotation modulo 128 soit la version étendue de LAP-B

La trame de demande de connexion est donc une SABME

Question 7

Fenêtre pour un lien à 2048 kbit/s et possibilité de la liaison à ce débit

Temps d'émission d'un paquet : volume/débit

$$T_e = (128 + 3 + 7) \times 8 / 2048\,000 = 0,539 \text{ ms}$$

Fenêtre (temps entre émission d'une trame et réception de l'ack/ temps émission d'une trame)

$$W = (480 + 0,539) / 0,539 = 892 \text{ trames}$$

Question 8

La fenêtre calculée précédemment dépasse la capacité de numérotation des blocs (modulo 128). Par conséquent le protocole LAP_B sur une liaison satellite ne peut pas fonctionner à 2 Mbit/s

Question 9

Débit maximal normalisé

La capacité de numérotation étant de 0-127 soit au maxi 126 trames (0-126)

La durée minimale d'émission est de (durée de la fenêtre/ numérotation)

$$T_e = (480 + T_e) / 127 = 480 / 126 = 3,8 \text{ ms}$$

Cette durée correspond à un débit de (volume/durée)

$$D = (128 + 3 + 7) \cdot 8 / 3,8 = 290 \text{ kbit/s}$$

Soit le débit normalisé de 256 kbit/s

Problème 2

La télévision analogique occupe une largeur de spectre de 6,75 MHz pour l'information de luminance et une largeur de spectre réduite de moitié pour chacune des deux informations de chrominance (Dr et Db). Chacune de ces informations (Y, Dr, Db) étant quantifiées sur 8 bits, on vous demande :

1. de calculer quelle est la fréquence d'échantillonnage de la luminance (nombre d'échantillons) et de la chrominance
2. de déterminer la bande passante nécessaire à la transmission numérique de l'image analogique
3. compte tenu qu'en réception l'information de chrominance verte est déduite des informations transmises, quel est le nombre de couleurs reproductibles ?
4. la télévision numérique utilise une représentation de 720x576 points par image et 25 images/s pour la luminance, cette bande est réduite de moitié pour les informations de chrominance (360 points/ligne). Quel est, dans ce cas, la bande passante nécessaire ?

Solution

Question 1

Fréquence d'échantillonnage

$$F_e \geq 2 F_{\max}$$

$$\text{Information de luminance } F_{\text{echY}} = 6,75 \times 2 = 13,5 \text{ MHz}$$

$$\text{Information de chrominance } F_{\text{ech R,B}} = 2 (6,75/2 \times 2) = 13,5 \text{ MHz}$$

$$\text{Nombre total d'échantillons} = 13,5 \cdot 10^6 \times 2 = 27 \cdot 10^6 \text{ échantillons}$$

Question 2

Bande passante nécessaire

$$27 \cdot 10^6 \times 8 = 216 \text{ Mbit/s}$$

Question 3

Nombre de couleurs

Chaque couleur est quantifiée sur 8 bits soit 256 niveaux

$$\text{Nb Couleurs} = 256^3 = 16\,777\,216 \text{ (16 millions de couleurs)}$$

Question 4

Télévision numérique

$$\text{Nombre de point par ligne } 720 + 360 + 360 = 1440$$

$$\text{Nombre de points par image } 1440 \times 576 = 829\,440$$

$$\text{Nombre de bits par image } 829\,440 \times 8 = 6\,635\,520$$

$$\text{Débit à 25 images/s } 6\,635\,520 \times 25 = 165\,888\,000$$

Soit un débit de 166 Mbit/s

Problème 3

On vous demande d'implémenter un système de voix du IP. Pour l'interface voix vous avez le choix entre TCP et UDP. Quel est votre choix, en est-il de même pour la signalisation ? Pour vous aider, vous reproduirez le tableau ci-dessous en le complétant.

	TCP	UDP
Signification		
Taille de l'entête (sans option)		
Reprise sur erreur (oui, non)		
Respect du séquençement (oui, non)		
Mode connecté (oui, non)		
Approprié temps réel (oui, non)		

Solution

	TCP	UDP
Signification	Transmission Control Protocol	User Datagramme Protocol
Taille de l'entête (sans option)	20 octets (5 mots de 32 bits)	8 octets (2 mots de 32 bits)
Reprise sur erreur (oui, non)	Oui	Non
Respect du séquençement (oui, non)	Oui	Non
Mode connecté (oui, non)	Oui	Non
Approprié temps réel (oui, non)	Non	Oui

La voix étant un flux temps réel et la reprise sur erreur étant sans signification pour celle-ci UDP est le protocole adapté. En revanche pour la signalisation associée on utilisera TCP.

--