

# Conservatoire National des Arts et Métiers

292, rue Saint Martin – 75141 PARIS Cedex 03

## Chaire de Réseaux

Date de l'examen : Lundi 30 juin 2003

Titre de l'enseignement : **INFORMATIQUE CYCLE A**

Sous-Titre : **RÉSEAUX**

Nature : CO

Cycle : A9

Code : 17264

Nombre de pages: 4 pages (celle-ci comprise)

Nom du responsable : J. P. ARNAUD

Année universitaire 2002-2003

1<sup>e</sup> session

### **SANS DOCUMENTS**

Calculatrice scientifique autorisée

**Durée : 2 heures**

Les réponses doivent être courtes et concises – et inférieures à 3 lignes dans la plupart des cas. Les justifications éventuelles des réponses doivent être claires. La correction tiendra compte de la précision et de la concision des réponses fournies.

Bonus : le barème de notation répartit 22 points. La note sera ramenée sur 20. Il suffit donc d'avoir 10 sur 22 pour obtenir la demi valeur.

Veillez vérifier que vous disposez bien des 4 pages du sujet en début d'épreuve et signaler tout problème de reprographie le cas échéant.

## Exercice 1 (12 points): Transmission réseau

On s'intéresse dans cet exercice à une machine Linux équipée d'un modem full duplex 4800 bauds connecté à un service réseau mettant en œuvre une pile protocolaire conforme au modèle OSI :

- les 7 couches existent
- l'application (couche 7) soumet aux couches inférieures des PDU de taille  $a$  octets, que l'on supposera adaptés aux contraintes des couches inférieures (aucune segmentation n'intervient).
- la traversée de chacune des couches 2 à 6 monopolise le processeur central (CPU) de la machine pendant un temps de traversée constant  $t$ , et rajoute un en-tête de  $e$  octets aux données
- la couche 1 est exclusivement réalisée par le modem. On négligera le temps de traversée de cette couche au regard du temps d'émission réseau. La transmission étant asynchrone, chaque octet utile est précédé d'un « bit de start » et suivi d'un « bit de stop ».

$a = 500$  octets

$e = 20$  octets

$t = 200$   $\mu$ s

1. (1 point)

Donner le nom et le niveau de chacune des couches 1, 2, 3 et 4 du modèle OSI.

2. (2 points)

On s'intéresse exclusivement dans cette question au CPU de la machine Linux.

- a. Combien de PDU la couche applicative peut-elle soumettre à la couche 1 par seconde, si le CPU n'a que cette tâche à effectuer ?
- b. En fait le CPU est réservé à 95% de son temps processeur pour d'autres tâches (traitements, vidéo...). Combien de PDU peut-il soumettre au modem par seconde ?
- c. En déduire une limite théorique (due au CPU) du débit réseau admissible utile tel que vu de la couche applicative.

On supposera dans la suite que le système d'exploitation alloue le CPU de façon immédiate et prioritaire pour assurer les opérations réseau (traitement par interruptions), qui peuvent donc « monopoliser » jusqu'à 100% du temps processeur si nécessaire afin d'obtenir un « bon » débit.

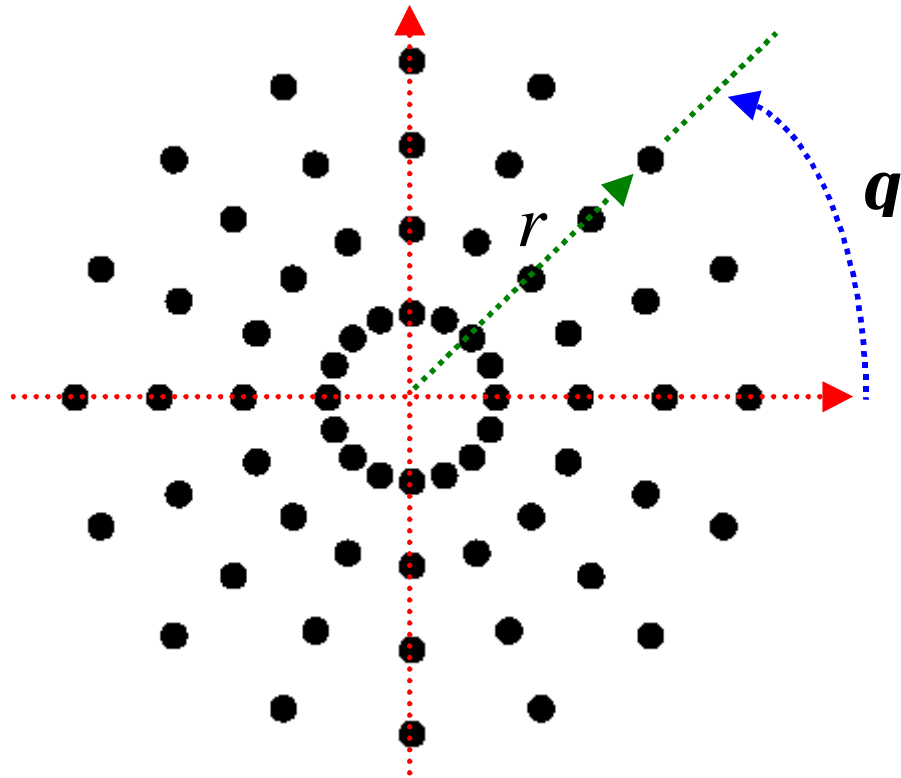
On s'intéresse désormais aux caractéristiques du modem (transmission en bande de base).

Le modem transmet en bande de base en modulant chaque symbole transmis en phase et en amplitude, de façon identique aux coordonnées polaires  $(r, q)$  dans le plan : l'amplitude du signal représente le rayon  $r$ , et la phase  $q$  représente l'angle. Les valeurs possibles pour  $(r, q)$  sont :

$$r \in \left\{ \frac{v}{4}, \frac{v}{2}, \frac{3v}{4}, v \right\} \quad (v \text{ représente la tension maximale})$$

$q$  est un multiple de  $\frac{p}{8}$

Chacune des « positions » (états) possibles lors de la transmission est représentée par un disque noir sur le diagramme suivant :



3. (3 points)
- Donnez une définition de la valence d'un signal
  - Quelle est la valence de ce modem ?
  - En déduire le débit binaire nominal du modem.

4. (2 points)
- Quel est le temps total (CPU+modem) nécessaire pour émettre un PDU de la couche applicative ?

La transmission de données est en fait un système client/serveur. Une durée  $I = 700ms$  est nécessaire entre le moment où le client finit d'émettre sa requête et le moment où il a reçu la réponse du serveur – cette durée inclut le temps nécessaire pour effectuer un aller-retour entre la machine Linux locale et le serveur distant et tous les temps de traitement.

5. (2 points)
- On émet en mode send & wait.
- Quel est le débit réseau atteignable utile tel que vu de la couche applicative ?
  - Calculez l'efficacité réseau du modem entre son débit binaire nominal théorique et ce que la couche applicative peut en retirer.
6. (2 points)
- Pour optimiser la transmission, quelle devrait être la taille minimale de la fenêtre d'émission par anticipation gérée dans la couche transport, en nombre de PDU ?  
On suppose qu'il est possible de paralléliser les requêtes au niveau du serveur distant tout en conservant les mêmes temps de réponse.
  - Que devient alors l'efficacité réseau du modem, vue de la couche applicative ?

## Exercice 2 (4 points): Questionnaire

1. (1 point)
- Qu'appelle-t-on topologie d'un réseau local ?  
Quelle est la topologie du réseau 8802.3 (Ethernet) ?

2. (1 point si vous indiquez toutes les réponses correctes, 0 sinon)  
HTML est :
- Un langage de programmation
  - Une version moderne de FTP
  - Un balisage destiné à décrire des pages web
  - Un protocole de communication
  - Dans la couche transport du modèle réseau simplifié Internet
3. (1 point si vous indiquez toutes les réponses correctes, 0 sinon)  
Quelle est la fonction qui permet de détecter les bits transportés par le support physique ?
- le contrôle de flux
  - le TTL
  - le CRC
  - le FCS
  - le bit SYN de TCP
  - l'horloge
  - $f(x) = x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + 1$  sur les réseaux IEEE 802
4. (1 point si vous indiquez toutes les réponses correctes, 0 sinon)  
La taille maximale d'une trame Ethernet (en-tête comprise) est de :
- 53 octets
  - 256 octets
  - 1024 octets
  - 1518 octets
  - 5000 octets
  - 65535 octets
  - 1 024 000 octets
  - cela dépend du MTU de la couche inférieure
  - il n'y a pas de maximum théorique

### **Exercice 3 (6 points): Adressage IPv4**

Votre administrateur réseau a décidé la mise en place d'un réseau interne connecté au réseau Internet. Le réseau interne utilise la technologie 802.3 100baseT. Il a obtenu pour son réseau une série d'adresses commençant par 198.10.21.0 et a défini un masque unique pour tous les sous-réseaux : 255.255.255.224

- (1 point)  
Avant le découpage en sous-réseaux (CIDR), de quelle classe d'adresses IPv4 s'agit il ?
- (1 point)  
Quel est le nombre maximum de sous-réseaux que l'administrateur peut déployer ?
- (1 point)  
Quel est le nombre maximum de stations dans chaque sous réseau ?
- (1 point)  
Quel est le nombre maximum de stations au total ?  
Conclure sur l' « efficacité » du découpage.
- (1 point)  
A quoi correspond et dans quel sous-réseau se trouve l'adresse 198.10.21.40 ?
- (1 point)  
A quoi correspond l'adresse 198.10.21.63 ?

Fin de l'énoncé.

# Corrigé

## Exercice 1 :

- 1: Physique, 2: Liaison, 3: Réseau, 4: Transport
- a : 5 couches \* 200  $\mu$ s = 1 ms de temps de traitement CPU par PDU, d'où un maximum théorique de  $1/0,001 = 1000$  **PDU par seconde**  
b : sur chaque seconde de temps CPU, il ne reste que 0,05 s pour le traitement réseau, soit un maximum théorique de  $0,05 / 0,001 = 50$  **PDU par seconde**  
c : 50 PDU \* 500 octets \* 8 bits = **200 000 bits/s**
- a : Valence = nombre de valeurs possibles pour un symbole – ou **nombre d'états que peut prendre le signal durant un temps élémentaire** (Servin Tome 1 page 54)  
b : on compte **64 valeurs**  
c :  $D = R * \log_2(\text{Valence}) = 4800 * \log_2(64) = 4800 * 6 = 28\,800$  bits/s
- 1 ms de temps CPU pour traverser les couches 6 à 2  
on arrive en couche 1 avec une Data Unit de taille :  $a + 5e = 500 + 100 = 600$  octets  
en couche 1, chaque octet est transmis sur 10 bits, soit 6000 bits pour une trame, soit un temps de  $6000 / 28800 = 208,33$  ms  
rajouter 1 ms de temps CPU, soit un total de **209,33 ms**
- a : transmettre un PDU de la couche applicative nécessite  $209,33 + 700 = 909,33$  ms (rajouter éventuellement 1 ms pour la remontée des couches de l'ack ?)  
soit un débit réseau utile de  $500 * 8 / 0,90933 = 4399$  **bit/s** (ou 4394 bit/s)  
b : efficacité =  $4399 / 28800 = 15,3 \%$
- a : Il suffit d'une fenêtre de 5 PDU :  
le début du 5<sup>e</sup> PDU est émis à  $t = 4 * 209 = 837$  ms, sa fin à  $t = 5 * 209 = 1046$  ms  
alors que l'acquittement du 1<sup>er</sup> PDU arrive à  $t = 209 + 700 = 909$  ms  
b : on émet alors sans interruption des trames de 6000 bits pour  $500 * 8$  utiles, soit une efficacité de  $500 * 8 / 6000 = 66,6 \%$   
(ou bien  $(500 * 8 / 0,20933) / 28800 = 66,34 \%$ )

## Exercice 2 :

1. Topologie des réseaux locaux : voir Servin Tome 2 p 148  
Dans les réseaux locaux, on distingue la topologie physique qui indique comment les différentes stations sont physiquement raccordées (câblage) de la topologie logique qui décrit comment est distribué le droit à la parole.  
Ainsi, une topologie en étoile peut émuler un bus en assurant la diffusion à toutes les stations du réseau du message émis par l'une d'elles à l'adresse d'une seule autre.  
Ethernet utilise une topologie logique en bus, mais est le plus souvent câblé en étoile.
2. c : HTML est un balisage destiné à décrire des pages web
3. f : l'horloge
4. d : 1518 octets

## Exercice 3 :

1. Classe C (/24)
2.  $224 = 11100000$  en base 2, d'où 3 bits pour numérotter au maximum  $2^3 = 8$  **sous-réseaux**
3. Nombre maximum de stations par sous-réseau : 5 bits, soit  $2^5 - 2 = 32 - 2 = 30$  **stations**
4. 8 sous-réseaux \* 30 stations = 240 adresses IP disponibles  
soit 14 adresses perdues (2 par réseaux supplémentaires créés) =  $14/254 = 5,5\%$  perte
5. 40 = 00101000, donc il s'agit de la 8<sup>e</sup> machine du 2<sup>e</sup> sous-réseau, **198.10.21.32/27**
6. 63 = 00111111, donc il s'agit de l'adresse de diffusion (broadcast) du sous-réseau précédent, 198.10.21.32/27.