

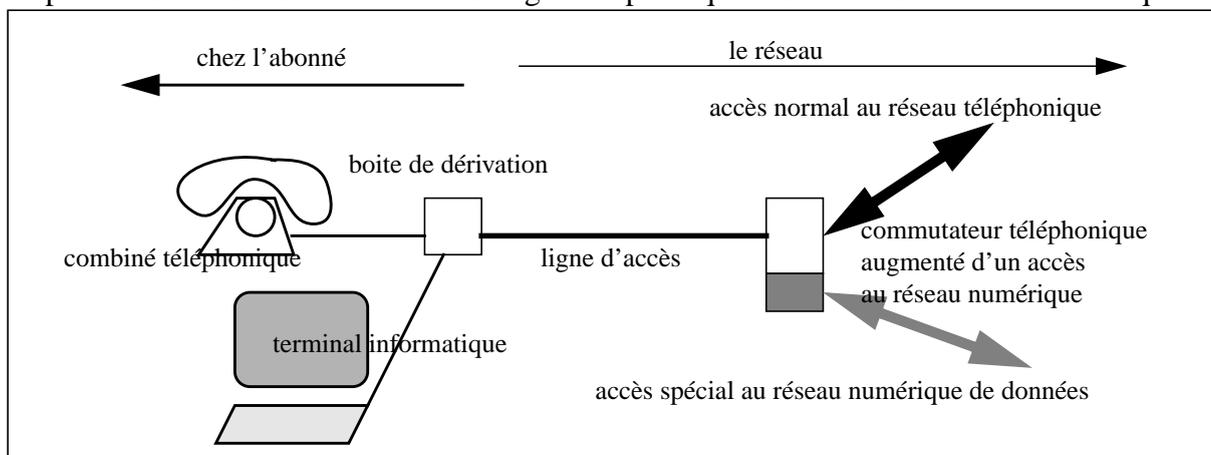
Maîtrise d'informatique

Epreuve de Réseaux et Protocoles

- Durée de l'épreuve : 3 heures. - Tous les documents sont autorisés.
 - On vous demande de répondre à toutes les sous-questions de chaque question.
 - Toutes les questions auront approximativement le même poids, sauf les questions 2, 3, 4 et 7 qui auront une pondération supérieure.
-

Les supports de communication

Actuellement les lignes d'accès aux abonnés du téléphone ont été prévues pour acheminer la voix dans la bande de fréquence normalisée (de 300 Hz à 3400 Hz) sur une distance de l'ordre du kilomètre avec une atténuation faible, normalisée à 3 et 6 décibels. En fait, il s'avère que les lignes sont réellement utilisées sur de plus faibles distances. Ce qui autorise à utiliser ces lignes sur d'autres fréquences pour acheminer des données numériques tout en assurant une bonne qualité à la transmission. Une boîte de dérivation placée chez l'abonné permet d'accéder au réseau numérique sans perturber l'accès au réseau téléphonique. L'utilisateur peut ainsi utiliser simultanément sa ligne téléphonique et son accès au réseau numérique.



Question 1 : Quel type de multiplexage est utilisé pour partager la ligne ? Calculez le débit maximum de l'accès numérique de cette ligne, si l'on suppose que la plage de fréquences utilisée pour transmettre les données est de 10000 à 30000 Hz, la longueur est de 200 mètres et le rapport Signal/Bruit est de 5 dB. Pour simplifier les calculs on pourra prendre les approximations suivantes : $10^{0.2} \approx 1.5$, $10^{0.3} \approx 2$, $10^{0.4} \approx 2.5$, $10^{0.5} \approx 3$, $10^{0.6} \approx 4$.

Protection contre les erreurs

On veut protéger cette ligne contre les erreurs. On supposera nulle la probabilité que la trame soit perdue. Il existe deux procédés de protection contre les erreurs par détection puis retransmission ou par auto-correction. A capacité de détection équivalente, on suppose que

pour la même quantité de données utiles L , les trames dans le premier cas ont une taille égale à $L+p$, dans le deuxième cas les trames ont une taille égale à $L+p+q$. On suppose que le taux de retransmission est égal à R .

Question 2 : Pourquoi q est-il positif ? Donnez la formule qui permet de connaître le taux de surcharge (“overhead”) induit par chacun des deux procédés : $Tx_retrans$, $Tx_autocorr$. Si on suppose que les deux procédés ont le même pouvoir de protection, à partir de quel taux de retransmission le premier procédé est-il plus performant que le second, si l’on suppose que le $L = 1000$ bits, $p = 80$ bits, $q = 16$ bits.

Question 3 : Pourquoi peut-on prétendre que le taux de retransmission est approximativement équivalent au taux de trames erronées (PER) ? Indice : on peut négliger les retransmissions d’ordre supérieur à un. Quel procédé de protection contre les erreurs, préconiserez-vous dans l’environnement protégé dans lequel se trouve la plupart des réseaux locaux. Quelles différences faites-vous entre taux de trames erronées et taux d’erreur par bit (BER) ? Proposez une approximation du PER par le BER en supposant connue (et constante) la taille des trames. Dans le cadre de cette approximation et des valeurs numériques précédentes (notamment $L = 1000$ bits), calculez le PER si le BER vaut 10^{-9} . Concluez!

Codage

Sur la ligne précédente, on utilise le code BHD3 pour transmettre la séquence de données suivante :

1101 0000 1001 0000 1001 0000 0000 1001

Question 4 : Représentez graphiquement le codage BHD3 de cette suite. Vous indiquerez avec précision la place des bits de viol et de bourrage, s’ils existent.

Question 5 : Pourquoi peut-on dire que ce code permet de conserver la synchronisation ? Qu’est-ce qu’un code possédant un bon équilibrage ? Comment peut-on avoir une mesure approximative de cette équilibrage ? Citez un code possédant un excellent équilibrage. Quelle est la valeur de la mesure d’équilibrage de ce code ?

Protocole

On utilise le protocole HDLC sur la ligne précédente. On envisage un échange de données unidirectionnel. On suppose que la ligne présente une caractéristique spécifique : sa voie de retour perd systématiquement 2 trames d’acquittement sur 3. On suppose que la temporisation à l’émission est choisie de sorte qu’entre son armement et son expiration, l’émetteur a normalement la possibilité d’émettre 3 trames de données (dont celle qui a provoqué l’armement du temporisateur) et de recevoir leurs trames d’acquittement (en supposant qu’il n’y a pas de perte au sein du réseau). On suppose que l’implémenteur a choisi d’acquitter immédiatement toutes les trames de données dès leur réception. On suppose que la largeur de la fenêtre est suffisante pour qu’elle ne bloque pas l’émission. On suppose que la connexion est déjà établie.

Question 6 : Quel est le numéro de la première trame de données envoyée ? Quel est le numéro contenu dans la première trame d’acquittement retournée ? Quel est le nom et la sémantique du champ contenant ce numéro ? Quelle est la largeur maximale de la fenêtre du protocole HDLC pour les trames de format normal. Pourquoi dans notre scénario toutes les trames de données ont-elles leur bit P positionné ? Pourquoi toutes les trames d’acquittement ont-elles leur bit F positionné ?

Question 7 : Proposez un chronogramme chargé de décrire les phénomènes observés lors de l’émission de 4 trames, les 4 premières ? Dans le scénario qu’on vous demande de décrire, les deux premières trames d’acquittement sont perdues. Vous indiquerez clairement les instants d’armement, de désarmement ou d’expiration des temporisateurs. Vous indiquerez clairement le type des trames échangées et leur champs comportant des numéros (notamment $N(R)$ et

N(S)). Le scénario se termine par l'acquittement de la dernière trame. On vous propose de dessiner l'axe temporel verticalement, le temps s'écoulant vers le bas.

Question 8 : Si vous aviez à modifier la valeur du temporisateur, quelle valeur choisiriez-vous ? Comment procéderiez-vous pour la déterminer ? On suppose que la charge du réseau varie, cela aurait-il une influence sur la manière dont vous détermineriez la durée du temporisateur ?

Architecture

Question 9 : D'après le modèle de référence de l'OSI, quelles sont le (ou les) couche(s) chargées des opérations suivantes ?

- a) constitution des trames,
- b) détermination du chemin à travers le réseau,
- c) détection et correction d'erreurs de bout en bout,
- d) encodage des structure de données,
- e) contrôle de flux,
- f) accès à une station située sur un lien adjacent,
- g) suspension et reprise d'une activité.

Adressage

On s'intéresse aux champs d'adresse présents dans les PDU des couches Liaison de données, Réseau et Transport.

Question 10 : Quelle est la longueur du champ d'adresse dans la trame de données du protocole HDLC (format normal) ? Pourquoi uniquement deux valeurs sont (le plus souvent) utilisées ? Quelle est la longueur des champs d'adresse dans une trame d'un réseau local ?

Question 11 : Les paquets de données du protocole X25.3 ne possèdent pas de champs d'adresse. Quel est le rôle des champs NGVL et NVL contenus dans tous les paquets ? Un de vos collègues affirme que le couple de champ NGVL+NVL de tous les paquets d'une même connexion comportent toujours la même valeur. Un autre pour tenter de vous démontrer le contraire vous propose des traces issues de l'analyse de paquets circulant sur le réseau. Analyse qu'il vient de réaliser. Il a placé son analyseur à deux endroits différents du réseau et a visualisé le contenu des champs NGVL+NVL de paquets appartenant à une même connexion : les valeurs relevées étaient différentes ! Il n'y a pas eu d'erreur dans la manipulation. Comment peut-on rendre cohérentes ces deux affirmations ?

Question 12 : Seul le paquet d'appel du protocole X25.3 contient des champs d'adresse. Quelle est la structure de ces champs ? Quels sont les avantages et inconvénients d'une telle structure ?

Question 13 : Quel est le nom d'un des deux T_PDU qui contiennent les champs qui permettent d'identifier de manière unique les entités Transport qui seront associées lors de l'établissement de la connexion. Dans quelle partie du message, les TSAP sont-elles contenues ? Comment sont-elles codées ?

Question 14 : Certains T-PDU contiennent des champs appelés "Source Reference" ou "Destination Reference". Pourquoi le T_PDU CR n'utilise qu'un champ et lequel ? Pourquoi le TDU CC contient les deux ? Pourquoi le T_PDU DT de format réduit n'en contient aucun ?