

Examen - 5 novembre 2018

Consignes: Tout document autorisé. Téléphone mobile interdit. Il n'y a pas de question piège; si cela vous paraît simple, c'est que c'est simple; si cela vous paraît compliqué, partez des bases et présentez votre raisonnement. Pour les questions nécessitant des calculs, essayez d'expliquer votre raisonnement et de passer en valeurs numériques le plus tard possible, afin de ne pas être pénalisés par des erreurs de calcul.

Exercice 1 (5 points). Deux machines, A et B, communiquent en utilisant une architecture réseau en 4 couches. Les couches 2 et 4 fonctionnent en mode connecté (avec un mécanisme de démarrage de connexion et retransmission de PDUs perdus), alors que les couches 1 et 3 fonctionnent en mode non-connecté. La couche 4 propose un service de transfert de données pour des SDUs de 2000 octets maximum et la couche 2 propose un service de transfert de données pour des SDUs de 1000 octets maximum. Les primitives suivantes sont disponibles: LX.request(SDU), LX.indication(SDU), LX.fragment(PDU), LX.fusion(PDU1, ..., PDUk), L1.send(PDU) et L1.receive(PDU). Considérons finalement que les messages d'acquittement, si nécessaires, ont une taille de 20 octets.

1.1. Donnez, dans l'ordre correcte, les appels de primitives ayant lieu dans le réseau pour le transfert de 5000 octets de la machine A vers la machine B.

1.2. Proposez un chronogramme pour la transmission simultanée de 5000 octets de A vers B et de 4000 octets de B vers A.

1.3. Expliquez ce qui se passe si un PDU de niveau 2 est perdu dans le réseau.

1.4. Expliquez ce qui se passe si un PDU de niveau 3 est perdu dans le réseau.

Exercice 2 (5 points). Un réseau local utilise le protocole Token Ring pour partager le canal entre N machines.

2.1. Suite à des interférences électromagnétiques, des nombreuses erreurs apparaissent lors de la transmission du jeton de la machine i à la machine $i+1$. Quelles sont les actions effectuées par la machine $i+1$ dans ce cas ?

2.2. Que se passe-t-il du côté de la machine i dans la situation décrite ci-dessus ?

2.3. Expliquez le problème rencontré par le protocole Token Ring et proposez une solution pour résoudre ce problème.

2.4. Considérons maintenant que le lien entre les machines i et $i+1$ est physiquement coupé. Que se passe-t-il du côté de la machine i dans ce cas ?

2.5. En quoi ce problème est différent de celui de la question 2.3 ? Proposez une solution pour résoudre ce problème.

Exercice 3 (5 points). Les protocoles MAC proposés dans le cadre de l'Internet des Objets (Sigfox, LoRa) sont basés sur le protocole Aloha, mais avec une modification importante: le récepteur ne transmet pas de message d'acquittement à la réception d'une trame. Pour fiabiliser la communication, ces protocoles choisissent de transmettre une trame k fois,

avec un temps aléatoire entre transmissions. Considérons un réseau avec $N = 10000$ machines qui ont un message de 100 octets à transmettre chaque heure. Nous allons supposer un canal de communication avec un débit de 125 kb/s et un temps de propagation négligeable.

- 3.1. Proposez une machine à état pour ce protocole.
- 3.2. Calculez la probabilité de succès d'une transmission (pas du message, qui utilise plusieurs transmissions successives) si les machines utilisent une stratégie Aloha pure.
- 3.3. Comment cela change si les machines utilisent une stratégie Aloha slotée ?
- 3.4. Calculez la probabilité de succès d'un message dans le cas d'une stratégie Aloha pure, pour $k = 2$ et $k = 3$. Commentez ces résultats.
- 3.5. Pourquoi, selon vous, les protocoles MAC pour l'Internet des Objets n'utilisent pas des techniques de type CSMA/CA ?

Exercice 4 (5 points). Soit un réseau local Ethernet à 1 Gb/s sur lequel les signaux se propagent à $200\text{m}/\mu\text{s}$. Nous considérons trois machines sur ce réseau (A, B et C), avec les distances suivantes entre machines: $d(A,B) = 10\text{m}$, $d(A,C) = 20\text{m}$ et $d(B,C) = 10\text{m}$. Nous considérons que les trois machines ont des messages de 1000 octets à transmettre, mais à des moments différents: A souhaite transmettre vers B à $t(A) = 0$; B souhaite transmettre vers C à $t(B) = 4 \mu\text{s}$; C souhaite transmettre vers A à $t(C) = 3 \mu\text{s}$.

Si besoin dans votre raisonnement, les trois machines utilisent des générateurs de nombres aléatoires qui sortent les séquences suivantes:

- tirages successives pour A dans une fenêtre $[0,1]$: 1, 1, 0, 1, 0, 0, ...
- tirages successives pour A dans une fenêtre $[0,3]$: 2, 0, 3, 0, 1, 2, ...
- tirages successives pour A dans une fenêtre $[0,7]$: 4, 1, 6, 3, 2, 2, ...
- tirages successives pour B dans une fenêtre $[0,1]$: 1, 0, 1, 0, 0, 1, ...
- tirages successives pour B dans une fenêtre $[0,3]$: 3, 1, 2, 0, 2, 1, ...
- tirages successives pour B dans une fenêtre $[0,7]$: 7, 2, 5, 4, 1, 6, ...
- tirages successives pour C dans une fenêtre $[0,1]$: 0, 0, 1, 1, 0, 0, ...
- tirages successives pour C dans une fenêtre $[0,3]$: 1, 1, 2, 0, 3, 1, ...
- tirages successives pour C dans une fenêtre $[0,7]$: 5, 0, 3, 7, 2, 5, ...

- 4.1. Quelle est la longueur maximale du bus Ethernet dans ce cas ?
- 4.2. Donnez le chronogramme des échanges sur le réseau.
- 4.3. Calculez le débit effectif du protocole Ethernet dans ce cas.