Réseaux et protocoles

Maitrise d'informatique ©

REPR
Td 2
99/00

Le Multiplexage

But

Le but de ce TD est de voir comment nous pouvons connecter et faire communiquer plus de deux équipements se partageant un même support physique.

1 Introduction

Lorsque plusieurs circuits de données existent en parallèle entre deux points, il peut être intéressant de les regrouper sur un support physique unique. Cependant, si aucune précaution n'est prise, des informations peuvent être perdues suite à des collisions entre les flots de données qui circulent sur celui-ci.

On peut chercher à résoudre ce problème en gérant les collisions quand elles surviennent (par exemple : ETHERNET), ou bien en cherchant à les éviter (par l'allocation unique du medium, par exemple: utilisation d'un jeton dans le cas du protocole Token-Ring, ou pré-réservation d'intervalles de temps). Les techniques de multiplexage se trouvent dans ce dernier cas.

Elles s'appliquent sur des appareillages «relativement simples» (par exemple ; grappes de terminaux) et imposent la présence d'équipements terminaux spécifiques ainsi que l'utilisation d'un support physique permettant l'écoulement de l'ensemble des circuits de données. Ces équipements terminaux sont appelés multiplexeurs ou concentrateurs. Chaque extrémité émettrice effectue un traitement appelé multiplexage (ou concentration), alors que chaque extrémité réceptrice effectue le traitement inverse appelé démultiplexage (ou déconcentration).

Question 1 *Donnez un schéma de principe d'un multiplexeur. Quelle valeur minimale le débit de la voie haute vitesse doit il avoir ?*

Question 2 *Sachant qu'un concentrateur a pour but d'utiliser au mieux le medium, (*extraction *des informations* utiles *des messages provenant des sources de données) et qu'il peut réaliser d'autres fonctions (transcodage, conversion de vitesses, etc.), donnez un schéma de principe. Quelle est la conséquence sur la valeur du débit de la voie haute vitesse ?*

Question 3 *Comment calcule-t-on l'efficacité du multiplexage ?*

Question 4 *Quelles caractéristiques, outre l'efficacité, peuvent permettre de comparer les différentes techniques de multiplexage.*

2 Le multiplexage fréquentiel

Le multiplexage fréquentiel utilise la transmission par transposition en fréquence. Il s'agit de diviser la bande passante de la ligne utilisée en autant de voies. Toutefois, pour des raisons physiques, on ne peut le faire que pour un nombre fini de voies.

Le multiplexeur transforme les informations binaires $d_i(t)$ du canal c_i en un signal sinusoïdal $a_i(t)$, selon la technique suivante :

- si $d_i(t) = 0$ alors $a_i(t) = \sin 2\pi t(f_i + w)$;
- si $d_i(t) = 1$ alors $a_i(t) = \sin 2\pi t(f_i - w)$.

Le signal $A(t)$ mis sur le support physique est la somme des signaux des différents canaux. À la réception, on dispose de filtres passe-bande permettant de séparer les différentes voies. Chacun de ces filtres est lui-même muni d'un discriminateur de fréquence qui restitue les informations binaires.

Les f_i et w sont choisis de façon à éviter tout chevauchement des signaux. Des bandes de garde sont nécessaires pour éviter les perturbations.

Question 5 *Proposez un schéma fonctionnel du multiplexeur fréquentiel réalisant des communications entre un ordinateur et plusieurs terminaux distants. Pourquoi est-il possible de répartir les différents modems au niveau des terminaux?*

Question 6 *Quelles sont les caractéristiques du multiplexage fréquentiel ?*

Question 7 *L'efficacité des multiplexeurs fréquentiels est faible (0.2). Donnez-en une explication intuitive.*

3 Le multiplexage temporel

Le multiplexage temporel découpe temporellement l'émission sur le support physique, et réserve successivement une tranche de temps à chaque canal. En fait, plusieurs tranches de temps successives forment une trame où figure chacun des canaux.

Question 8 *Donnez un schéma de trame pour la voie haute vitesse. On suppose que chaque voie basse vitesse a le même débit. Quelle doit être la vitesse V d'émission des trames en fonction :*

- *du débit binaire des voies BV dans le cas d'un multiplexage par bit*
- *du débit en caractères/s des voies BV dans le cas d'un multiplexage par caractère.*

Question 9 *Sachant que la taille d'un caractère est de l bits dont u bits utiles, quelle est la longueur de la trame pour le cas d'un multiplexage sur voies basses vitesses asynchrone (caractère avec bits* START *et* STOP*) ? Que peut on alors conclure sur le débit de la voie haute vitesse ?*

Question 10 *Proposez des solutions pour permettre le mélange de canaux ayant des débits différents, quel est l'impact de chacune de celle-ci sur l'efficacité. Comment proposez-vous de transmettre la signalisation ?*

Question 11 *Qu'est-ce que le verrouillage de trame ?*

Exemple
Appliquons ces techniques au cas de figure suivant.

On veut assurer un multiplexage temporel par caractère pour 5 voies basses vitesses de débits binaires respectifs 1200,1200,2400,4800 et 9600 bits par seconde.

Ces lignes fonctionnent en mode asynchrone : un caractère est constitué de 8 bits d'information sans bit de parité, plus 1 bit START et 1 bit STOP.

Pour constituer la trame sur la voie haute vitesse, on choisit comme tranche de temps (IT) le temps de transmission d'un caractère sur la voie basses vitesses la plus lente.

La signalisation est transmise hors bande et consomme deux IT. Le verrouillage de trame en consomme une.

Question 12 *Proposez une structure de trame pour la voie haute vitesse.*

Question 13 *Quel doit être le débit binaire de la voie haute vitesse ? Calculer l'efficacité.*

4 Le multiplexage statistique

On constate que les canaux n'émettent pas de manière continue. En moyenne, la durée de transmission effective est environ de 1 à 20% du temps total de connexion. Donc, une partie de la voie haute vitesse est inutilisée si on utilise une réservation statique d'IT.

Le multiplexage statistique consiste à allouer dynamiquement les IT aux voies basses vitesses qui sont actives à un instant donné.

Question 14 *Comment peut-on signaler la non émission sur un canal ?*

Question 15 *Calculez l'efficacité de ce procédé, si les 10 lignes basses vitesses ont un débit de $4800 b/s$, alors que la ligne haute vitesse a un débit de $19200 b/s$.*

Question 16 *Quels sont les risques encourus lors du multiplexage statistique ? Évaluez approximativement ce risque pour un multiplexage statistique de $N = 10$ lignes basses vitesses de débit identique d émettant avec une probabilité $p = 0.1$ et d'efficacité $e = 2.5$*