Téléinformatique & Protocoles
TD4 : Multiplexage

Exercice I

Un son hi-fi de bande passante 16 Hz à 20 kHz a été numérisé par une technique de modulation *MIC*. Pour cela, 1024 niveaux de quantification ont été définis.

1. Quel est le débit binaire nécessaire à la transmission des données du signal ainsi numérisé ?
2. On désire multiplexer 8 canaux de ce type sur une voie haute vitesse *HV*. Le multiplexeur choisi est un multiplexeur temporel par caractère, utilisant une signalisation dans la bande. Nous supposerons que la longueur de l'*IT* de verrouillage de trame est identique à celle des *IT* de données. Proposez une structure de trame pour la voie *HV*.
3. Quel doit être le débit binaire de la voie *HV* ?
4. Quelle est l'efficacité de ce multiplexeur ?
5. On suppose maintenant que le multiplexeur transmet la signalisation hors bande. Proposez une structure de trame pour la voie *HV*.
6. Que devient le débit binaire de la voie *HV* ?
7. Quelle est l'efficacité de ce multiplexeur ?

Exercice II

Il s'agit de multiplexer 6 voies BV de débits binaires différents sur une voie HV. Le mode de multiplexage choisi est le multiplexage temporel par caractère. Les lignes BV fonctionnent en mode asynchrone et transmettent des caractères de : 8 bits + 1 *Start* + 1 *Stop*. La figure 1 représente les différentes voies BV à multiplexer, dans laquelle les valeurs des débits binaires sont indiquées à gauche de la figure.

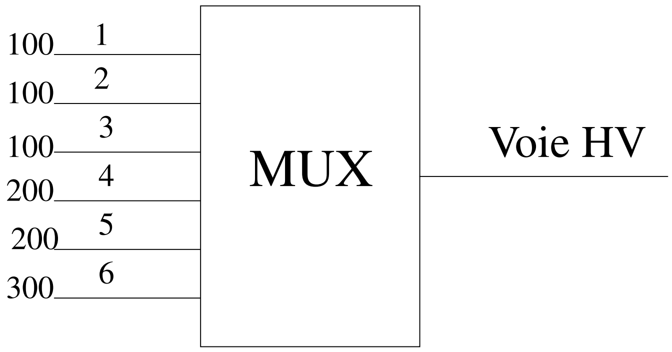

FIG. 1: Un multiplexeur avec 6 voies à basse vitesse, dont les débits (en bit/s) sont indiqués sur la figure.

1. Les débits binaires des voies BV étant différents, l'affectation des *IT* (intervalles de temps) n'est pas triviale. Proposer différentes solutions pour l'affectation des *IT*, sachant que la transmission des signalisations s'effectue *hors bande*. Chaque stratégie impose sur la voie HV un débit binaire différent des autres. Indiquer ce débit binaire et comparer ces différentes politiques.

2. Même question pour une transmission de signalisation *dans la bande*.
3. Pour chacune des propositions, proposées à la question 1., calculer l'efficacité e du multiplexage.
4. Même question pour les solutions proposées à la question 2.
5. La transmission de signalisation est *hors bande* et l'*IT* de signalisation est affecté cycliquement à chaque voie, la voie *HV* étant référencée sous le numéro 0. Sachant que l'on a affecté un *IT* à la voie la *plus* rapide, quel temps sépare deux signalisations successives d'une même voie ?

Exercice III

On désire multiplexer en fréquence six voies BV sur une liaison bi-directionnelle simultanée à 4800 bit/s. Les six porteuses des voies BV sont calculées de la façon suivante :

$$f_i = 600 + (i-1)480Hz \quad \text{avec} \quad i = 1, ..., 6 \quad \text{et} \quad \omega = 60Hz$$

Plus précisément, si f_i est la fréquence de la porteuse, alors la fréquence minimale du signal modulé est $f_i - \omega$ et la fréquence maximale est $f_i + \omega$.

Un tel multiplexage est-il possible sur une ligne téléphonique ?

Exercice IV

On se propose d'étudier les performances d'un multiplexeur temporel par caractère, gérant 100 lignes asynchrones à 110 bit/s (voies BV). Chaque caractère d'une voie BV est composé de : 1 bit *Start* + 8 bits d'information + 2 bits *Stop*. La transmission de la signalisation est hors bande.

1. Proposer une structure de trame convenant à ce multiplexeur.
2. Donner le rythme minimale d'occurrence des trames, (en *trame/s*) et le débit binaire minimal (en *bit/s*) pour que les informations des voies BV soient multiplexées sur la voie HV sans perte ?
3. En réalité le débit binaire sur la voie HV est de 9600 bit/s. Est-ce que ce débit vérifie les conditions de la question 2. ?
4. Calculer l'efficacité de multiplexage.
5. Calculer le rythme d'occurrence des trames et la durée d'émission de chaque trame.
6. La procédure de communication utilisée est une procédure orientée caractère et comporte en plus de la trame proposée en 1., 3 octets de synchronisation, 2 octets servant à la détection des erreurs et un octet de remplissage. Quel est le temps T de transmission d'un tel message ? Est-il compatible avec le rythme d'occurrence des trames ?
7. Supposons à présent que le récepteur envoie une séquence d'acquittement composée de 13 caractères [1] Quel est le débit binaire nécessaire sur la voie HV pour véhiculer ces informations ?

[1] Cet acquittement s'ajoute à la trame décrite ci-dessus. Evidemment cet acquittement n'acquitte pas la trame sur laquelle elle se trouve mais une autre trame. L'important est simplement qu'elle est composé de 13 octets.