

Exercice-01 : Système de radiomessagerie

Un système de radiomessagerie de poche (un pager) répondant à la norme ERMES (*European Radio Message System*) présente les caractéristiques techniques suivantes :

- Bande de fréquences : 169,425 MHz – 169,800 MHz ;
 - Modulation de fréquences à quatre états ;
 - Rapidité de modulation : 3125 bauds ;
 - Rapport S/B d'un récepteur : 76 dB.
1. Quel est le débit binaire réellement utilisé dans cette radiomessagerie ?
 2. En supposant qu'on transmette 1 octet par caractère, combien de temps faut-il pour transmettre un message de 2500 caractères sur un récepteur de radiomessagerie ?
 3. Au lieu du débit binaire trouvé à la question 1, quel débit binaire pourrait-on théoriquement obtenir en exploitant au mieux les caractéristiques techniques de la radiomessagerie ?

Exercice-02 : Caractéristiques de ligne et téléchargement

Pour vous connecter à Internet, vous avez relié votre ordinateur portable grâce à un modem de type PCMCIA, raccordé à la ligne téléphonique de votre lieu de vacances. On suppose que votre modem a un débit maximal de 56 Kbits et que la ligne de téléphonie possède une bande passante comprise entre 300 et 3 400 Hz. Pendant votre connexion, vous constatez que la vitesse de transfert des données effective est 6200 octet/s.

1. Si la vitesse constatée ne provient que d'un mauvais rapport S/B de la ligne, quelle est la valeur de ce rapport durant votre connexion ?
2. La vitesse de transfert est maintenant de 24 000 bit/s. Si la rapidité de modulation est de 4 800 bauds, quelle est la valence du signal modulé ?
3. On suppose que la ligne téléphonique répond au critère de Nyquist et que la rapidité de modulation vaut 4 800 bauds. Si on utilise la rapidité de modulation maximale, quelle est la bande passante du support ?
4. Supposons que le débit binaire indiqué reste constant et égal à 49 600 bit/s pendant toute la durée de la connexion. Combien de temps devrez-vous rester connecté pour télécharger un fichier de 2 Mo sur votre portable ?
5. Vous utilisez désormais une connexion à 10 Mbit/s. Combien de temps resterez-vous connecté pour télécharger le même fichier ?

Exercice-03 : Transmission en bande de base

Soit la séquence binaire 011001111011. Représenter graphiquement son code en ligne pour les signaux suivants :

- Code unipolaire (TTL);
- Code NRZ;
- Code NRZI;
- Code Manchester;
- Code Manchester Différentiel;
- HDB3.

Quels sont parmi ces signaux ceux qui inversent l'information au niveau du récepteur si les deux fils de la ligne de transmission sont inversés ?

Exercice-04 : Multiplexage fréquentielle dans le RTC

Le Réseau Téléphonique Commuté évolue entre les fréquences 300 et 3400 Hz. On veut multiplexer en fréquences huit (8) voies sur une liaison bidirectionnelle. Les huit (8) porteuses des voies sont calculées de la façon suivante:

$$f_i = 600 + (i-1) \cdot 480 \text{ Hz avec } i = 1; \dots; 8 \text{ et } \omega = 60 \text{ Hz.}$$

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 $f_i + \omega$.

1. Etablir les bandes passantes de chacune des voies.
2. Un tel multiplexage est-il possible sur une ligne téléphonique? Justifier.
3. Quelle est la valeur maximale de i pour qu'un tel multiplexage soit possible sur une ligne téléphonique ?

Exercice-04 : Principes de fonctionnement de l'ADSL

Dans la modulation DMT, la plage des fréquences disponible sur la boucle locale est divisée en 256 canaux juxtaposés de 4312,5 Hz chacun. Le canal 0 est utilisé pour le téléphone vocal, et les canaux 1 à 5 ne sont pas exploités pour éviter les interférences entre la voix et les données. Parmi les canaux restants, deux sont réservés au contrôle des flux montant et descendant, le reste est utilisé pour les données.

1. Combien reste-t-il de canaux à utiliser pour le transfert des données dans les deux sens en modulation DMT ?
2. Que faudrait-il faire pour que les flux montant et descendant aient des débits identiques ?
3. L'utilisation la plus courante en ADSL consiste à réserver 32 canaux pour le flux montant et les canaux restants pour le flux descendant. Quel est le débit théorique que l'on peut obtenir pour le flux montant si l'on transmet des signaux binaires sur chaque canal ?
4. Même question pour le flux descendant ?
5. Une autre technique de modulation utilise, pour le flux descendant, une rapidité de modulation de 4000 bauds et émet 15 bits par signal transmis sur 224 canaux.
6. Quel débit binaire peut-on obtenir avec cette technique ?

Exercice-05 : Multiplexage temporelle dans un canal E1

Le canal E1 est largement répandu en Europe, et a été normalisé par l'IUT sous la norme G.732. Ce standard repose sur une numérisation par modulation MIC, et utilise des IT (Intervalle de Temps) de 8 bits et une signalisation hors bande.

Les trames sont émises toutes les 125 μ s et contiennent chacune 32 IT de 8 bits (numérotés de 0 à 31), dont 30 IT pour les données et 2 IT pour le verrouillage et la signalisation (les IT N° 0 et N° 16).

1. Quel type de multiplexage est utilisé dans un canal E1?
2. Représenter la structure d'une trame E1.
3. Quelle est la longueur d'une trame E1?
4. Quel est le pourcentage du débit nominal d'un canal E1 utilisable pour les données utilisateurs?

Exercice-06 : Multiplexage temporelle dans un canal T1

Le canal T1 est la méthode la plus largement utilisée aux USA et au Japon, et a été normalisé par l'IUT sous la norme G.733. Contrairement au canal E1, le canal T1 repose sur une signalisation dans la bande.

Les trames sont à nouveau émises toutes les 125 μ s. Il existe plusieurs variantes au système T1. Dans une de ces variantes, chaque trame est constituée d'IT (Intervalle de Temps) de verrouillage d'un seul

bit et de 24 IT de données de 8 bits. Le bit de verrouillage passe alternativement de "0" à "1", d'une trame à l'autre et permet la synchronisation entre multiplexeurs. Dans chaque IT de données, 7 bits sont consacrés aux données proprement dites et 1 bit est réservé à la signalisation.

1. Quelle est la longueur d'une trame T1?
2. Quel est le débit d'un canal T1?
3. Quel est le pourcentage du débit nominal d'un canal T1 utilisable pour les données utilisateurs?
4. Même question pour la signalisation.

Exercice-07 : Signalisation dans les multiplexeurs E1

Un multiplexeur E1 utilise l'IT16 pour transporter la signalisation téléphonique des voies de données. L'octet de signalisation est scindé en deux demi-octets affectés de la manière suivante : le premier demi-octet de la première trame transporte la signalisation de la voie 1, le second demi-octet de la même trame transporte celle de la voie 17 ; le premier demi-octet de la seconde trame transporte la signalisation de la voie 2, le second transporte celle de la voie 18, et ainsi de suite.

1. Combien faut-il de trames pour que la signalisation de toutes les voies de données soit transmise ?
2. Quel intervalle de temps sépare deux signalisations successives de la même voie ?
3. Déterminer le débit de la signalisation d'une même voie.
4. Quel est le débit de la signalisation de toutes les voies ?

Exercice-08 : Signalisation dans les multiplexeurs T1

Aux USA, un canal T1 de communication numérique regroupe 24 voies téléphoniques multiplexées. La trame ainsi formée, est constituée d'un bit de verrouillage de trame (utilisé pour assurer la synchronisation) et de 24 IT (intervalles de temps élémentaires) de 8 bits ; la durée de la trame est de 125 μ s.

1. Dessiner la structure de la trame.
2. Quel est le débit du canal T1 ?

Chaque voie nécessite l'utilisation d'une signalisation qui représente certaines informations de service à transmettre en plus des données (par exemple, pour effectuer une détection d'erreurs).

Une première variante de la technique T1 consiste à utiliser un codage de 8 bits pour les données et à utiliser pour chaque voie, toutes les 6 trames, 1 bit pour la signalisation dans l'IT réservé à cette voie. Il s'agit d'une technique de signalisation dans la bande appelée signalisation par vol de bit.

3. Dessiner la structure de la trame.
4. Quel est le débit de transmission des données pour chaque voie ?
5. Quel est le débit de la signalisation pour chaque voie ?

Une seconde variante de la technique T1 consiste à utiliser un codage de 7 bits pour les données et à utiliser pour chaque voie et dans chaque trame 1 bit pour la signalisation dans l'IT réservé à cette voie.

6. Dessiner la structure de la trame.
7. Quel est le débit de transmission des données pour chaque voie ?
8. Quel est le débit de la signalisation pour chaque voie ?