

TD 5 : Réseaux optiques & Haut Débits**Exercice 1**

On considère un multiplexeur téléphonique MIC à 30 voies. Une trame E1 comporte 32 canaux numérotés de 0 à 31 et de 8 bits chacun, canal 0 et canal 16 servent à la signalisation et le verrouillage.

- 1- Quel type de multiplexage est employé ? Quelle est la fréquence d'échantillonnage minimale d'une trame E1 (norme européenne de PDH) ?
- 2- Quelle doit être alors la durée de transmission d'une trame ?
- 3- Donner le débit de chaque intervalle de temps (canal) et le débit total pour le multiplex E1.
- 4- Donner le nombre de voies téléphoniques, le débit de chaque intervalle de temps (canal) et le débit total pour les multiplex T1 (norme américaine de PDH)
- 5- Quels supports physiques sont utilisés avec PDH ? Quels sont les intérêts de PDH ?
- 6- Quels sont les intérêts de SONET/SDH (qu'est ce qu'il apporte par rapport à PDH) ?
- 7- Quel support physique est utilisé avec SONET/SDH ? Combien de temps dure l'émission d'une trame SONET/SDH ? Ce temps dépend-il du débit de la ligne physique ?

STM-1: 90 octets
SONET: 30

Exercice 2

On souhaite analyser le comportement d'un multiplexeur SDH. Ce multiplexeur, fonctionnant au niveau STM-4, est chargé de gérer le trafic en provenance de N terminaux équipés d'interfaces de ligne E1.

$$f = 125 \mu s$$

$$5 \text{ Seg}$$

- 1- Donner les octets de gestion ou de supervision et les octets de charge utile de la trame STM-4.

$$D = 4 \times 10^6 \text{ bits/s}$$

- 2- Montrer que ce multiplexeur SDH est une extension de celui de SONET en donnant la trame STS correspondante à celle de STM-4.

- 3- Calculer le débit en ligne de cette trame.

- 4- En déduire la capacité de la charge utile exprimée en bit/s.

- 5- Sachant que ces terminaux E1 occupent 72% de la charge utile, quel est le nombre de terminaux qu'il est possible de multiplexer ?

- 6- On a observé la transmission du flux STM-4 pendant 96 heures et nous avons constaté 56 erreurs. Calculer le taux d'erreur binaire.

$$Z = \frac{\text{mbit erreurs}}{\text{mbit total transmis}} = \frac{56}{\text{Débit total} \times \text{D. 96.60}} = \frac{56}{3600 \text{ en seconde}}$$

Exercice 3

Les techniques de transmission appelées SONET et SDH transportent de façon synchrone une trame toutes les 125 μs. Cette trame contient neuf tranches, qui, à leur tour, contiennent de supervision et de données.

- 1- Quelle est la capacité de transmission globale de STS-1 ? $D_{STS-1} = 9 \times (3 + 87) \times 8 = 5196 \text{ bit/s}$
- 2- Quelle est la capacité de transmission globale de STM-1 ? $9 \times (9 + 261) \times 8 = 150,32 \text{ Mbit/s}$
- 3- Quelle est la capacité de transport efficace, c'est-à-dire disponible pour l'utilisateur pour SONET et pour SDH ? $D_{STS-1} = \frac{9 \times 87 \times 8}{125 \mu s} = 50,112 \text{ Mbit/s}$ / $D_{STM-1} = \frac{9 \times 261 \times 8}{125 \mu s} = 150,336 \text{ Mbit/s}$
- 4- Ces interfaces SONET et SDH multiplexent de nombreux utilisateurs, qui doivent venir mettre leurs paquets dans la trame. Si l'on suppose que tous les clients ont des

$$4) \text{ Nb utilisateurs} = \frac{50,112}{125 \times 10^{-6}} = 400,896$$

$$\text{Nb utilisateurs (STS-1)} = \frac{D_{STS-1}}{D_{utilisateur}} = \frac{50,112 \text{ M}}{64 \text{ K}} = 783 \text{ Voies}$$

$$\text{Nb utilisateurs (STM-1)} = \frac{D_{STM-1}}{D_{utilisateur}} = \frac{150,336 \times 10^6}{64 \times 10^3} = 2349 \text{ Voies}$$

$$5) D(STS-9) = D(STS-1) \times 9 = 466,608 \text{ Mbit/s}$$

$$D(STS-12) = 4 \times 50,112 \times 12 = 601,344 \text{ Mbit/s}$$

$$D(STM-3) = 3 \times D(STM-1) = 2 \times 150,336 \times 3 = 450,996 \text{ Mbit/s}$$

$$D(STM-4) = 4 \times 150,336 = 601,344 \text{ Mbit/s}$$

$$\text{Nb Voies} = \frac{466,608}{64} = 7290$$

$$\text{Nb Voies} = 12 \times 783 = 9396$$

FEUILLE D'EXAMEN

Identifiant
secret

Epreuve de
Session :
Année / Diplôme :

Signatures des surveillants	Numéro de la feuille double
	Total des feuilles doubles remises

Nom :
Prénom :
Identifiant (CIN) :
Série / Salle N° :

5) Charge Utilisateur en bit
s/b
 $D = \frac{96 \text{ d'inf}}{125} = \frac{8}{125} = 64 \text{ kbit/s}$
mb de voie = $\frac{\text{Debit totale}}{\text{debit Utilisateur}}$

Identifiant
secret

Epreuve de

Numéro de la feuille double	Total des feuilles doubles remises

Note attribuée

$TRB = \frac{\text{mb de bit en 96 heures}}{\text{mb de bit Transmis}}$

$$= \frac{56}{(96 \times 60 \times 60 \times 10^6 \times 10^6)} = 2,6 \cdot 10^{13}$$

7611

Ex3

Signatures
des correcteurs

1) Debit total $9(9+9)$
 $= \frac{9(3+87) \cdot 8}{125} = 5,84 \text{ Mbit/s}$
3871

2) $STN-1 = \frac{9 \times (9+261) \cdot 8}{125} = 35751$
 $= 18,52 \text{ Mb/s}$

3) $\frac{9 \times 261 \times 8}{125 \cdot 10^6} = 150,336 \text{ Mbit/s}$

$\frac{9 \times 87 \times 8}{125 \cdot 10^6} = 50,11 \text{ Mbit/s}$

$$\frac{STN-1=3}{3} \quad \frac{STS-1}{1}$$

NE RIEN ECRIRE ICI

$$STN-8 = N \times STS-1 \quad | \quad STN-8 = 3 \times 8 \cdot STS-1$$

$$STN-1 = 3 STS-1$$

$$= 24 STS-1$$

$$STN-4 = 4 \times 3 STS-1$$

$$STN-8 = STS-24$$

$$STN-3 = 3 \times STN-1$$

$$N = 512 \text{ octets} = 4096 \text{ bit}$$

$$\text{il faut donc } N = 4096 \text{ bit} \quad \xrightarrow{\text{Debit}} \quad = 26,42 \cdot 10^{-6}$$

$$d = \frac{3000 \times 10^3}{2 \cdot 10^8} = 9015 \text{ p}$$

pour que le signal arrive à l'autre côté

$$\text{soit au total } 9015 + 26,42 \cdot 10^{-6} = 15,08 \text{ ms}$$

$$\text{Pour } D = 87 \text{ bit} \quad t = 17,048 \text{ ms}$$

$$\frac{512 \times 8}{20 \text{ bit/s}} = 2048 \quad + 0,1015 = STN-8 = 24 STS$$

$$STN-8 = \frac{STS-1}{3} \quad \text{Change globale}$$

$$STN-8 = STS-24$$

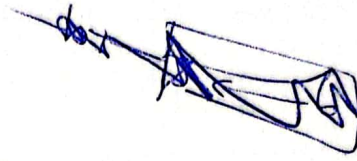
$$24 \times 84 = 4202,688$$

$$STS-24 = 24 \times STS-1 = 216 \text{ p}$$

$$D = \frac{2160 \cdot 2928}{1000} = 224,16 \text{ bit/s}$$

PDH
asynchrone
a une horlog
ne peut pas
atteindre
550 Tbit/s

SDH / SONET
Synchrone
Haut débit



MIC modulation par impulsions et codage
signal sonore plage de fréquence {300 — 3400}

$$b_c \geq 2 b_{max}$$

$$T = \frac{1}{8000} = 125 \mu s \quad \left(\begin{array}{l} \text{durée de trame} \\ \text{MIC} \end{array} \right)$$

SDH : extension de SONET
optical carrier

Generalisation débit OCM

$$= \frac{810 \times m}{125 \mu s}$$

