

CHPITRE 1_(Suite)

Transmission de données

Série 1- exercice 2

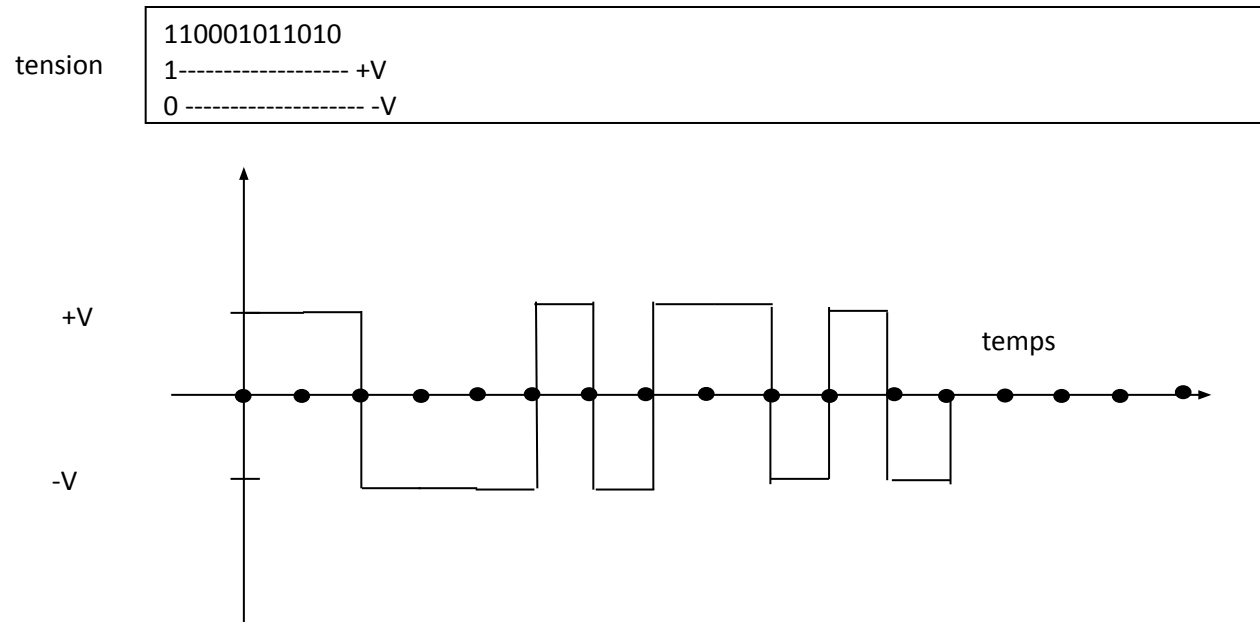
Exercice 2

Pour un signal ayant deux états distincts, d'une durée de 5 ms:

1) Représenter le message 110001011010 en mode de transmission en bande de base avec le code Non Retour à Zéro.

1 +V

0 -V



$$D=n \quad R= 1*200 = 200\text{bps}$$

$$R= 1/0,005 = 200 \text{ bauds}$$

T transmission =

$$200 \text{ bits} \text{ ----- } 1\text{sec}$$

$$12 \text{ bits} \text{ ----- } ???$$

$$X=12/200 = 60\text{ms}$$

Exercice2

2) Représenter ce même signal avec huit états distincts.

$V = 8 = 2^3$ on envoi $n=3$ bits par Δ

- 110/001/011/010
- Valeur de tensions ($V_1, V_2, V_3, V_4, -V_1, -V_2, -V_3, -V_4$)
- CODAGE :
- 000 V_1
- 001 V_2
- 010 V_3
- 011 V_4
- 100 $-V_1$
- 101 $-V_2$
- 110 $-V_3$
- 111 $-V_4$

$$D=n \quad R= 3*200 = 600 \text{ bps}$$

$$R= 1/0,005 = 200 \text{ bauds}$$

$$T \text{ transmission} = ?$$

$$600 \text{ bits} \text{ -----} 1\text{sec}$$

$$12 \text{ bits} \text{ -----} x$$

$$X=12/600=20\text{ms}$$

Exercice2

- 3) Calculer le débit binaire et le temps de transmission pour chacun des deux cas.
- La ligne de transmission utilisée est d'une largeur de bande de 2200 Hz:
- 4) Trouver le débit maximal de transmission.
- $C = 2W \log(1 + S/B)$
- Théorème de Nyquist : $D_{\max} = n R_{\max} \leq n^2 W$
- $V=2$: $D_{\max} = 1 \cdot 2 \cdot 2200 \leq 4400$ bps
- $V=8$: $D_{\max} = 3 \cdot 2 \cdot 2200 \leq 13200$ bps

Exercice2

- L'échange d'informations s'effectue dans des conditions défavorables, où on a un bruit continu pendant 4 ms.
- 5) Quel serait alors le nombre de bits mal reçus (en supposant que le débit est maximal).

$D_{\max} (V=2) = 4400 \text{ bps}$

4400 bits ----- 1seconde

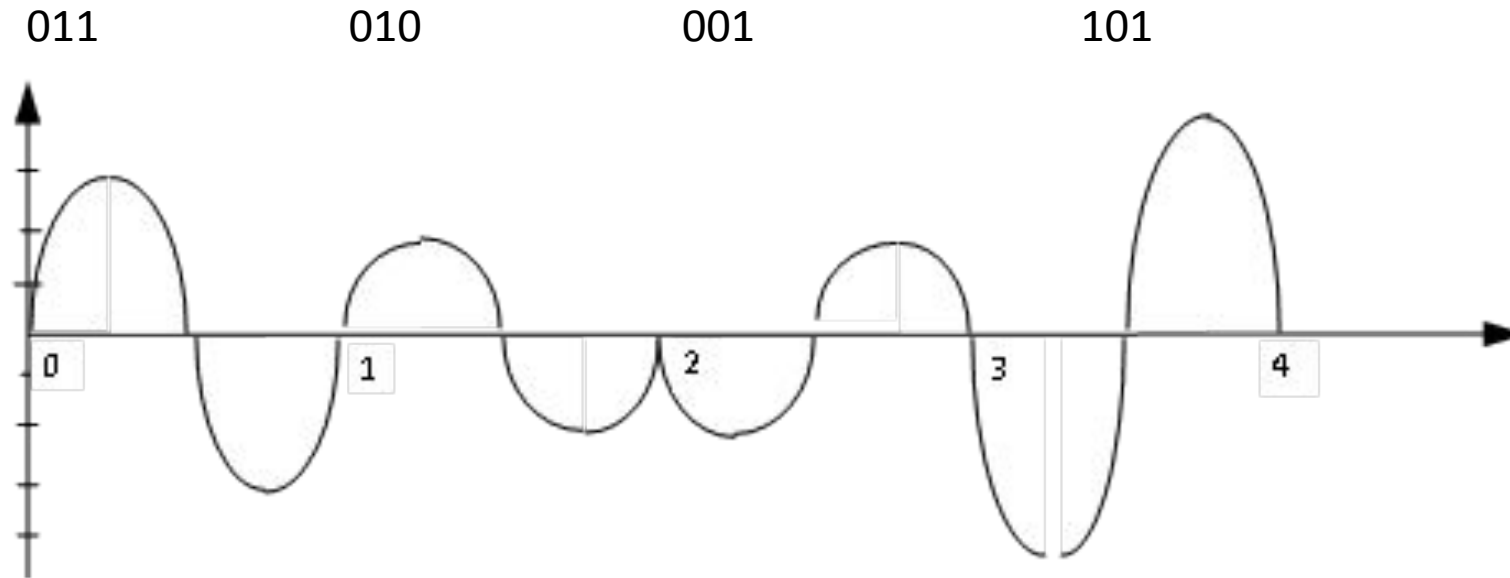
x ----- 0,004 seconde

Le nombre de bits mal reçus $X = 4400 * 0,004 = 17,6 = 18 \text{ bits}$

Série 1- exercice 3

Soit la portion du signal analogique suivant, véhiculant le message binaire 011010001101

sur une ligne de transmission d'une capacité de $C = 4000$ bit/s.



Série 1- exercice 3

1) La valence $v = ?$

D'après le graphes, nous avons:

État1 ($A_3, f, 0$)

Etat 2 ($A_2, f, 0$)

Etat 3 (A_2, f, π)

Etat 4(A_4, f, π)

Mais avec 4 amplitudes, 1 fréquence et 2 phases ($0, \pi$) on peut avoir : $4 * 1 * 2 = 8$
états différents ----- $V=8$ ----- $n=3$

2) Le procédé de modulation : dans ce graphe on fait varier l'amplitude et la phase, la fréquence ne change pas.

Série 1- exercice 3

3) Le débit ? $D = n R$

On connaît le $n=3$ et d'après le graphe $\Delta = 1\text{ms}$ ----- $R = 1/0,001 = 1000$ bauds

$$D = 3 \cdot 1000 = 3000 \text{ bps}$$

4) $D = C$?

$$D = n R,$$

on va jouer sur le n . Au lieu d'envoyer 3 bits par Δ , on envoie 4
 $n=4$ ----- $V=16$ états : 4 amplitudes * 1 fréquence * 4 phases (0, π , $\pi/2$, $3\pi/2$)

0110

1000

1101

Série 1- exercice 3

Codage

0000 (A1, f, 0) 1110 (A4, f, $\pi/2$)
1111 (A4, f, $3\pi/2$)

0001 (A1, f, π)

0010 (A1, f, $\pi/2$)

0011 (A1, f, $3\pi/2$)

0100 (A2, f, 0)

0101 (A2, f, π)

0110 (A2, f, $\pi/2$)

0111 (A2, f, $3\pi/2$)

1000 (A3, f, 0)

1001 (A3, f, π)

1010 (A3, f, $\pi/2$)

1011 (A3, f, $3\pi/2$)

1100 (A4, f, 0)

1101 (A4, f, π)

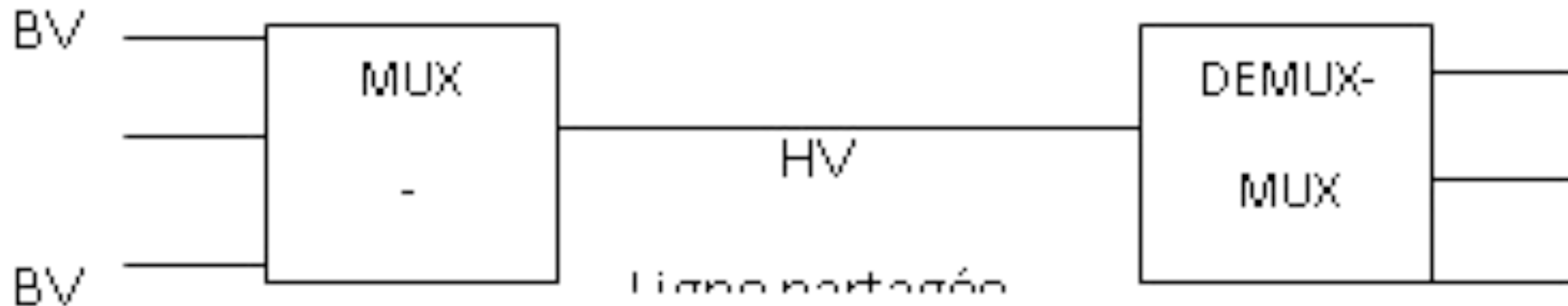
5. Le MULTIPLEXAGE

Pour optimiser l'usage des canaux de transmission, les opérateurs ont développé des techniques qui regroupent plusieurs communications sur un même support de transmission. On parle alors de **partage de canal**.

- Le partage de canal peut être réalisé suivant deux types d'allocation :
- **L'allocation statique** : Lorsqu'une fraction de la capacité de transmission de la ligne est mise de façon permanente à la disposition de chaque voie ou canal de transmission.
- **L'allocation dynamique** : lorsque les durées d'allocation sont variables suivant le trafic de chaque voie.
- Le partage statique met en œuvre des équipements de type multiplexeur. Le partage dynamique peut être réalisé à l'aide d'équipements spécialisés de type concentrateurs.

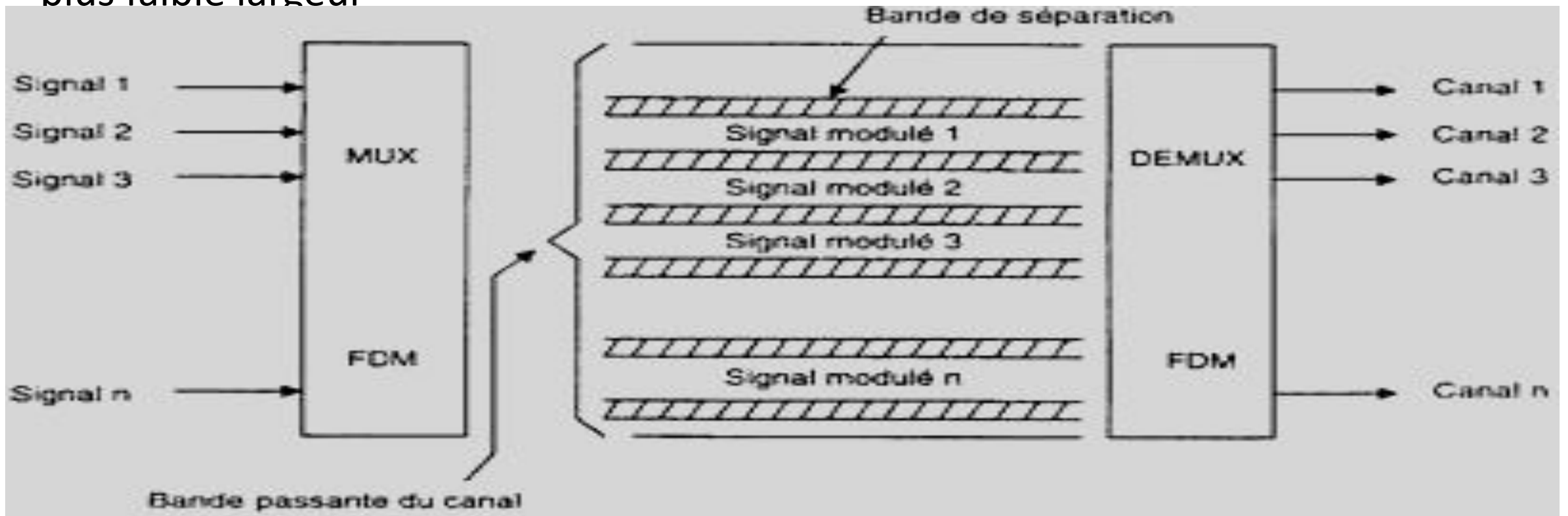
5. Le MULTIPLEXAGE

Le multiplexage consiste à faire transiter sur une seule et même ligne de liaison, dite voie **haute vitesse (ligne composite) (ligne partagée)**, des communications appartenant à plusieurs paires d'équipements émetteurs et récepteurs,. Chaque émetteur (resp. Récepteur) est raccordé à un multiplexeur (resp. démultiplexeur) par une liaison dite voie **basse vitesse**.



5.1 Le Multiplexage Fréquentiel

- Appelé aussi *MRF* (*Multiplexage par répartition de fréquence*) ou en anglais *FDM* (*Frequency Division Multiplexing*),
- le multiplexage fréquentiel permet de diviser ou partager la bande de fréquences disponibles sur la voie haute vitesse en une série de canaux de plus faible largeur



5.1 Le Multiplexage Fréquentiel

- Soit BP la bande passante de la voie haute vitesse et Bp_i la bande passante de la ligne basse vitesse (i).
- On a : $\sum Bp_i \leq BP$
- D'où, si C est la capacité de la ligne composite(haute vitesse) et D_i le débit du ième terminal (ligne basse vitesse), alors :
- $C \geq \sum D_i$, et la rapidité de modulation du multiplexeur est : $R_{Mux} = \sum R_i$
-
- **Remarque** : Le multiplexage fréquentiel est uniquement possible avec la transmission analogique (Fourrier a montré (avec la transformée de Fourier) la possibilité de retrouver des signaux analogiques (sinusoidaux) à partir d'une somme de signaux. Ceci n'est pas possible avec un signal numérique).

5.1 Le Multiplexage Fréquentiel (exemple 2)

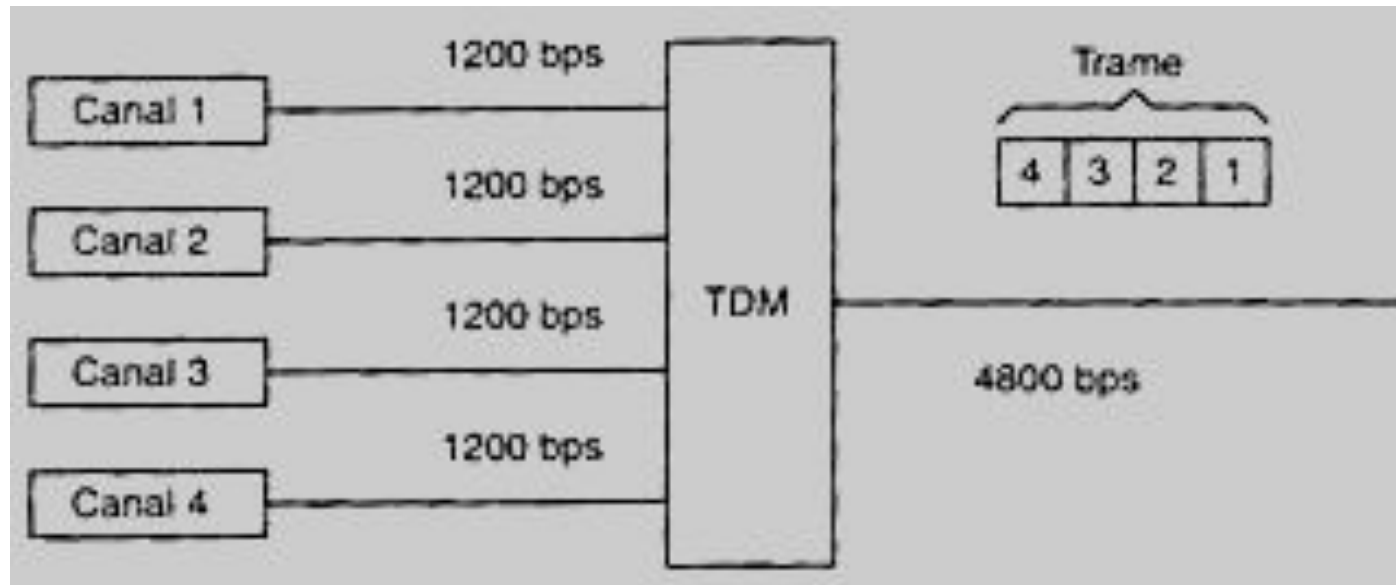
- On trouve également un bon exemple de l'utilisation de FDM avec ADSL (Asynchronous Digital Subscriber Line).
- ADSL est né de l'observation qu'une ligne téléphonique possède une bande passante d'environ 1 Mhz dans laquelle seule, une largeur de bande de 4 Khz est utilisée pour les communications téléphoniques. Il reste donc une bande passante importante disponible pour un autre usage. C'est un multiplexage en fréquence qui va permettre son utilisation.

5.2 Le Multiplexage Temporel

- appelé aussi *MRT (Multiplexage par Répartition dans le Temps)* ou en anglais *TDM, (Time Division Multiplexing)* permet d'échantillonner les signaux des différentes voies basse vitesse et de les transmettre successivement sur la voie haute vitesse en leur allouant **la totalité de la bande passante**.
- L'allocation complète de la ligne aux différentes voies est effectuée périodiquement, pendant des intervalles de temps constants appelés **quantums**.
- Ce type de multiplexage est généralement réservé aux signaux numériques : les messages de chaque voie sont mémorisés sous forme de bits ou caractères dans des mémoires tampons du multiplexeur, puis transmises séquentiellement sur la voie composite.

5.2 Le Multiplexage Temporel

- Dans la figure suivante, un système TDM est utilisé pour multiplexer quatre (4) signaux numériques.
- Si chacun des canaux transmet à 1200 bps à la sortie du multiplexeur, la vitesse minimale de transmission doit être égale à 4800 bps.



5.2 Le Multiplexage Temporel

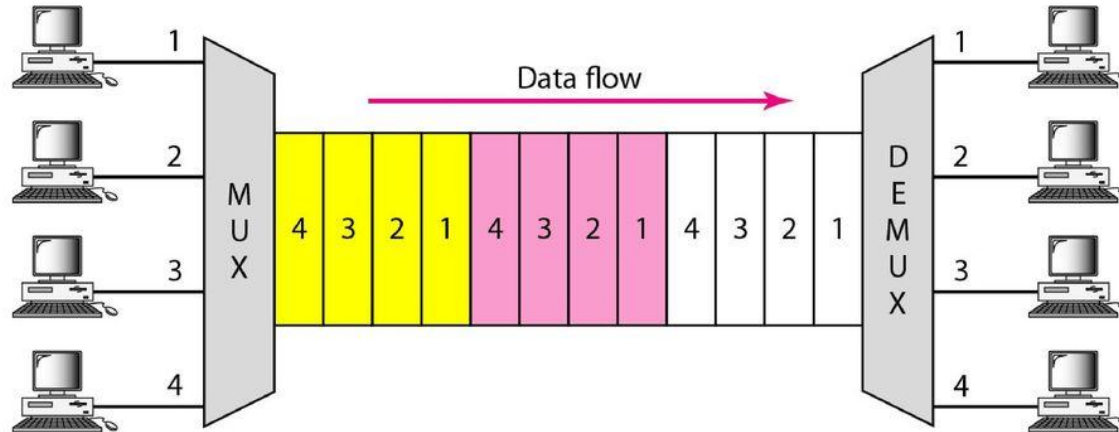
- Deux techniques de multiplexage sont utilisées :
- **Multiplexage temporel synchrone:** Les quanta sont égaux et alloués périodiquement à chaque équipement (adressage implicite), existence d'une mémoire dédiée à chaque ligne ou ETTD pour le stockage de l'information en attente de transfert.
- **Multiplexage temporel asynchrone :** Dès qu'il y a quelque chose de prêt à envoyer sur la mémoire, il est automatiquement envoyé. Cela nécessite de rajouter l'adresse de la provenance.

5.2.1 Le Multiplexage Temporel Synchron



Multiplexage temporel (TDM)

TDM est une technique de multiplexage numérique qui combine plusieurs canaux à bas débits en un canal à haut débit.



Scrutation : un tour complet des terminaux (4, 3, 2, 1)

Dans cet exemple, il y a 3 scrutation

5.2.1 Le Multiplexage Temporel Asynchrone

Soit trois terminaux T1, T2, T3 reliés à un multiplexeur.

T1 émet le message A

T3 émet le message D

T1 émet le message B

T2 émet le message C

T1 émet le message E

Synchrone	A	silence	D	B	C	silence	E	silence	silence
Asynchrone	A	D	B	C	E	fin			

5.3 Concentration et diffusion

La *concentration* consiste en la réception d'informations sur plusieurs lignes pour remettre l'ensemble sur une seule (la ligne est partagée dans le temps). La *diffusion* est l'opération inverse. Concentration \neq diffusion

Un concentrateur est un multiplexeur asynchrone temporel intelligent, permettant d'assurer les fonctions de concentration et de diffusion. Il alloue dynamiquement (à la demande) les tranches de temps aux ETTD qui ont en besoin. Pour cela, il doit assurer le stockage des données temporairement sur des mémoires tampons avant leur émission. Les blocs de données doivent explicitement contenir des informations de l'expéditeur (@MAC). Le concentrateur doit être capable de désynchroniser le traitement des différentes lignes qu'il multiplexe.

Série 1- exercice 4

- Soit la représentation suivante des deux messages M1 et M2 suivants transmis sur ~~une ligne partagée~~ des **lignes basses vitesse** par respectivement les deux ordinateurs Ord1 et Ord2 **dont les modems ont les même caractéristiques:**
- M1 (**signal discontinu**) : 10011100 (8 bits) (position = entre (Modem1-MUX)
- M2 (**signal continu**) : 001000110101 (12 bits) (position = entre (Modem2-MUX)
- Unité de temps c'est : ms
- $\Delta = 1\text{ms}$

1) Technique de modulation :

M1 : ASK+PSK

M2 : ASK+PSK+FSK

$$R_{\text{mux}} = \sum R_i = R_1 + R_2$$

Série 1- exercice 4

- M1 (signal discontinu) : 10/01/11/00 (8 bits)
- M2 (signal continu) : 001/000/110/101 (12 bits)
- $\Delta = 1\text{ms}$ ----- $R1=R2= 1/0,001= 1000$ bauds
- $D=n * R$;
- $V1 = (2A * 1f * 2\text{phase}) = 4$ ----- $n1=2$; $D1=n1 * R1 = 2 * 1000 = 2000$ bps
- $V2 = (2A * 2f * 2\text{ phase}) = 8$ ----- $n2= 3$; $D2=n2 * R2= 3 * 1000= 3000\text{bps}$

Série 1- exercice 4

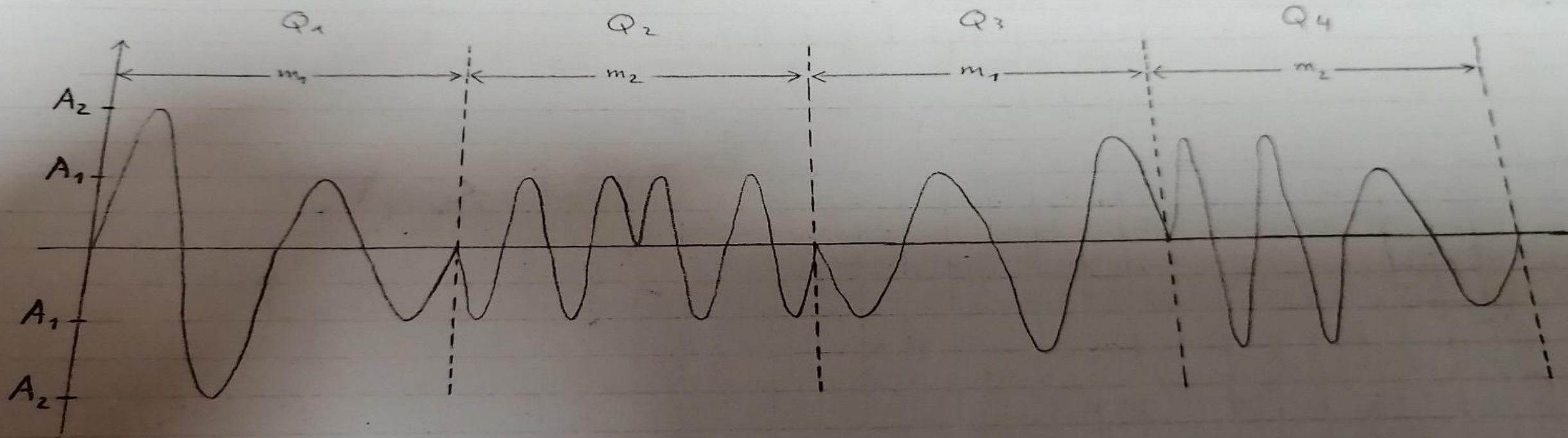
- M1 (signal discontinu) : 10/01 /11/00 (8 bits)
- M2 (signal continu) : 001/000 /110/101 (12 bits)
- $\Delta_i = 1\text{ms}$ ----- $R_1=R_2 = 1/0,001 = 1000$ bauds
- 3°) TDM, Quantum =??
- 2 Scrutations = (PC1+PC2) +(PC1+PC2)
- Taille des buffer : 4bits pour PC1 et 6 bits pour PC2
- $Q = 2 \text{ états} = 2 * \Delta_{\text{mux}}$ ----- $R_{\text{mux}} = R_1 + R_2 = 2000$ bauds
- $\Delta_{\text{mux}} = 1/2000 = 0,5\text{ms}$
- $Q = 2 * 0,5 = 1\text{ms}$
- Remarque : le MUX est tjr plus rapide que les modems

Série 1- exercice 4

- M1 (signal discontinu) :
10011100 (8 bits)
- M2 (signal continu) :
001000110101 (12 bits)
- $\Delta = 1\text{ms}$

Buffer L_1 : 2 états \longrightarrow 4 bits

Buffer L_2 : 2 états \longrightarrow 6 bits



Série 1- exercice 5

1) M1, R1= 2500 bauds----- (f, 2A, 2Phase)

V1 = (f, 2A, 2phase) = 4----- n1= 2bits par delta

S1= 01/11/00

$\Delta 1 = 1/R1 = 1/2500 = 0,4\text{ms}$

V2= (2A, 1phase)= 2 ----- n2= 1bit par delta

$\Delta 2 = 0,4\text{ms}$

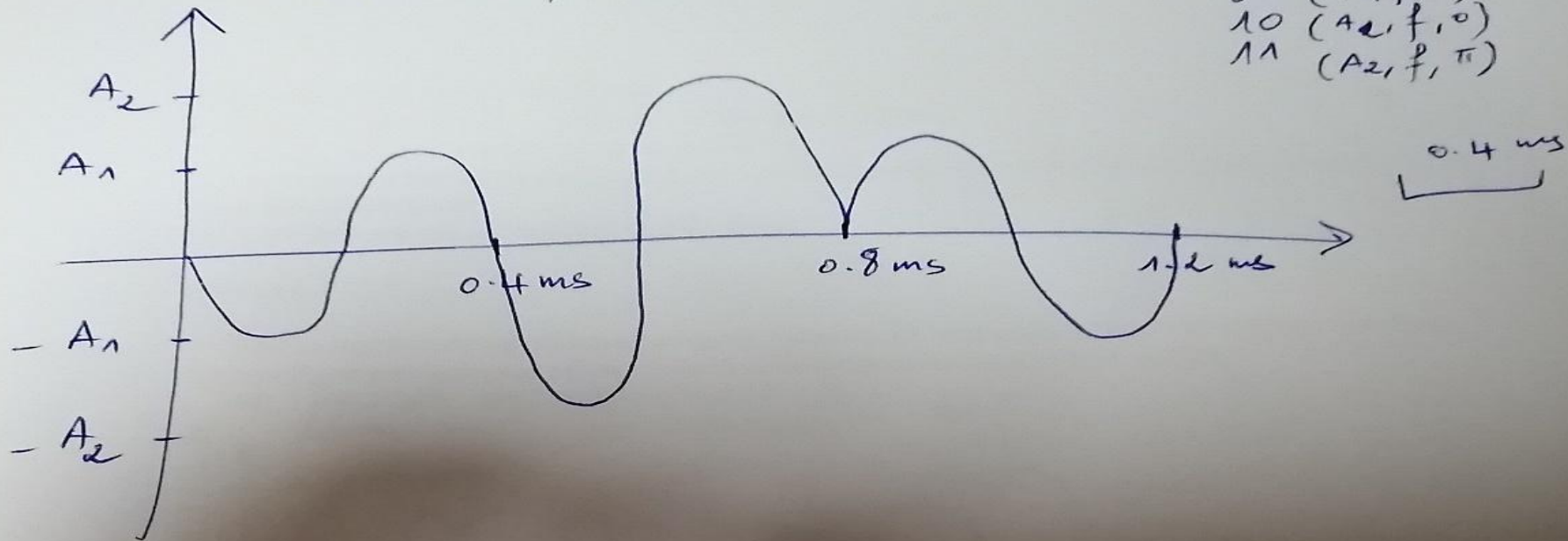
1----- (A2, 0, f)

0----- (A1, 0, f)

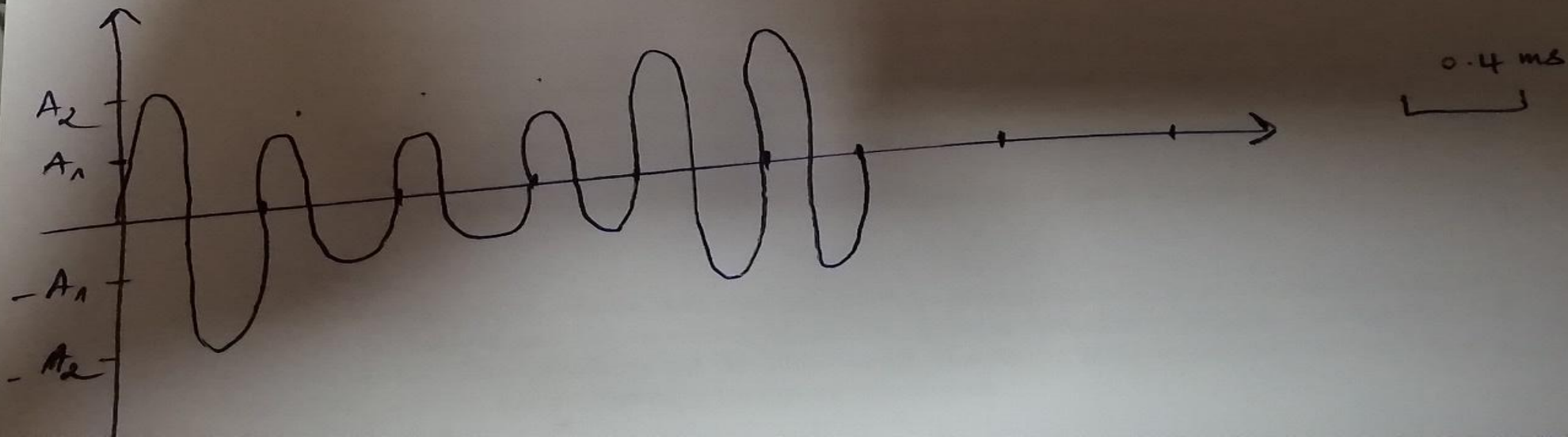
ASK

$$\Delta 1 = 01 / 11 / 00$$

$$\begin{array}{ll} 00 & (A_1, f, 0) \\ 01 & (A_1, f, \pi) \\ 10 & (A_2, f, 0) \\ 11 & (A_2, f, \pi) \end{array}$$



$$\Delta 2 = 1/0 / 0/0 / 1/1$$



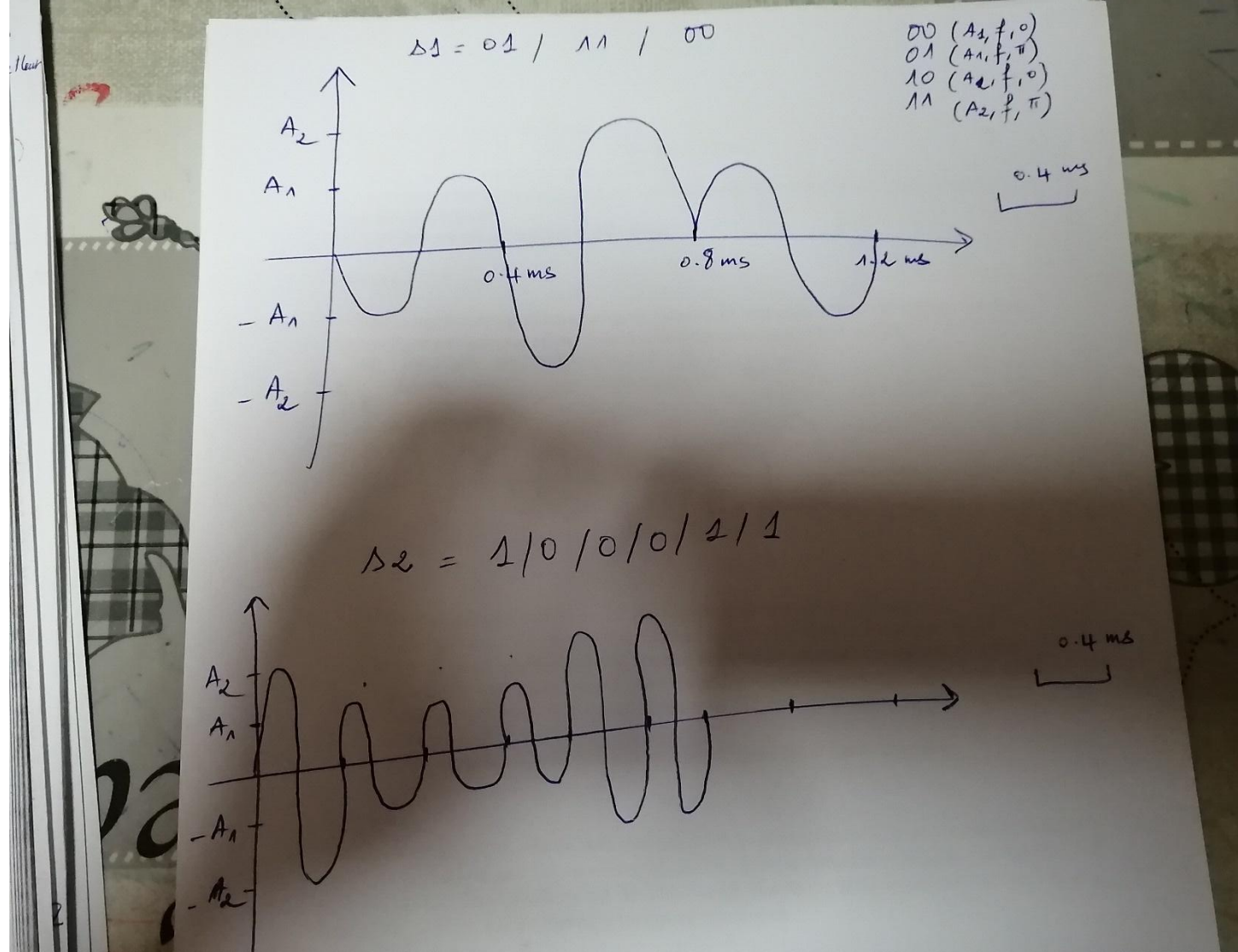
Série 1- exercice 5

M1-----V1=

S1= 01/11/00

M2-----V2=

S2= 1/0/0/0/1/1



Série 1- exercice 5

M1-----V1= 4

S1= 0111/00

M2-----V2= 2

S2= 10/00/11

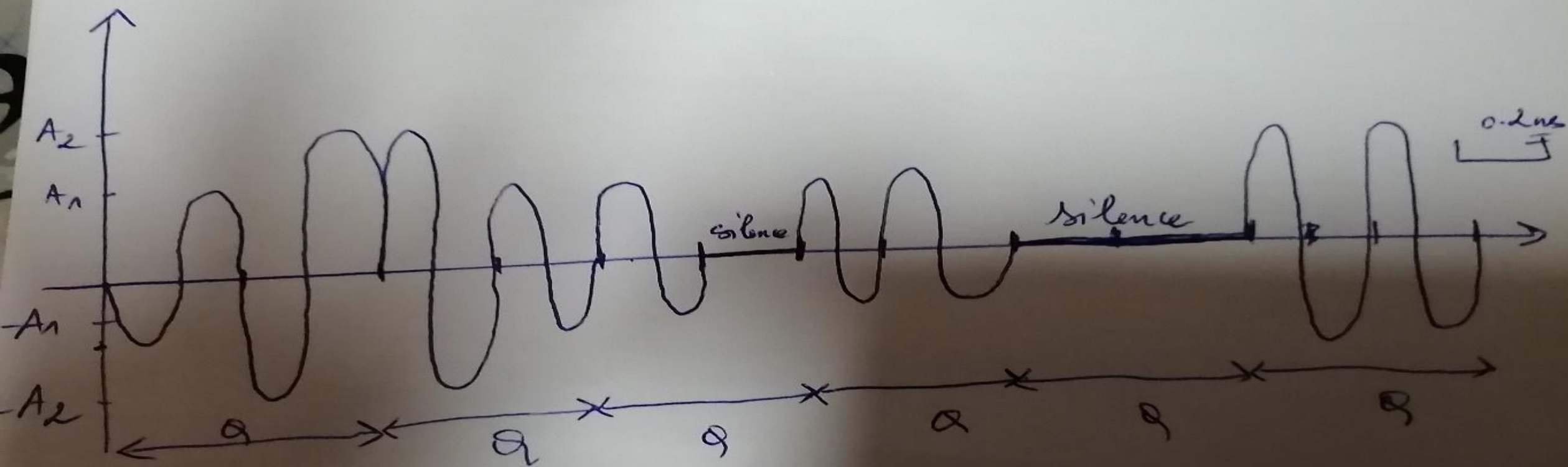
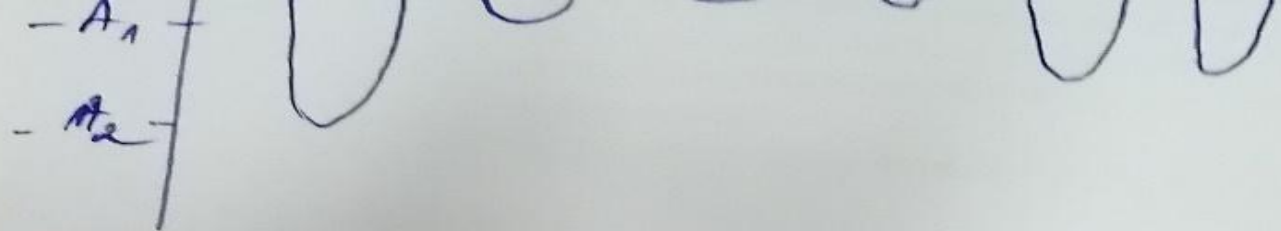
Le quantum ???

M1 1etat =2 bits 2etats = 4 bits

Mé 1etat = 1 bit 2 etat = 2 bits

$Q = 2 \Delta_{\text{mux}}$, $R_{\text{mux}} = R_1 + R_2 = 5000$ bauds

$\Delta_{\text{mux}} = 1/5000 = 0,2 \text{ ms}$ ----- $Q = 2 * 0,2 = 0,4 \text{ ms}$



Série 1- exercice 5

M1-----V1= 4-----n1=2

S1= 01/11/00

$D1 = n1 * R1 = 2 * 2500 = 5000 \text{ bps}$

Distance :

$T \text{ transfert (S1)} = T \text{ émission} + T \text{ propagation} = 3 \text{ ms}$

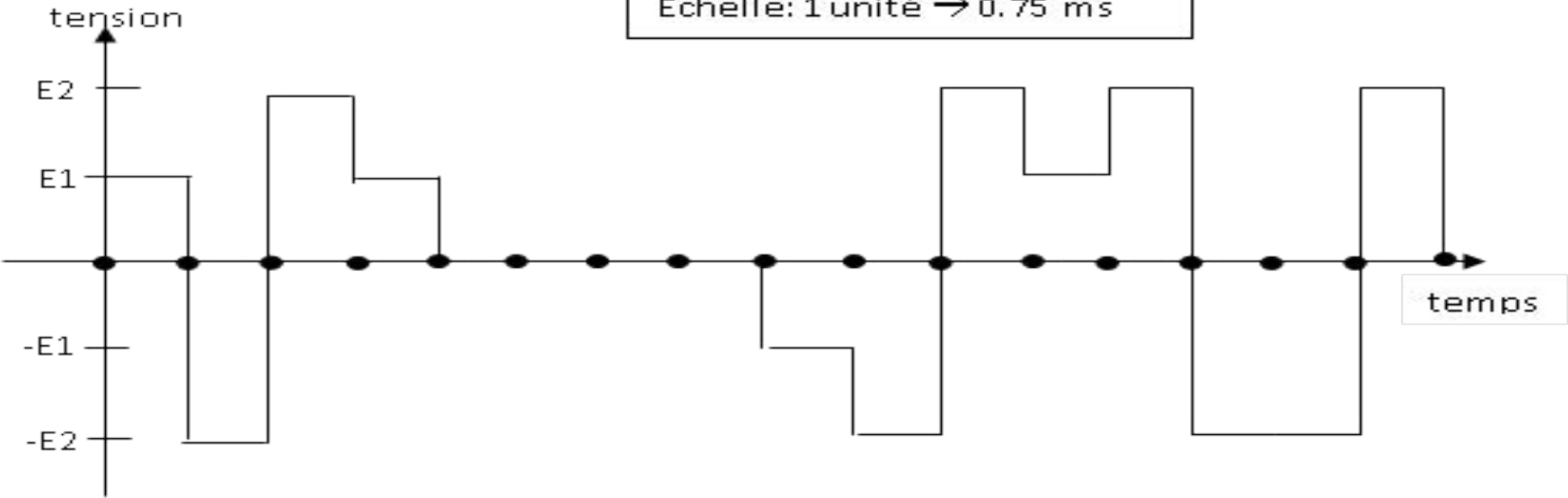
Vitesse de propagation = 120 000 km/s

$0,003 = (6/5000) + (\text{Distance}/120\,000)$ ----- Distance = 216 km

Série 1- exercice 6



Echelle: 1 unité \rightarrow 0.75 ms



Série 1- exercice 6

- 1. Quel type de transmission est utilisé ? Justifiez.
- Transmission numérique car signal carré d'après le graphe
- 2. En supposant qu'on envoie 8 bits par quantum, donnez sa valeur.
- $V = 4$ ----- $n = 2$ bit par delta mux
- $Q = 4$ $\Delta_{mux} = 4 * 0,75 = 3ms$

Série 1- exercice 6

- 3. Donnez les messages correspondants à chaque terminal en supposant que le message M envoyé sur la ligne principale est 10001110/01001110/11000011
- A partir du message et du graphe on déduit :
- T1 : 10001110 T1: 11000011
- T2: SILENCE
- T3:01001110

Série 1- exercice 6

- 4. Donnez la rapidité de modulation d'un terminal.
- $\Delta_{\text{mux}} = 0,75\text{ms}$ ----- $R_{\text{mux}} = 1/\Delta_{\text{mux}}$
- $R_{\text{mux}} = 1/0,75 * 10^{(-3)} = 1,33 * 10^3 \text{bauds}$; $R_{\text{mux}} = R_1 + R_2 + R_3$ ----- $R_i = 1,33 * 10^3 / 3 = 444 \text{bauds}$

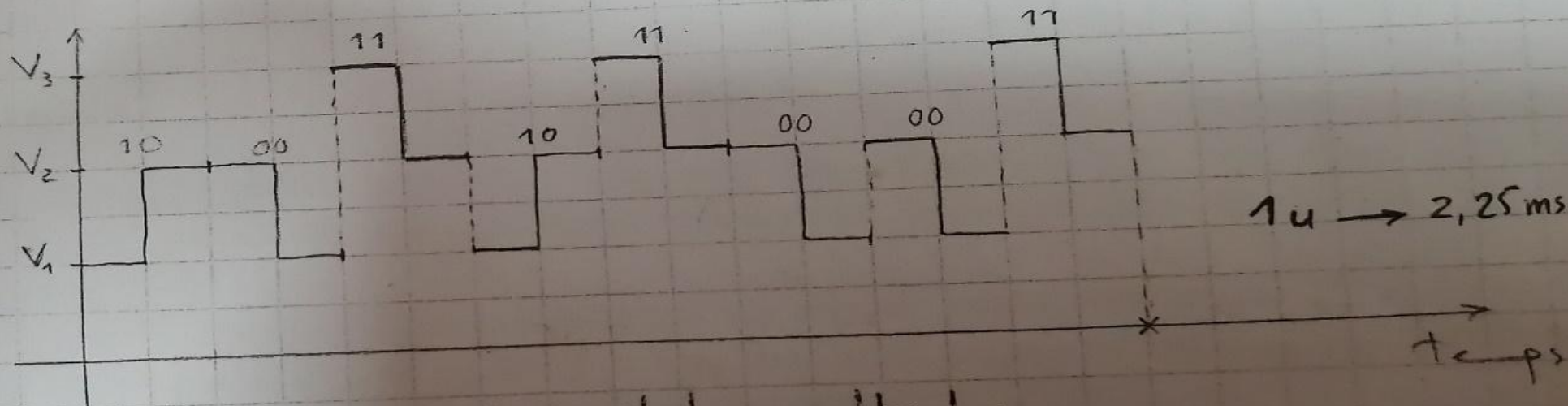
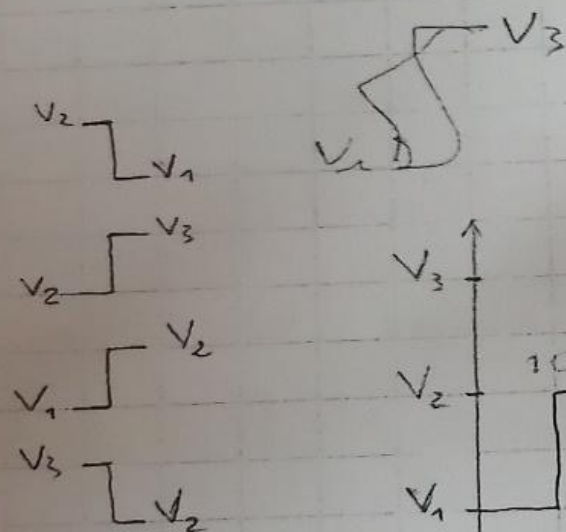
T_1 en code Manchester :

10 00 11 10 11 00 00 11

$$R = \frac{4}{9} 10^3 \text{ bauds}$$

$$t = \frac{1}{R} = \frac{9}{4} \text{ ms}$$

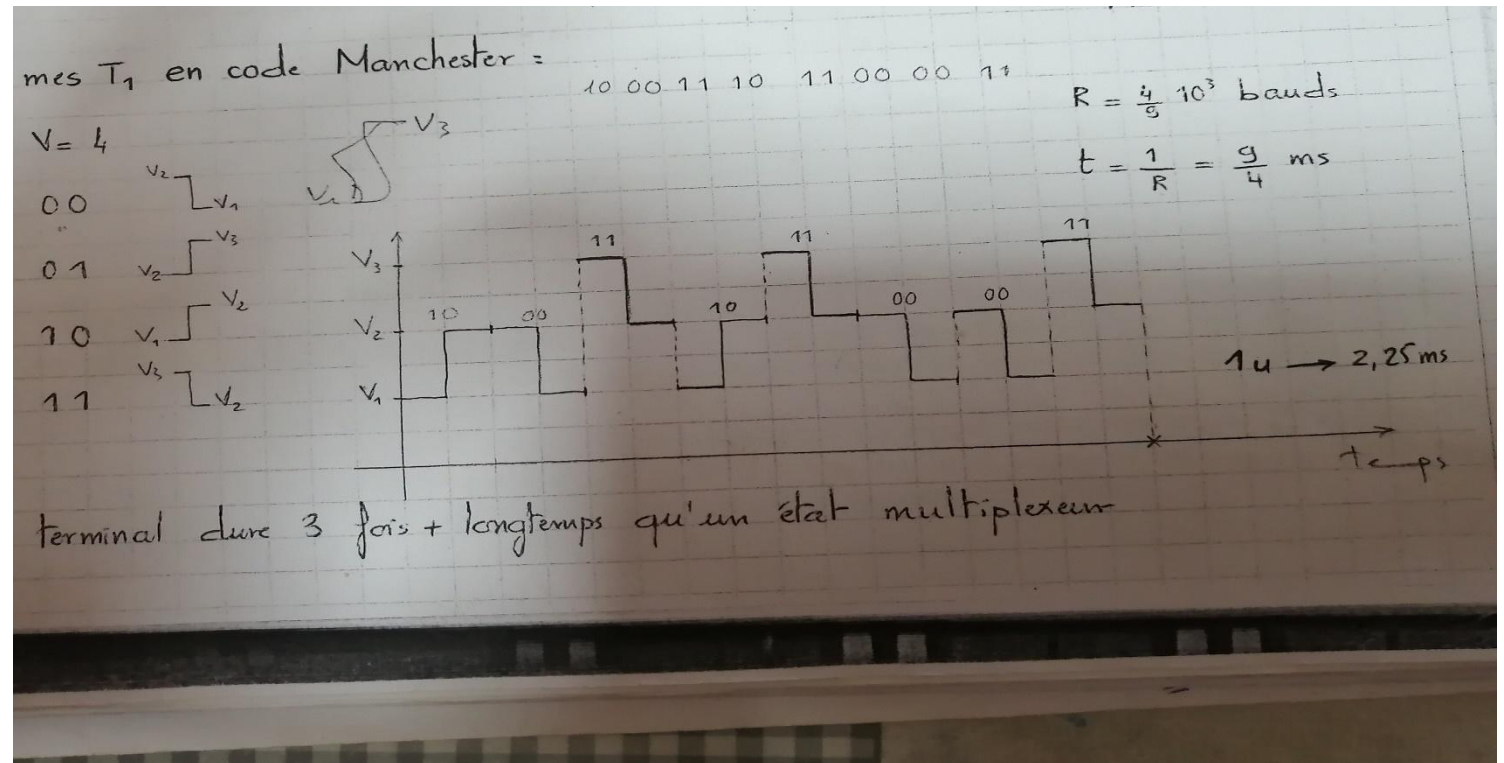
4



signal dure 3 fois + longtemps qu'un état multiplexeur

Série 1- exercice 6

- 5. Représentez le message transmis par T1 en code Manchester.
- T1 = 10 00 11 10 / 11 00 00 11
- V=2
- 1 V2----V1
- 0 V1-----V2



Série 1- exercice 6

- 6. Calculez le temps de transmission du message « RESEAUX », codé en ASCII avec contrôle de parité par caractère, transmis par le terminal T3
- T3:01001110 (R).....
- Codage ASCII---
- ---RESEAUX
- R ----- 01001110 (1octet)
- E ----- 11110011 (2 eme octet)

Série 1- exercice 6

- 6. Calculez le temps de transmission du message « RESEAUX », codé en ASCII avec contrôle de parité par caractère, transmis par le terminal T3 (V=4) (**basse vitesse**)
- Taille reseaux -----7 car = $7 * 8\text{Bits} = 56\text{ Bits}$
- $Dt\ 3 = n * Ri = 2 * 444 = 888\text{ bps}$
- 888 bits -----1sec
- 56 bits (RESEAUX) ----- $T = 56/888 = 0,063\text{ sec} = 63\text{ ms}$

Série 1- exercice 6

- 7. Donnez le temps de transmission du message 'RESEAUX ' par le multiplexeur. (haute vitesse) DTM
- 1octet (8bits) -----1 scrutation
- 7 octets ----- 7scrutations
- 7 scrutation = $7 * Q$??? FAUX
- 7 scrutations = $7 (3 * Q) = 21 * Q = 21 * 3 = 63\text{ms}$ (inconvenient du TDM)