

NOM TUTULANI  
PRÉNOM Kozeta

20

23/23

Très bien :-))

### Contrôle 1 Transmissions analogique et numérique

#### Exercice 1 - Questions de cours

Q.1 Durant quel siècle les télécommunications ont-elles connu leurs plus grandes avancées ?

Durant le 19<sup>e</sup> siècle

①

Q.2 En 1793, Chappe a inventé le premier vrai système de communications longue distance. Quel est le nom de ce système ? Décrire brièvement son fonctionnement.

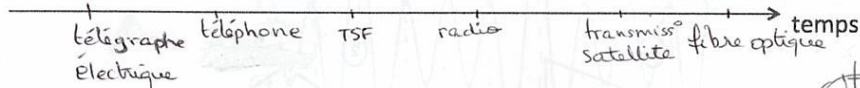
Télégraphe optique.

C'est un système de 10 mètres environ de haut avec deux bras articulés. Il y avait  $\approx 136$  formes.  $\approx 100$  pour l'information et  $\approx 100$  pour le codage.

①

Q.3 Classer par ordre chronologique de leur invention les systèmes de communication suivants : télégraphie sans fil, fibre optique, transmission par satellite, télégraphe électrique, téléphone, radio.

①



#### Exercice 2 - Questions de compréhension générale

Q.1 Soit un signal périodique de période  $T$ . Donner l'expression de la fréquence  $f$  et de la longueur d'onde  $\lambda$ , en fonction de  $T$  et  $v$ , la vitesse de l'onde.

①

$f = \frac{1}{T} \text{ s}^{-1}$   
 $\lambda = v \times T \text{ m}$   
 $\varphi_c = \frac{\pi}{2}$   
 $\lambda_c = \frac{\pi}{2} - \varphi_c$   
 $M_1 \sin \lambda_c = M_1 \sin(\frac{\pi}{2} - \varphi_c) = M_1 \cos \varphi_c = \sin \varphi_c$   
 $\cos^2 \varphi_c + \sin^2 \varphi_c = 1 \rightarrow \cos^2 \varphi_c = 1 - \sin^2 \varphi_c$

A diagram showing a wave on a string. A mass  $M_2$  is attached to the string. The distance from the equilibrium position to the mass is  $d_0$ . The angle  $\varphi_c$  is shown between the string and the vertical axis.

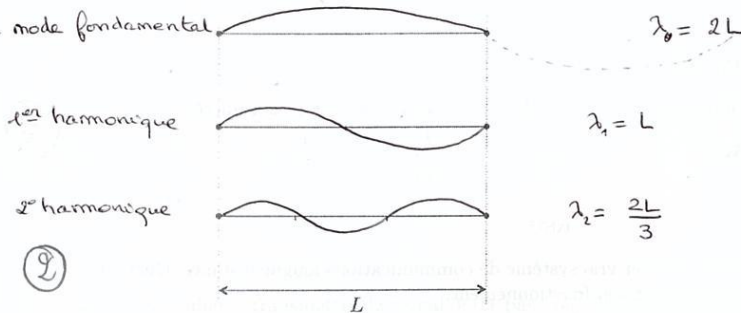
Q.2 Dans un signal périodique complexe, que représente la fréquence fondamentale ? Que représentent les harmoniques ?

①

La fréquence fondamentale représente la fréquence la plus basse (puisque la T est la plus grande).

Les harmoniques sont les modes vibratoires supérieurs,  $f_1 = 2f_0$   
 $f_2 = 3f_0 \dots f_n = (n+1)f_0$ .

Q.3 On considère la vibration d'une corde de guitare de longueur L. Représenter sur les schémas suivants les 3 premiers modes de vibration de la corde et donner leur longueur d'onde. Quels sont les noms de ces trois modes ?



②

Q.4 Quelles sont les informations données par le spectre en fréquence d'un signal  $V(t)$  ?

①

Il donne les fréquences qui composent le signal  $v(t)$

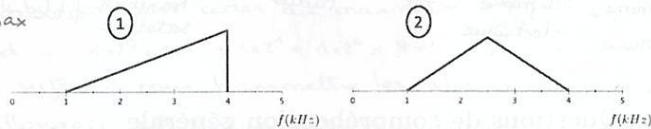
et aussi l'amplitude de chaque fréquence.

Il nous dit aussi si le signal est monofréquence, complexe périodique ou complexe non périodique.

Exercice 3 - Transmission analogique

On cherche à transmettre les deux signaux analogiques suivants, dont les spectres en fréquence s'étendent de 1 à 4 kHz. On réalise une modulation d'amplitude en modulant simultanément l'amplitude d'une porteuse de fréquence  $f_1 = 80$  kHz par le signal 1, et l'amplitude d'une porteuse de fréquence  $f_2 = 90$  kHz par le signal 2.

$f_p \geq 2 f_{max}$



Q.1 Rappeler brièvement le principe de la modulation d'amplitude. Quel est le but principal de cette manipulation ?

①

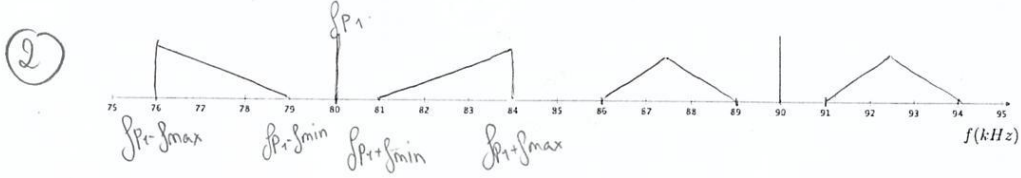
La modulation d'amplitude consiste à utiliser un signal haute fréquence  $v_p(t)$  (signal porteur, porteuse) qui va être modulé par le

signal BF que l'on veut transmettre (signal modulant).  $v_s(t)$

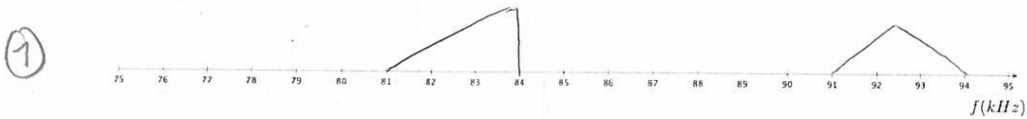
Le signal BF ne peut être récupéré directement, mais en utilisant le signal HF on va pouvoir après démodulation, récupérer le signal de départ.

$s(t) = v_p(t) \times v_s(t)$ .  $\Rightarrow$  Modulation

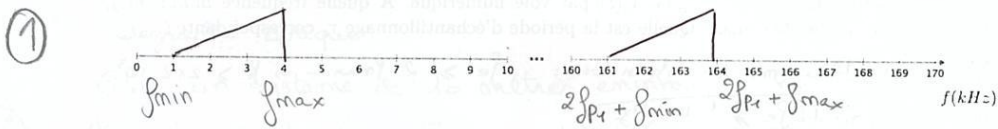
Q.2 Représenter le signal modulé,  $S(t)$ .



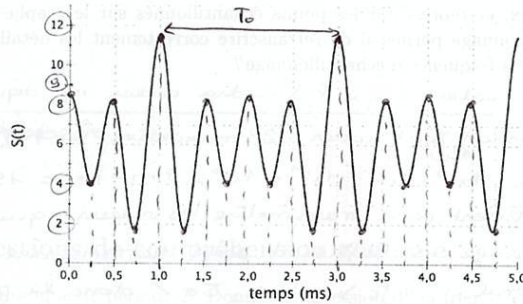
Q.3 On ne transmet que la bande latérale supérieure de chacun des signaux modulés. Représenter le signal transmis.



Q.4 A la réception, on applique l'opération de démodulation. On ne s'intéresse plus qu'au premier signal. On le multiplie par une porteuse de fréquence  $f_1$ . Représenter le signal démodulé.



### Exercice 4 - Transmission numérique



Q.1 La figure ci-dessus représente un signal sonore  $V(t)$  en fonction du temps. Le temps est représenté ici en milliseconde. Mesurer la période fondamentale,  $T_0$  du signal. En déduire la valeur de la fréquence fondamentale,  $f_0$ .

①

$$T_0 = 2,0 \text{ ms}$$

$$f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-3}} = 0,5 \cdot 10^3 \text{ Hz} = 500 \text{ Hz}$$



Q.2 L'expression de ce signal est :

$$V(t) = 6 + \cos(4\pi f_0 t) - 1.5 \cos(6\pi f_0 t) + 3 \cos(8\pi f_0 t)$$

1. Pourquoi devons-nous ajouter une constante au signal? Quel est le nom du phénomène évité?

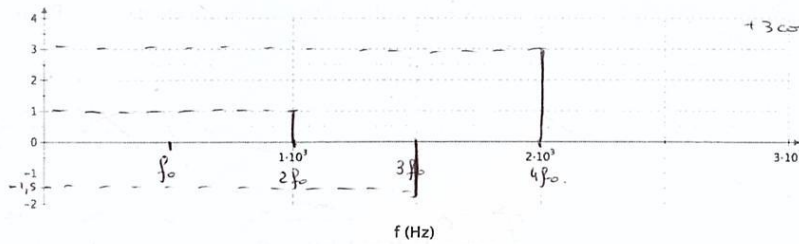
1

On doit ajouter cette constante car on veut lever le signal pour éviter une surmodulation.

2. Représenter son spectre sur le graphe ci-dessous

$$v(t) = 6 + \cos(2\pi(2f_0)t) - 1,5 \cos(2\pi(3f_0)t) + 3 \cos(2\pi(4f_0)t)$$

2



Q.3 On souhaite transmettre le signal  $V(t)$  par voie numérique. A quelle fréquence minimale  $f_e$  faudra-t-il échantillonner le signal? Quelle est la période d'échantillonnage  $\tau_e$  correspondante?

D'après le théorème de Shannon :  $f_e \geq 2 \cdot f_{max} \Rightarrow f_e \geq 2 \times 2 \cdot 10^3$

Donc on prend  $f_e \geq 4 \cdot 10^3 \text{ Hz}$

2

$$\tau_e = \frac{1}{f_e} = \frac{1}{4 \cdot 10^3} = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 0,25 \text{ ms}$$

Q.4 On échantillonne le signal à la fréquence  $f_e$ . On choisit de coder les valeurs échantillonnées sur 4 bits. Justifier ce choix, et représenter les points échantillonnés sur le graphe de  $V(t)$  en fonction du temps. Cet échantillonnage permet-il de retranscrire correctement les détails du signal? Que se passe-t-il si on diminue la fréquence d'échantillonnage?

On voit que les valeurs qu'il faudra coder ne dépassent pas 12 or sur 4 bits on peut coder au maximum le chiffre 1111 qui correspond à  $1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 8 + 4 + 2 + 1 = 15$ .

2

Donc 4 bits suffisent pour transmettre les valeurs qui nous intéressent.

Et échantillonnage est suffisant pour retranscrire correctement les détails du signal. Si  $f_e \downarrow$  alors  $\tau_e \uparrow$  donc la précision sera moindre. On risque de perdre des informations importantes et donc de mal retranscrire.

Q.5 Remplir le tableau suivant en donnant les valeurs des bits à transmettre entre 0 et 2 ms. le signal.

2

temps (ms)	0	0,25	0,5	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
valeur lue	9	4	8	2	12	2	8	4	8
valeur codée	1000	1000	0010	1100	0010	1000	0100	1000	

1001