



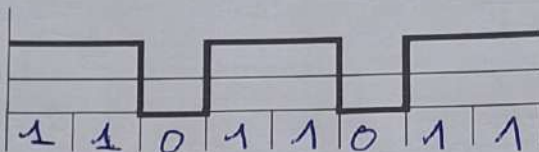
Nom et prénom :

Partie Cours (05):

1- Quel est le type de modulation souvent utilisé dans la transmission en bande de base ?

La transmission en bande de base consiste à transmettre directement les signaux numériques sous forme électrique sur les conducteurs électriques et ne subit pas de transmission en fréquence.

2- Quelle est la séquence binaire correspondante au signal transmis avec le code « Non Retour à Zéro » ?



Le code en ligne NRZ se définit : 0 binaire codé -V
1 binaire codé +V

3- Comment peut-on expliquer si un signal possède une bande de fréquence plus large à la bande de cohérence du canal ?

Le signal qui possède une bande de fréquence plus large à la bande de cohérence du canal, on dit que ce canal a un évanouissement lent (slow fading) → effet de doppler.

Exercice : 01 (06 pt) On considère le message binaire suivant : (d=0110111010111011101101) que l'on veut transmettre en bande modulé avec un débit binaire $D_b=2\text{bits/s}$ et avec un filtre d'émission NRZ.

1- Donner les expressions du signaux modulé $S(t)$ pour :

A- 4-ASK

Le signal $x(t)$ modulé de la puissance de signal modulé $e(t)$ (ASK)

$$e(t) = \sum_{k \in \mathbb{Z}} a_k g(t - kT_s) \cos 2\pi f_0 t$$

↑
symbole.

↑
La durée de symbole / fréquence porteuse

$a_k \in \{2, 1, -1, -2\}$ / $M=4$ donc $a_1 = 3, a_2 = -1, a_3 = 1, a_4 = 3$
 $\downarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$
 (00) (01) (11) (10)



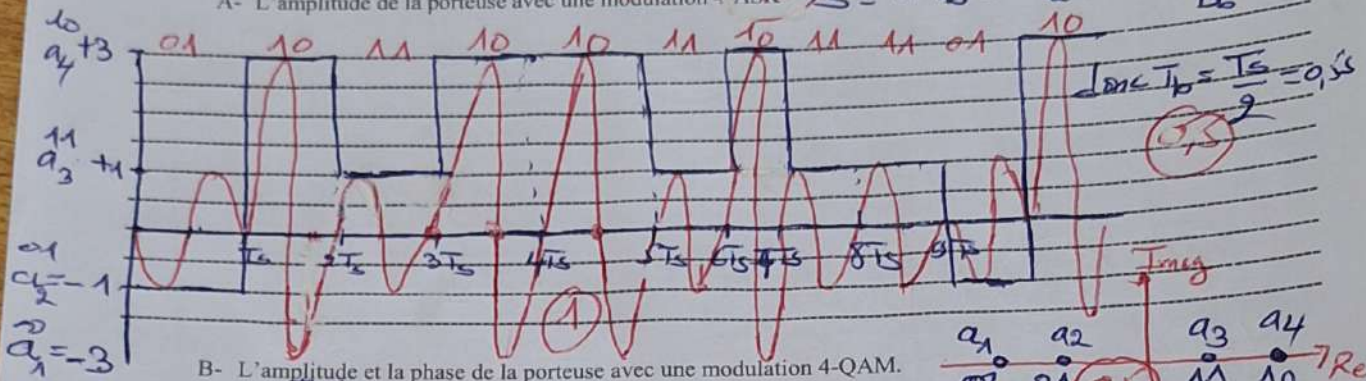
Le signal module QAM seant : $e(t) = I(t) \cos(\omega_c t) - Q(t) \sin(\omega_c t)$
 $I(t) = \sum_k a_k g(t - kT_s)$, $Q(t) = \sum_k b_k g(t - kT_s)$ / $A_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}$
 $P_{\text{réelle}} = I(t)$, $P_{\text{imag}} = Q(t)$
 $C_k = a_k + j b_k$, $\gamma_k = \frac{b_k}{a_k}$

4-QAM $\equiv C_k = \pm 1 \pm j$ / $00 \equiv 1+j$, $11 \equiv -1-j$
 $10 \equiv -1+j$, $01 \equiv +1-j$

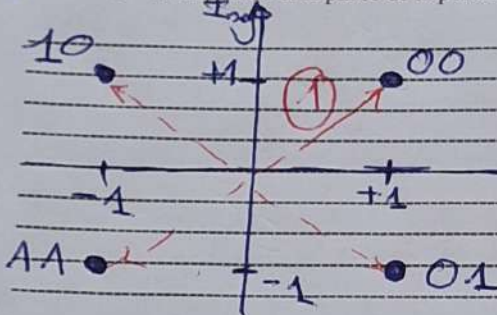
2- Tracer

A- L'amplitude de la porteuse avec une modulation 4-ASK

$$T_s = m T_b = \log_2 M \cdot T_b = \frac{\log_2 M}{D_b} = 4 T_b$$



B- L'amplitude et la phase de la porteuse avec une modulation 4-QAM.



$$\begin{aligned} 00 &\equiv |A_1| = \sqrt{2}, \quad \varphi_1 = 45^\circ \\ 10 &\equiv |A_2| = \sqrt{2}, \quad \varphi_2 = 135^\circ \\ 11 &\equiv |A_3| = \sqrt{2}, \quad \varphi_3 = 225^\circ \\ 01 &\equiv |A_4| = \sqrt{2}, \quad \varphi_4 = 315^\circ \end{aligned}$$

Exercice : 02 (04 pt) : Un vélo se déplace avec une vitesse de 40 km/h alors qu'il capte un signal dont la fréquence porteuse $f_c = 5$ GHz avec des symboles $T_s = 10 \mu s$.

1- Calculer la dispersion Doppler et déduire le temps cohérence.

$$B_d = 2 f_c \left(\frac{v}{c} \right) \cos \alpha / \alpha = 0^\circ$$

$$B_d = 2 \cdot 5 \cdot 10^9 \cdot \frac{40 \cdot 10^3}{3600} = 3703704 \text{ Hz}, \quad T_c = \frac{1}{B_d} = 2,7 \text{ ms}$$

2- Calculer le bande de symbole.

$$B_s = \frac{1}{T_s} = \frac{1}{10 \cdot 10^{-6}} = 0,1 \text{ MHz}$$

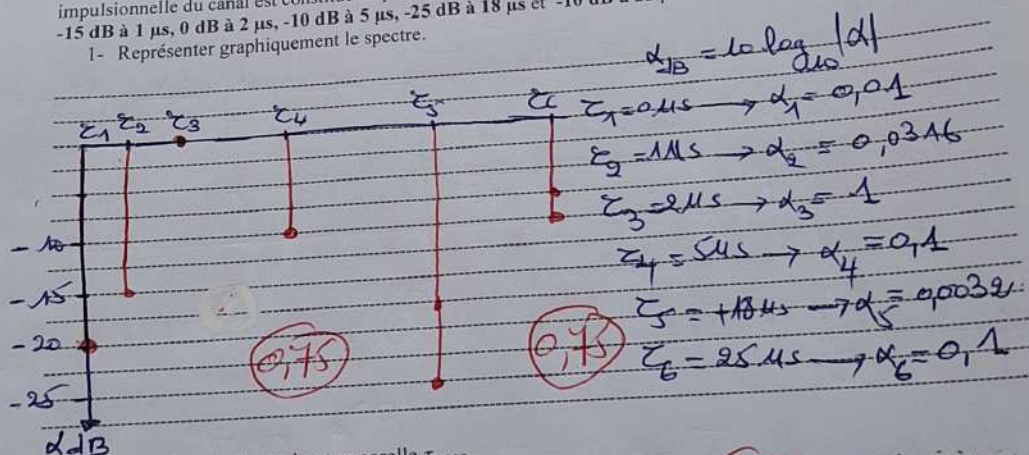


3- Vérifier le type de canal d'évanouissement.

pour définir le type du canal il faut comparer T_c et T_s
ou B_d et B_s $T_s \ll T_c$ ou $B_s \gg B_d$ canal slow fading
à évanouissement lent

Exercice : 03 (05 pt) : un système sans fil transmet des données binaires avec un débit de 1 Gbits/s est configuré pour être utilisé dans un véhicule en utilisant une porteuse de fréquence 1900 MHz. La réponse impulsionnelle du canal est constituée de pics ayant les puissances et les temps relatifs suivants : -20dB à 0 μ s, -15 dB à 1 μ s, 0 dB à 2 μ s, -10 dB à 5 μ s, -25 dB à 18 μ s et -10 dB à 25 μ s.

1- Représenter graphiquement le spectre.



2- Déterminer la dispersion temporelle τ_{RMS}

$$\tau_{RMS} = \sqrt{\overline{\tau^2} - \bar{\tau}^2}, \quad \bar{\tau} = \frac{\sum \tau_i \alpha_i}{\sum \alpha_i}$$

$$\bar{\tau} = \frac{(0 \times 0,01) + (1 \times 0,0316) + (2 \times 1) + (5 \times 0,1) + (18 \times 0,0032) + (25 \times 0,1)}{(0,01 + 0,0316 + 1 + 0,1 + 0,0032 + 0,1)} = 4,0884 \mu s$$

$$\overline{\tau^2} = \frac{\sum \tau_i^2 \alpha_i}{\sum \alpha_i} = \frac{(0^2 \times 0,01) + (1^2 \times 0,0316) + (2^2 \times 1) + (5^2 \times 0,1) + (18^2 \times 0,0032) + (25^2 \times 0,1)}{(0,01 + 0,0316 + 1 + 0,1 + 0,0032 + 0,1)} = 56,2883 \mu s^2$$

$$\tau_{RMS} = \sqrt{56,2883 - (4,0884)^2} = 6,2908 \mu s$$

3- Déterminer la bande de cohérence du canal B_{coh}

$$B_{coh} = \frac{1}{\tau_{RMS}} = \frac{1}{6,2908 \times 10^{-6}} = 158,9623 \text{ KHz}$$



4- Que peut on dire sur le type d'évanouissement de ce canal

Le canal d'évanouissement → Multi-trajet

$B_s \gg B_{ch}$ et $T_s = \frac{1}{D_s} \ll T_{RMS}$, le canal est sélectif en fréquence.

Le système est utilisé dans un train rapide avec la modulation QPSK. Il est configuré pour supporter un débit de 100 Ksymboles/s.

5- Quelle est la vitesse maximale du train pour que le changement dans la phase dû à l'étalement Doppler, $\Delta\theta$, n'excède pas 2° /symbole

$$\frac{B_c}{f_c} = \frac{v}{c} \cdot \frac{f_c}{f_c} \cdot \cos \theta \rightarrow v = \frac{c B_c}{2 f_c \cos \theta}$$

QPSK → $M=4$, $n=2$, $D_s = \frac{1}{T_s} = \frac{1}{n T_b} = 100 \text{ ksymb/s}$

$$D_b = n D_s = 200 \text{ kbit/s}, \quad v = \frac{3 \cdot 10^8 \cdot 200 \cdot 10^3}{2 \cdot 1500 \cdot 10^6 \cdot \cos 2^\circ} = \frac{600 \cdot 10^{11}}{2 \cdot 1886,661}$$

$$|v = 2741,40 \text{ m/s}|$$