

M1 TRM/CN/ Serie2

Modulations numériques

Exercice 1

Une source S engendre des messages appartenant à un alphabet $A = \{a_1, a_2, a_3\}$, toutes les T secondes. On décide de transmettre ces messages en les groupant par paquets de 4. Chaque paquet sera représenté par un signal différent de durée finie $4T$. Combien de signaux différents faudra-t-il choisir pour représenter tous les paquets ?

3. On considère, deux sources numériques différentes S_A et S_B . S_A engendre des messages d'un alphabet $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\}$ à la vitesse d'un message toutes les T_A ms. S_B pour sa part engendre des messages issus d'un alphabet $B = \{b_0, b_1, b_2, b_3\}$ à la vitesse $T_B = T_A$.

a) Calculer la rapidité de modulation de S_A et S_B .

b) En supposant un choix de représentation binaire pour les messages issus de S_A et de S_B , calculer le débit binaire D_A et D_B de chaque source.

Exercice 2

Nous désirons transmettre des données numériques par des signaux analogiques ; on utilise deux types de signaux analogiques, chacun ayant une durée Δ , l'un possède une fréquence f_1 , l'autre une fréquence f_2 (double de f_1). On peut convenir que le premier signal transporte un "0" et que le second transporte un "1". La cadence avec laquelle on envoie les signaux sur une voie est égale à la cadence avec laquelle on transmet les bits puisque chaque signal transporte un bit.

1. Représenter le signal modulé par le message « 1001101 »
2. Quelle est ce type de modulation ?
3. Donner le débit binaire et la rapidité de modulation.

Exercice 3

Nous désirons transmettre des données numériques par des signaux numériques ; il existe 8 signaux différents par leur amplitude et de même durée Δ .

1. combien de bits Chacun des signaux transporte t il ?
2. Quelle est la rapidité de modulation R ?
3. Donner la relation entre le débit binaire et rapidité de modulation.
4. tracer le signal pour le message suivant : 111101000011010100001.

Exercice 4

Dessiner une constellation de modulation de phase à 8 états (MDP-8) et indiquer pour chaque symbole le mot binaire correspondant, en considérant un codage de Gray.

Nous désirons transmettre des données numériques par des signaux analogiques ; on utilise cette fois 4 types de signaux sinusoïdaux obtenus par déphasage successif de $\pi/4$. Chacun des signaux peut transporter deux bits, soit 00, soit 01, soit 10, soit 11. Il en résulte que le débit binaire est le double de la rapidité de modulation.

1. Quelle est ce type de modulation ?
2. combien de bits Chacun des signaux transporte t il ?
3. Donner la relation entre le débit binaire et rapidité de modulation.
4. Donner la constellation de cette modulation.
5. tracer le signal modulé par le message suivant : 00 011011

Exercice 5

On veut transmettre la suite de bits suivante 010001011101, en utilisant la technique de modulation :

A- Décrire le principe de l'émission en modulation et donner l'architecture générale d'un ETCD en modulation.

B - Dessiner la suite de signaux transmis lorsque la technique de modulation est la suivante :

- 1- en modulation d'amplitude
- 2- en modulation de fréquence
- 3- en modulation de phase à 2 états
- 4- en modulation de phase à 4 états

C- Expliquer dans chaque cas les caractéristiques du signal émis.

Exercice 6

On a un modem utilisant la technique de modulation d'amplitude de deux porteuses en quadrature (MAQ). Le signal émis a huit valeurs de phase pouvant chacune être modulée en amplitude (deux niveaux par phase)

A- Combien d'états possibles existent-il ? Combien de bits sont transmis par niveau ?

B- Dessiner le diagramme de phase de ce modem.

C - On veut utiliser ce modem pour transmettre de l'information à un débit de 9600 bits/s, quelle est la rapidité de modulation que doit avoir ce modem pour pouvoir réaliser ce débit.

D - On veut transmettre la suite de bits : 010001011100 en utilisant ce modem. Dessiner la forme du signal émis.

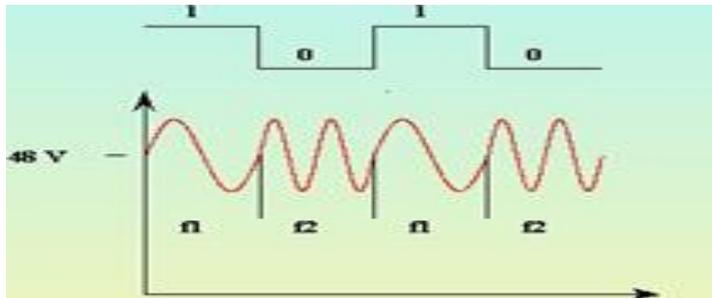
Exercice 7

Quel est le type de modulation décrit ci-dessous ?

Citez un cas d'utilisation bien connu de ce type de modulation.

En supposant que $f_1 = 1$ kHz quelle est la vitesse de transmission en Bauds ?

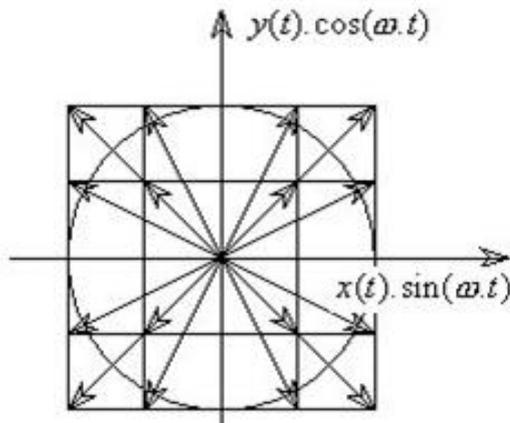
Quel en est le débit binaire ?



Exercice 8

1. Quel est le type de modulation décrite par le diagramme ci-dessous ?

2. Combien d'amplitudes différentes peuvent présenter les deux composantes en quadrature ?



3. Quels déphasages peuvent présenter ces composantes ?
4. Combien le signal résultant peut compter comme déphasages ?
5. Combien de bits transporte une période de ce signal ?
6. La fréquence étant de 1 kHz quelle est la rapidité de modulation en Bauds ?
7. Toujours avec 1 kHz, quel est le débit binaire

Exercice9

On veut régénérer les trains I et Q dans une modulation QPSK grâce au démodulateur cohérent suivant, l'oscillateur local (OL) est synchronisé en fréquence et en phase avec la fréquence émise, $V_{ol} = A \cos(\omega_0 t)$.

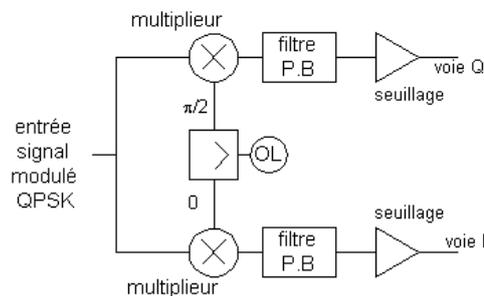
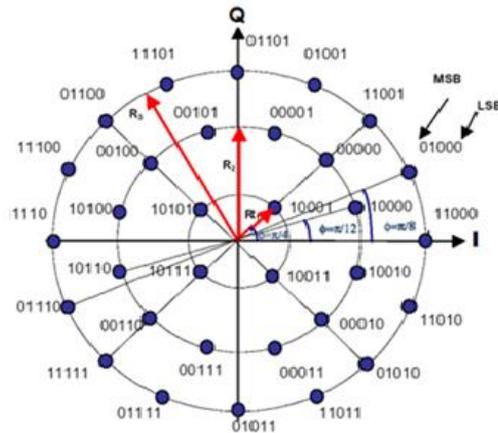


Schéma de principe du démodulateur QPSK

- 1) Donner l'expression du signal entrant sur le démodulateur
- 2) Donner l'expression du signal récupéré en sortie du multiplieur de la branche du bas (voie I), en déduire la forme du signal après filtrage passe bas.
- 3) Même question pour la branche du haut(Q)
- 4) Expliquer comment est reconstitué le signal sérialisé transmis.

Exercice10

Soit le diagramme de constellation donné ci dessous.



- 1) De quelle modulation s'agit-il ? donner un intérêt de cette modulation.
- 2) Soit à coder l'information **11000 10000 01000 01010 10011**, représenter le signal de la porteuse modulée.

Exercice 11

La modulation QAM combine la modulation d'amplitude et la modulation de phase.

- 1) Soit une modulation MAQ-8
 - a) Représenter cette modulation sur un cercle trigonométrique dans le plan IQ (figure1) en associant à chaque point de constellation un symbole selon le code gray.
 - b) Pour chaque symbole représenter le signal correspondant selon l'exemple donné en figure2.
- 2) Soit une modulation MAQ-16
 - a) Construire la constellation dans le plan IQ, à chaque point de la constellation, on associe un ensemble de bits : les 2 bits de poids forts codent la valeur de la voie I selon un code gray et les 2 bits de poids faibles codent la valeur de la voie Q selon un code gray. Les I_k et Q_k prennent leurs valeurs dans un alphabet $\{-3, -1, 1, 3\}$
 - b) En déduire les amplitudes et phases de la porteuse pour la transmission du train de bits suivant : **0100 0010 0111 1100 1011 0011**
 - c) Représenter le signal modulé par ce train binaire



Figure1 constellation QAM8

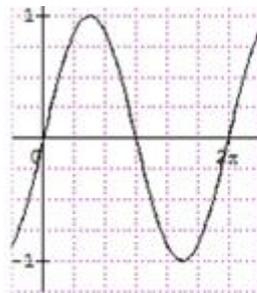


Figure2 signal Pour le symbole 000 et $\phi = 0^\circ$

Exercice 12

Soit une modulation de type MAQ (Modulation d'amplitude en quadrature) dont la fréquence porteuse est 1700 Hz. Les symboles sont transmis à la rapidité de 2400

bauds, ils correspondent à 4 bits b_0 , b_1 , b_2 et b_3 , dans l'ordre d'arrivée à l'entrée du codeur. Le codage est le suivant :

b_3	b_2	b_1	Changement de phase en $^\circ$
1	0	0	0
0	0	0	+45
0	1	0	+90
1	1	0	+135
1	1	1	+180
0	1	1	+225
0	0	1	+270
1	0	1	+315

Phase absolue	b_0	Amplitude relative
0, 90, 180, 270	0	3
	1	5
45, 135, 225, 315	0	$\sqrt{2}$
	1	$3\sqrt{2}$

- 1) Donner la valence M :
- 2) Calculer le débit D :
- 3) Dessiner la constellation de cette modulation
- 4) En cas de repli (mauvaise qualité de la ligne par exemple), on travaille sur 3 bits, le codeur travaillant avec un bit $Q1$ interne toujours égale à 1. Déterminer le débit et la nouvelle constellation.