

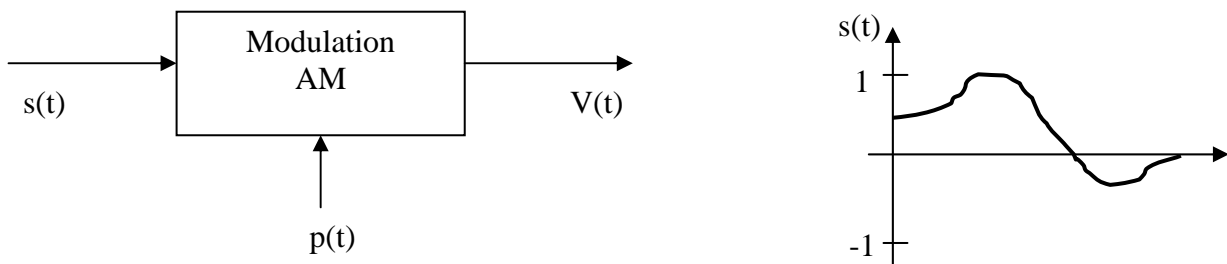
Master Informatique

Réseau

Travaux dirigés

Modulation

Exercice 1. Modulation d'amplitude



$V(t)$ peut s'écrire sous la forme $V(t) = V_0 (1 + k s(t)) \cos(2\pi f_0 t)$ avec $f_0 \gg f_{\text{Max}}$ de $s(t)$ et $-1 < k s(t) < 1$

1. Expliquez ce que sont $s(t)$, $p(t)$, $V(t)$ et sa formulation. D'après vous, à quoi sert le coefficient k ?
2. Soit un signal $s(t)$ ayant une amplitude entre -1 et 1 (voir figure).

Représentez un signal $s(t)$ ayant une amplitude entre -1 et 1 et le résultat $V(t)$ pour 2 valeurs différentes de k .

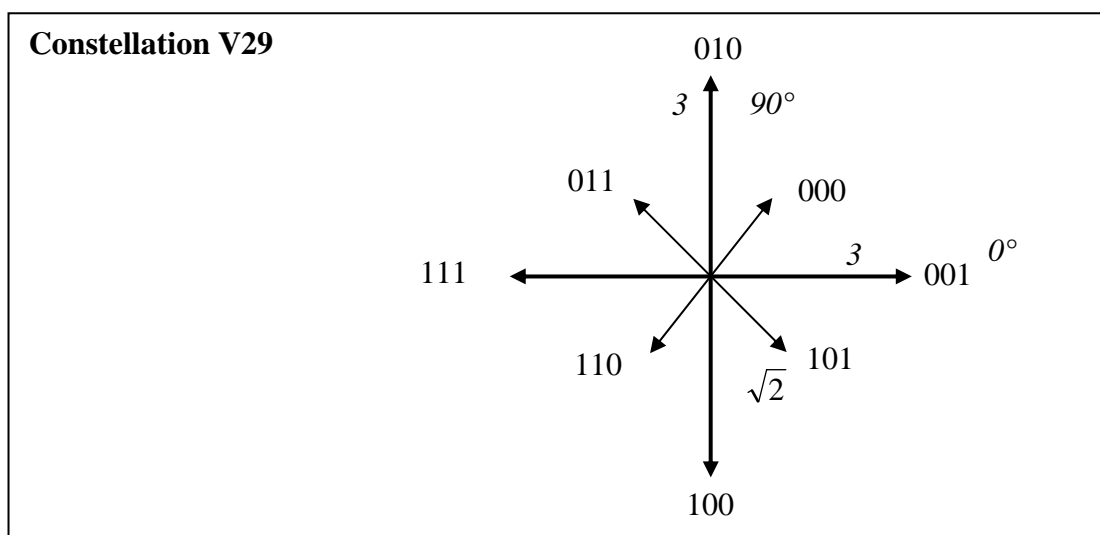
3. Quels autres types de modulation connaissez-vous ? Commentez brièvement.

Exercice 2. Modulation de fréquences

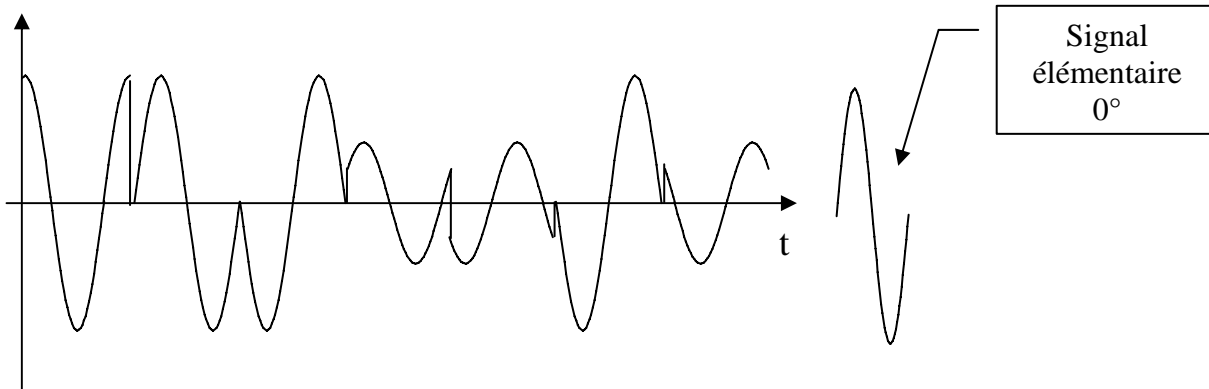
Expliquez le principe de la modulation de fréquence. Donnez un exemple avec un signal binaire à transmettre, puis avec le signal donné dans la figure de l'exercice précédent. Représentez le signal avant modulation, puis après modulation en précisant tous les paramètres choisis.

Exercice 3. Modulation V29

La constellation de la norme V29 est donnée ci-dessous:



1. Expliquez le rôle de ce diagramme. Comment les informations transmises sont-elles codées ? Justifiez l'intérêt d'un tel codage.
2. Un signal codé V29 présent sur la ligne est représenté sur la figure suivante. Quel signal binaire a été transmis ?



Multiplexage

Exercice 4. Multiplexage fréquentiel

Un son hi-fi de bande passante 16 Hz à 20 kHz a été numérisé avec 1024 (2^{10}) niveaux de quantification.

1. Expliquez le principe de numérisation.
2. Quel est le débit binaire nécessaire à la transmission des données du signal ainsi numérisé ?
3. On désire multiplexer 32 canaux de ce type sur une voie haute vitesse. Pour cela, on choisit d'utiliser un type de multiplexage **fréquentiel**. Expliquez le fonctionnement en vous appuyant sur un schéma. Donnez tous les paramètres et caractéristiques nécessaires à une transmission correcte.

Exercice 5. Multiplexage

On désire multiplexer 3 lignes (A, B, et C) sur une liaison à commutation de paquets. Les paquets ont une longueur de 1200 bits. Chaque ligne transporte des messages de longueur respective : 3600 bits pour la ligne A, 12000 bits pour la ligne B et 4800 bits pour la ligne C. Le débit de la liaison commutée est de 4800 bits/s. Décrire le processus de multiplexage.

Théorie de l'information / Codage

Exercice 6. Codage d'Huffman

Soit le message suivant « AABAACAABADCADCBABAB ».

1. Déterminer le codage d'Huffman associé à ces données.
2. Calculer la longueur moyenne du code obtenu.
3. Ce codage est-il optimal ? S'il ne l'est pas, comment pourrait-on l'améliorer ?
4. Indiquez quelles données exactes seraient transmises sur le réseau (détaillez quelques parties du fichier).
5. Ce codage est-il intéressant pour ce message ? Pourquoi ? Justifiez.

Exercice 7. Entropie, capacité

Soit une source définie par sa matrice de réalisation:

X		x1	x2	x3	x4
P	=	1/2	1/5	1/5	1/10



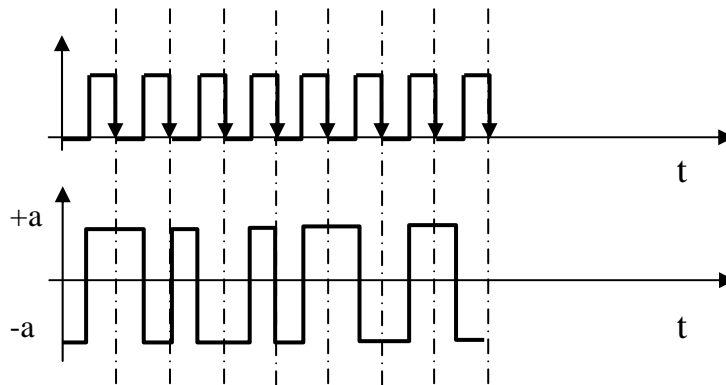
- 1.1 Calculez l'entropie $H(X)$.
- 1.2 Cette source alimente un canal parfait. Calculez $I(X,Y)$.
- 1.3 Combien vaut la capacité de ce canal ?
- 1.4 Quel est le rendement du canal ?

Exercice 8. Code biphase différentiel

Rappel du principe de codage: On applique une transition systématique au milieu de chaque bit, pas de transition pour "1", une transition pour "0".

La figure suivante représente le signal d'horloge ainsi que le signal émis sur la ligne.

1. Quel était le signal original à transmettre ?
2. Quelles sont les caractéristiques d'un tel codage.

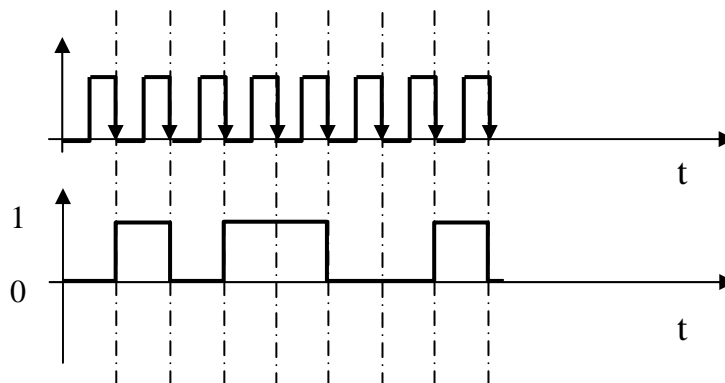


Exercice 9. Code Miller

Rappel du principe de codage: On applique une transition systématique au milieu du bit "1", pas de transition au milieu du bit "0", une transition en fin de bit "0" si celui-ci est suivi d'un autre "0".

La figure suivante représente le signal d'horloge ainsi que le signal à émettre.

1. Quel sera le signal sur la ligne de transmission ?
2. Quelles sont les caractéristiques d'un tel codage.



Exercice 10. Code bipolaire

Code bipolaire : c'est un code dans lequel le 0 est représenté par une tension nulle, et le 1 est représenté par une tension alternativement positive ou négative. Représentez la tension sur une ligne pour transmettre la séquence 01001101 en utilisant le code bipolaire.

Détection et correction d'erreurs

Exercice 11. Parité

Parité longitudinale :

Soit un mot codé sur 7 bits protégé par un bit de parité (paire) qui est ajouté à la suite du mot.

Exemple : 0101001 → 0101001**1** (le "1" est ajouté pour obtenir un nombre pair de bits à "1").

1. Avec ce principe de protection, le récepteur reçoit le mot suivant : 01011011.

Que peut en déduire le récepteur ? Que permet de faire cette protection ?

Parité longitudinale et verticale :

Un message est maintenant protégé par une parité longitudinale et verticale

Exemple :

0101001 → 0101001**1** (le "1" est ajouté pour obtenir un nombre pair de bits à "1").
0010101 0010101**1**
0001111 0001111**0**
01100110

2. Avec ce principe de protection, le récepteur reçoit le message suivant :

10101101.10111110.00011101.00001010.

Que peut en déduire le récepteur ? Que permet de faire cette protection ? Commentez en précisant les limites de ce type de protection.

Exercice 12. Distance de Hamming

Soit le code constitué par les quatre messages suivants :

$M_0 = 0000000000$

$M_1 = 0000011111$

$M_2 = 1111100000$

$M_3 = 1111111111$

1. Quelle est la distance de Hamming de ce code ?
2. Un récepteur reçoit le message 0000000111. Peut-il être corrigé et pourquoi ? Si oui, quel est le mot corrigé. Quelle relation peut-on établir entre la distance minimale de Hamming entre les mots codes, la détection de n bits d'erreurs et la correction de n bits d'erreur.

Exercice 13. Code de Hamming

Soit le code linéaire dont la matrice génératrice G associée est la suivante :

$$G = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ \hline 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ \hline 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ \hline \end{array}$$

G de dimension $n=6$ et $k=3$ vérifie $G=[I_m P]$ où I_m est la matrice identité de taille m .

Pour un mot x quelconque de 3 bits, le mot code $y = x.G$ sera envoyé.

1. Quels sont tous les mots code de ce code ?
2. Que permet de faire cette protection ?
3. Donnez la matrice de parité $H=[P^t I_k]$ où P^t est la transposée de P et I_k est la matrice identité de taille k .

4. Le message 011 est transmis avec une erreur sur le 5^e bit. Quel message est reçu ? Montrer qu'on peut corriger l'erreur en calculant le syndrome $s = \text{message_reçu} \cdot H^t$ et en vérifiant que le résultat est non nul.

Exercice 14. Codeur CRC (Contrôle par Redondance Cyclique)

Soit un message constitué des bits $b_{n-1}, b_{n-2}, \dots, b_0$. On appelle $I(x) = b_{n-1}x^{n-1} + b_{n-2}x^{n-2} + \dots + b_0$

Avec un polynôme générateur de degré k connu par l'émetteur et le récepteur, on multiplie $I(x)$ par x^k puis on effectue la division du résultat par le polynôme générateur. Le reste de la division donne alors les bits de contrôle.

On utilise des polynômes générateurs ayant des propriétés particulières.

- cellules ATM : $x^8 + x^2 + x + 1$ ou $x^{10} + x^9 + x^5 + x^4 + x + 1$
- X25 : $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$
- IEEE 802 : $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$

On considère le polynôme générateur : $x^3 + x^2 + 1$ et le message 1001.

Calculer les bits de contrôle. Quel est le message envoyé ?

Comment vérifier l'intégrité du message reçu ?