

# Master Informatique

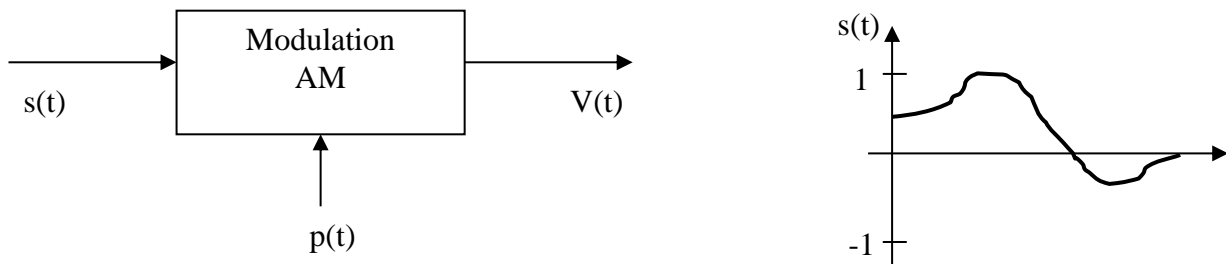
## UE MIF05 : Réseaux

### Travaux dirigés

#### Modulation

##### Exercice 1. Modulation d'amplitude

On considère un système de modulation d'amplitude (AM) qui reçoit un signal  $s(t)$  en entrée et le transforme en un signal  $V(t)$  en sortie.



$V(t)$  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 la formulation précédente du signal modulé  $V(t)$  et précisez à quoi correspond  $p(t)$ .
2. Pourquoi  $f_0$  doit-il être très supérieur à la fréquence maximale contenue dans le signal  $s(t)$  ?
3. Soit un signal analogique  $s(t)$  ayant une amplitude entre -1 et 1 (voir figure de droite), placé en entrée du système de modulation.
  - a) Représentez, alignés verticalement, le signal  $s(t)$ , le signal  $p(t)$  et le signal modulé en amplitude  $V(t)$  pour 2 valeurs différentes de  $k$  (1/2 et 1 par exemple).
  - b) Que vaut  $V(t)$  si  $k=0$  ?
  - c) D'après vous, à quoi sert le coefficient  $k$  ?
4. Soit un signal numérique  $s(t)$  correspondant aux bits 011010, placé en entrée du système de modulation. Représentez le signal modulé en amplitude  $V(t)$  pour une valeur de  $k$

##### Pour aller plus loin...

Quels autres types de modulation connaissez-vous ? Donnez un exemple de formulation de  $V(t)$  pour chacun d'eux.

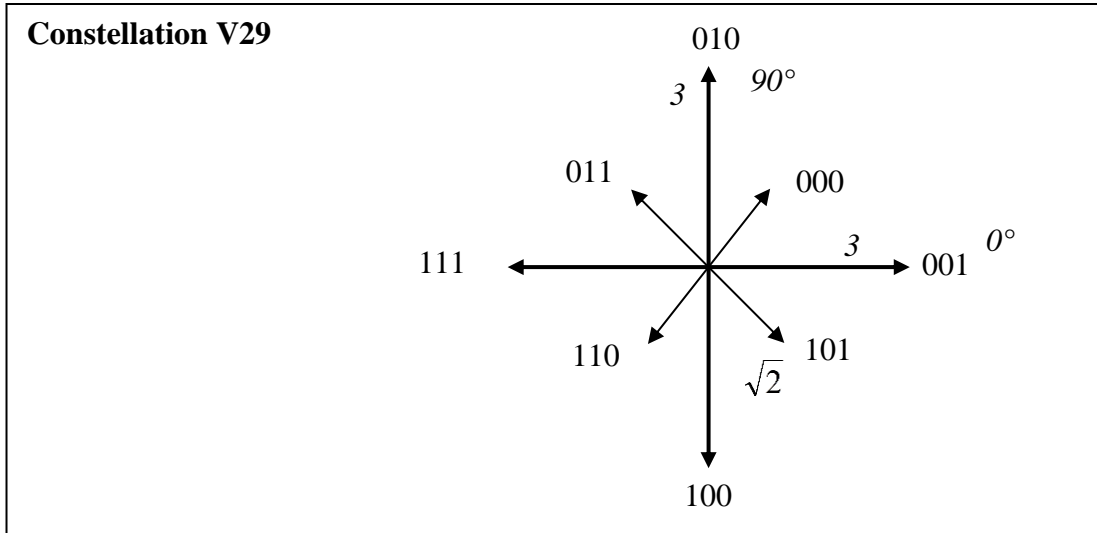
##### Exercice 2. Modulation de fréquences

Expliquez le principe de la modulation de fréquences.

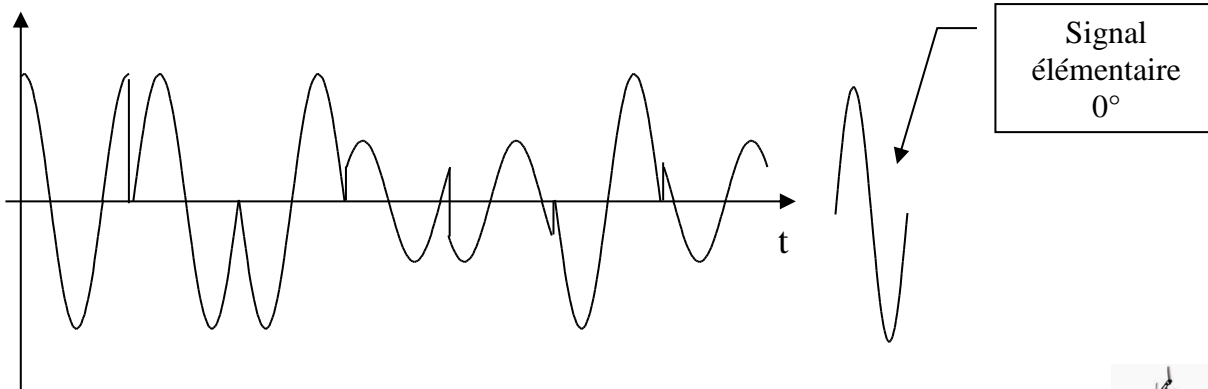
En reprenant le signal binaire donné dans l'exercice précédent (011010), représentez le signal avant modulation, puis après modulation en précisant tous les paramètres choisis. Vous préciserez également l'allure du spectre correspondant.

### Exercice 3. Modulation V29

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

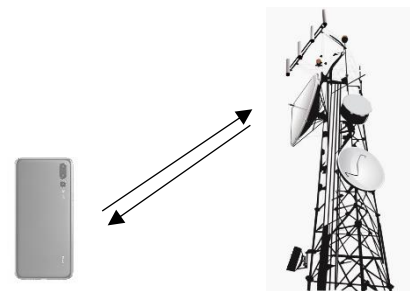


1. Expliquez le rôle de ce diagramme. Comment les informations transmises sont-elles codées ? Justifiez l'intérêt d'un tel codage.
2. Un signal codé V29 présent sur la ligne est représenté sur la figure suivante. Quel signal binaire a été transmis ?



### Multiplexage

### Exercice 4. GSM Multiplexage



La bande de fréquences attribuée au système mobile GSM s'étend de 935 à 960 MHz pour la voix descendante (antenne vers mobile) et de 890 à 915 MHz pour la voix montante (mobile vers antenne). Un signal GSM occupe une bande passante de 200kHz par canal de communication.

1. Sachant que la modulation utilisée en GSM ne comporte que 2 états, quel est le débit binaire maximum possible ? Calculez le débit nécessaire pour numériser la voix avec un échantillonnage à 8kHz avec 8 bits par échantillon. Le signal numérisé est ensuite compressé (codage source) avec un facteur 4, puis protégé par un codage canal avec un facteur 2. Est-ce que la transmission du signal ainsi numérisé est compatible avec la capacité du canal ?
2. Le GSM utilise un **multiplexage fréquentiel**. Expliquez le fonctionnement en vous appuyant sur un schéma. Donnez tous les paramètres et caractéristiques nécessaires à une transmission correcte. Déterminez combien de communications simultanées sont possibles.
3. Le GSM utilise également un **multiplexage temporel** avec 8 slots par trame. Expliquez le fonctionnement. Déterminez le nombre maximum de communications simultanées possibles.

### Exercice 5. 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 6. 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 Supposons que cette source alimente un canal parfait :



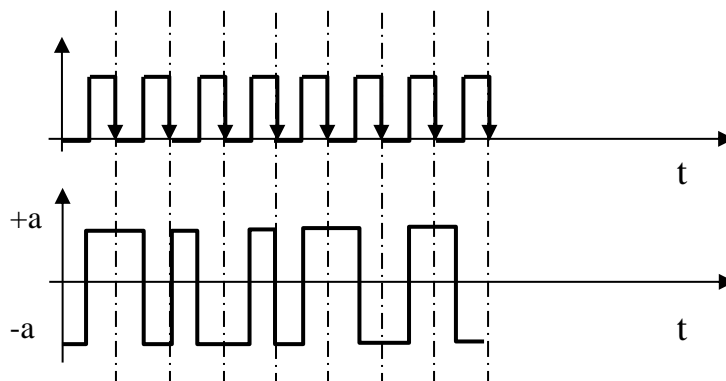
Combien vaut la capacité de ce canal ? En déduire le rendement du canal ;

### Exercice 7. 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 présent sur le canal.

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



### Exercice 8. 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.

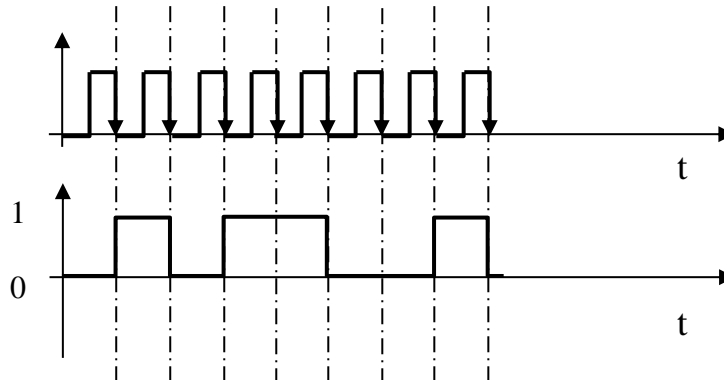
## Pour aller plus loin...

### 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.



## Détection et correction d'erreurs

### Exercice 10. 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  $\rightarrow$  0101001 $\boxed{1}$  (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	$\rightarrow$	0101001 $\boxed{1}$	(le "1" est ajouté pour obtenir un nombre pair de bits à "1").
0010101		0010101 $\boxed{1}$	
0001111		0001111 $\boxed{0}$	
		$\boxed{01100110}$	

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 11. 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.