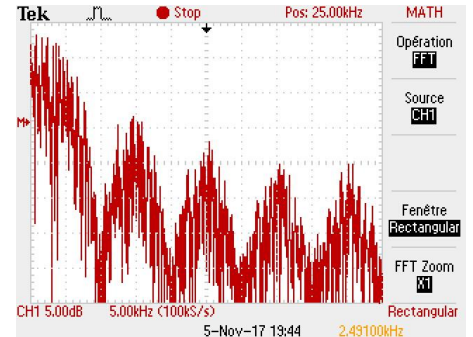


Exercice n°1 : Analyse FFT d'un signal NRZ bipolaire

On connecte un signal NRZ bipolaire sur un oscilloscope et on effectue une analyse FFT.

Q1 : Déterminer le débit et la séquence numérique obtenue sur le relevé temporel.

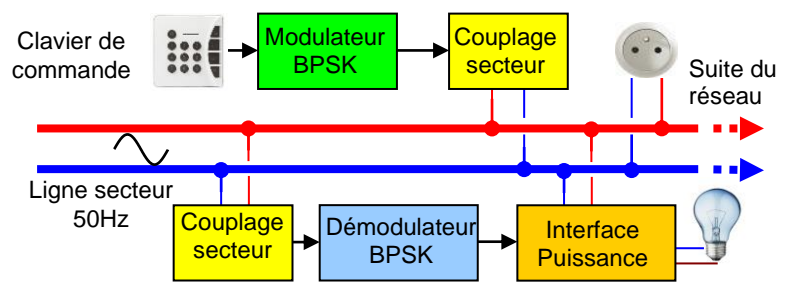
Q2 : Justifier la forme du spectre obtenu et analyser le tracé sur une échelle LOG en amplitude.



Q3 : Représenter l'oscillogramme et l'analyse FFT que l'on peut obtenir dans le cas d'un code Manchester.

Exercice n°2 : Transmission en modulation BPSK

L'objet de ce problème porte sur la mise en place d'un système de commande d'appareil électrique sur courants porteurs en ligne (CPL). Pour ce procédé on utilise comme support de transmission le réseau secteur comme l'illustre la figure ci-contre. On superpose à l'onde 50Hz un signal modulé BPSK autour de la fréquence porteuse $f_p=132\text{kHz}$ avec une amplitude très faible afin de ne pas perturber les équipements.

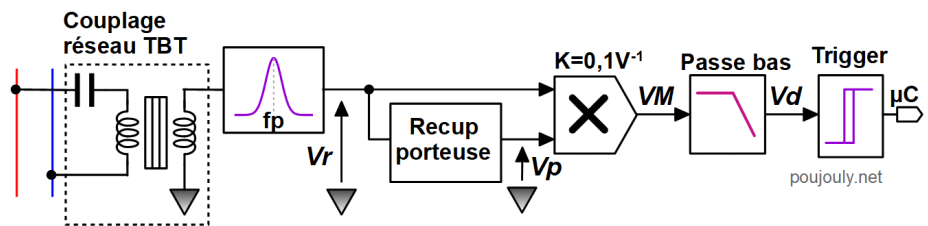


Le principe de la modulation BPSK (Binary Phase Shift Keying) repose sur le saut de phase d'une porteuse sinusoïdale. L'expression du signal modulé BPSK peut se mettre sous la forme $S_{BPSK}=A.\cos(2\pi f_p.t+\phi_k)$ avec $\phi_k=0$ (bit=0) où $\phi_k=\pi$ (bit=1) en fonction du message binaire à transmettre.

Q1 : Représenter le diagramme IQ de cette modulation et montrer que le signal modulé BPSK peut s'écrire sous la forme $S_{BPSK}=A.m_k.\cos(2\pi f_p.t)$ en précisant les valeurs de m_k en fonction des bits à transmettre.

Q2 : Si le message binaire à transmettre est aléatoire, représenter l'allure du spectre du signal modulé BPSK.

On vous propose maintenant d'étudier le démodulateur BPSK utilisé dans le réseau CPL dont le schéma est représenté ci-contre. On suppose que le signal de réception BPSK est de la forme : $V_r=A.m_k.\cos(2\pi f_p.t)$ avec $A=2V$.



Q3 : Compte tenu de la bande passante nécessaire pour transmettre l'information principale d'un signal modulé BPSK quel doit être le facteur de qualité du filtre de réception ?

Q4 : On suppose que le dispositif de récupération de porteuse délivre un signal $V_p=E_p.\cos(2\pi f_p.t)$ avec $E_p=5V$. Exprimer le signal VM en sortie du multiplieur et montrer simplement que le spectre de ce signal est composé de 2 parties distinctes.

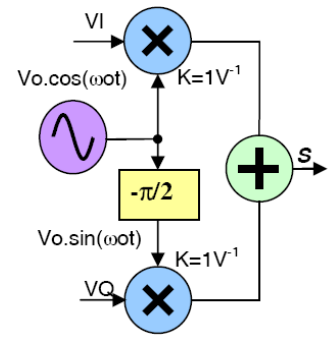
Q5 : Comment doit-on choisir la fréquence de coupure du filtre passe bas que l'on retrouve en sortie du multiplieur si l'on souhaite récupérer l'image du signal numérique en sortie.

Q6 : On considère que le débit des données transmises est de 4kbit/s et que le temps de réponse du filtre passe bas est d'environ 100µs. Par ailleurs le filtre passe bas possède un gain de 6dB dans sa bande passante. Représenter le signal Vd au cours du temps pour une séquence numérique transmises {1 0 1 0 0}. Vous précisez les amplitudes du signal Vd.

Q7 : Pour quelle raison utilise-t-on un trigger à la sortie du µC ?

Exercice n°3 : Etude d'un modulateur IQ

Le modulateur IQ est une structure très utilisée dans le domaine des télécommunications car il est à la base des opérations pour les modulations numériques. Un schéma simplifié est donné sur la figure ci-contre dans lequel on donne : $S=K.Vo.VI.\cos(\omega o.t) + K.Vo.VQ.\sin(\omega o.t)$ avec $\omega o=2\pi fo$



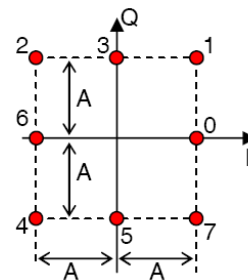
Q1 : Quel est le nom donné couramment à la fréquence fo ?

Q2 : On fixe VI=1V et VQ=0V. Calculer la valeur de Vo afin d'obtenir une puissance d'émission de 10mW dans une charge de 50Ω.

En fonction des signaux que l'on applique sur les entrées VI et VQ on obtient différents types de modulations que nous allons étudier dans les questions suivantes.

Q3 : On connecte sur la voie VI un signal NRZ bipolaire aléatoire (+U/0) dont le débit binaire D est fixé à 200kbit/s. Quelle modulation numérique obtient-on ? Représenter l'allure fréquentielle du signal modulé S en sachant que fo=10MHz.

Q4 : On désire réaliser la modulation numérique 8QAM avec le diagramme IQ suivant pour le signal modulé S. Justifier le nom de cette modulation.



Symbole	Séquence
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

On fixe fo=5MHz et Vo conserve sa valeur calculée à la question 2. Le temps symbole est tel que Ts=10μs.

Représenter les signaux VI et VQ lorsque l'on souhaite transmettre la séquence numérique suivante :
[110 001 101 010 100]

Précisez l'amplitude de ces signaux en fonction de A, K & Vo.

Q5 : Si l'on considère que tous les symboles sont équiprobables, quelle est la puissance du signal modulé précédent ? Vous exprimerez cette puissance en fonction de A,K & Vo. Si l'on désire obtenir une puissance d'émission de 10mW sur une charge de 50Ω quelle doit être la valeur de l'amplitude A ?

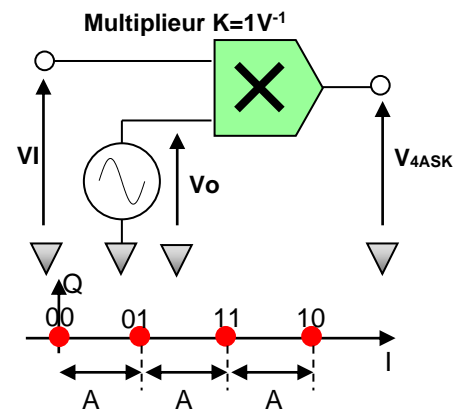
Exercice n°4 : Etude d'une modulation 4ASK

On considère une modulation 4 - ASK dont la constellation dans le diagramme IQ est représentée ci-contre et dans lequel on donne A=1V. Par ailleurs on donne les renseignements suivants concernant la modulation :

- Fréquence de modulation : fo = 500kHz
- Temps symbole : Ts = 100μs

Q1 : Quelle est la différence entre un temps symbole et un temps bit ?

Afin de générer le signal modulé V4ASK on met en œuvre le modulateur représenté ci dessus et dans lequel on donne Vo=Eo.cos(2π.fo.t) avec Eo=1V.



Q2 : Représenter le signal VI lorsque la séquence binaire à transmettre est la suivante : {011000110100}

Q3 : Si l'on considère que tous les symboles sont équiprobables, quelle est la puissance du signal modulé ? Si l'on désire obtenir une puissance d'émission de 500mW sur une charge de 50Ω quelle doit être l'amplification à apporter au signal ?

Afin d'illustrer cette modulation on vous propose le schéma de simulation 4ASK.asc disponible sur le site poujouly.net.

Q4 : Justifier la structure du montage proposé et configurer les différents éléments pour obtenir la modulation en question.

Q5 : Vérifier le bon fonctionnement de votre modulateur. Pour valider les réglages vous pouvez vérifier la valeur efficace du signal modulé dans la fenêtre graphique.

Q6 : Tracer le spectre du signal modulé et justifier le résultat obtenu.

Q7 : Proposer un schéma de simulation simple pour la partie démodulateur.

Q8 : Afin de valider le fonctionnement de la chaîne complète, il est possible de tracer le diagramme de l'œil en rajoutant sur le schéma une directive spice : `.options baudrate= valeur du débit binaire`

Exercice n°5 : Transmission sur une paire torsadée

Pour cet exercice on considère une ligne de transmission spécialisée utilisant une paire torsadée dont la bande passante totale est de 50kHz. On souhaite transmettre des informations numériques en exploitant au mieux les caractéristiques de cette ligne.



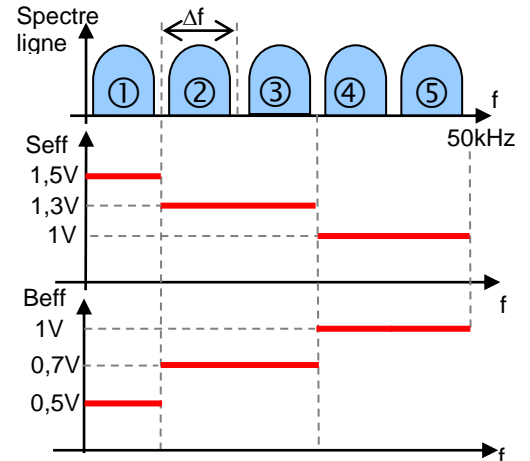
Q1 : Rappeler la relation de Shannon Hartley et préciser les grandeurs intervenant dans cette relation.

Q2 : Si l'on considère que le rapport signal sur bruit moyen est de 2dB, en déduire le débit maximum possible que l'on peut espérer obtenir sur cette ligne.

En réalité le rapport signal sur bruit n'est pas constant et dépend fortement de la fréquence. La figure ci-contre représente le spectre de cette ligne ainsi que l'évolution de la valeur efficace du signal et du bruit pour cette ligne dont les profils ont été volontairement simplifiés. La modulation à l'intérieur de chaque canal peut s'adapter permettant ainsi d'ajuster au mieux le débit en fonction du rapport signal sur bruit correspondant. Ainsi en changeant le motif de modulation il est possible de choisir les débits suivants pour chaque canal :

Motif de modulation	BPSK	QPSK	8PSK
Débit (kbit/s)	9,6	19,2	28,8

On rappelle que le rapport signal sur bruit dans la relation de Shannon Hartley est défini par : $\frac{S}{B} = \frac{S_{eff}}{B_{eff}}$

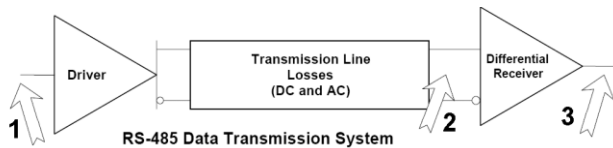


Q3 : Préciser la largeur ΔF d'un canal. Calculer les débits maximums possibles correspondants aux 3 niveaux de rapport signal sur bruit sur la ligne de transmission en prenant un canal de largeur ΔF comme référence.

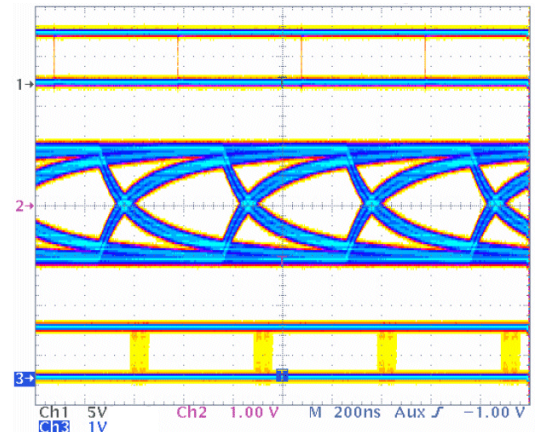
Q4 : Compte tenu des motifs de modulation proposés et des débits correspondants, en déduire le débit total que l'on peut espérer obtenir sur cette ligne de transmission.

Exercice n°6 : Transmission numérique RS485

Dans le cadre de ce problème on s'intéresse à une transmission numérique en bande de base sur un réseau RS485 utilisant un codage NRZ bipolaire et dont l'architecture est représentée ci-dessous



L'écran d'oscilloscope ci-contre représente les points de mesure des voies CH1 à CH3.



Q1 : Quel est le nom du chronogramme obtenu ? Quelle est l'utilité de cette représentation ? Préciser le mode opératoire permettant d'obtenir ce tracé.

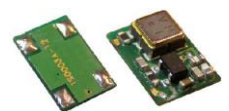
Q3 : Justifier que le débit est bien de 2Mbit/s.

Q4 : Rappeler le principe du codage NRZ bipolaire et donner la valeur du niveau U utilisé dans ce codage. Montrer simplement que la valeur efficace du signal codé (utile) à l'émission est de 1V.

Q5 : Rappeler l'occupation spectrale d'un signal numérique aléatoire avec un codage NRZ bipolaire. Vous effectuerez le tracé pour une échelle LIN & LOG concernant le niveau.

Exercice n°7 : Etude d'un modulateur OOK/ASK

On souhaite mettre en œuvre le module QAM-TX3 de la société QUASAR et dont une photo est donnée ci-contre. Ce module dont les dimensions sont extrêmement réduites (7mm×5mm) peut être facilement logés dans un porte-clé.



Description

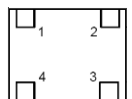
The Quasar UK AM hybrid transmitter module provides a complete RF transmitter which can be used to transmit data at up to 3KHz from any standard CMOS/TTL source.

The module is very simple to operate and offers a wide operating voltage range, the RF Power output increases in line with the voltage level applied to the module. Data can be supplied directly from a microprocessor or encoding device, thus keeping the component count down and ensuring a low hardware cost.

The modules are compatible with the Quasar UK Ltd. range of AM receivers to provide a complete solution.

Pin Descriptions

Pin	Name	Description
1	IN	Data input
2	GND	Ground
3	ANT	External Antenna
4	Vcc	Supply Voltage



Electrical Characteristics

Ambient temp = 25°C unless otherwise stated.

Characteristic	Min.	Typ.	Max.	Dimensions
Supply Voltage	3		12	Vdc
Supply Current (Vcc=12V)			12.5	mA
Output Power (Vcc=5V IN=1kHz)		13		dBm
Working Frequency		433.92		MHz
Frequency Accuracy		+/- 75		KHz
Data Rate		1	3	KHz
Operating Temperature	-20		+85	°C

Features

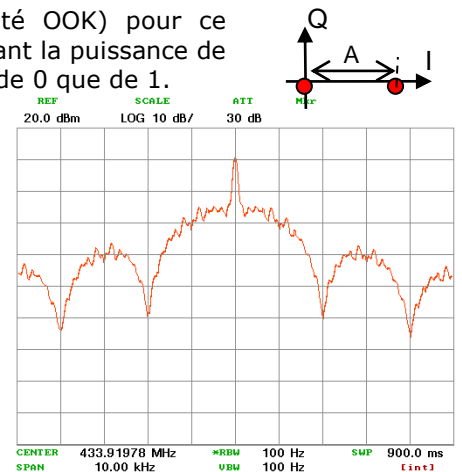
- Complete RF Transmitter
- SAW Resonator
- Transmit Range Up To 50m
- CMOS / TTL Input
- No Adjustable Components
- Stable Operating Frequency
- Wide Operating Voltage (3-12v)
- ASK Modulation
- Available as 315 or 433 MHz

Q1 : Peut-on utiliser ce module pour effectuer une transmission numérique avec un débit de 2400bit/s ? Justifier votre réponse.

Q2 : Exprimer la puissance normalisée d'un signal modulé dont on connaît parfaitement le diagramme IQ et la probabilité d'apparition des différents symboles ? Vous appellerez A_i l'amplitude du symbole n^o_i et $Pr(S_i)$ la probabilité d'apparition du symbole n^o_i .

Q3 : Le diagramme IQ correspondant à la modulation ASK (en réalité OOK) pour ce transmetteur est donné ci-contre. A partir des indications fournies concernant la puissance de sortie, en déduire la valeur de A si l'on considère que l'on transmet autant de 0 que de 1.

On connecte sur l'entrée de modulation un signal numérique NRZ aléatoire et l'on observe le spectre du signal modulé sur un analyseur de spectre à balayage.



Q4 : Quelle est la fréquence porteuse ? Celle-ci correspond-elle aux spécifications du constructeur ?

Q5 : Quelle est le niveau en dBm de la porteuse ?

Q6 : Justifier la forme de l'occupation spectrale et en déduire le débit de la transmission numérique.

Exercice n°8 : Liaison RFID & codage Manchester

On s'intéresse aux transmissions numériques utilisées dans la technologie RFID que l'on retrouve par exemple dans les dispositifs de contrôle d'entrée.

Q1 : Bien que dans les systèmes RFID on parle de modulation de charge, le signal modulé correspond à une modulation d'amplitude numérique. Quel est le sigle couramment utilisé pour décrire la modulation du signal Vr représenté ci-contre ? Donnez la signification de ce sigle.

Q2 : Pour transmettre les données on utilise un codage Manchester dont on rappelle le principe ainsi que l'occupation spectrale pour une séquence numérique aléatoire. Quelle est la particularité de ce code par rapport à un simple code NRZ bipolaire ?

Q3 : On donne $f_p=125\text{kHz}$ et l'on fixe $D=f_p/64$. Représenter l'allure du spectre du signal modulé Vr.

Q4 : Si l'on considère que la quasi intégralité de l'information pour un codage Manchester est compris entre 0 et 2D, en déduire le facteur de qualité nécessaire pour l'antenne accordée de réception que l'on retrouve sur le montage suivant.

Q5 : Calculer la valeur du condensateur C pour obtenir une antenne accordée en sachant que $L=600\mu\text{H}$.

Q6 : Quelle est le nom du montage constitué par D et le couple $R_d C_d$? Quelle est sa fonction ?

Q7 : Si l'on fixe $R_d=100\text{k}\Omega$, comment doit-on choisir la valeur de C_d ?

Q8 : Quelles opérations doit-on effectuer pour mettre en forme le signal démodulé en sachant que l'amplitude du signal de réception varie en fonction de la distance du tag par rapport à la base. Justifier alors l'intérêt du code Manchester.

