

Nom, prénom, promotion (FI, FP ou FM) :

Communications numériques

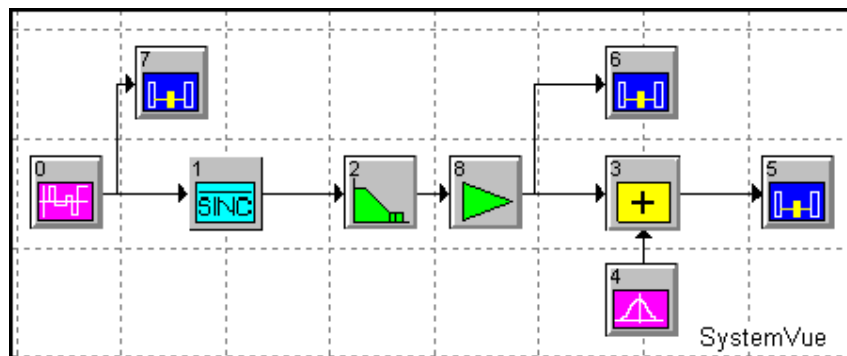
Module A24

(Répondre impérativement sur ce document)

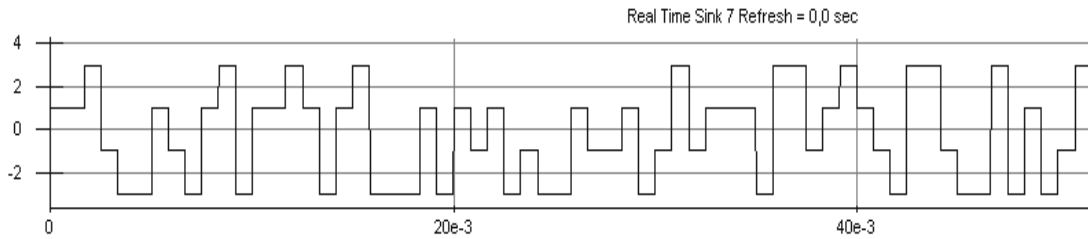
Durée 1h, documents autorisés bien qu'inutiles : aide-mémoire des modules A21, A22 et A24 soit trois rectos-versos A4.

1. Transmission en bande de base

On considère le système suivant :



Le bloc n°0 est un générateur de symboles (source binaire combinée à un codeur de symboles). Le signal délivré est le suivant (il est montré par le bloc n°7) :



L'amplitude en volts est représentée en fonction du temps ($20e-3 = 20 \text{ ms}$)

Pour ce signal, donnez :

Sa valence :

Le débit symboles ou débit dans le canal D_c :

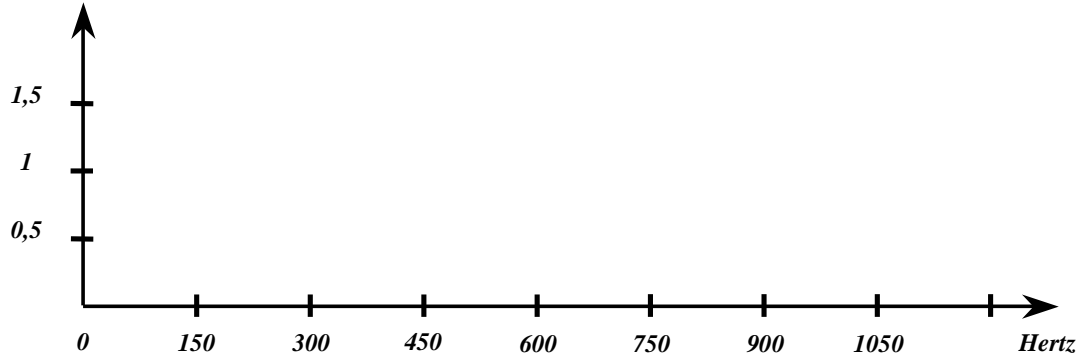
Le débit de la source D_s :

L'efficacité spectrale :

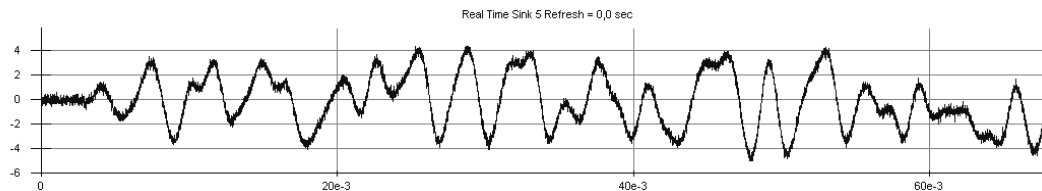
Cette source est suivie d'un filtre en sinus cardinal inverse (ou filtre blanchissant) et d'un filtre en cosinus surélevé (blocs 1 et 2).

Justifiez la présence du filtre blanchissant (en quelques mots) et donnez la forme du signal de sortie de ce filtre quand il est attaqué par les sept premiers symboles du signal ci-dessus (gradez les axes) :

Tracez avec précision la courbe de réponse du filtre en cosinus surélevé dans le système d'axes suivant et annotez votre figure (amplitudes et fréquences remarquables). Le « roll-off » α est pris égal à 0,5 :



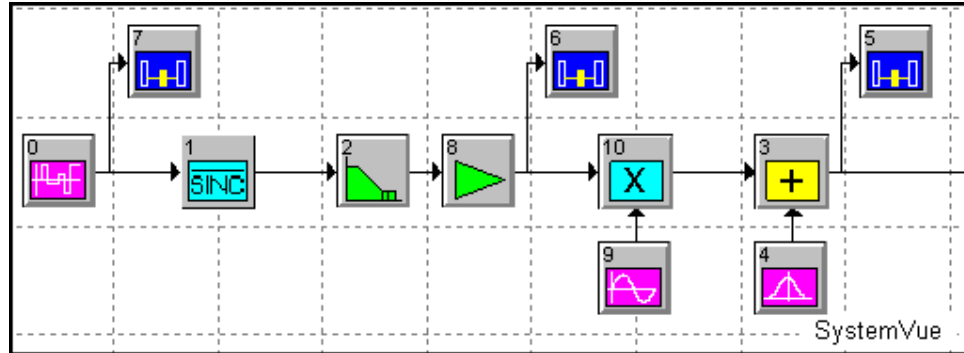
Le signal traverse le canal, ce dernier introduisant un bruit de fond (blocs 3 et 4). Le signal reçu présente alors la forme suivante, montrée par le bloc 5 quand la valeur du bruit est de $0,21 V_{eff}$ (ceci vous est montré à titre d'illustration et n'est pas nécessaire au calcul qui vous est demandé ensuite) :



Calculez le taux d'erreurs sur les bits pour les valeurs de signal et de bruit données ci-dessus ($6V_{cc}$ et $0,21V_{eff}$)

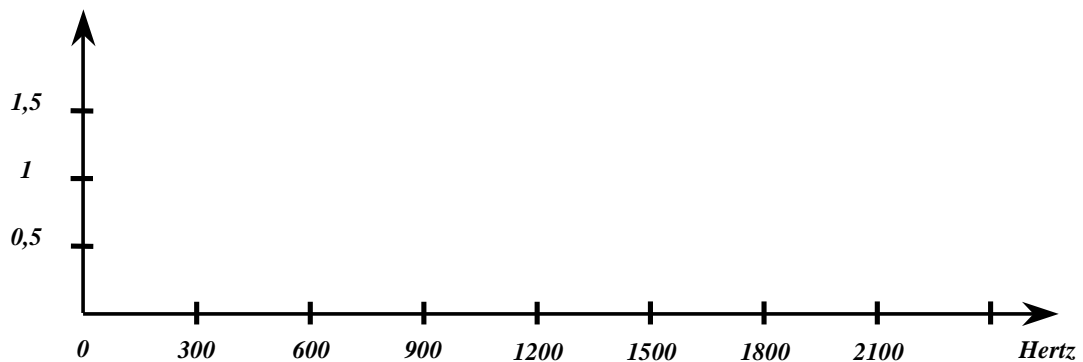
2. Transmission en bande transposée

On prend le même montage (même source) et on intercale un multiplicateur attaqué par un générateur de porteuse avant le canal conformément au montage suivant :



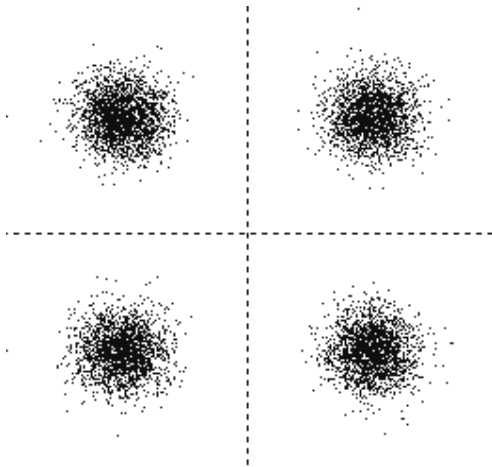
Quel est le nom de cette modulation ? Tracez (avec soin) sa constellation.

Tracez avec précision la courbe de réponse du canal dans le système d'axes suivant et annotez votre figure (amplitudes et fréquences remarquables). Le « roll-off » α est pris égal à 0,5 et la fréquence de la porteuse est de 900 Hz :



Calculez le taux d'erreurs sur les bits si le rapport signal à bruit (S/N) est de 15dB.

Comparer ce résultat à celui que l'on obtiendrait si la modulation était la suivante :



(la figure est complète, il ne manque aucune donnée)

Quelques formules utiles :

NOM	DEFINITION	EFFICACITE SPECTRALE	TAUX D'ERREURS (sur les symboles)	APPLICATION (exemples)
Transmission (signal)	en bande de base polaire)	$2 \log_2 M$ bits/s/Hz	$P_e = \frac{2(M-1)}{M} Q\left(\sqrt{\frac{6}{M^2-1} \frac{E_B}{N_0} \cdot \log_2 M}\right)$	
ASK	Amplitude Shift Keying	$\eta = \log_2 M$	$P_{es} = \frac{2(M-1)}{M} Q\left(\sqrt{\frac{3 \log_2 M}{M(2M-3)+1} \frac{E_B}{N_0}}\right)$	Etiquettes électroniques
BPSK	Binary Phase Shift Keying	1 bit/s/Hz	$P_e = Q\left(\sqrt{\frac{2E_B}{N_0}}\right)$	
DPSK	Differentially coherent PSK	1 bit/s/Hz	$P_{eb} = \frac{1}{2} e^{-\frac{E_B}{N_0}}$	EUTELTRACS INMARSAT-C
APK	Amplitude and Phase shift Keying	$\eta = \log_2 M$	$P_e = \frac{2(M-1)}{M} Q\left(\sqrt{\frac{6}{M^2-1} \frac{E_B}{N_0} \cdot \log_2 M}\right)$	TV numérique américaine (8VSB) V29
QPSK	Quaternary PSK	2 bits/s/Hz	$P_{esymb} \approx 2Q\left(\sqrt{2 \frac{E_B}{N_0}}\right)$	V22, V26, DVB-S, DAB
MPSK (M>2)	PSK M-aire	$\eta = \log_2 M$	$P_{esymb} \approx 2Q\left(\sqrt{\frac{2E_B \log_2 M}{N_0} \sin \frac{\pi}{M}}\right)$	V27, EDGE
QAM	Quadrature Amplitude Mod.	$\eta = \log_2 M$	$4\left(1 - \frac{1}{\sqrt{M}}\right) Q\left(\sqrt{\frac{3}{M-1} \log_2 M \cdot \frac{E_B}{N_0}}\right)$	V22-bis, V29, V32, V33, V34, DVB-T, DVB-C
FSK binaire	Frequency Shift Keying	0,5 bit/s/Hz	$P_e = Q\left(\sqrt{\frac{E_B}{N_0}}\right)$	V21, V23
MFSK	FSK M-aire	$\eta = \frac{\log_2 M}{M}$	$P_{es} \leq (M-1) Q\left(\sqrt{\frac{E_B}{N_0} \log_2 M}\right)$ $P_{ebit} = P_{es} \frac{2^{k-1}}{2^k - 1}, k = \log_2 M$	ERMES
MSK	Minimum frequency Shift Keying	$\eta = \frac{2 \log_2 M}{M+1}$	$P_e = Q\left(\sqrt{\frac{2E_B}{N_0}}\right)$	Pointel, DECT, GSM, MOBITEX

Fonction Q(x)

