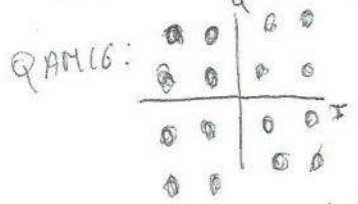
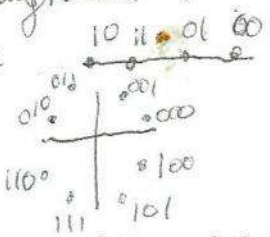


la démodulation cohérente consiste à multiplier le signal modulé par une portuse dont la fréquence et la phase sont celles de la portuse de modulation. on le récupère par filtrage passe-bas.

Rapacité de modulation théorique = largeur de bande de fréquence disponible Hz
 $D = 200 \text{ kbit/s}$ donc si $R = 50$ $M = 16$

Si on augmente le débit en augmentant la modulation P_e augmente.

ASK: modulation amplitude
 PSK: modulation phase



QAM = faible probabilité d'erreur

$$P_{eb} = \frac{1}{2} \text{erfc} \left(\frac{3 P_m \log_2(M)}{N_0 \log_2(M)} \right)$$

On remplace M par la modulation

$$P_m \approx \frac{M-1}{2 \log_2(M)} N_0 \text{ dB} \left(\frac{P_e}{P_{eb}} \right)$$

redundance: détecter, repérer, corriger une erreur éventuelle

$$\frac{E_s}{N_0} = \frac{P_M}{R N_0}$$

$P_M \rightarrow$ puissance d'émission

$R \rightarrow$ nombre de symbole par unité de temps

$E_b =$ Energie/bit

$$P_M = R E_s$$

$N_0 \rightarrow$ densité spectrale de bruit

Signal Bande étroite quasi-sinusoïdale

$$\frac{1}{T} \ll f_c$$

$$P_e = \frac{1}{2} \text{erfc} \left(\sqrt{\frac{E_b}{N_0}} \right)$$

si f_c trop faible

$$\hookrightarrow I E S$$

P_e - probabilité erreur binaire

$$E_b = \int |g(t)|^2 dt$$

$$R \leq f_c$$

$N_0 \rightarrow$ DSP du bruit blanc

f_c passe bas idéal $f_c = R/2$

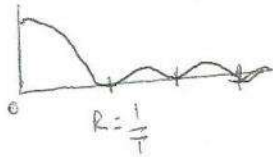
Filtre adapté minimise l'impact du bruit sur P_e

$$\hookrightarrow g_e(t) = g(T_i - t)$$

NRZ

$R = \frac{1}{T}$ $a_k = -1, +1$

perte de synchronisation si suite de 0 ou 1
(a)

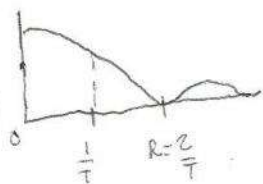


RZ unipolaire

$a_k = 0, 1$

$R = \frac{2}{T}$

(0) antiparallèle à l'horloge

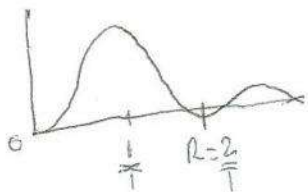


Manchester

$a_k = -1, +1$

$R = \frac{2}{T}$

(a), (b), (c)

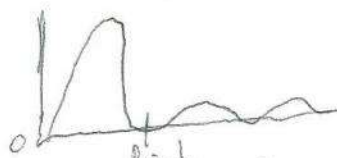


AMI

$a_k = -1, 0, 1$

$R = \frac{1}{T}$

(a), (b), (c)



ZBIQ

valence 4

$D = \frac{1}{T} \log_2(M)$

$a_k = -3, -1, 1, 3$

Augmentation valence \rightarrow augmentation de R (débit) \rightarrow espérance du code de L transformé de Fourier

propriété signal codé

- (a) ne doit pas s'annuler de composante
- (b) doit tendre vers 0 quand $f \rightarrow 0$ continue
- (c) doit avoir un support le plus étroit possible
- (d) doit avoir des zéros à la fréquence d'horloge
- (e) doit conserver l'horloge à tout temps.

$R = \frac{1}{T}$ Propriété de modulation en bande

$D = R \log_2(2^k)$ lorsque code binaire

\rightarrow débit binaire

DSP: $S_{xx}(f) = E(|X(f)|^2)$

\rightarrow densité spectrale de puissance

Si a_k indépendants
Bennett simplifié

$S_{xx}(f) = S_{gg}(f) \cdot \left[\frac{\sigma_a^2}{T} + \frac{m \sigma_a^2}{T} * \Delta_c(f) \right]$

\rightarrow espérance du code de L transformé de Fourier

$f_c = \frac{1+\alpha}{2T}$ $\alpha \rightarrow$ roll-off factor

$0 \leq \alpha \leq 1$

$\frac{\text{bande passante}}{R} = 1-\alpha$

15000 baud = 15000 Hz = 15 kHz

FEC: Utilisation dans les téléphones portables \rightarrow TNT (TV)

\rightarrow FEC detection + correction : code convolutif

Forward error correction

BEC: Correction

\rightarrow voie de retour

Backward error correction

Hamming: $2^k \geq m+k+1$

$\begin{matrix} (7,4) \\ \uparrow \quad \uparrow \\ m+k \quad m \end{matrix}$

k bits de contrôle de parité

Nyquist $h(0) \neq 0$
 $h(0 + nT) = 0$

$H = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

1 - generateur
2 - détecteur