

TD n° 2.

1)

1.1

forme générale du signal

Porteuse non modulée:

$$p(t) = A_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

NA: modulate d'amplitude

$$\omega_0 = 2\pi f_0$$

NP: de phase

$$\text{NA: } m(t) = x(t) \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

$$\text{NP: } m(t) = A_0 \cos[\omega_0 t + x(t)]$$

1.2 $x(t) \rightarrow$ amplitude $y(t) \rightarrow$ phase

$$\cos(a+b) = \cos a \cos b - \sin a \sin b$$

$$\text{NAQ: } m(t) = x(t) \cos[\omega_0 t + y(t)]$$

$$= x(t) \cos(\omega_0 t) \cos y(t) - x(t) \sin(\omega_0 t) \sin y(t)$$

$$I(t) = x(t) \cos y(t)$$

$$Q(t) = -x(t) \sin y(t) = x(t) \cos\left[\frac{\pi}{2} - y(t)\right]$$

1.3

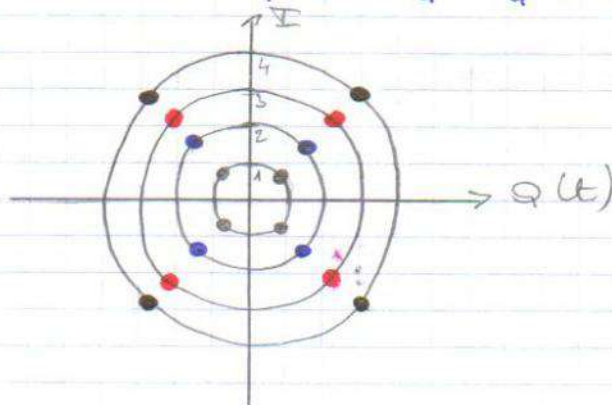
Exemple:

NAQ 16 états.

$$x(t) \in \{1, 2, 3, 4\} \quad \text{size cercles (amplitude)}$$

$$y(t) \in \left\{-\frac{3\pi}{4}; -\frac{\pi}{4}; \frac{\pi}{4}; \frac{3\pi}{4}\right\} \quad \text{(frequency)}$$

distance



1.4

théoriquement, mais risque d'erreur entre 2 états consécutifs.



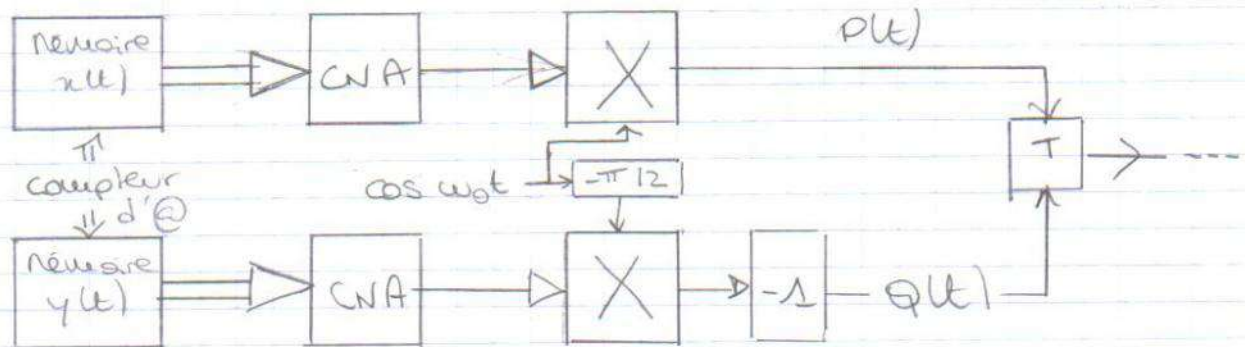
• = 1 état
○ = bruit

→ à la fin on ne distingue qu'1 état, au lieu de 4.

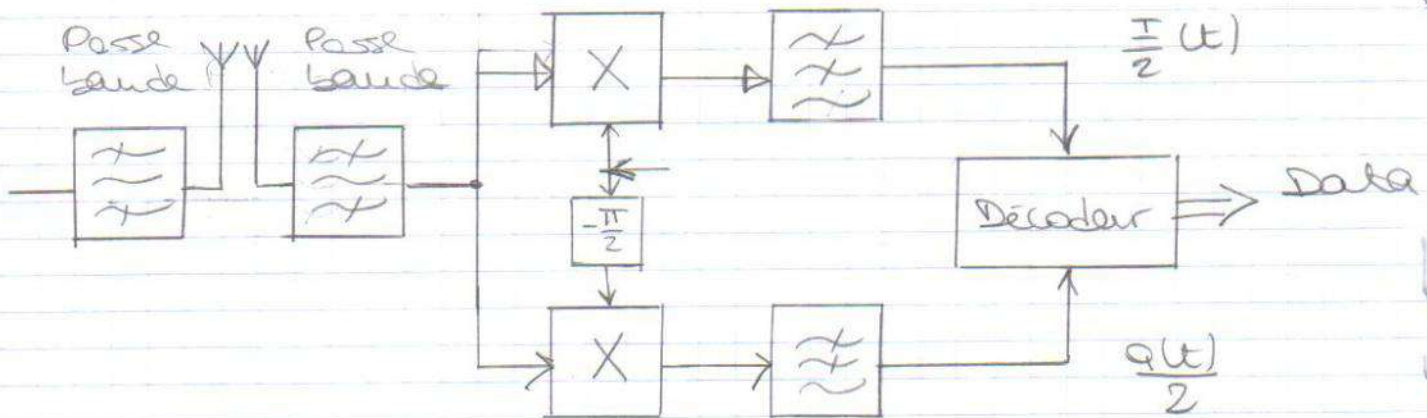
1.5. + 1.6

→ Schema fonctionnel de modulation et démodulation

multiplexeur



Filtre
Passe bas



Exercice 2. Bruit et décision

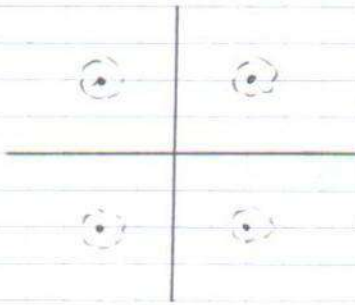
2.1

QAM des crêtes à 4 états

$$x(t) \in \{-1, 1\}$$

$$y(t) \in \{-1, 1\}$$

	00	01	10	11
$x(t)$	-1	-1	+1	+1
$y(t)$	-1	+1	-1	+1



- Si on fait passer un bruit dans un filtre passe-bande relativement étroit, ce bruit va perdre l'allure du spectre du filtre.
- On peut représenter un bruit filtré passe-bande par une fonction quasi-sinusoidale.
- La fréquence instantanée paraît avoir n'importe quelle valeur appartenant à la bande de fréquence du filtre et d'amplitude aléatoire.

On peut imaginer qu'un bruit filtré passe-bande puisse se représenter sous la forme d'une fonction sinusoidale qui soit modulée aléatoirement en ~~module~~ amplitude et en phase.

2.2

Apparition d'un wave autour de chaque point

2.3 + 2.4

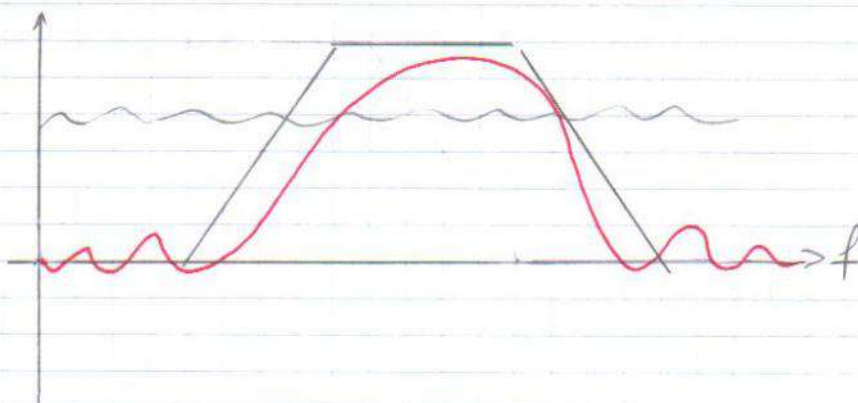
$u(t)$ est multifréquence, donc si $u(t)$ traverse un filtre passe bande, on retrouvera ds la bande passante du filtre la présence de $u(t)$ et $u(t)$

* Signal reçu:

$$u(t) + u(t) = (I + n' \cos u'') \cos \omega_0 t + (Q + n' \sin u'') \sin \omega_0 t$$

$$I' = I + n' \cos(u'')$$

$$Q' = Q + n' \sin(u'')$$



$$- \underline{u(t)}: m' \cos(\omega t + \psi)$$

= bruit filtré en réception

$$\underline{u(t)} = x(t) \cos(\omega t + \psi(t))$$

(signal filtré)

④ - signal reçu (cf page avant)

2.5

$$\begin{cases} I' = I + N_1 \\ Q' = Q + N_2 \end{cases}$$

2.6

$$I' = \pm 1 + N_1$$

$$Q' = \pm 1 + N_2$$

Intervalle de confiance : $\pm 3\sigma$ correspond
à 99 % de chance d'être entre $\pm 3\sigma$
autour de la valeur considérée

