PROJECT 1 - SEANCE 1

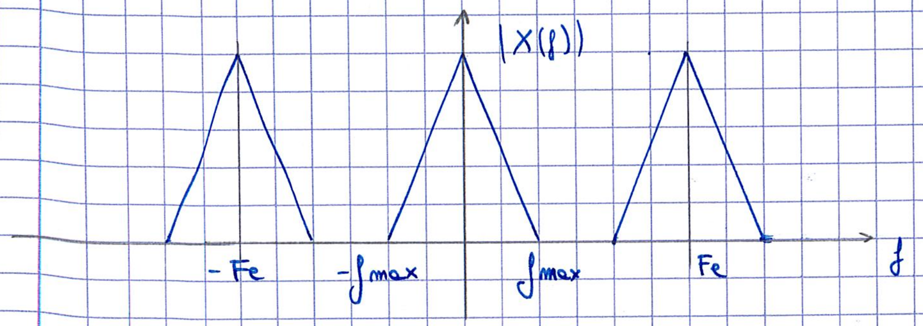
1

Pour bien echantillonner un signal, il faut choisir un fréquence d'échantillonnage, Fe, qui doit respecter le Teoreme de Shannon

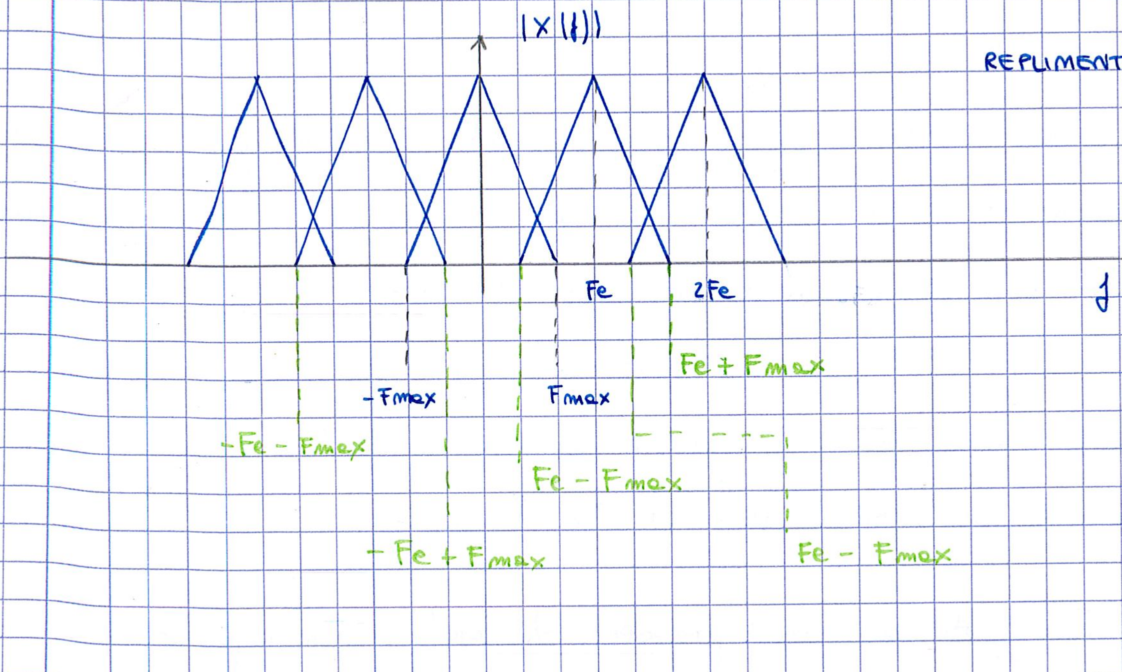
$\longrightarrow$ $F_e \geq 2 F_{max}$ TEOREME SHANNON

Si Fe très grand, il y a le SUR-ECHANTILLONAGE : le signal sera de meilleure qualité mais il faudra beaucoupe de place pour le stocker et un meilleure performance pour le traiter.

Si $F_e \leq 2F_{max}$, il y a le SOUS-ECHANTILLONAGE : il est un phenomene de REPLIMENT ("ALIASING")



PERIDIODISATION DU SPECTRE SUITE À L'ECHATIDLONNAGE



REPLIMENT DU SPECTRE

②

Signal CHIRP : signal avec frequences qui ~~se~~ aumente linearment avec le temp

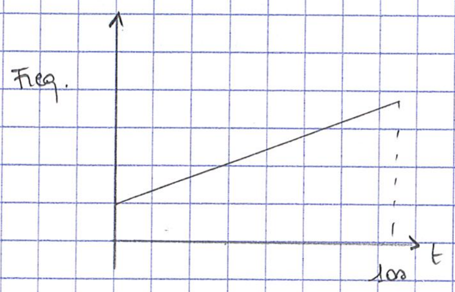
$f_i(t) = \alpha \cdot t$ FREQUENCE ISTANTANE

↓

$\alpha(t)$ = modulant en amplitude

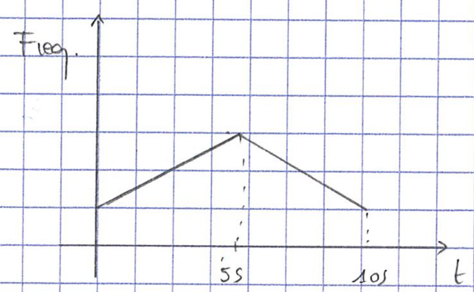
ⓐ Spectre signal chirp.

$F_s = 2000$ Hz



ⓑ Spectre Signal chirp sous-echant.

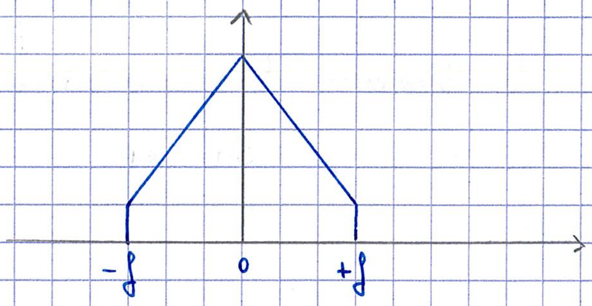
$F_s = 1000$ Hz

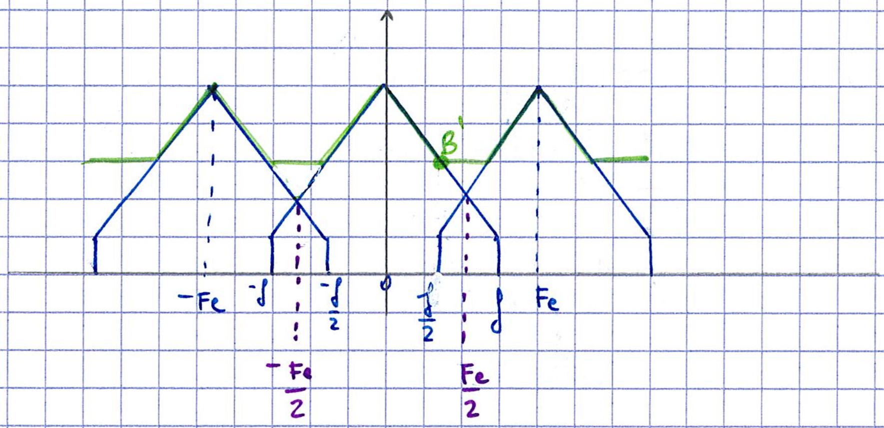


Dans le case ⓐ le signal est correctement échantillonné, Fe/2 est suffisamment élevée et la frequence peux aumenter linearment avec le temp. e il n'y a pas de repliment → CROISSANCE LINEAIRE de Fmax
Dan le case ⓑ il y a repliment, il n'y a plus la croissance lineaire de Fmax parce-que nous avons pas respect ~~le~~ Shannon et pour ça on observe la DECROISSANCE DE Fe - Fmax

③

$f = B = \max . f . \text{signal}.$





$Fe = 1,5 f$

BXXX) Frequence echantillonnage Bxxx

Dans la premiere figure on y a $f_{max} = 4 \cdot 494 \text{ Hz} = 1976 \text{Hz}$

pic A = 494 Hz
pic B = 988 Hz
pic C = 1482 Hz
pic D = 1976 Hz

Dans la deuxieme figure on y a

pic A' = 494
B' = 664
C' = 908 Hz
D' = 1158 Hz

→ On y a repliements ↓ signal sous-echantillonné

Pour trouver Fe_s

B' → $\frac{Fe_s}{2} - \left(f_{max} - \frac{Fe_s}{2}\right) = 664$

→ $Fe_s = 664 + 1976 \text{ Hz} \simeq 2640 \text{ Hz}$

→ le altre C e D vanno in B' e D'

1976 + 664 = 2640Hz →

1158 + 1482 = 2640Hz →

Axxx)

Dans la figure (A) la frequence fondamentale est à 440 Hz et ses harmoniques à 880 Hz, 1320 Hz et 1760 Hz ayant toute la meme DSP

Dans la figure (B) la frequence fondamentale est à 440 Hz et ses harmoniques à 880 Hz et à 1320 Hz, mais avec une puissance superieur à l'originale, et croissante pour les harmoniques

↓

pour trouver la frequence d'échantillonnage di Axxx

$$Fe - f = 880\ Hz$$

$$\rightarrow Fe = 880\ Hz + 1760\ Hz$$

$$= 2640\ Hz \rightarrow < 2 \cdot 1760\ Hz\ ?!$$

↓

→ il 1760 Hz è andato sul 880 e aumentata la potenza

manca no ripiegamento !!

Se Fc è multiplo della f fondamentale non vi è aliasing o meglio le freq. maggiori di $\frac{fc}{2}$ si trovano su quelle prima

→ On perd tout de même les frequences superieures à Fe/2 mais on ne génère pas des "fausses" frequences malgré un fréquence d'échantillonnage basse.

↓

De manière generale, si on veut conserver la fréquence fondamentale et ses harmoniques sans degrader le signal avec faible bassa frequence d'échantillonnage, il faudra choisir Fe telle que

$$\rightarrow Fe = K * F_{fondamentale} \quad \text{avec } K \text{ entier}$$

→ le signal replié se superpose parfaitement avec le signal non replié

④

CHANGEMENT DE CADENCE

Fig Ⓐ

- les frequences sur l'abscisse sont non pas en Hertz mais ils sont normalitée (f/Fe). Cette representation est moins naturelle qu'en Hertz.

- la figure a droite est SUR-ECHANTILLONE' est il est plus fidele à la figure de gauche, mais on a des signaux symétriques qui apparaissent à cause de la periodisation du signal en frequence → REPLICA SPETTRALE

- la figure de milieu le DSP perd 6 dB par rapport à l'original

↓

(*) Car on a divisé Fe par 2. Or, la transformée de Fourier est proportional a Fe, donc la puissance est propotionelle à $(Fe)^2$ →

↓

En dB $10 \log_{10}(P_2)$

$10 \log 10 \left(\frac{1P_1}{4}\right) = -6 \text{ dB}$ CHUTE DE PUISSANCE

→ Expliquer la difference en frequence est normalisé

→ PERIODISISATION DE SPECTRE

↓

potenza → ~~TF~~ autoc.

DIFFERENZA A e B dato che A é normalizzato anche lo spettro sia diverso ma é solo dovuto alla normaliti.

la densite spectrale du puissance $|X(w)|^2$ est bien aussi la trasformeé de Fourier de l'autocorrelation

Trasf. Fourier $X(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)\, e^{-j2\pi f t}\, dt$

(5) ECHANTILLONNAGE EN 2D

L'image qu'on nous propose est un image avec un frequence très élevée (qui augmente quand on se rapproche du coin bas droit).

On va SOUS-ECHANTILLONNER cette image et on va à garder qu'un pixel sur quatre en horizontal et en vertical

↓

On constate alors que des cercles apparaissent qui ne faisant part de l'image original : cela est dû au sous-echantillonnage