

Élé imposé: Illustration du repliement spectral
Niveau: L2 Début d'année, fin de séquence sur l'élec.

Préquis:

- Notion sur les signaux (Tale)
- Notions d'électronique (Tale)
- Compréhension d'un système électrique - notion de filtre (L1)
- Notion mathématiques: séries de Fourier, trigonométrie (L2)
- Utilisation de l'oscilloscope et de logiciels de mesure (Tale)

Difficultés: - mise en place d'un système électronique.
 - lien entre approche théorique et pratique.
 - Intégration des connaissances.

Activité: Analyse d'un son.

Comment ressentir le monde extérieur => continue et discontinu, analogique et numérique.

Introduction:

Analogique: fonction ou grandeur qui peut prendre n'importe quelle valeur dans un intervalle, de façon continue
Numérique: Pas n'importe quelle valeur

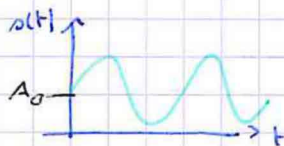
Illustration du tour du monde épinner.

I.) Transformation d'un signal analogique à un signal numérique.

1) Échantillonnage

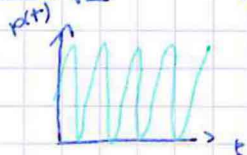
Def: consiste à prélever à partir d'un signal $s(t)$ un certain nombre de valeurs espacées de T_e : $s_k(t) = s(kT_e)$ avec $k \in [0, N-1]$ et T_e la période d'échantillonnage.

$f_e = \frac{1}{T_e}$ (Hz)



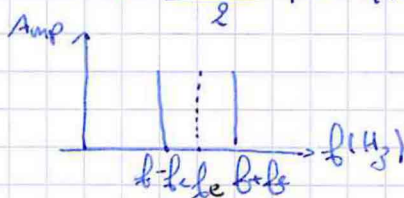
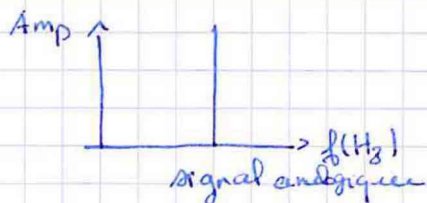
fonction peigne $p(t) = \sum_{k=0}^{N-1} \delta(t - kT_e)$

Exemple: $s(t) = A \cos(\omega t)$



$s(t) \times p(t) = s_e(t)$

$= A \cos(\omega t) \times \sum_{k=0}^{N-1} \delta(t - kT_e)$
 $= \frac{A \times \delta k}{2} (\cos((\omega_e + \omega)t + \phi) + \cos((\omega_e - \omega)t + \phi))$



2) Numérisation

Quantification: discrétisation des valeurs.

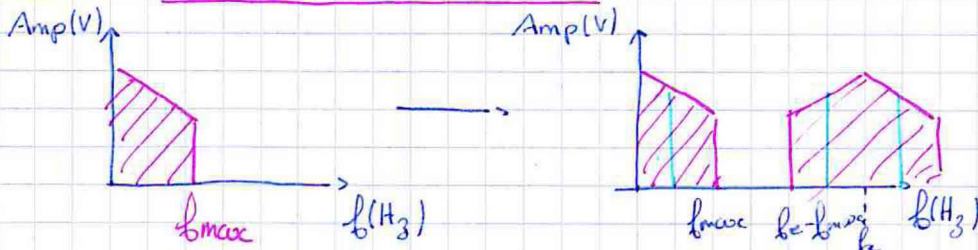
Pas de quantification p : $P = \frac{\text{Amp}}{2^{n-1}}$ n le nombre de bits.

3) Avantages.

- signal moins bruité, transmis et subit moins de modification.
Plus simple à utiliser, plus flexible.

II) Influence de l'échantillonnage sur le spectre

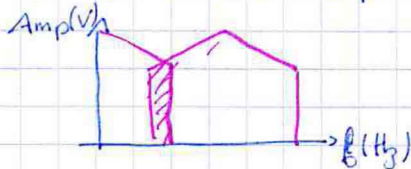
1) Critère de Shannon.



condition de Nyquist - Shannon.

Pour que le signal $s(t)$ échantillonné ne soit pas modifié durant l'échantillonnage, il faut choisir $f_e > 2 f_{\text{max}}$.

En cas de non respect de la condition:



2) Le repliement du spectre.

2 GBF: 1 qui fournit le signal à échantillonner.
échantillonneur bloqueur qui l'interrupteur contrôlé par 2^e GBF,
associé à un condensateur: Δ charge le condensateur
 \Rightarrow mesure du temps de charge du condensateur: $< 100 \text{ kHz}$

à 1000 kHz

Analyse de Fourier pour valider la bonne correspondance entre le signal et l'échantillonnage. apparition de doublets d'échantillonnage.

en dessous de la limite de Shannon: 1500 kHz pour de correspondance

repliement du spectre: Dans le spectre S_e du signal échantillonné, il ya pour chaque fréquence f existant dans le spectre une raie supplémentaire de même amplitude à la fréquence $k f_e - f$

solution: filtre passe-bas. $44,1 \text{ kHz}$ de échantillonnage des CD (son à 44,1)

Conclusion: retour sur le hand spinner - solution en musical.

Questions:

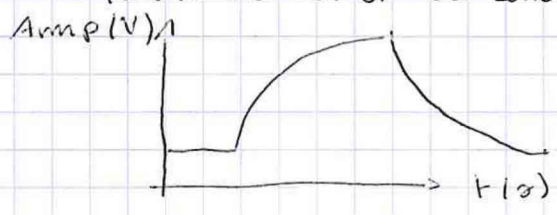
- Prérequis: ~~math~~ série de Fourier, différence de transformée de Fourier.
=> Différence d'objet et hyp.

- Difficultés?

- mise en place: comment faire la mesure? gérer les problèmes de mesure?
- lien théo/pratique: connaître les capacités des dipôles et les associer => différence
- connaissances: connaissances mathématiques appliqués en phys.

- Définition analogique et numérique; numérique: ne peut prendre que des valeurs discrètes.

- Déf. échantillonnage. $x(t)$: signal analogique. échantillon $x_k(t) = x(t_k)$
échantillonnage régulier T_s ? : avantage: récupérer tout le signal. et éviter des pertes d'informations.
tension au bord de du condensateur lors de la charge et décharge



échantillonnage régulier => perte d'information. lors des dérivées grandes.

- Unité de la fréquence d'échantillonnage: pas forcément temporelle
ex: nombre d'onde. Échantillonnage spatial? => pixels dans une photo.

- numérisation / quantification: pas précis. numérisation = quantification + échantillonnage

- bit? 0001: espace de mémoire.

- $p = \frac{Amp}{2^n - 1}$ Amp (V): Plage de valeurs prises par le signal = calibre.

- ~~qualité~~ ~~temp~~ quantification dépend du temps de quantification => double
- quantification: s'affaiblit du bruit (de petites variations) mais peut en rajouter.

- critère de shannon tracé uniquement de la partie positive.
Pourquoi c'est asymétrique par rapport à l'origine?
fonction réelle => spectre hermitien

- signal non modifié = rien dans le spectre de 0 à f_{max}

Intérêt d'utiliser un échantillonneur-bloqueur ?
 => intérêt pédagogique: tous les éléments du montage sont connus.
 principe du montage.

Deux échantillonneurs : carte + échantillonneur => problème ?
 carte => CBF
 Échantillonneur de la carte affecte les deux signaux.

Incertitudes ? => lecture. + nb entier de périodes.

- Méthode pour s'affranchir du repliement spectral.
- critère de Shannon
- filtre passe-bas.
- filtre coupe-bande?

œil de l'image peu secundo.

Définition capteur: dispositif qui permet d'associer une valeur à un phénomène physique.

Appareil qui a une grandeur analogique renvoie un signal électrique analogique.

Microcapacité: on mesure la capacité.

On le fait passer en tension avec un condensateur.

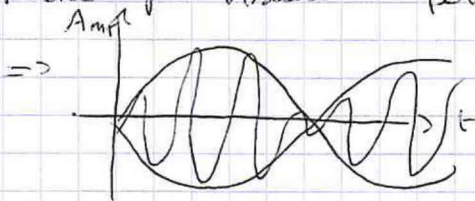
on laisse tomber l'acquisition?

=> penser de capteurs: gain, sensibilité => enregistrer un sen avec un micro.

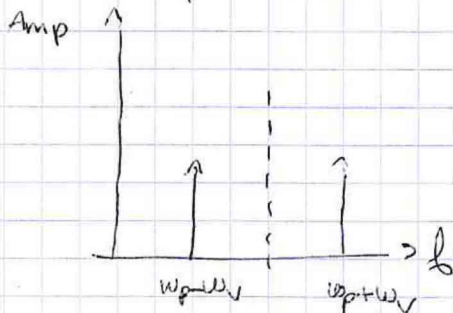
Difficultés générales => étudier un signal qui a plusieurs fréquences dans ce qui y a à l'interface de la machine et de l'utilisateur.
 Dans les prérequis, incertitudes

Manip avant le cours: => paramètre d'échantillonnage change le spectre.
 pourquoi?

rendre plus visuelle: portuse et signal plus lent



$$\cos(\omega_p t) \times \cos(\omega_v t) = \frac{1}{2} [\cos((\omega_p + \omega_v)t) + \cos((\omega_p - \omega_v)t)]$$



o deux fréquences proches (diapason à 440Hz et diapason à max déréglé) => battements.

signal non périodique: comment on fait pour limiter l'allongement du spectre: apodisation.
 multiplication par une fenêtre => plus de discontinuité.