

Montage 19 Analyse harmonique et synthèse d'un signal périodique

L'outil informatique est peu contournable, mais il va de soi que la présence d'un montage expérimental d'analyse est pleinement justifiée. Il ne convient pas de développer à l'excès l'étude de montages oscillateurs (à relaxation, quasi-sinusoïdaux...). Pour la synthèse, on peut utiliser des dispositifs analogiques mettant en oeuvre des fonctions non linéaires.

I Intérêt de l'analyse spectrale

1) Comparaisons de signal numérique et analogique

Utiliser un oscillo numérique et un oscillo analogique pour visualiser le même signal légèrement déformé. En FFT on voit nettement des harmoniques supplémentaires dues à la distorsion Penser au bruit: le supprimer

2) Détection d'un signal de télécommande

Avec une photodiode utilisée en mode photovoltaïque on observe les trains de pulse

II Précautions à prendre

Il faut connaître les limites des systèmes étudiés

1) Condition à respecter sur la fréquence d'échantillonnage

a) Critère de Shannon

Réaliser plusieurs FFT en affichage de la tension en choisissant $F_{GBF} = 40 \text{ kHz}$ et en faisant varier $F_{\text{echantillonnage}}$

Résultat: si $F_{\text{echantillonnage}} > 2 F_{GBF}$ la représentation fréquentielle est correcte mais pas obligatoirement la représentation temporelle

Le repliement visible est dû au peigne de Dirac introduit lors du calcul de la FFT...

b) Cas des signaux contenant des harmoniques

Prendre un signal triangulaire de 2 kHz et faire la FFT avec deux F_e : soit 40 kHz soit 200 kHz

Dans le 1^{er} cas le critère de Shannon est vérifié pour le fondamental mais pas pour les harmoniques plus grand que 10 et on observe un repliement

Dans le second cas le critère de Shannon est vérifié pour tous les harmoniques visibles

Conclusion: il faut toujours commencer par prendre une fréquence d'échantillonnage grande

2) Influence de la durée d'acquisition

a) Sur l'allure du spectre

Lancer une acquisition de telle sorte que le signal affiché ne représente pas un nombre entier de périodes

Dans ce cas la FFT donne un pic central entouré de plein de parasites:

Refaire l'acquisition en obtenant un nombre entier de périodes: dans ce cas la FFT est correcte

b) Sur la résolution en fréquence

En donnant un nombre de points relativement grand on gagne en précision concernant la fréquence à déterminer: le montrer

Vérifier que l'incrément fréquentiel affiché par synchronie correspond bien à $1/T_{\text{totale}}$

Autre manipulation : montrer comment on peut trouver ou pas, selon le nombre de points, les fréquences de battement de signaux sonores.

III Analyses possibles de signaux harmoniques

Faire l'analyse spectrale d'un signal triangulaire puis carré

Eventuellement faire l'analyse d'un signal sonore

IV Synthèse d'un signal périodique

1) Signal sinusoïdal

Réaliser un circuit RLC avec résistance négative

Augmenter R en partant de 0 jusqu'à observer en V_s le démarrage des oscillations

Mesurer la fréquence théorique des oscillations avec l'oscillo et comparer à la valeur théorique

Calcul d'incertitude

Visualiser les tensions aux bornes du condensateur puis de la bobine (en la permutant) puis aux bornes de R (sonde différentielle)

On constate que la FFT la plus pure est celle aux bornes du condensateur (les autres tensions sont des dérivées premières ou secondes de l'intensité dont les pics des harmoniques sont accentués).

2) Signal carré

Faire un oscillateur de relaxation où la période dépend de la valeur de la capacité du condensateur

Ref Duffait P 189

On a $T = 2 RC \ln 3$

Faire l'analyse spectrale de ce signal et comparer à un signal carré

Conclusion