

FICHE SYNTHÈSE - ÉLECTRONIQUE

E1 - ÉLECTRONIQUE

Objectifs du programme

Les capacités à maîtriser sont

- ▷ Mettre en œuvre un oscillateur quasi-sinusoidal et analyser les spectres des signaux générés.
- ▷ Expliquer l'influence de la fréquence d'échantillonnage.
- ▷ Utiliser la condition de Nyquist-Shannon.
- ▷ Mettre en évidence le phénomène de repliement de spectre au moyen d'un oscilloscope numérique ou d'une acquisition numérique.
- ▷ Mettre en œuvre un protocole de détection synchrone.

Plan

I Oscillateur quasi-sinusoidal

I.1 Principe général

I.2 Exemple de l'oscillateur électronique de Wien

- a) Filtre de Wien
- b) Amplificateur
- c) conditions d'oscillation

II Acquisition numérique d'un signal

II.1 Échantillonnage

- a) Cas d'un signal sinusoidal
- b) Cas d'un signal complexe

II.2 Condition de Nyquist-Shannon

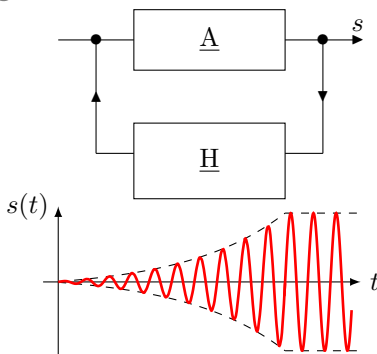
II.3 Conséquences

III Détection synchrone

Synthèse



Oscillateur auto-entretenu



Un oscillateur auto-entretenu est un **système bouclé** composé d'un **amplificateur** et d'un **élément sélectif en fréquence** (filtre). Les conditions d'oscillateur à la pulsation ω_{osc} se résument par

$$\underline{A}(\omega_{osc})\underline{H}(\omega_{osc}) = 1$$

Autrement dit,

- ▷ condition d'accord de phase : $\varphi_A(\omega_{osc}) + \varphi_H(\omega_{osc}) = 0 [2\pi]$;
- ▷ condition gain/pertes : $|\underline{A}(\omega_{osc})| |\underline{H}(\omega_{osc})| = 1$.

L'oscillation en sortie de l'oscillateur démarre exponentiellement puis **sature à cause des non-linéarités** du système.

Échantillonnage d'un signal - condition de Nyquist-Shannon

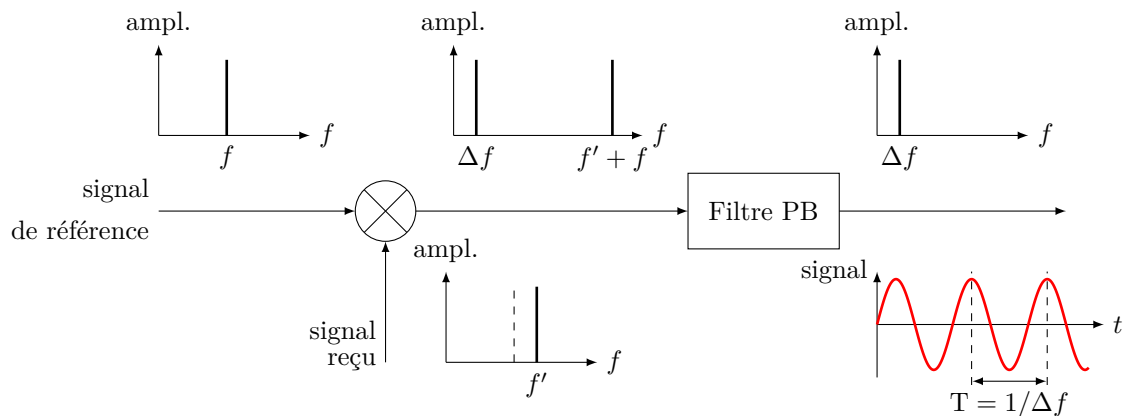
L'acquisition numérique d'un signal nécessite son **échantillonnage** avec une **période d'échantillonnage** T_{ech} . Le spectre du signal d'origine peut être obtenu à partir du signal échantillonné en utilisant un filtrage passe-bas si la **condition de Nyquist-Shannon** est vérifiée, c'est-à-dire si

$$\frac{1}{T_{\text{ech}}} = f_{\text{ech}} > 2f_{\text{max}}$$

où f_{max} est l'extension spectrale du signal d'origine et f_{ech} est la **fréquence d'échantillonnage**.

Détection synchrone

La **détection synchrone** est une méthode de traitement du signal consistant à multiplier un signal reçu de fréquence f' par un signal référence de fréquence f proche de f' afin d'en obtenir après filtrage passe-bas un signal dont la fréquence est $\Delta f = |f' - f|$. Ceci permet de mesurer directement la différence de fréquence Δf .



Questions de cours et démonstrations

- ▷ Quelles sont les conditions pour qu'un système bouclé constitué d'un amplificateur de fonction de transfert \underline{A} et d'un filtre de fonction de transfert \underline{H} oscille à la pulsation ω_{osc} ?
- ▷ On utilise le modèle de l'ALI idéal dans le cadre du cours. Rappeler brièvement les conséquences de cette simplification dans le domaine linéaire.
- ▷ Représenter le démarrage des oscillations d'un oscillateur auto-entretenu (comme le montage de Wien) lorsque le produit $\underline{A}(\omega_{\text{osc}})\underline{H}(\omega_{\text{osc}})$ est très légèrement supérieur à 1 et expliquer les différents domaines.
- ▷ Que peut-on dire du spectre d'un signal délivré par un oscillateur auto-entretenu lorsque le $\underline{A}(\omega_{\text{osc}})\underline{H}(\omega_{\text{osc}})$ est égale à 1 ? De même, lorsque $\underline{A}(\omega_{\text{osc}})\underline{H}(\omega_{\text{osc}}) \gtrsim 1$.
- ▷ Dans le cas d'un signal $s(t)$ sinusoïdal de fréquence f échantillonné à la fréquence $f_{\text{ech}} = 3f$, représenter l'allure du spectre du signal échantillonné.
- ▷ Soit un signal $s(t)$ dont le spectre s'étend sur l'intervalle $[0; f_{\text{max}}]$. Représenter le spectre du signal échantillonné à la fréquence f_{ech} si $f_{\text{ech}} = 4f_{\text{max}}$. Faire de même si $f_{\text{ech}} = 1,5f_{\text{max}}$.
- ▷ Expliquer le fonctionnement de la détection synchrone en s'appuyant sur un schéma récapitulatif des étapes.