



BLAISE PASCAL  
PT 2022-2023

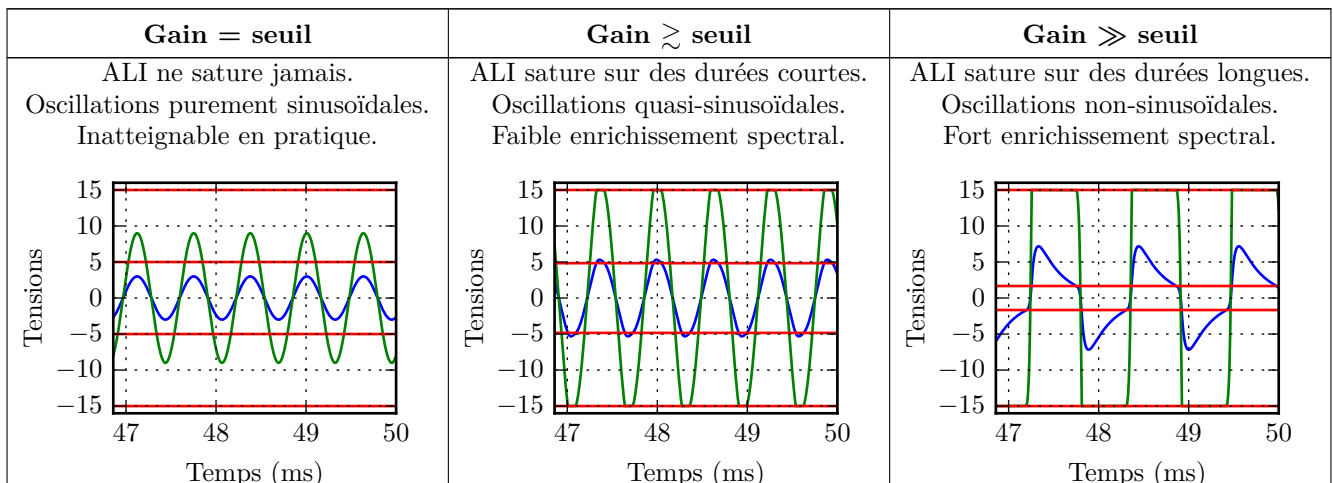
Fiche résumé 4 – Séquence 1 : Électronique

# Oscillateurs auto-entretenus

Un oscillateur n'a ni entrée ni sortie, toutes les tensions oscillent à la même fréquence.

## I - Oscillateur quasi-sinusoïdal

- **Constitution** : un bloc amplificateur + un bloc filtre passe-bande bouclés (l'entrée de l'un correspond à la sortie de l'autre, et réciproquement).
- **Démarrage des oscillations** : approche temporelle obligatoirement.
  - ▷ *Qualitativement* : le gain de l'amplificateur est supérieur à l'atténuation du filtre ;
  - ▷ *En équation* : les oscillations démarrent si le système bouclé est instable, raisonner sur l'équation différentielle vérifiée par une des tensions.
  - ▷ Croissance exponentielle de l'amplitude des oscillations.
- **Condition d'oscillations purement sinusoïdales** : approche temporelle ou fréquentielle au choix.
  - ▷ *Qualitativement* : les oscillations ont lieu à la fréquence centrale du filtre, le gain de l'amplificateur doit compenser exactement l'atténuation du filtre (valeur seuil).
  - ▷ *Approche temporelle* : l'équation différentielle est celle d'un oscillateur harmonique.
    - annuler le terme d'ordre 1 donne la condition sur le gain, la pulsation propre donne la fréquence des oscillations.
  - ▷ *Approche fréquentielle* : critère de Barkhausen.
    - Raisonnement type analyse/synthèse : on suppose les oscillations parfaitement sinusoïdales (ce qui permet de travailler avec les FT et les représentations complexes) et on en déduit des conditions nécessaires pour que ce soit le cas.
    - Énoncé du critère de Barkhausen : si les oscillations sont parfaitement sinusoïdales à une pulsation  $\omega$ , alors la pulsation et les composants doivent être tels que  $H_{\text{filtre}}(\omega) \times H_{\text{ampli}}(\omega) = 1$ .
    - Une condition complexe = deux conditions réelles, une donne le gain, l'autre la fréquence.
- **Amplitude des oscillations** :
  - ▷ Limitée par la saturation en tension de l'ALI du bloc amplificateur.
  - ▷ Stabilité des oscillations : lorsque la saturation est atteinte, l'ALI doit pouvoir retrouver le régime linéaire.
- **Étude numérique par la méthode d'Euler** :
  - ▷ Équation différentielle du second ordre : se ramener à un système différentiel de deux équation du premier ordre en considérant la dérivée première comme une deuxième fonction inconnue.
  - ▷ Équation d'évolution différente selon l'état de saturation de l'ALI : ajouter un test **if** dans la boucle **for**.
- **Seuil d'oscillations** : le critère de Barkhausen donne une valeur seuil sur le gain de l'amplificateur.



## II - Oscillateurs à relaxation : multivibrateurs astables

- **Constitution** : un bloc intégrateur + un bloc comparateur à hystérésis bouclés, l'un est inverseur et l'autre non-inverseur.
- **Fonctionnement qualitatif** : exemple d'un intégrateur inverseur et d'un comparateur à hystérésis non inverseur.
  - ▷ lorsque le comparateur est en saturation basse, alors la tension de sortie de l'intégrateur augmente, et va passer au dessus de la tension de basculement  $+\beta V_{\text{sat}}$  de l'ALI vers une saturation haute;
  - ▷ lorsque le comparateur est en saturation haute, alors la tension de sortie de l'intégrateur décroît, et va passer en dessous de la tension de basculement  $-\beta V_{\text{sat}}$  de l'ALI vers une saturation basse;
  - ▷ apparition d'oscillations périodiques.
- **Mise en équation** : disjonction de cas en fonction de l'état de saturation de l'ALI (= deux phases).
  - ▷ Phase ① : on suppose qu'à l'instant  $t = 0$ , l'ALI vient de basculer, p.ex. en saturation basse, puis on mène les calculs dans cette hypothèse pour déterminer l'instant  $t_1$  de basculement en saturation haute (« l'ALI reste en saturation basse tant que  $\varepsilon < 0$ , c'est-à-dire tant que  $t < \dots = t_1$  »);
  - ▷ Changement de variable de temps pour faciliter le calcul :  $t' = t - t_1$ ;
  - ▷ Phase ② : à l'instant  $t' = 0$ , l'ALI vient de basculer, ici en saturation haute, puis on mène les calculs dans cette hypothèse pour déterminer l'instant  $t'_2$  de basculement en saturation basse;
  - ▷ On retombe exactement sur une phase ① : même état de saturation de l'ALI + mêmes CI;
  - ▷ Période des oscillations :  $T = t_1 + t'_2$ .

