



BLAISE PASCAL
PT 2023-2024

Fiche résumé 6 – Électronique

Oscillateurs auto-entretenus

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

I - 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** : p.ex. intégrateur inverseur et 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.

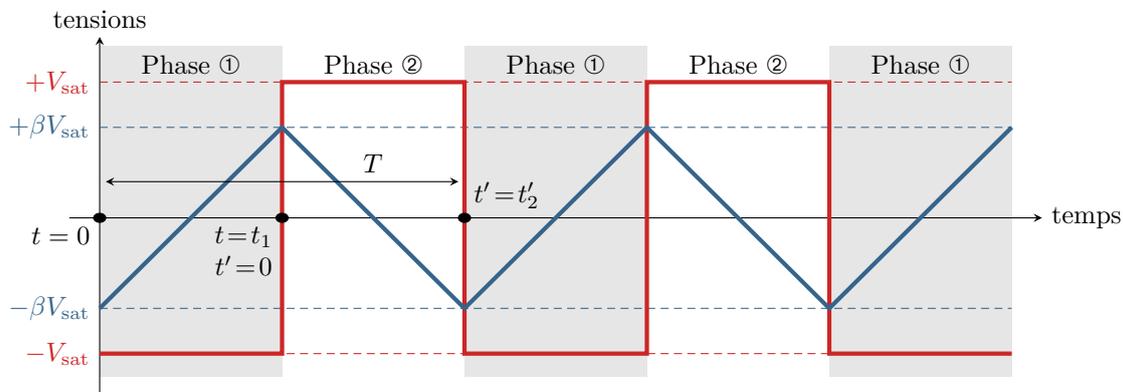
- **Mise en équation** : disjonction de cas en fonction de l'état de saturation de l'ALI (= deux phases).

- ▷ 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 du comparateur à hystérésis en saturation haute;

- ▷ Changement de variable de temps pour faciliter le calcul souvent pratique : $t' = t - t_1$;

- ▷ 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;

- ▷ Période des oscillations : $T = t_1 + t'_2$.



II - Oscillateur quasi-sinusoidal

- **Constitution** : variable, souvent 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 ω , alors la pulsation et les composants doivent être tels que $\underline{H}_{\text{filtre}}(\omega) \times \underline{H}_{\text{ampli}}(\omega) = 1$.
 - 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.
- **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.

