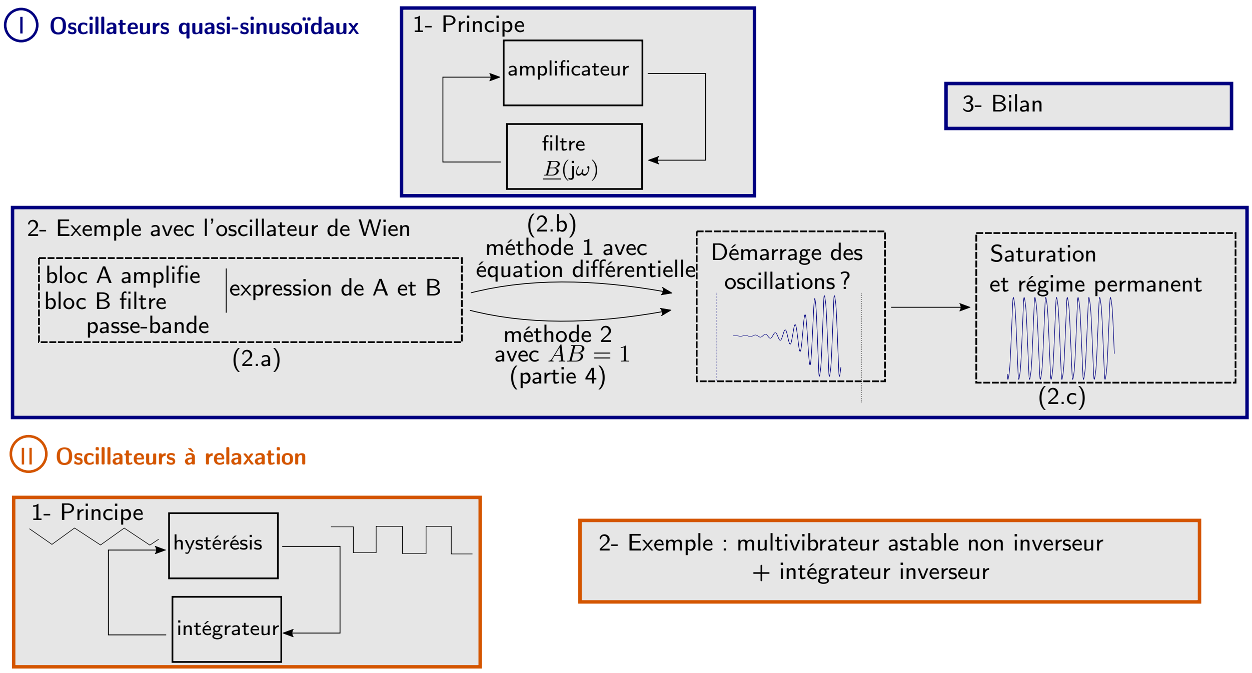
Partie I : Électronique
Chapitre 2

Oscillateurs électroniques

Plan schématique du cours



Plan du cours

I - Oscillateurs quasi-sinusoïdaux

1 - Principe

2 - Étude d'un exemple : l'oscillateur de Wien

a - Schéma et fonctions de transfert des blocs A et B

b - Étude du démarrage des oscillations (méthode dans le domaine temporel)

c - Saturation des oscillations

3 - Bilan général sur les oscillateurs quasi-sinusoïdaux

4 - Retour sur l'étude du démarrage des oscillations (méthode dans le domaine fréquentiel)

II - Oscillateurs à relaxation

1 - Principe

2 - Étude d'un exemple : un multivibrateur astable

a - Schéma et mise en équations

b - Fonctionnement

Ce qu'il faut connaître

——— (cours : I – oscillateurs quasi-sinusoïdaux)

►1 Quelle est la structure générale et le principe de fonctionnement d'un oscillateur quasi-sinusoïdal ? (de quels blocs est-il constitué, que font-ils)

►2 Quelle est la condition pour que la solution d'une équation différentielle linéaire du second ordre soit divergente ?

——— (cours : II – oscillateurs à relaxation)

►3 Quelle est la structure générale et le principe d'un oscillateur à relaxation ? (de quels blocs est-il constitué dans l'exemple du cours, que font-ils)

Ce qu'il faut savoir faire

——— (cours : I – oscillateurs quasi-sinusoïdaux)

▶4 Étant donné un oscillateur quasi-sinusoïdal et étant données les fonctions de transfert des deux blocs, aboutir à l'équation différentielle suivie par la sortie de l'ALI lorsque celui-ci est en régime linéaire (savoir faire le TD II, IV).

- Exemple du cours : soit A le gain du montage amplificateur ($u = A \times v$) et soit $\frac{\mathrm{d}^2 v}{\mathrm{d}t^2} + \omega_0 \left(3\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} - \frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t}\right) + \omega_0^2 v = 0$ l'équation différentielle liant v et u (action du filtre passe-bande). En déduire l'équation faisant intervenir $v(t)$ uniquement.

▶5 À partir de l'équation différentielle suivie par la tension en sortie de l'ALI, discuter du comportement de l'oscillateur en fonction de la valeur du gain A de l'amplificateur (voir TD II, IV).

- Le faire à partir de l'équation précédente sur $v(t)$: que se passe-t-il si $A \ll 3$, $A < 3$ mais proche, $A = 3$, $A > 3$ mais proche, $A \gg 3$?

▶6 Expliquer pourquoi l'amplitude des oscillations se stabilise (voir TD II, IV).

▶7 Lier non-linéarités et distorsion du signal (voir cours I et TP).

▶8 À l'aide du critère de Barkhausen, retrouver la condition sur ω et sur le gain A de l'amplificateur pour que cet oscillateur oscille de façon exactement sinusoïdale (voir TD II).

- Exemple du cours : soit A le gain du montage amplificateur et $\underline{B} = \dfrac{1/3}{1 + \mathrm{j}Q\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$ la fonction de transfert du filtre passe-bande utilisé. Trouver ω et A tels que les oscillations soient exactement sinusoïdales.

——— (cours : II – oscillateurs à relaxation)

▶9 Pour un oscillateur à relaxation, décrire les différentes séquences de fonctionnement, et aboutir à l'expression de la période des oscillations (savoir faire le TD III, V).

Documents associés au cours

Introduction

Définition : un oscillateur est un générateur de signaux périodiques.
On distingue alors deux possibilités pour le signal :

sinusoïdal (pulsation ω_0)	**oscillateur quasi-sinusoïdal**	une seule harmonique à ω_0	I
non sinusoïdal (carré, triangle, ...)	**oscillateur à relaxation**	harmoniques à ω_0, $2\omega_0$, $3\omega_0$, ...	II

Exemples d'oscillateurs :

- Pour la mesure du temps (horloge de microprocesseur, montre à quartz, horloge atomique, ...).
- Un laser peut-être vu comme un oscillateur optique (voir DM3).
- Un GBF utilise des oscillateurs électroniques pour générer ses signaux.

I.2 – Exemple de l'oscillateur de Wien

Exemple du cours d'oscillateur **quasi-sinusoïdal** :

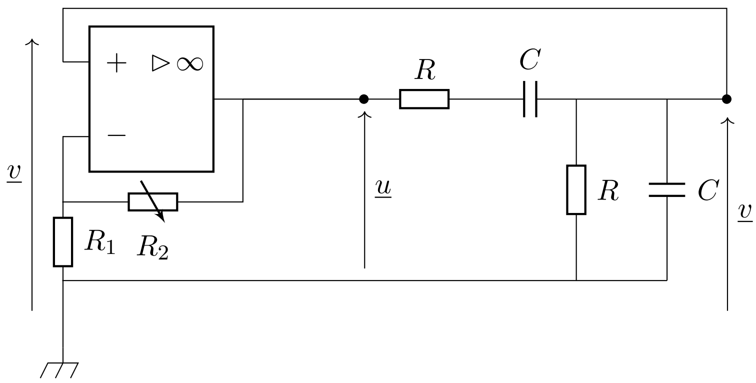


Fig. 1 : Schéma de l'oscillateur de Wien.

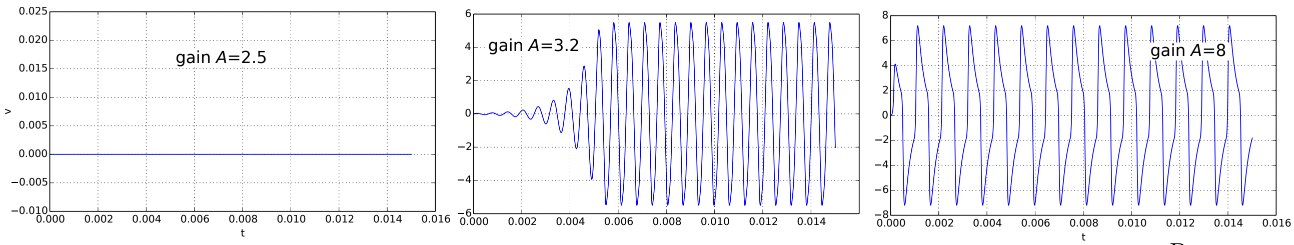


Fig. 2 : Évolution de $v(t)$ pour l'oscillateur de Wien, dans le cas de différentes valeurs du gain $A = 1 + \dfrac{R_2}{R_1}$ du bloc amplificateur : $A = 2.5$, 3.2 et 8. On rappelle que la valeur seuil est $A_{\text{seuil}} = 3$.

II.2 – Exemple du multivibrateur astable

Exemple du cours d'oscillateur **à relaxation** :

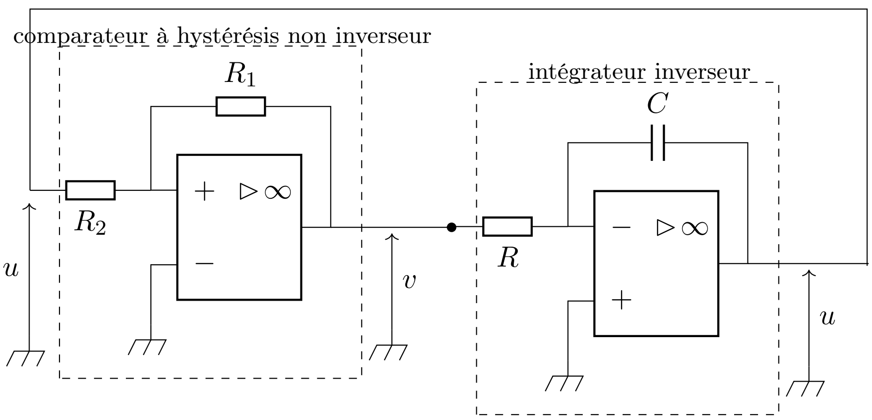


Fig. 3 : Schéma du multivibrateur astable.

I.3 – Bilan sur les oscillateurs quasi-sinusoïdaux

Soit un filtre passe-bande du second ordre (Q, ω_0) bouclé avec un amplificateur de gain A réel. On aboutit à l'équation :

$$\boxed{\frac{\mathrm{d}^2 v}{\mathrm{d}t^2} + \frac{\omega_0}{Q}\left(1 - \frac{A}{A_0}\right)\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} + \omega_0^2 v = 0} \quad (*)$$

$A < A_0$

$\boxed{v(t) \to 0}$

$A = A_0$ (cas non réalisable en pratique)

- $\dfrac{\mathrm{d}^2 v}{\mathrm{d}t^2} + \omega_0^2 v = 0$ (osc. harmonique)

  (l'ALI reste en régime linéaire, l'équation * s'applique tout le temps, pas de saturation)

- Solution : $v(t) = v_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$ purement sinusoïdal à ω_0

ex. $A = A_0$

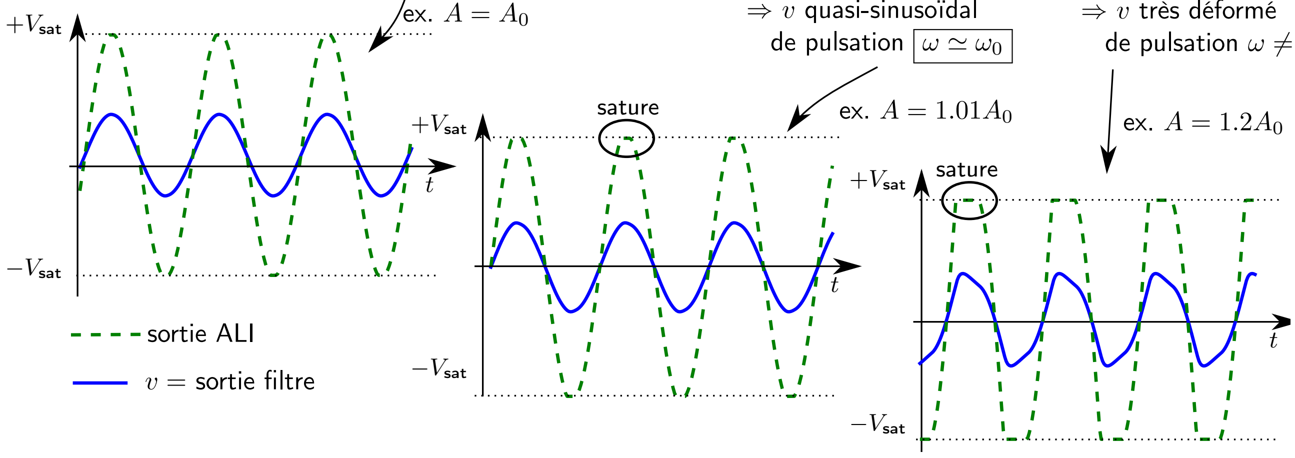
$A > A_0$ et $\left|\dfrac{1}{Q}\left(1 - \dfrac{A}{A_0}\right)\right|$ petit (A proche de A_0 et/ou Q grand)

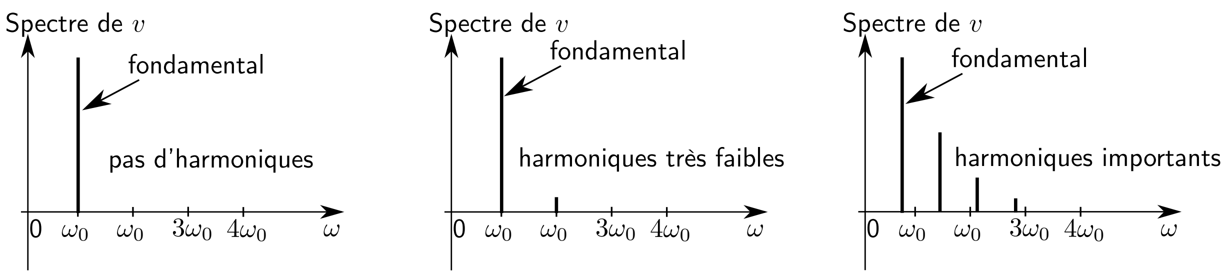
on est proche de l'osc. harmonique

$A > A_0$ et $\left|\dfrac{1}{Q}\left(1 - \dfrac{A}{A_0}\right)\right|$ grand ($A \gg A_0$)

- Démarrage des oscillations
- D'après (*), $v \to +\infty$ mais lorsque v croît trop des non-linéarités (ex : saturation de l'ALI) font que (*) n'est plus valable et que l'amplitude de v se stabilise

$A > A_0$, $\left|\frac{1}{Q}\left(1 - \frac{A}{A_0}\right)\right|$ petit	$A > A_0$, $\left|\frac{1}{Q}\left(1 - \frac{A}{A_0}\right)\right|$ grand
non-linéarités peu présentes (l'ALI ne sature pas souvent)	non-linéarités très présentes (l'ALI sature souvent)
$\Rightarrow$ v quasi-sinusoïdal de pulsation $\boxed{\omega \simeq \omega_0}$	$\Rightarrow$ v très déformé de pulsation $\omega \neq \omega_0$
ex. $A = 1.01 A_0$	ex. $A = 1.2 A_0$





Remarque : Les graphiques sont tracés pour l'oscillateur de Wien (étudié dans le cours), dans lequel v est la sortie du filtre et u la sortie de l'ALI. A est alors le gain de l'amplificateur et vaut $1 + R_2/R_1$. On a aussi montré que $A_0 = 3$ et $Q = 1/3$.

Remarque : Le cas où le bloc filtre est un passe-bande du second ordre est le seul au programme de CPGE, mais il s'agit d'un cas particulier. Le bloc filtre peut être autre chose qu'un passe-bande et/ou d'ordre différent de 2. On n'aboutit alors pas à l'équation (*) ci-dessus, et l'étude dans le domaine temporel est souvent plus compliquée. On peut en revanche toujours appliquer le critère de Barkhausen.