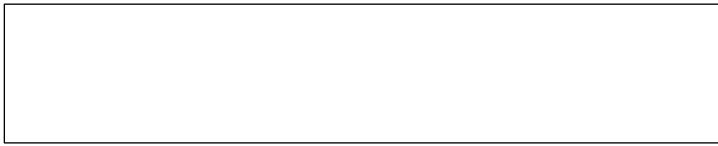


Chapitre 2 : Les oscillateurs

Approches qualitatives

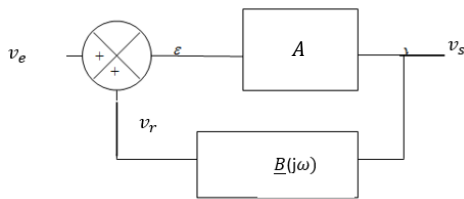
Un oscillateur est un dispositif (mécanique, optique, électronique...) qui, suite à une perturbation extérieure (bruit, conditions initiales, ...), génère un signal périodique en sortie.

I- Oscillateur quasi-sinusoïdal



a) Conditions théoriques d'oscillation

Un oscillateur peut, sans signal d'entrée v_e (seulement du bruit), générer un signal sinusoïdal de sortie v_s de pulsation ω_c



b) Conditions pratiques d'oscillation

En supposant que le filtre soit un filtre passe bande du second ordre : $B(j\omega) = \frac{2M'j\frac{\omega}{\omega_0}}{1+2M'j\frac{\omega}{\omega_0}+(\frac{j\omega}{\omega_0})^2}$ (avec $M' > 0$) et l'amplificateur associé à une amplification constante A , on obtient alors : $v_s(AB - 1) = 0$

Soit :

$$v_s \left(\frac{2M'j\frac{\omega}{\omega_0}}{1+2M'j\frac{\omega}{\omega_0}+(\frac{j\omega}{\omega_0})^2} A - 1 \right) = 0$$

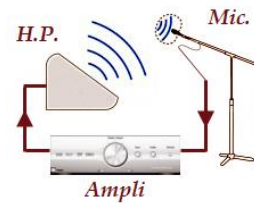
$$v_s \left(\frac{2M'j\frac{\omega}{\omega_0} A - \left(1 + 2M'j\frac{\omega}{\omega_0} + (\frac{j\omega}{\omega_0})^2\right)}{1 + 2M'j\frac{\omega}{\omega_0} + (\frac{j\omega}{\omega_0})^2} \right) = 0$$

D'où : $2M'j\frac{\omega}{\omega_0} Av_s - v_s - 2M'j\frac{\omega}{\omega_0} v_s - (\frac{j\omega}{\omega_0})^2 v_s = 0$

Ce qui donne, en notation temporelle :

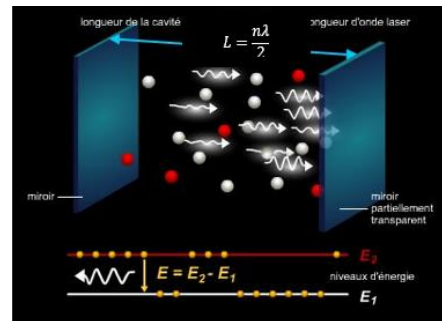
$$\frac{d^2v_s}{dt^2} + 2M'\omega_0(1 - A)\frac{dv_s}{dt} + \omega_0^2v_s = 0$$

Exemple 1 : Principe du larsen



L'ampli joue à la fois le rôle d'amplificateur et de filtre passe bande. Ainsi un bruit sera convertit après capture en une sinusoïde qui sera ensuite captée par le microphone, puis réamplifiée...Le rôle de l'ingénieur du son est d'appliquer, à l'aide de sa table de mixage, un filtre coupe bande permettant d'atténuer l'harmonique posant problème

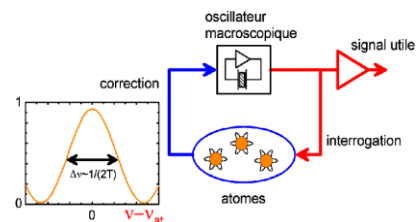
Exemple 2 : Principe du laser



Le gaz d'atomes contenu dans la cavité est stimulé à l'aide d'une alimentation électrique. La desexcitation des atomes s'accompagne de l'émission de photons : le milieu est optiquement actif, il est équivalent à une source de lumière (donc une sorte d'amplificateur).

La lumière émise n'est pas purement monochromatique (l'agitation thermique, la largeur naturelle des niveaux d'énergie sont responsables d'un rayonnement qui n'est pas purement monochromatique et possédant une certaine largeur spectrale $\Delta\lambda$). Afin d'améliorer la monochromaticité du laser, on utilise une cavité résonante de longueur L (cette cavité permet également de polarisée rectilignement la lumière).

Exemple 3 : Principe de l'horloge atomique :

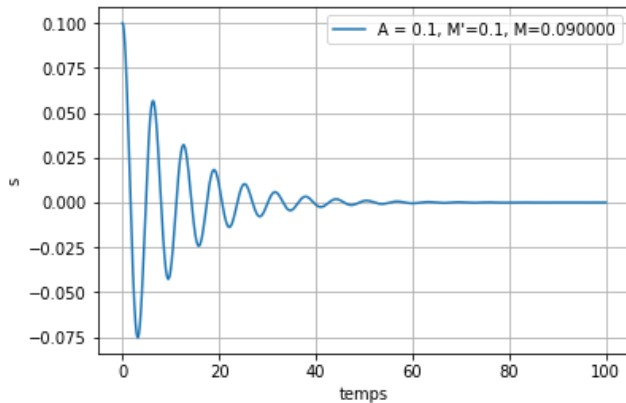


La transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium est responsable d'un rayonnement de fréquence f qui va venir stimuler un filtre passe bande de forte acuité autour de la fréquence f_0 (il s'agit d'un oscillateur à quartz). Le signal en sortie est alors de fréquence f_0 et alimente à son tour les atomes de césium actif : la période est alors de $10^{-14}s$

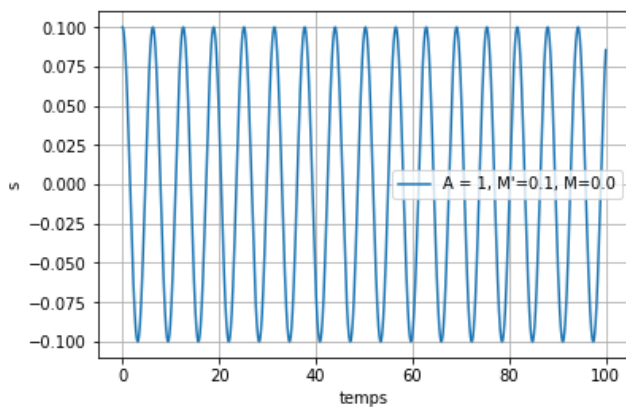
Trois régimes sont alors possibles ($\omega_0 = 5 \text{ rad/s}$):

II- Oscillateur de relaxation

- Si $A < 1$: on a un régime des régimes libres amortis $M = M'(1 - A)$

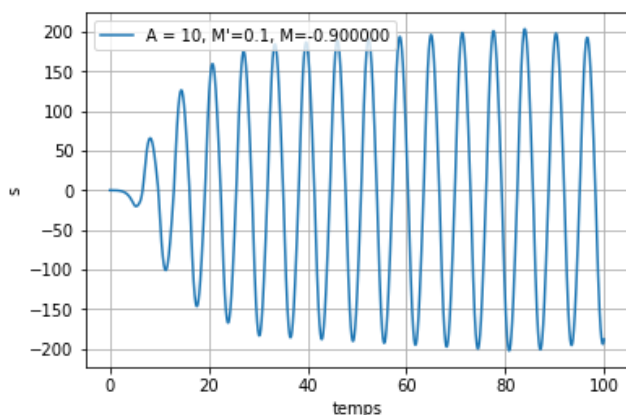


- Si $A = 1$: on a un régime oscillant



- Si $A > 1$: amplification jusqu'à saturation avec $M = M'(1 - A) < 0$

$$\frac{d^2 v_s}{dt^2} - 2|M|\omega_0 \frac{dv_s}{dt} + \omega_0^2 v_s = 0$$



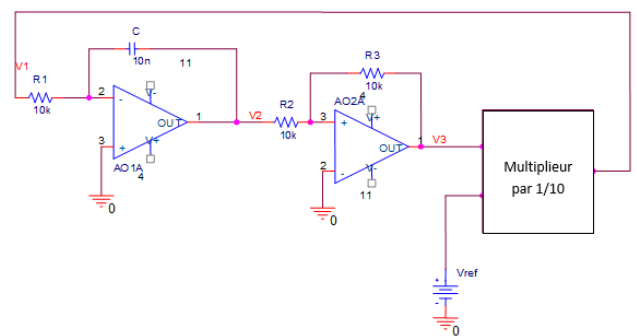
Expérimentalement, pour observer un démarrage des oscillations, on fixe $Re(I(j\omega_c))$ légèrement supérieur à 1 ce qui conduit à la saturation de l'amplificateur : le filtre est alors excité par une tension continue

a) Définition

Les oscillateurs de relaxation sont des systèmes qui évoluent périodiquement entre deux états de fonctionnement d'énergie distincts grâce à une source extérieure d'énergie. On les appelle ainsi en raison du retour périodique du système à son état de plus faible énergie.

b) Exemple

On considère le circuit ci-dessous :



- Analyse qualitative

On reconnaît :

- Un montage intégrateur
- Un montage à hystérésis

Si $v_3 = +v_{sat}$ alors v_2 sera une fonction décroissante du temps conduisant à la commutation du comparateur $\rightarrow v_3 = -v_{sat}$ alors v_2 sera une fonction croissante : on a donc accès à un signal triangle v_2 et un signal carré v_3 de période T

- Analyse quantitative

