Mesures instantanées en fréquence et en amplitude dans le circuit de Chua

J.-M. Friedt, M. Planat
friedt@lpmo.univ-fcomte.fr
Laboratoire de Physique et Métrologie des Oscillateurs (LPMO, CNRS)
32, avenue de l'observatoire, 25044 Besançon Cedex

Le circuit de Chua est un circuit électronique non linéaire réduit à ses éléments essentiels : un circuit LC parallèle et un circuit CN parallèle, reliés en série par une résistance, N étant une résistance négative linéaire par segments.

Un grand nombre d'études théoriques et de simulations de ce circuit ont déjà été effectuées [1], mais peu de références sur l'évolution exacte de l'amplitude et de la fréquence instantanées en fonction du paramètre L (valeur de l'inductance) semblent disponibles.

Nous avons étudié expérimentalement le circuit de Chua d'un point de vue fréquentiel (évolution de la fréquence instantanée avec le paramètre qu'est l'inductance L) et du point de vue de l'amplitude (en fonction de ce même paramètre L). L'utilisation d'une inductance simulée par un montage à amplificateur opérationnel [2], contrôlé par un potentiomètre (numérique) nous a permis de totalement automatiser l'expérience et ainsi acquérir un grand nombre de valeurs.

L'originalité de notre étude réside dans sa capacité à analyser l'amplitude et la fréquence d'une seule et même période (*i.e.* de façon "instantanée") : nous avons développé l'électronique nécessaire à isoler les caractéristique d'une seule période. D'une part un comparateur et une porte "ET" permettent la mesure de la durée d'une période unique à un moment choisi. Simultanément, un détecteur d'amplitude (diode au germanium et capacité) retient la valeur maximum prise par l'amplitude sur cette même période et permet au convertisseur numérique analogique de lire cette valeur avec précision (12 bits). Un soin particulier a été pris pour insérer un nombre suffisant de tampons sur les points de mesure du circuit de Chua pour perturber aussi peu que possible le circuit chaotique par l'ajout de nos sondes.

Nous présentons ici le diagramme de bifurcation en fréquence et en amplitude observé, ce qui valide la méthode d'acquisitions. La limitation actuelle de ne pas pouvoir observer les fréquences et amplitudes de façon séquentielle (mais seulement de façon statistique) va être résolue par la réalisation de notre propre fréquence-mètre (facteur limitant pour le moment la vitesse de mesure). Notre objectif est de comprendre s'il existe une évolution temporelle du bruit de fréquence lors de l'évolution du circuit vers un comportement chaotique, et d'identifier une relation entre l'évolution de la fréquence et de l'amplitude selon les régimes d'oscillation.

Références :

[1] R.N. Madan, *Chua's circuit: a paradigm for chaos*, World Scientific Series in Non-linear Science (Series B, vol 1) (1993)

[2] Thomas P. Weldon, *An inductorless double scroll chaotic circuit*, Am. J. Phys **58** (10), October 1990