Análisis y caracterización de sistemas con dinámica caótica mediante la transformada discreta wavelet

Asesor: Dr. José Salomé Murguía Ibarra, ondeleto@uaslp.mx,
Co-Asesor: Dr. Haret Rosu hcr@ipicyt.edu.mx

Motivación

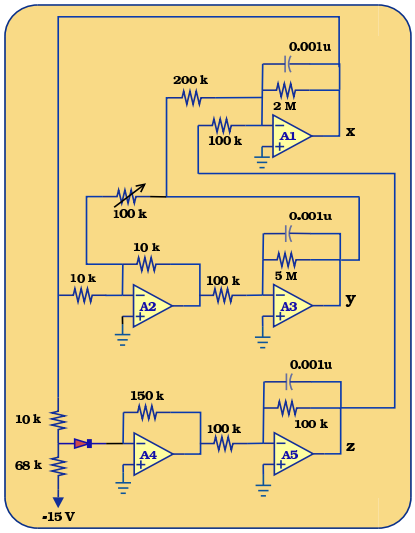
La presente propuesta de tesis conforma una parte importante del trabajo de investigación y colaboración que se ha venido desarrollando en los recientes años con investigadores del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT), en el área de procesamiento de señales que presentan diferente tipo de singularidades. Resulta de vital importancia el análisis y procesamiento de series temporales que presentan características no-estacionarias e irregulares para poder revelar información útil de la información que se está considerando. A pesar de que en la actualidad se cuenta con un gran número de herramientas para caracterizar o analizar la información de series temporales provenientes de diferentes fenómenos, resulta de vital importancia tener disponible una herramienta que sea capaz de determinar características importantes de las series temporales correspondientes de manera adecuada, flexible, apropiada y rápida. Debido a las características mostradas por la transformada wavelet, se ha considerado como una herramienta efectiva para analizar señales de carácter irregular y no-estacionario [2]. Esta transformada viene a complementar a la transformada de Fourier y se ha desarrollado para estudiar una clase grande de fenómenos tales como procesado de imágenes, compresión de datos, caos, fractales, entre otros. De lo anterior, se pretende establecer un método numérico "adecuado" que nos permita caracterizar y complementar el análisis y procesamiento de señales provenientes de diferentes procesos utilizando la teoría wavelet como principal herramienta matemática, teniendo como objetivo manejar de manera más adecuada la información obtenida y así poder aplicarla apropiadamente en diferentes aplicaciones.

Objetivo

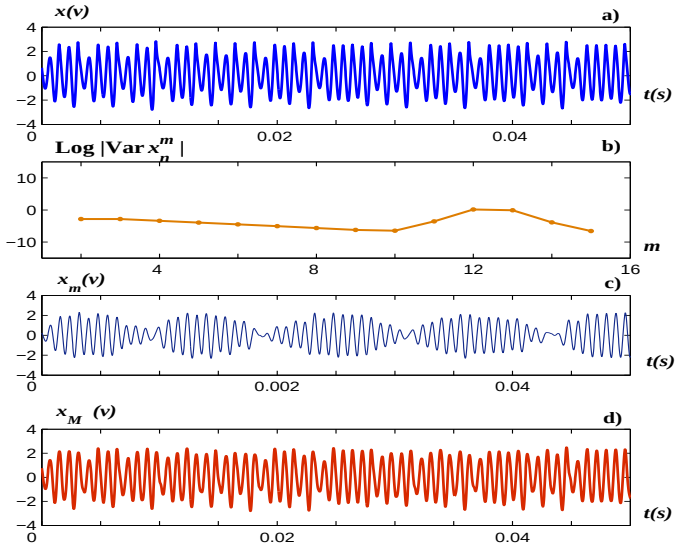
El principal objetivo es utilizar la transformada discreta wavelet y sus variantes para analizar y procesar ST numéricas y/o experimentales provenientes de diferentes procesos. En particular, se consideran ST provenientes de circuitos electrónicos con dinámica caótica y/o de ciertos modelos matemáticos. Lo anterior es con el fin de caracterizar y complementar el análisis de tales ST de manera más apropiada y ofrecer una mayor información de las mismas, lo cual nos auxiliaría para poder tener un mayor entendimiento de las mismas y por ende obtener ciertas ventajas para su respectiva aplicación.

Metodología

Actualmente se cuenta con algunos sistemas que presentan una dinámica caótica, pero se ha podido observar características que pueden auxiliar a caracterizar tales sistemas cuando se preenta un cuarto estado, o bien una operación básica entre los estados. Como primer etapa se considera analizar y procesar tal información con la transformada wavelet. Posteriormente, se pretende realizar un análisis y estudio de escala a los sistemas considerados. Por último, se pretende tener una caracterización más completa de estos sistemas. En la siguiente Figura se ilustra la forma en que la transformada wavelet puede establecer que uno de los estados del circuito presenta una gran concentración de energía en cuatro niveles de transformación y por ende, no sería "recomendable" considerar tal estado en sistemas de comunicación.



(a) Circuito electrónico del tipo "Rossler".



(b) Descomposición del estado x con la transformación wavelet y su gran concentración de energía en cuatro niveles.

Calendario de Actividades

- Junio-Agosto 2015 Revisión del estado del arte de la teoría wavelet y de sistemas que presenten dinámica caótica. Además, iniciar el análisis de la información mediante la transformada wavelet.
- Septiembre-Diciembre 2015 Continuar con la revisión bibliográfica. Implementación de programas basados en variantes de la transformada wavelet que permitan realizar análisis de escala. Cursar las materias correspondientes al tercer semestre.
- Enero-Marzo 2016 Continuar con la revisión bibliográfica. Establecer un conjunto de herramientas que permitan realizar una caracterización de diferentes sistemas dinámicos.
- Abril-Julio 2016 Redacción de tesis.

- Julio-Agosto 2016 Presentación de exámenes previo y final del proyecto de tesis.

Materias por Cursar

En el semestre considerado de agosto a diciembre del año 2015 se sugiere cursar las materias de (a) Optimización y (b) Procesamiento de señales en tiempo real.

Bibliografía

[1] Ingrid Daubechies, *Ten lectures on Wavelets*, SIAM, Philadelphia, PA, 1992.

[2] Stéphane Mallat, *A Wavelet Tour of Signal Processing*, 2nd. Edition, Academic Press, 1999.

[3] Shie Qian, *Introduction to Time–Frequency and Wavelet Tarnsform*, Prentice Hall PTR, 2002.

[4] J.S. Murguía, and E. Campos-Cantón, "Wavelet analysis of chaotic time series," Rev. Mex. de Fís. **52**, 155-162, 2006.

[5] Wornell, G. W., *Signal Processing with Fractals: A Wavelet Based Approach*, Prentice Hall, 1996.

[6] W.J. Staszewski, and K. Worden, "Wavelet analysis of time-series: Coherent structures, chaos and noise," Int. Journal of Bif. and Chaos **3**, 455-471, 1999.