

# Defensa de Tesis para Optar el Título de Magister



Director:

Dr: Jorge Rodríguez  
jorge.jrodri@gmail.com  
Universidad del Atlántico



Candidato:

Angélica Arroyo  
angelicarroyo1020@gmail.com  
Universidad del Atlántico

## Acotación de Soluciones e Integrales de Darboux en un Sistema Particular del Circuito de Chua

## Introducción

## Función de Lyapunov

Punto de Equilibrio

Construcción de la Función de Lyapunov

## Sólido Invariante

## Integrales de Darboux

## Conclusiones y Trabajos Futuros

## Referencias Bibliograficas

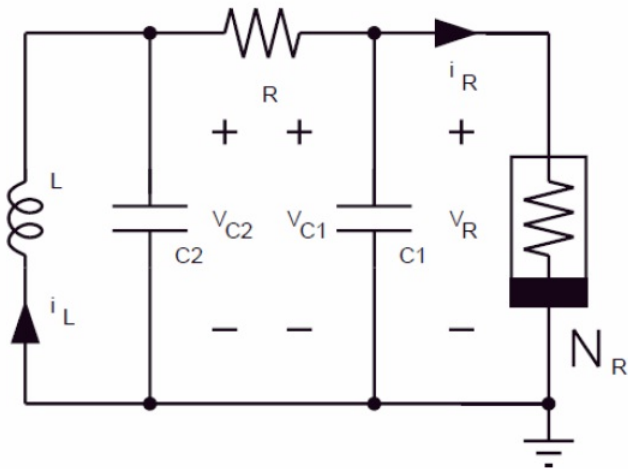


## Sección 1 | Introducción



El **Circuito de Chua** es un circuito electrónico simple que exhibe el comportamiento caótico clásico. Fue introducido en 1983 por Leon Ong Chua. A causa de la facilidad de construcción del circuito, se ha convertido en un ejemplo común de un sistema caótico, y algunos lo han declarado “un paradigma de caos”.

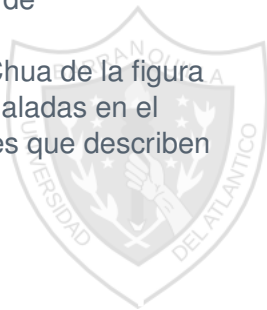




## Figura: Circuito de Chua

El circuito de chua, es analizado por ser una red eléctrica simple que exhibe una variedad de fenómenos de bifurcaciones y atractores.

Al aplicar las leyes de Kirchhoff al Circuito de Chua de la figura anterior, y teniendo en cuenta las variables señaladas en el esquema, se obtienen las siguientes ecuaciones que describen su comportamiento:



$$C_1 \frac{dV_{C_1}}{dt} = \frac{1}{R_0} (V_{C_2} - V_{C_1}) - i_R \quad (1)$$

$$C_2 \frac{dV_{C_2}}{dt} = \frac{1}{R_0} (V_{C_1} - V_{C_2}) + i_L \quad (2)$$

$$L \frac{di_L}{dt} = -V_{C_2} \quad (3)$$

Donde  $i_R$  es la función de respuesta del elemento no lineal las variables que surgen en las ecuaciones son la tensión  $V_{C_1}$  que aparecen en bornes del condensador de la derecha, la tensión  $V_{C_2}$  que aparecen en bornes del condensador izquierdo e  $i_L$  que se trata de la intensidad que circula por la bobina. Las constantes que aparecen en el sistema de ecuaciones

diferenciales son las capacitancias  $C_1$  y  $C_2$  de los dos condensadores, la inductancia  $L$  de la bobina, la resistencia interna  $r_0$  de la bobina y la resistencia variable  $R_0$  del potenciómetro.

El circuito de Chua puede ser modelado a través de un sistema de tres ecuaciones lineales diferenciales con las variables  $x(t)$ ,  $y(t)$ ,  $z(t)$  que representan las tensiones en los condensadores  $C_1$  y  $C_2$ , y la intensidad de la corriente eléctrica en la bobina, respectivamente:

$$\begin{cases} \frac{dx}{d\tau} = \alpha(y - h(x)) \\ \frac{dy}{d\tau} = x - y + z \\ \frac{dz}{d\tau} = -3y \end{cases} \quad (4)$$



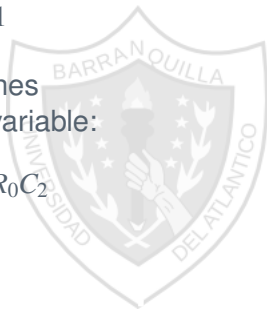


Donde la función de transferencia  $h(x)$  esta dada por:

$$h(x) = \begin{cases} bx + c - b & \text{si } x \geq 1 \\ cx & \text{si } |x| < 1 \\ bx - c + b & \text{si } x \leq -1 \end{cases}$$

La forma en el espacio del sistema de ecuaciones diferenciales; se obtienen con los cambios de variable:

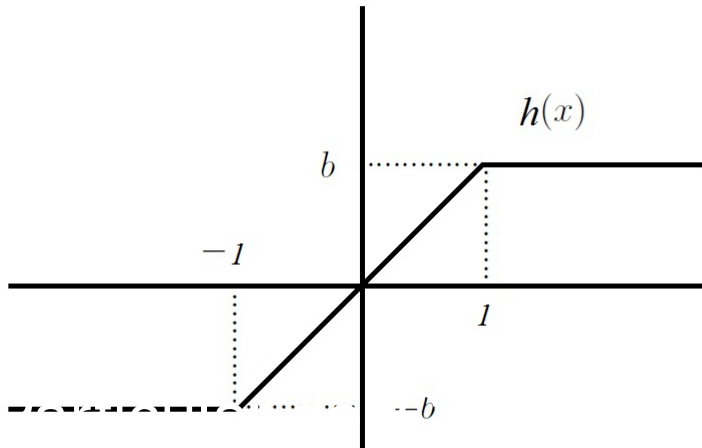
$$x = \frac{V_{C1}}{B_P}; \quad y = \frac{V_{C2}}{B_P}; \quad z = \frac{R_0 i_L}{B_P}; \quad \tau = t R_0 C_2$$



En este trabajo se presentará un estudio los fenómenos críticos de un caso particular del circuito de Chua este sistema, donde la función de transferencia  $h(x)$  esta dada por:

$$h(x) = \begin{cases} b & \text{si } x \geq 1 \\ cx & \text{si } |x| < 1 \\ -b & \text{si } x \leq -1 \end{cases}$$





## Sección 2 | Función de Lyapunov









## Sección 3 | Sólido Invariante





Metodología...





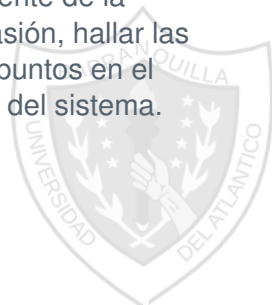
Metodología...



## Sección 5 | Conclusiones y Trabajos Futuros



En trabajos futuros se espera hacer el estudio cualitativo para el sistema que describe el comportamiento del Circuito de Chua a través de una perturbación en la pendiente de la función  $h(x)$  con la que trabajamos en esta ocasión, hallar las bifurcaciones del sistema, hacer el estudio de puntos en el infinito, y mostrar la existencia de ciclos límites del sistema.



## Sección 6 | Referencias Bibliograficas



[Kern, 2007] Uwe Kern.

*Extending  $\text{\LaTeX}$ 's color facilities: The `xcolor` package*,  
January 2007.

[1] Andreas Matthias.

*The pdfpages Package*, December 2010.

[Tantau, 2008] Till Tantau.

*The TikZ and PGF Packages. Manual for version 2.00.*

Institut für Theoretische Informatik, Universität zu Lübeck,  
February 2008.

