



Universidad de Sevilla
Escuela Politécnica Superior



Trabajo Fin de Grado
Ingeniería Electrónica Industrial

*La caracterización integral de las
semiaplicaciones de Poincaré y su aplicación a
circuitos electrónicos: El Memristor*

Autor: Sergio R. Durán Martín

Tutor: Dr. Victoriano Carmona Centeno

Departamento: Matemática Aplicada II

Resumen

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Palabras clave: robótica educativa, robot modular, STM32, FreeRTOS, interfaz gráfica, impresión 3D.

Abstract

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Keywords: educational robotics, modular robot, STM32, FreeRTOS, graphic interface, 3D printing.

Índice general

1	Introducción	4
2	Descripción del Circuito	5
2.1	Resistencia negativa	6
2.2	Memristor	8
2.3	Variables de estado	9
2.4	Superficies invariantes	10
3	Sistemas Lineales a Trozos Bizonales	11
3.1	Sistemas lineales planos	12
3.2	Sistemas lineales a trozos bizonales	13
4	Semiaplicaciones de Poincaré	14
5	Bifurcación Foco-Centro-Ciclo Límite	16
6	Oscilación Periódica en el circuito	18
7	TÍTULO CAPÍTULO 7	20
8	TÍTULO CAPÍTULO 8	22

Capítulo 1

Introducción

Contenido del capítulo de introducción. Contenido del capítulo 1.

Capítulo 2

Descripción del Circuito

El circuito que se ha estudiado es un oscilador con resistencia negativa al que se le ha añadido un componente muy interesante y que está siendo muy estudiado en estos últimos tiempos, el memristor, ver [Figura 2.1](#).

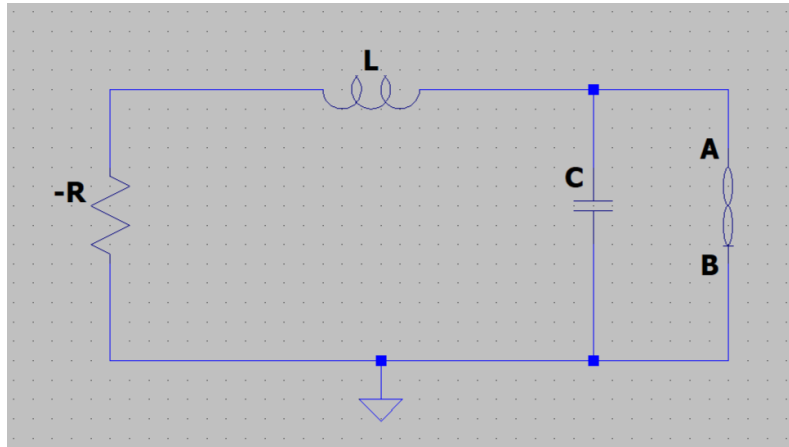


Figura 2.1 : Oscilador RLC con R negativa y Memristor

Como se puede ver no existe una fuente de señal en el circuito y esto se debe a que el análisis hecho busca encontrar una oscilación periódica tan solo proporcionando condiciones iniciales a la bobina y el condensador, esto gracias al comportamiento de la resistencia negativa y del memristor los cuales se especifican mas adelante.

La forma de imponer las condiciones iniciales serían las clásicas, usando fuentes de intensidad en serie y tensión en paralelo con interruptores que se abren en $t = 0(s)$ para la bobina y el condensador respectivamente. Esta parte no se va a detallar más en profundidad puesto que en este trabajo no hay implementación real del circuito, los motivos se detallan en el CAPITULO X.

2.1. Resistencia negativa

Uno de los componentes del circuito es la resistencia negativa la cual se puede construir con lo que se llama un *Convertidor de Impedancia Negativa (NIC)*. Un NIC es un circuito activo, es decir, en lugar de disipar energía como una resistencia convencional, puede proporcionar energía a un circuito, ver [Figura 2.2](#). En términos prácticos, un NIC puede ser utilizado para compensar la resistencia de carga de un sistema, mejorar la eficiencia de la transferencia de energía o realizar otras funciones específicas en circuitos eléctricos o electrónicos. En los circuitos osciladores, el NIC desempeña un papel importante en el mantenimiento, estabilización, frecuencia y calidad de la oscilación.

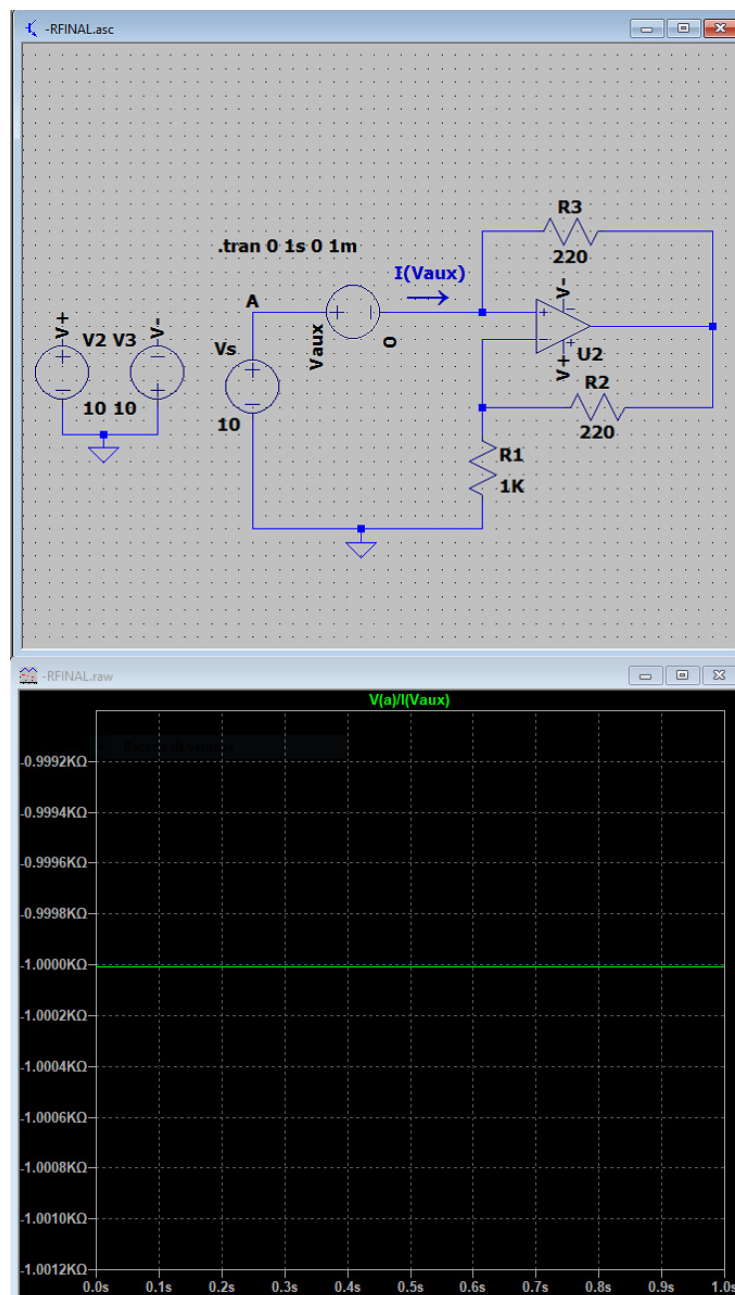
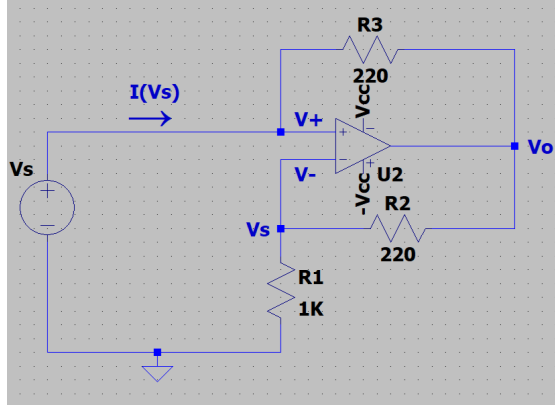


Figura 2.2 : Convertidor de Impedancia Negativa de -1000 Ohmios

Una de las maneras de realizarlo es usando un amplificador operacional y 3 resistencias en la configuración que se ve en la [Figura 2.2](#) de esta manera si elegimos $R_2 = R_3$ la resistencia R_1 es la que determinaría el valor de resistencia negativa, esta es la demostración:



Consideraciones para el cálculo del circuito de la [Figura 2.3](#) con Amplificadores Operacionales:

$$V_+ = V_- \quad (2.1)$$

$$I_+ = I_- = 0(A) \quad (2.2)$$

Figura 2.3 : Parámetros circuito NIC

Teniendo en cuenta la [Ecuación 2.1](#) se puede ver que la tensión V_S cae sobre R_1 y se puede relacionar con V_O mediante un divisor de tensión:

$$V_S = V_O \frac{R_1}{R_1 + R_2} \rightarrow V_O = V_S \frac{R_1 + R_2}{R_1} \quad (2.3)$$

Teniendo en cuenta la [Ecuación 2.2](#) se puede ver que la intensidad $I(V_S)$ es la misma que pasa por la R_3 , por ello se puede deducir:

$$I(V_S) = \frac{V_S - V_O}{R_3} \quad (2.4)$$

Sustituyendo la [Ecuación 2.3](#) en [Ecuación 2.4](#) y trabajando la expresión se llega a:

$$I(V_S) = V_S \frac{-R_2}{R_1 \cdot R_3} \quad (2.5)$$

Si dividimos V_S entre $I(V_S)$ ([Ecuación 2.5](#)) para obtener la impedancia de entrada:

$$\frac{V_S}{I(V_S)} = Z_{IN} = \frac{V_S}{V_S \frac{-R_2}{R_1 \cdot R_3}} = -R_1 \frac{R_3}{R_2} \quad (2.6)$$

Si elegimos $R_3 = R_2$ en la [Ecuación 2.6](#) obtenemos:

$$Z_{IN} = -R_1 \quad (2.7)$$

2.2. Memristor

esto es texto de la siguiente hoja

2.3. Variables de estado

esto es texto de la siguiente hoja

2.4. Superficies invariantes

esto es texto de la siguiente hoja

Capítulo 3

Sistemas Lineales a Trozos Bizonales

Contenido del capítulo 3.

3.1. Sistemas lineales planos

esto es texto de la siguiente hoja

3.2. Sistemas lineales a trozos bizonales

esto es texto de la siguiente hoja

Capítulo 4

Semiaplicaciones de Poincaré

Contenido del capítulo 4.

esto es texto de la siguiente hoja

Capítulo 5

Bifurcación Foco-Centro-Ciclo Límite

Contenido del capítulo 5.

esto es texto de la siguiente hoja

Capítulo 6

Oscilación Periódica en el circuito

Contenido del capítulo 6.

esto es texto de la siguiente hoja

Capítulo 7

TÍTULO CAPÍTULO 7

Contenido del capítulo 7.

esto es texto de la siguiente hoja

Capítulo 8

TÍTULO CAPÍTULO 8

Contenido del capítulo 8.

esto es texto de la siguiente hoja

Conclusiones

Contenido del capítulo de conclusiones.

esto es texto de la siguiente hoja