**Texto

Descripción generada automáticamente**

**Práctica 2. Circuito RLC**

Autores

Martínez Buenrostro Jorge Rafael

Reyes Hernández Alan Yair

Velázquez López Yahel

Profesor

Cesar Jalpa Villanueva

*10 de diciembre de 2023*

[1. Introducción 4](#_Toc153055573)

[2. Material y Equipo 4](#_Toc153055574)

[3. Objetivos 5](#_Toc153055575)

[4. Análisis Teórico 5](#_Toc153055576)

[5. Desarrollo Experimental 12](#_Toc153055577)

[6. Simulación 15](#_Toc153055578)

[7. Análisis de Resultados 17](#_Toc153055579)

[8. Conclusiones 17](#_Toc153055580)

[9. Bibliografía/Referencias 17](#_Toc153055581)

# Introducción

Los inductores son elementos pasivos que tienen la capacidad de almacenar energía en forma de campo magnético. La inductancia está representada por la letra L y tiene unidades de frecuencia Hz (Henrios), con símbolo.

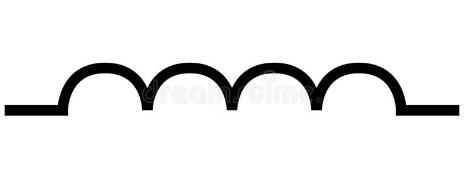


Figura . Símbolo de inductor

Tenemos la siguiente ecuación para el cálculo del voltaje en un inductor.

Donde v corresponde al voltaje, L es la inductancia, i es la corriente y t es el tiempo.

Tenemos dos consideraciones importantes respecto al funcionamiento de los inductores, cuando esta en presencia de corriente constante, en un inductore ideal, tendrá tensión 0, por lo que realmente se comporta como un corto circuito. Por otra parte, en los inductores la corriente no puede cambiar de manera instantánea.

Para el cálculo de la corriente en un inductor tendremos la siguiente ecuación

Donde t0 es la corriente que tiene el inductor al inicio del análisis y t será el tiempo al analizar. Por fines prácticos es eficiente considerar la corriente de inicio de un inductor siendo 0.

Para el análisis de los circuitos en dominio de Laplace, el inductor tendrá la siguiente transformada sH, donde s lo ocuparemos como el dominio de Laplace y H es la inductancia. Por ejemplo, un inductor de 100H tendrá por transformada 100s.

# Material y Equipo

* Osciloscopio
* Generador de funciones
* Multímetro
* Medidor de impedancia
* Inductor de 153mH
* Potenciómetro 10kΩ
* Capacitor de 100nF
* Puente de diodos

# 

# Objetivos

* Análisis de un circuito RLC
* Aplicación de la transformada de Laplace para análisis de circuitos

# Análisis Teórico

El circuito de la siguiente figura es el circuito propuesto para esta sección de la práctica el cual se encuentra en el dominio del tiempo. Para poder seguir con el análisis es necesario cambiarlo al dominio de Laplace para ello haremos los siguientes cambios:

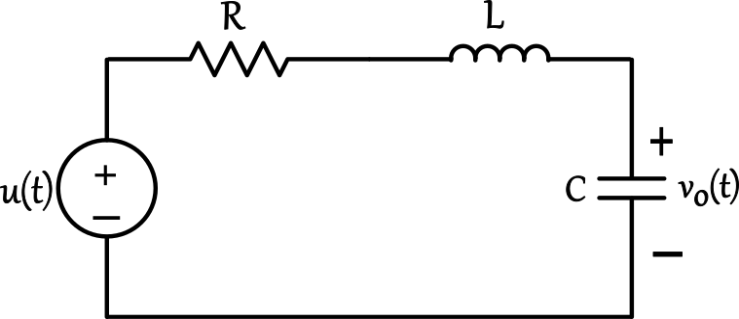


Figura . Circuito RCL en el dominio del tiempo

* Aplicamos la transformada de Laplace a la señal de entrada.
* Cambiamos los valores de los componentes pasivos a impedancias.
* La transformada de Laplace de un escalón unitario es . Sin embargo, la señal utilizada es un escalón que va de 0 a 5V por lo que la expresión correcta es , la transformada de Laplace de esta función es
* Para poder cambiar los valores de los componentes pasivos se toman las siguientes consideraciones:
  1. La impedancia de un inductor está dada por: , donde ***L*** es el valor en Henry del inductor
  2. La impedancia de un capacitor está dada por: , donde ***C*** es el valor en Faradios del capacitor
  3. La impedancia de un resistor es el mismo valor ***R*** del resistor

En la siguiente figura podemos ver el circuito cambiado al dominio de Laplace con las consideraciones antes mencionadas

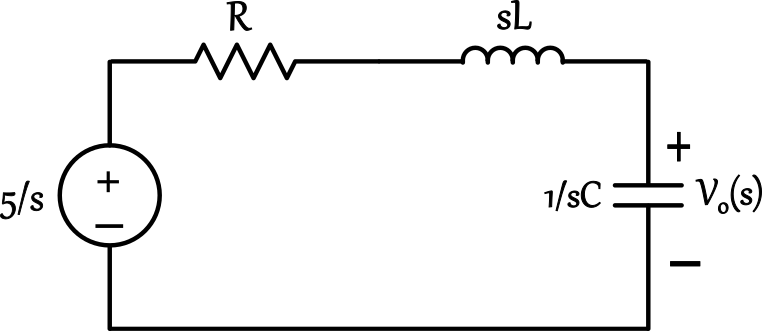


Figura Circuito RCL en el dominio de Laplace

Ahora que tenemos el circuito en el dominio de Laplace podemos analizarlo con la técnica de análisis que a simple vista resulte más sencilla para determinar el voltaje . En este caso usaremos un divisor de voltaje el cuál queda de la siguiente manera:

Recordemos que esta expresión se encuentra en el dominio de Laplace por lo que para poder encontrar la solución que requerimos es necesario cambiarla al dominio del tiempo. Primero vamos a simplificar la expresión multiplicando por y después por lo que nos da como resultado

Esta expresión simplificada tiene tres polos, uno de ellos es 0 mientras que los otros 2 están determinados por un polinomio; para este caso usamos el polinomio . Con base en este polinomio obtenemos y .

Ahora que tenemos las expresiones y tenemos las siguientes condiciones:

* Si son polos reales repetidos
* Si son polos reales distintos
* Si son polos complejos

Polos reales repetidos

Despejando **R** obtenemos que la resistencia crítica tiene el siguiente valor

Esta igualdad nos indica que si el valor de **R** es igual al valor del lado derecho tendremos una función en el dominio de Laplace con polos reales repetido. Al sustituir los valores de y obtenemos que resistencia crítica es de .

Para visualizar el comportamiento de este caso usaremos máxima para cambiar la función del dominio de Laplace al dominio del tiempo, y con este cambio poder graficar la función.

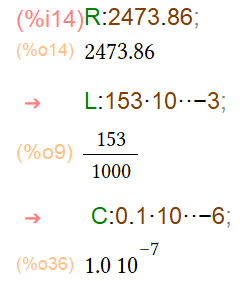


Figura .. Declaramos los valores de los componentes pasivos, sin olvidar que R debe ser igual a 2,473.86 Ω

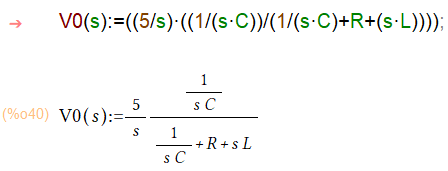


Figura . Declaramos la función en el dominio de Laplace

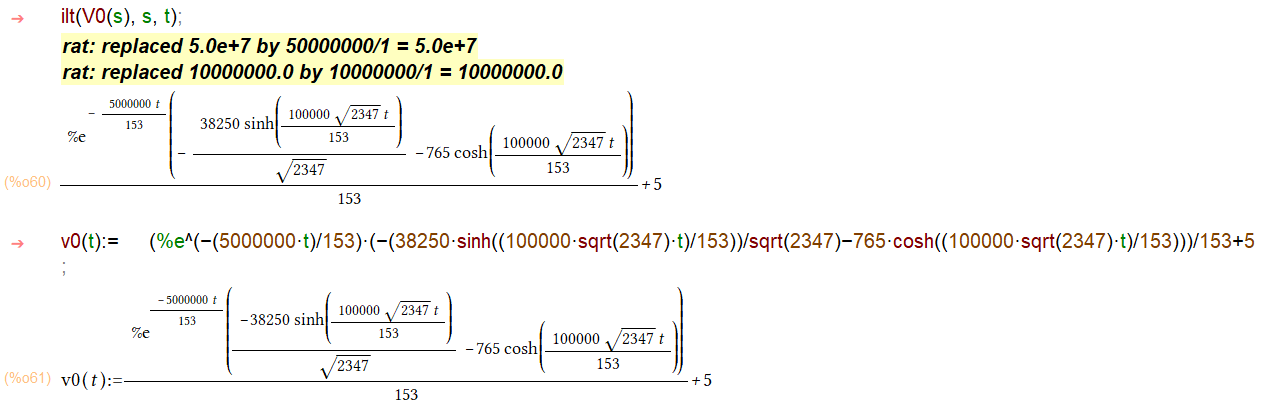


Figura . Obtenemos la transformada inversa de Laplace y guardamos el resultado dentro de una función que dependa del tiempo

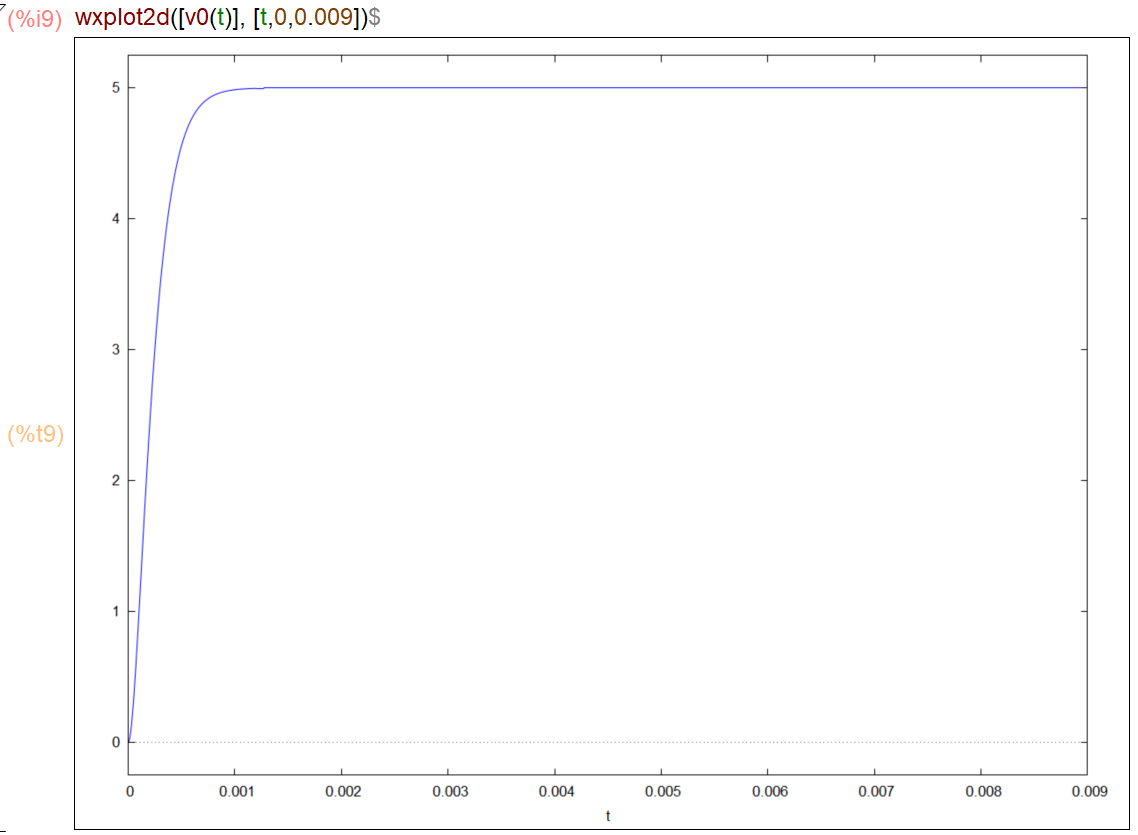


Figura . Con la función de tramado 2d obtenemos la gráfica de la función en el dominio del tiempo

Polos reales distintos

Despejando **R** obtenemos que la resistencia crítica tiene el siguiente valor

Esta desigualdad nos indica que si el valor de **R** es mayor al valor del lado derecho tendremos una función en el dominio de Laplace con polos reales distintos. Anteriormente calculamos que la resistencia crítica es de por lo que ahora el valor de **R** será de .

Repetiremos los pasos vistos en: Figura 3, Figura 5 y Figura 6. Sin embargo, al declarar los valores de componentes pasivos los modificaremos de la siguiente manera.

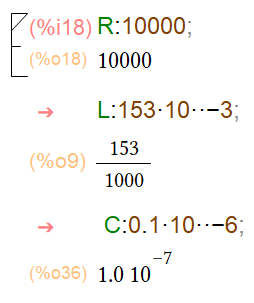


Figura . Declaramos los valores de los componentes pasivos sin olvidar que debe ser igual a 10kΩ

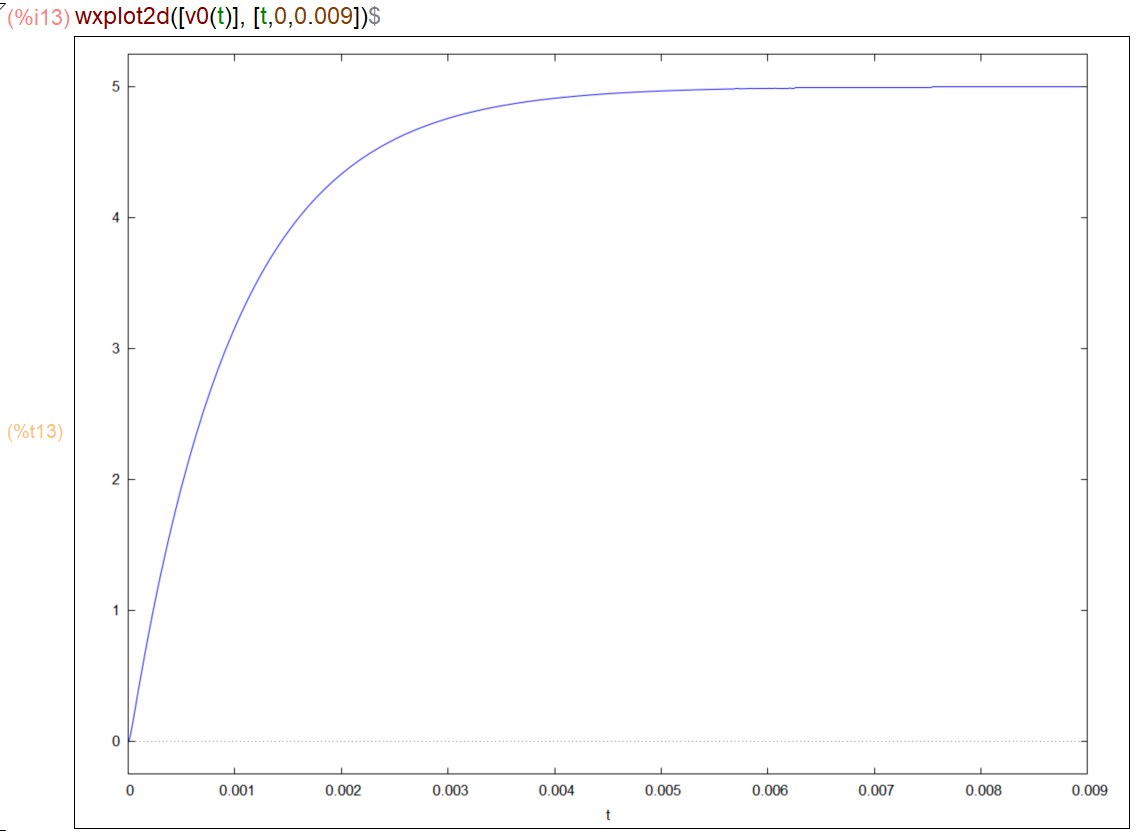


Figura . Con la función de tramado 3d obtenemos la gráfica de la función en el dominio del tiempo

Polos complejos

Despejando **R** obtenemos que la resistencia crítica tiene el siguiente valor

Esta desigualdad nos indica que si el valor de **R** es menos al valor del lado derecho tendremos una función en el dominio de Laplace con polos reales distintos. Anteriormente calculamos que la resistencia crítica es de por lo que ahora el valor de **R** será de .

Repetiremos los pasos vistos en: Figura 3, Figura 5 y Figura 6. Sin embargo, al declarar los valores de componentes pasivos los modificaremos de la siguiente manera.

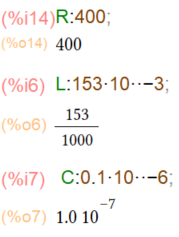


Figura . Declaramos los valores de los componentes pasivos sin olvidar que debe ser igual a 400Ω

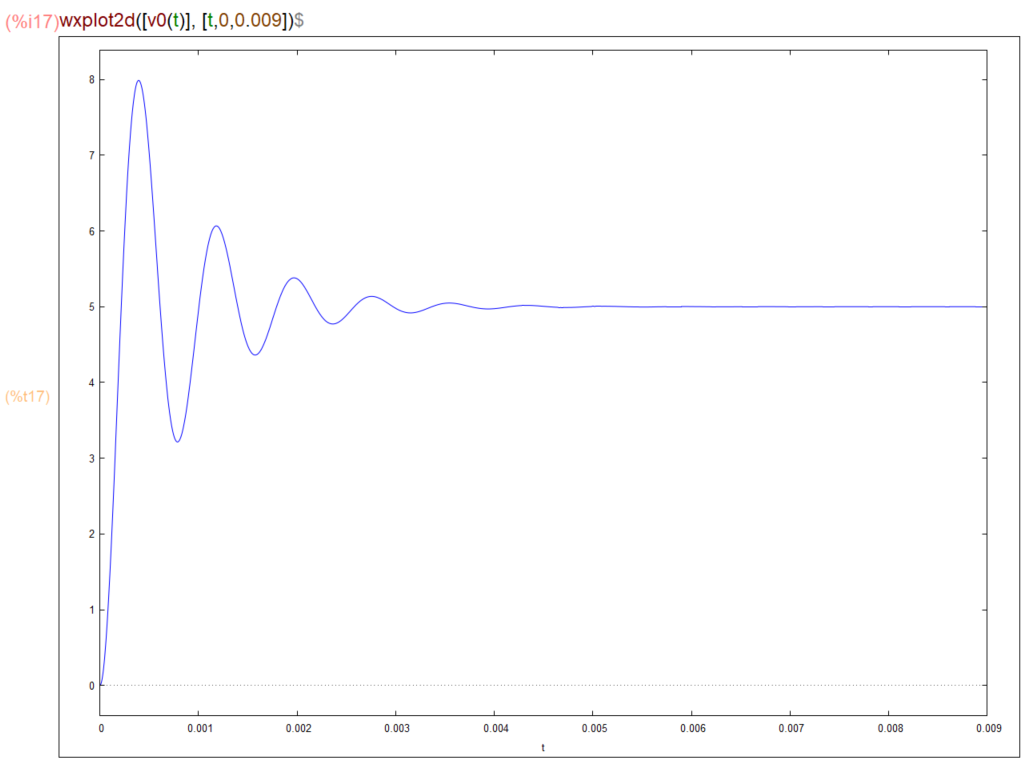


Figura . Con la función de tramado 2d obtenemos la gráfica de la función en el dominio del tiempo

# Desarrollo Experimental

Para poder comenzar con el desarrollo experimental armaremos el circuito de la Figura 1. Para el voltaje del configuraremos el generador de funciones para que podamos ver una onda cuadrada con una amplitud de ***5V*** comenzando en ***0V*** y con una frecuencia de ***1KH***. Conectaremos el canal 1 del osciloscopio para poder ver el voltaje de entrada y el canal 2 para poder ver el voltaje del capacitor; de tal forma que al encender el osciloscopio y el generador veremos los voltajes de la siguiente figura

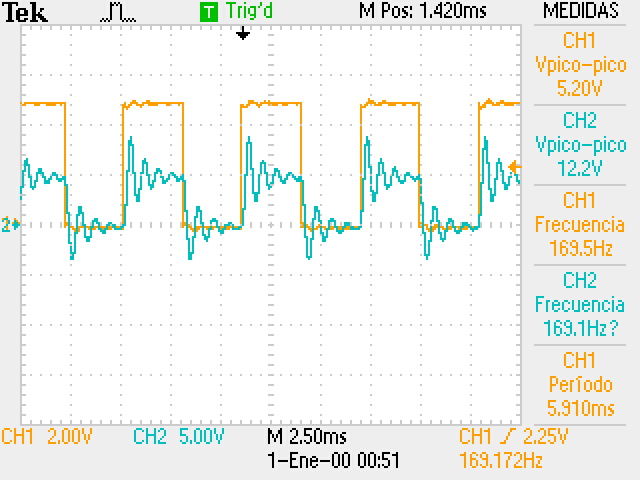


Figura . Voltaje de entrada (amarillo) y voltaje del capacitor (azul)

Al ver estos voltajes podemos decir que está bien conectado, por lo que cambiaremos los valores del potenciómetro para comprobar los casos vistos en el análisis teórico. Retiramos el potenciómetro del circuito y lo conectaremos a un multímetro para poder variar su valor lo más cerca posible a 2,473.86Ω, que es el valor de la resistencia crítica. Experimentalmente es complicado poder acercarnos exactamente al valor calculado, el valor que pudimos obtener fue de 2,090Ω; con este valor volvemos a conectar el potenciómetro al circuito y encendemos tanto el osciloscopio como el generador de funciones.

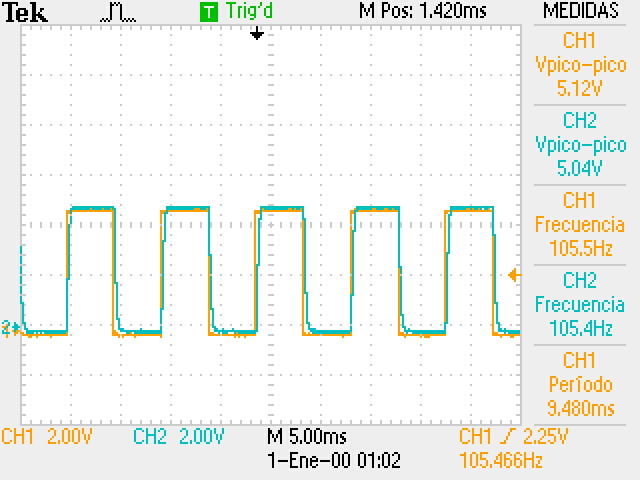


Figura . Voltaje de entrada y salida en la que se puede ver la periodicidad de la entada

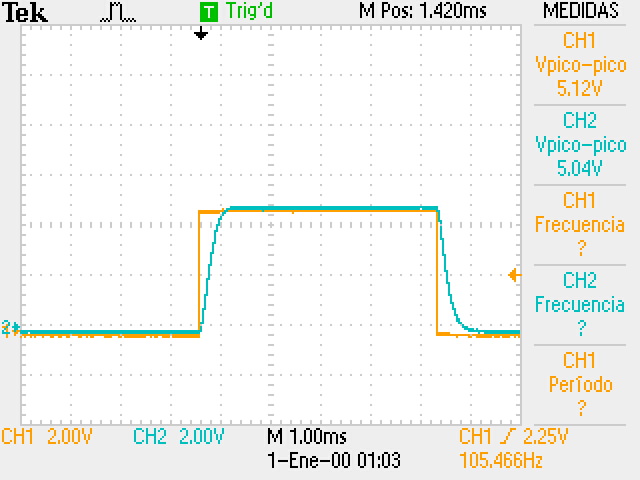


Figura . Desplazando horizontalmente el trazo y modificando el valor de la escala de tiempo para poder ver el voltaje como un escalón

Retiramos el potenciómetro del circuito y lo conectaremos a un multímetro para poder variar su valor lo más cerca posible a , para poder tener un valor mayor al valor de la resistencia crítica. Con este valor volvemos a conectar el potenciómetro al circuito y encendemos tanto el osciloscopio como el generador de funciones.

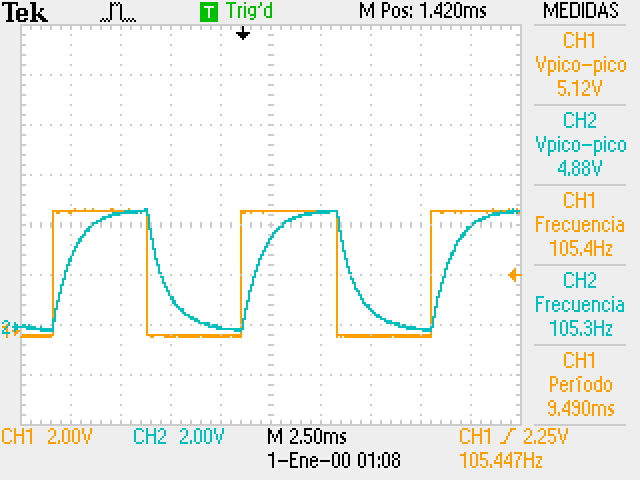


Figura . Voltaje de entrada y salida en la que se puede ver la periodicidad de la entrada

Retiramos el potenciómetro del circuito y lo conectaremos a un multímetro para poder variar su valor lo más cerca posible a , el valor al que pudimos ajustar el potenciómetro fue de 396 Ω para poder tener un valor menor al valor de la resistencia crítica. Con este valor volvemos a conectar el potenciómetro al circuito y encendemos tanto el osciloscopio como el generador de funciones.

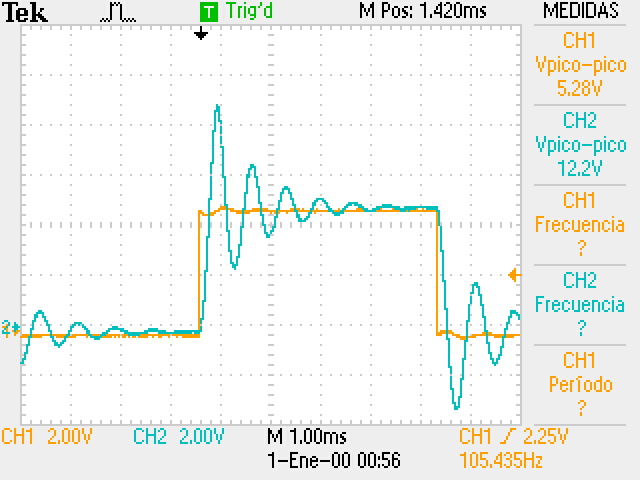


Figura . Desplazando horizontalmente el trazo y modificando el valor de la escala de tiempo para poder ver el voltaje como un escalón

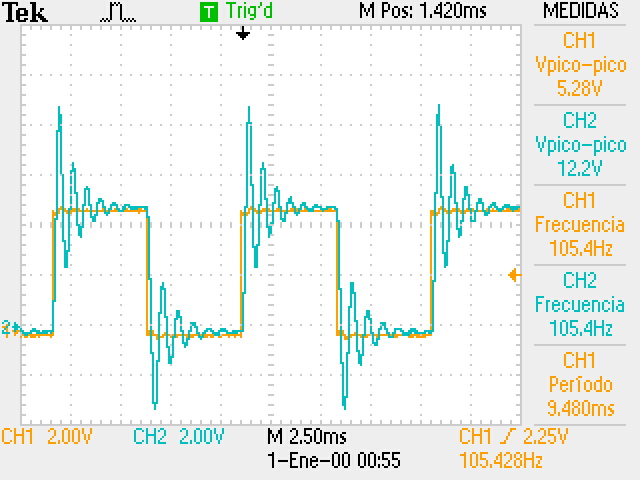


Figura . Voltaje de entrada y salida en la que se puede ver la periodicidad de la entrada

# Simulación

Para poder hacer la simulación usaremos nuevamente Spice Opus. En la siguiente figura se ve el código que modela el circuito de la Figura 1

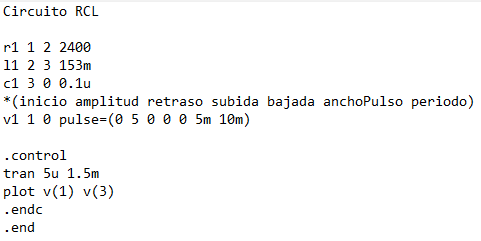


Figura . En la primera sección se definen los componentes y sus conexiones, en la segunda sección es el bloque de control encargada de trazar los voltajes

Lo que haremos será variar el valor de r1 con los tres casos vistos: 400Ω, 2,473.86Ω y

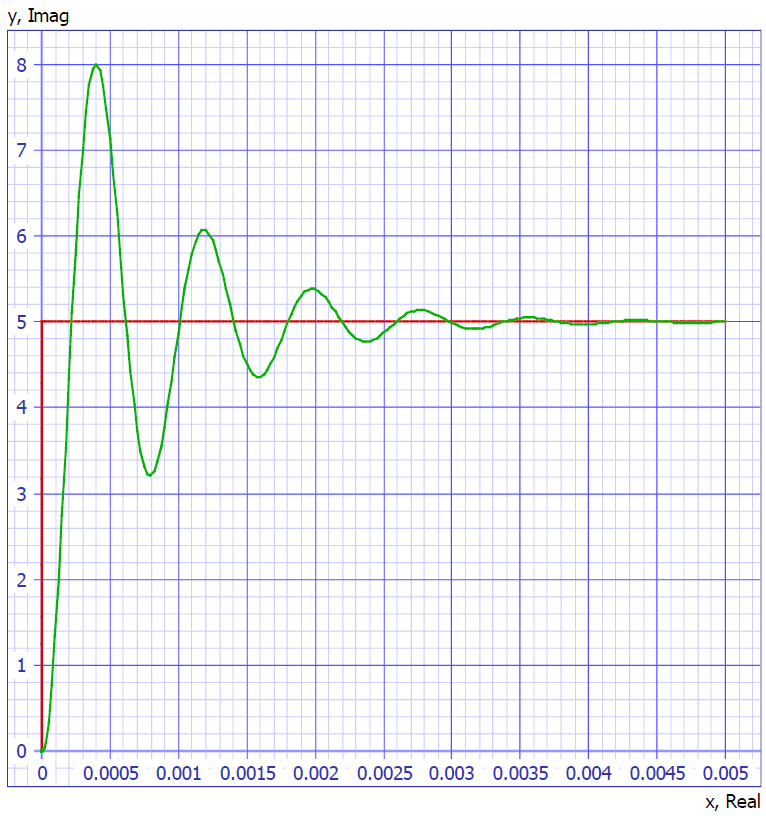


Figura . Voltaje de entrada (rojo) y voltaje de salida (verde) con r1 en 400Ω

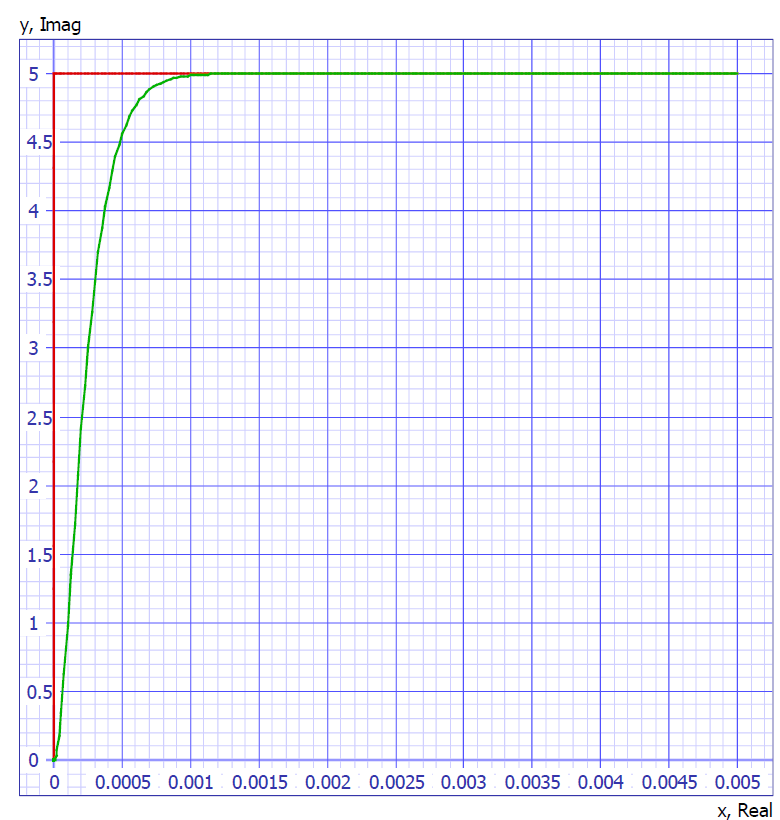


Figura . Voltaje de entrada (rojo) y voltaje de salida (verde) con r1 en 2,473.86Ω

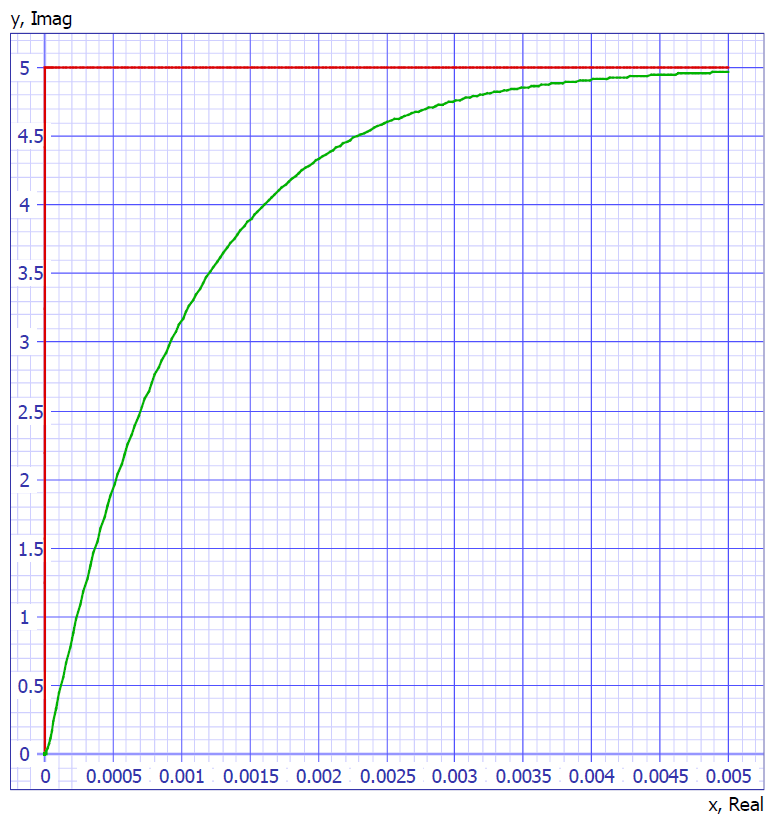


Figura . Voltaje de entrada (rojo) y voltaje de salida (Verde con r1 en 10kΩ

# Análisis de Resultados

Observando las gráficas obtenidas tanto en los simuladores (Spice Opus y WxMaxima) y las que logramos obtener en la parte experimental por medio del osciloscopio, podemos notar que tenemos las mismas respuesta del circuito, en este caso, con un poco de variaciones ya que por ejemplo en la resistencia critica colocamos experimentalmente una de 2,090Ω y en el calculo tenemos 2,473.86Ω, teniendo unas variaciones muy pequeñas, por lo que podemos decir que nuestros resultados fueros satisfactorios, tanto en cálculos como de forma experimental.

# Conclusiones

El análisis del circuito RLC es mas sencillo por medio de la transformada de Laplace, en comparación a resolverlo en el dominio del tiempo sin embargo, nos encontramos con otras complicaciones como son el calculo de todas la transformadas de los componentes y a pesar que el análisis del circuito se puede realizar por un divisor de voltaje, tenemos que hacer las reducciones correspondientes para poder aplicar correctamente la transformada inversa siendo también complicado, por ello nos apoyamos por medio de las herramientas que tenemos disponibles, en este caso wxMaxima, con el cual nos ayudó a obtener el calculo y las graficas correspondiente de nuestro circuito. Por otra parte, tampoco nos libramos de realizar cálculos, ya que para saber que resistencias necesitamos para el circuito, tenemos que hacer por nuestra cuenta dichos cálculos.

También nos apoyamos de Spice Opus, donde montamos el circuito y le pedimos graficar los resultados, donde obtuvimos lo que tenemos experimentalmente, teniendo otro refuerzo de los datos obtenidos.

Es interesante como tenemos una entrada como un pulso, y en el caso de los polos complejos tenemos una señal de respuesta como una senoide atenuada, en los polos reales repetidos tenemos una señal exponencial que crece muy rápido hasta llegar al punto máximo y por último polos reales distintos con una señal exponencial que a diferencia de la anterior tiene una creciente más pequeña y por ende llega en mayor tiempo al límite.

# Bibliografía/Referencias

* Boylestad, R.L., Barraza, C.M. and la, C.A.J. de (2004) *Introducción al análisis de circuitos (10a. Ed.)*. Distrito Federal: Pearson Educación.
* Nilsson, J.W. and Riedel, S.A. (2003) *Circuitos eléctricos (7a. Ed.)*. Madrid: Pearson Educación.