



Bitácora de Laboratorio #8

Escuela de Ingeniería en Computadores

Laboratorio de Circuitos Eléctricos (CE-2201)

Integrantes:

Tamara Cajiao Molina - 2024143333
Santiago Robles Obando - 2022207100

Profesor: Jeferson González Gómez

II Semestre

2025

Laboratorio 8. Circuitos RC y RL en corriente continua

1. Introducción

En este experimento se estudiará el comportamiento de carga y descarga de los condensadores e inductores en corriente continua, utilizando una fuente de tensión con forma de onda cuadrada. El propósito del experimento es observar el proceso de carga y descarga, observando el comportamiento exponencial y haciendo énfasis en el cálculo experimental de la constante de tiempo τ .

2. Objetivos

1. Calcular las expresiones matemáticas generales de la corriente en un circuito RLC serie, como respuesta a un escalón unitario de tensión.
2. Observar la forma de onda de la corriente en un circuito RLC serie para escalones unitarios.
3. Comprobar experimentalmente el comportamiento de circuitos RLC serie en condiciones: subamortiguado, críticamente amortiguado y sobreamortiguado.

3. Cuestionario Previo

4.

1. Investigue la relación Corriente-Tensión del condensador. Explique el comportamiento del condensador en términos de esta relación. Investigue la relación Corriente-Tensión de la bobina. Explique el comportamiento de la bobina en términos de esta relación. Utilice algún software de simulación de circuitos para la obtención de todas las curvas teóricas solicitadas.

El condensador cumple la ley:

$$i = C \frac{dv}{dt}$$

lo que significa que la corriente depende de qué tan rápido cambia el voltaje. Si el voltaje cambia muy rápido, el condensador deja pasar una corriente grande; si el voltaje es constante, la corriente es cero. Por eso el condensador se opone a los cambios bruscos de voltaje: no deja que el voltaje suba o baje

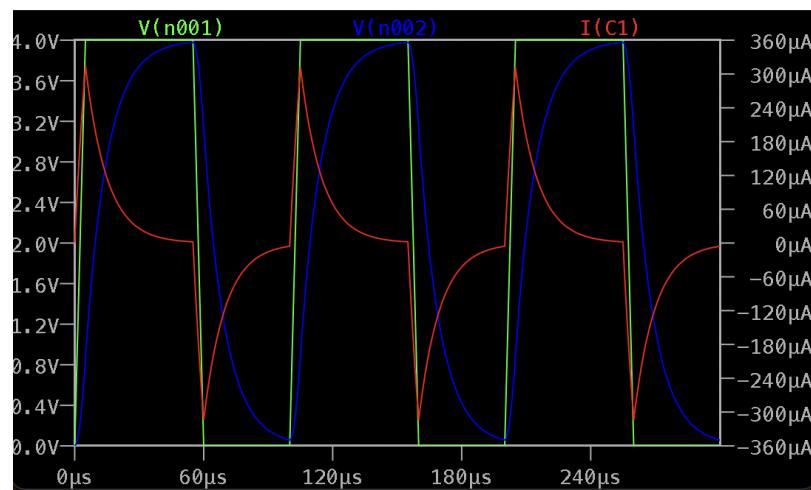
de golpe, sino que se carga y descarga gradualmente. En corriente continua se comporta como un circuito abierto, y en corriente alterna como un conductor, sobre todo a altas frecuencias.

La bobina sigue la ley:

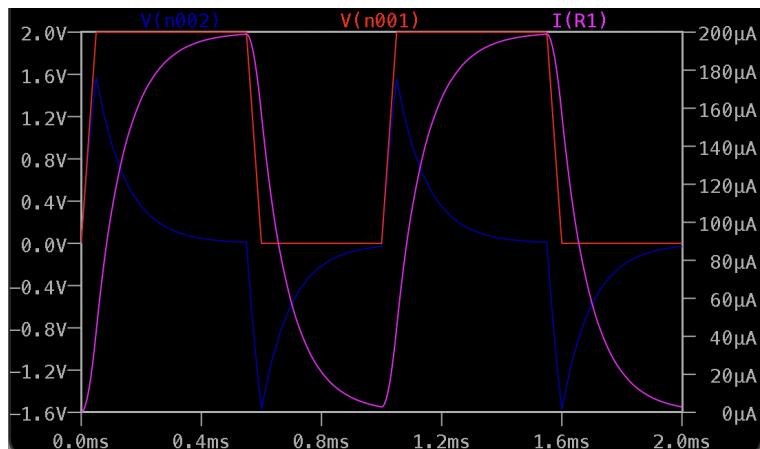
$$V = L \frac{di}{dt}$$

Su voltaje depende de qué tan rápido cambia la corriente. Si la corriente intenta cambiar bruscamente, la bobina genera una tensión que se opone a ese cambio. Por eso se opone a las variaciones rápidas de corriente. En corriente continua actúa como un cortocircuito (la corriente fluye libremente), mientras que en alterna o transitorios ofrece resistencia creciente a medida que la frecuencia sube.

2. Investigue la respuesta de un circuito RC ante una tensión cuadrada de 10 kHz: la forma de la tensión y la corriente de ambos elementos. Suponga $C = 1 \text{ nF}$, $R = 10 \text{ k}\Omega$ y $V_f = 4 \text{ Vpp}$. Utilice el simulador de circuitos LTSpice para la obtención de todas las curvas teóricas solicitadas.



3. Obtenga la respuesta de un circuito RL ante una tensión cuadrada de 1 kHz y 2 Vpp, determine la forma de la tensión y la corriente de ambos elementos. Suponga $L = 1 \text{ H}$, $R = 10 \text{ k}\Omega$



4. Investigue el significado de la constante τ para un circuito RL. Explique claramente.

En un circuito RL, la constante de tiempo τ representa el tiempo característico que tarda la corriente en variar significativamente cuando se aplica o se interrumpe una fuente de voltaje. Se define como la razón entre la inductancia L y la resistencia R del circuito ($\tau = L/R$), y describe la rapidez con que la corriente alcanza su valor final. Físicamente, indica el tiempo necesario para que la corriente llegue al 63.2% de su valor máximo después de conectar la fuente, o para que descienda al 36.8% de su valor inicial al desconectarla. Una constante de tiempo grande implica que la corriente cambia lentamente debido a una alta inductancia o baja resistencia, mientras que una constante pequeña significa que el circuito responde más rápidamente.

5. Investigue cómo puede calcularse de forma gráfica el valor de τ en circuito RC y RL.

El valor de la constante de tiempo τ en circuitos RC y RL puede determinarse de forma gráfica a partir de la curva de carga o descarga de la señal correspondiente.

En un circuito RC, se observa la variación del voltaje en el capacitor con respecto al tiempo; el valor de τ se obtiene localizando el punto en que dicho voltaje alcanza el 63.2% de su valor final durante la carga, o desciende al 36.8% de su valor inicial durante la descarga.

En un circuito RL, se analiza la gráfica de corriente a través del inductor y se aplica el mismo criterio: τ corresponde al tiempo en que la corriente alcanza el 63.2% de su valor máximo al obtener energía o baja al 36.8% al perderla. Así, la constante de tiempo puede estimarse directamente sobre la curva exponencial observando el eje temporal en esos porcentajes característicos.

6. Identifique en cuáles circuitos de medición se deben aislar las tierras del osciloscopio y del generador de funciones.

Las tierras del osciloscopio y del generador de funciones deben aislarse en aquellos circuitos de medición donde ambos equipos podrían compartir un punto de referencia común que no sea el mismo que el del circuito bajo prueba, ya que esto puede provocar un cortocircuito a través de las conexiones de tierra.

5. Equipo y Materiales

Cantidad	Descripción
1	Generador de funciones
1	Osciloscopio
1	Protoboard
	Resistencias de $1\text{k}\Omega$ y $10\text{k}\Omega$
	Condensador de 1nF
	Bobina de 10H ó 100mH

6. Procedimiento

6.1. Circuito RC

1. Monte el circuito mostrado en la figura 8.1.

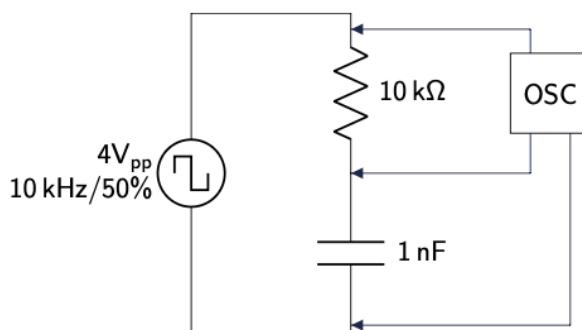
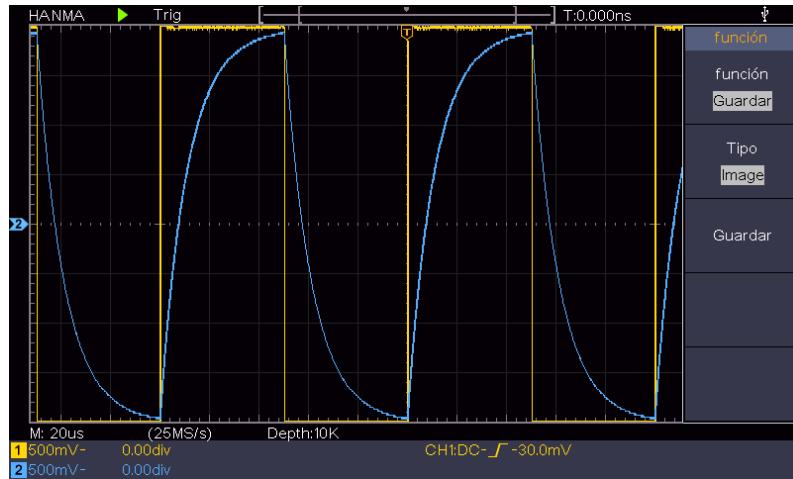


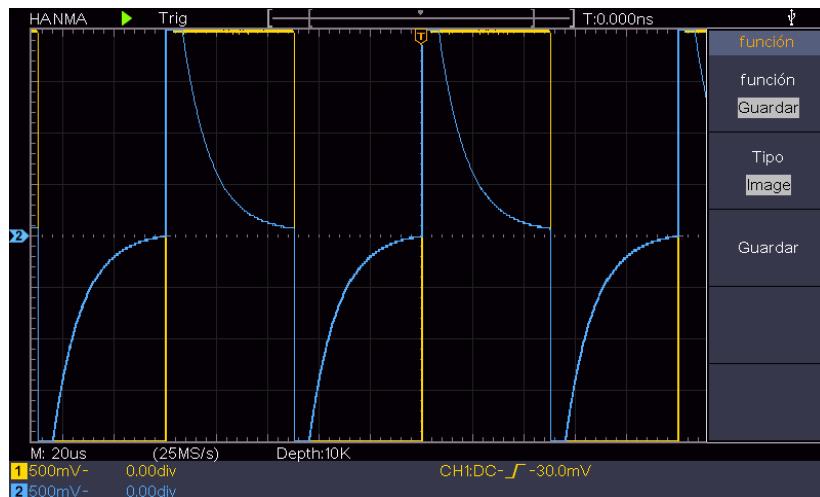
Figura 8.1: Circuito de medición para la tensión en el condensador.

2. En el generador de funciones, elija la onda cuadrada.
3. Ajuste la frecuencia de operación a 10 kHz, el ciclo de trabajo al 50 % (onda simétrica) y la amplitud de la onda a 4 V pico-pico.
4. Observe simultáneamente las señales del generador (V_f) y del condensador (V_C). Ajuste la base de tiempo para que se observe claramente al menos un

período de las ondas. Dibuje las ondas en fase correcta. Utilice papel milimétrico y gradúe los ejes.

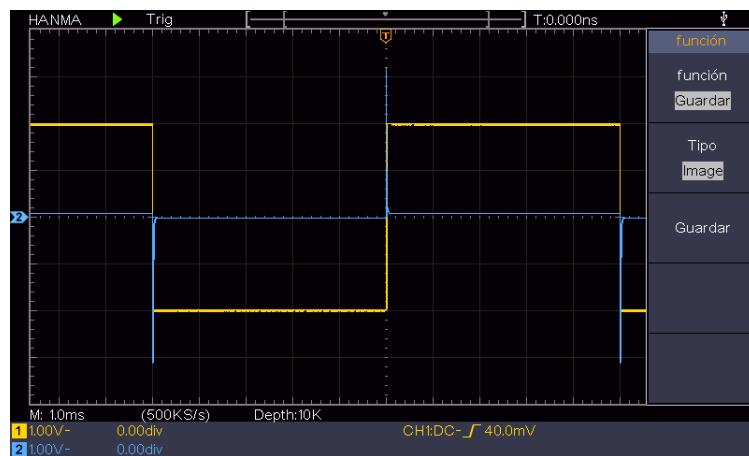


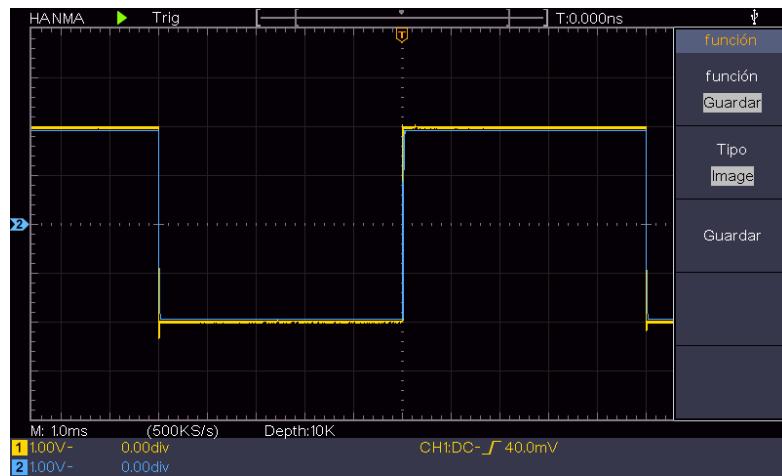
5. Intercambie la posición de los componentes R y C , como se muestra en la figura 8.2. Mida Vf y VR.



6. Para todos los casos, anote los valores pico, la frecuencia de operación, las escalas de tensión y tiempo y el valor máximo de la señal en consideración.

7. Cambie la frecuencia del generador a 1 kHz. Repita los puntos de 4 a 6.





6.2. Circuito RL

1. En el generador de funciones, elija la onda cuadrada. Monte el circuito de la figura 8.3.

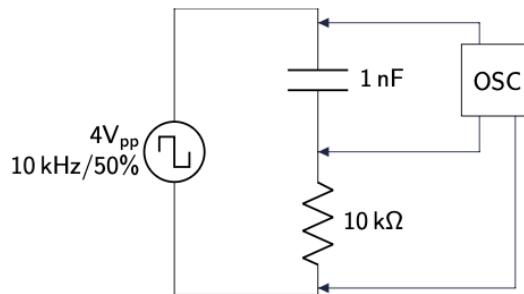


Figura 8.2: Circuito de medición para la corriente en el condensador

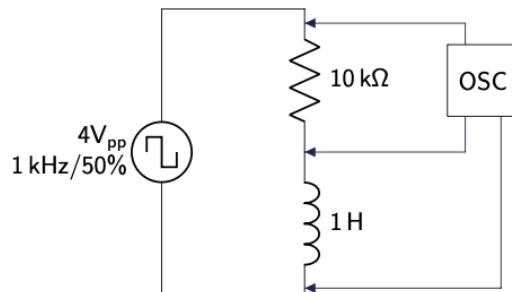
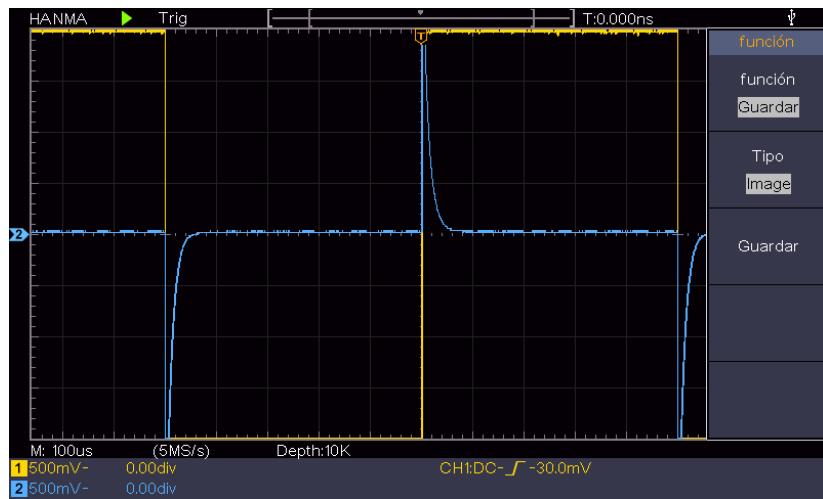


Figura 8.3: Circuito de medición para la tensión en la bobina.

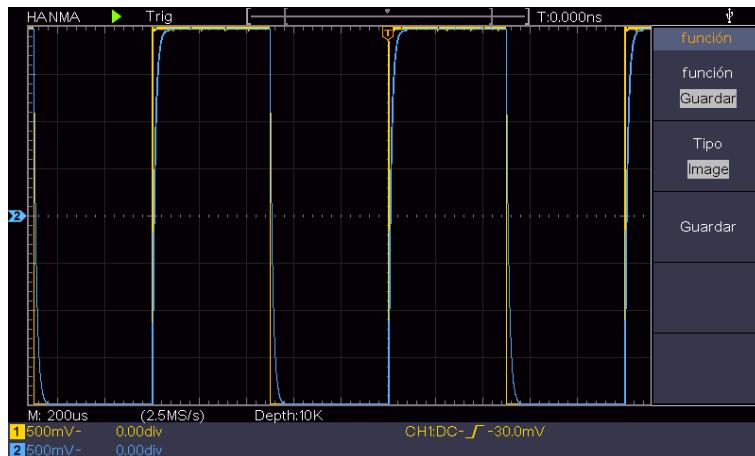
2. Ajuste la frecuencia de operación a 1 kHz y la amplitud de la onda a 4 Vpp.
3. Obtenga y dibuje las curvas de tensión del generador (V_G) y de la bobina (V_L) en fase correcta.



4. Intercambie la ubicación de la resistencia y la bobina como se muestra en la figura 8.4.

5. Obtenga y dibuje en fase correcta respecto a la tensión del generador (VG) la curva de carga y descarga de la corriente a través de la bobina (iL) y determine la constante de tiempo T.

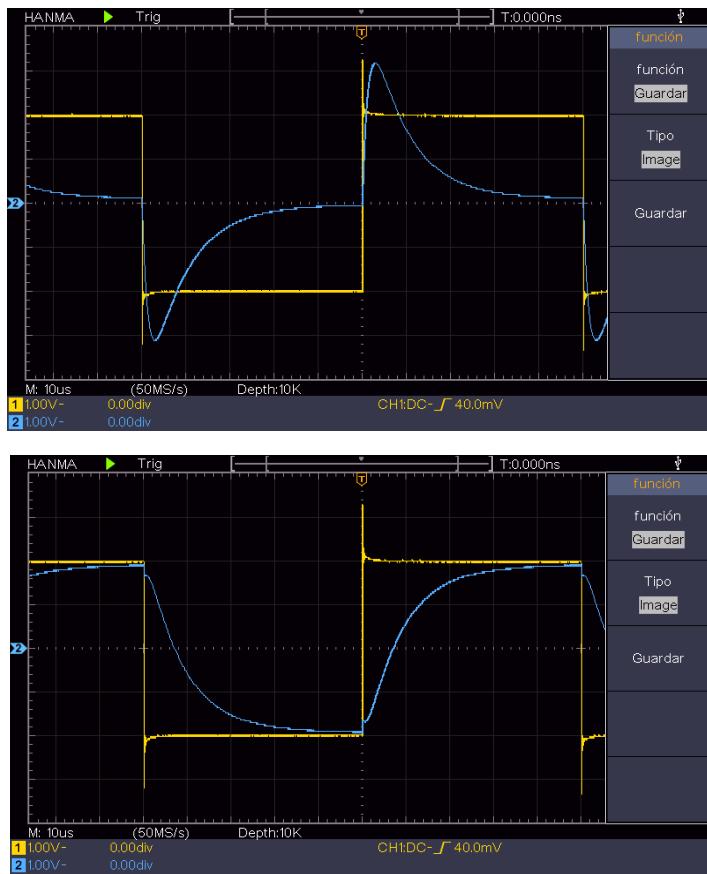
6. Para todos los casos, recuerde anotar valores pico, la frecuencia de operación, las escalas de tensión, tiempo y el valor máximo de la señal en consideración. Utilice papel milimétrico al graficar.



7. Cambie la frecuencia del generador a 100 Hz. Repita los puntos de 3 a 5.



8. Cambie la frecuencia del generador a 10 kHz. Repita los puntos de 3 a 5.



7. Evaluación

7.1. Circuito RC

1. A partir de las curvas dibujadas, obtenga gráficamente el valor de la constante de tiempo τ , así como los valores de tensión y corriente obtenidos en $t = \tau$.

La escala de tiempo en la mayoría de las gráficas de comportamiento de los circuitos es de $10\mu s/div$ y se estabilizan a las 5 divisiones: $\tau \approx 10\mu s$

Para la tensión en el capacitor cuando $t = \tau$, se puede observar en la gráfica de la tensión del capacitor, pues la onda que corresponde a esta, interseca con el eje del tiempo en 2.4div, así podemos decir:

$$V_c(t = \tau) = 1V/div \cdot 2.4div = 2.4V$$

Para la corriente del capacitor podemos ver en su gráfica correspondiente que la función interseca con el eje del tiempo en 1.8div, así:

$$I_c(t = \tau) = \frac{1V/div \cdot 1.8div}{10k\Omega} = 0.18mA$$
$$I_c(t) = I_o e^{-t/\tau} = 0.18mAe^{-1} = 66.22\mu A$$

2. Calcule la constante de tiempo para los valores de resistencia y capacitancia utilizados en el experimento.

$$\tau = RC = 10k\Omega \cdot 1nF = 10\mu s$$

3. Compare el valor teórico de τ (punto 2) con el valor obtenido en el punto 1 de la evaluación.

Si comparamos el valor teórico y el valor experimental τ se puede ver que si coinciden sus valores ($10\mu s = 10\mu s$).

4. Calcule, para cada caso, el valor teórico de tensión (V_C) que debe alcanzar el circuito al transcurrir una constante de tiempo y compárelo con los valores experimentales.

$$V_c(\tau) = V_f(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = 4V \cdot 0.63 = 2.52V$$

Al comparar el valor con los valores experimentales, se ve que coincide con lo esperado para la señal usada de 4 Vpp.

5. ¿Cuál es el valor máximo de corriente en el capacitor obtenido para cada una de las frecuencias utilizadas? ¿Qué determina este valor? Compare la forma de onda de la corriente y la tensión.

$$I_{CMax} = \frac{2V}{10k\Omega} = 0.2mA$$

Este valor lo determina la rapidez con la que cambie el voltaje en el capacitor, es decir la frecuencia de la señal, entre más alta la frecuencia, más agudos los picos de corriente. Comparando podemos ver que la forma de onda de la corriente muestra picos en los bordes de la señal cuadrada mientras que la tensión muestra forma exponencial.

6. Explique por qué la tensión pico-pico en la resistencia es el doble de la tensión pico-pico del generador para el circuito de la figura 8.2.

La tensión pico-pico en la resistencia es el doble del generador pues, como mencionado anteriormente, la corriente cambia bruscamente en cada borde de la onda cuadrada, y dado que $V_R = R \cdot i(t)$, se generan picos positivos y negativos. La superposición de ambos da como resultado una señal con el doble de amplitud que la señal cuadrada original.

7. Investigue al menos dos aplicaciones de los circuitos RC.

En la conversión de fuentes de voltaje AC a DC, pues ayudan a suavizar y estabilizar el voltaje, eliminando las oscilaciones no deseadas. También son usados en temporizadores como marcapasos, intermitentes y más, usando la carga y descarga del capacitor para crear los intervalos de tiempo entre acciones.

7.2. Circuito RL

1. Calcule la constante de tiempo para los valores de resistencia e inductancia utilizados en el experimento.

$$\tau = \frac{L}{R} = \frac{1H}{10k\Omega} = 100\mu s$$

- 2. Compare el valor teórico de τ con los valores leídos directamente de sus curvas.**

Comparando el valor teórico con el experimental podemos ver que ambos valores son equivalentes. ($100\mu s = 100\mu s$)

- 3. Calcule, para cada caso, el valor teórico de corriente que debe alcanzar el circuito luego de una constante de tiempo (considere la constante de tiempo a partir del flanco positivo de la señal de entrada) y compárelo con los valores leídos de sus curvas.**

$$I_L(\tau) = \frac{V}{R} (1 - e^{-1}) = 0.2mA \cdot 0.63 = 0.126mA$$

Este valor de corriente del inductor coincide con lo medido experimentalmente.

- 4. ¿Cuál es el valor máximo de tensión en el inductor obtenido en los puntos 3, 7 y 8 de la sección 5.2?**

A 1 kHz: el valor máximo es alrededor de los 4V, a 100 Hz el valor máximo es menor, pues el di/dt es más lento, y a 10 kHz el valor máximo es mayor que 4V por mayor pendiente de corriente.

- 5. ¿Qué significado tiene este valor? Compare la forma de onda de la corriente y la tensión.**

Este valor de tensión refleja la tasa de cambio de la corriente en el inductor, ya que por

$$V_L = L \cdot \frac{di}{dt}$$

Cuanto más rápida sea la transición de la corriente, mayor será el voltaje inducido. Además, comparando: La forma de onda de la corriente tiene transiciones exponenciales, mientras que la tensión en la bobina presenta picos bruscos.

6. Investigue al menos dos aplicaciones de los circuitos RL.

Se usan en sistemas de comunicación como transmisores de ondas de radio y en general en circuitos para procesar señales, y en aplicaciones de control de corriente, pues su naturaleza de oposición a los cambios en la corriente los hace útiles para controlar la forma de la corriente en un circuito.

8. Referencias

- C. K. Alexander, M. N. O. Sadiku, “Fundamentos de circuitos eléctricos”, McGraw-Hill.
- R. C. Dorf, J. A. Svoboda, “Introduction to electric circuits”, John Wiley & Sons
- A. Ahmad, “Understanding RC circuit operation and time constant,” Mar. 31, 2023. Recuperado de:
<https://eepower.com/technical-articles/understanding-rc-circuit-operation-and-time-constant/#>