

Circuitos RLC

Jesus Alberto Beato Pimentel

2023-1283

Energía Renovable

ITLA La Caleta,

Santo Domingo 20231283@itla.edu.do

Resumen— En esta asignación vamos a realizar vamos a realizar la práctica del capítulo 6 y 7 del documento complementario, desarrollando sus cálculos teóricos y su simulación tanto en físico como digital en multisim.

Abstract— In this assignment we are going to carry out the practice of chapter 6 and 7 of the complementary documents, developing its theoretical calculations and its simulation both physically and digitally in multisim.

Keywords— *Reactancia capacitiva X_c , reactancia inductiva X_l , cálculos Onda, frecuencia, Angulo, números complejos, magnitud, entre otros...*

I. Introducción

A continuación, vamos a desarrollar la práctica del capítulo 6 y 7 como lo establece el mandato de la asignación, con su respectivo desarrollo de sus cálculos y simulación tanto físico como digital en el simulador Multisim.

II. Marco Teórico.

A. ¿Qué es una bobina?

Una bobina, también conocida como inductor, es una parte del circuito eléctrico que tiene una función pasiva. De hecho, su cometido principal es la de almacenar energía a través de la inducción para que esta se convierta en un campo magnético. La bobina se diferencia de otros elementos porque tiene un hilo de cobre. En ocasiones, este se presenta como un muelle y, en otras, se coloca sobre un material ferromagnético.

B. ¿Qué es un capacitor?

Un capacitor o condensador eléctrico es un dispositivo que se utiliza para almacenar energía (carga eléctrica) en un campo eléctrico interno. Es un

componente electrónico pasivo y su uso es frecuente tanto en circuitos electrónicos, como en los analógicos y digitales. Todo capacitor tiene la misma estructura básica: dos placas conductoras separadas por un dieléctrico aislante ubicado entre ambas. En ellas se almacena la carga de energía cuando fluye una corriente eléctrica y su dieléctrico debe ser de un material no conductor, como el plástico o la cerámica

1. Componentes utilizados:

- Osciloscopio
- Generador de funciones
- Capacitores
- Bobinas
- Resistencias
- Protoboard

2. Programas de simulación utilizados:

- Free View
- Multisim

3. Formulas:

- $X_c = \frac{1}{\omega} = \frac{1}{2\pi f c}$
- $V_{Z2} = \frac{V \times Z2}{Z1 + Z2}$
- $X_l = (2\pi)(f)(L)$
- $V_{rms} = \frac{V_p}{\sqrt{2}}$

Tema I - Series R, L, C Circuits

RC Circuit 1.

- 1) Utilizando la Figura 6.1 con $V_{in}=2$ V p-p seno a 10 kHz, $R=1$ k Ω y $C=10$ nF, determina la reactancia capacitiva teórica y la impedancia del circuito, y registra los resultados en la Tabla 6.1 (la parte experimental de esta tabla se completará en el paso 5). Utilizando la regla del divisor de voltaje, calcula las tensiones en el resistor y el condensador, y regístralas en la Tabla 6.2.

Para desarrollar este circuito y simularlo primero vamos a sacarle el V_{rms} , ya que el ejercicio solo nos proporciona el voltaje pico V_p , y se calcula de la siguiente forma:

$$V_{rms} = \frac{V_p}{\sqrt{2}}$$

$$V_{rms} = \frac{1V}{\sqrt{2}}$$

$$V_{rms} = 0.707V$$

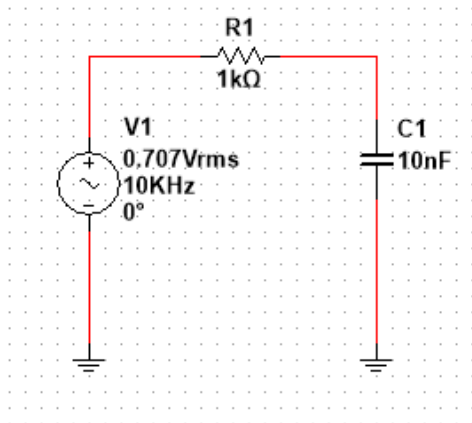


Fig. Circuito 6.1 simulado en multisim.

Ahora vamos a calcular la reactancia capacitiva de la siguiente manera:

$$X_C = \frac{1}{\omega} = \frac{1}{2\pi f c}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi \times 10 \times 10^{-9} f c}$$

$$X_C = -1591.55\Omega$$

Luego vamos a calcular la impedancia del circuito como lo establece el mandato;

$$Z = Z_1 + Z_2$$

$$Z = 1000 + (-1591.55)$$

$$Z = 1000 - j1591.55$$

Ahora vamos a transformar el resultado que obtuvimos de Z a forma polar:

$$Z = \sqrt{Z_x^2 + Z_y^2}$$

$$Z = \sqrt{(1000)^2 + (-1591.55)^2}$$

$$Z = \sqrt{1000000 + 2533483.3025}$$

$$Z = \sqrt{3533483.3025}$$

$$Z = 1879.64$$

Ya con la magnitud obtenido podemos encontrar el ángulo:

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{-1591.55}{1000}\right)$$

$$\theta = \tan^{-1}(-1.59)$$

$$\theta = -57.86$$

La forma polar es la siguiente:

$$1879.55 \angle -57.86^\circ$$

Por último, vamos a calcular las tensiones en el resistor y el condensador.

$$V_{Z1} = \frac{V \times Z1}{Z1 + Z2}$$

$$V_{Z1} = \frac{0.707 \angle 0 \times 1000 \angle 0}{1879.55 \angle -57.86}$$

$$V_{Z1} = 0.376 \angle 57.86$$

$$V_{T1} = 0.532 \text{ seno } (62831.85t + 57.86^\circ)$$

$$V_{Z2} = \frac{V \times Z2}{Z1 + Z2}$$

$$V_{Z2} = \frac{0.707 \angle 0 \times 1591.55 \angle -90}{1879.55 \angle -57.86}$$

$$V_{Z2} = 0.599 \angle -32.14$$

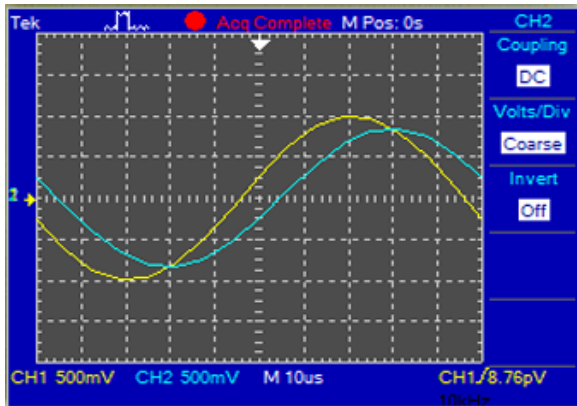


Fig. Simulación en osciloscopio en físico

Para encontrar el voltaje del capacitor que nos da el osciloscopio, cogemos la cantidad de cuadros en vertical de la segunda onda y la multiplicamos por el volt/división en que se encuentra el osciloscopio y por último dividimos entre la raíz de dos para obtener nuestro valor Vrms. Calculemos.

$$V_c = 500\text{mV} \times 1.69 = 0.845\text{V}$$

$$V_c = 0.845\text{V} / \sqrt{2}$$

$$V_c = 0.598\text{V}$$

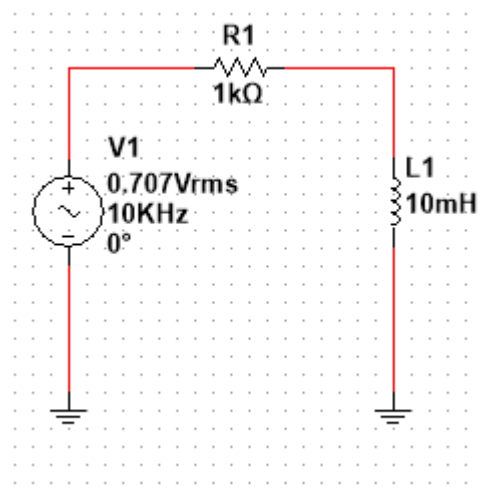
	Calculo teóricos	Calculo experimental	Desviación %
Xc	1591.55	1584	0.42%
Magnitud (Z)	1879.64	1844	1.96%
Z Ø	-57.86	-55.45	4.17

% de desviación de la magnitud	% de desviación del θ
0.17%	4.80%
0.53%	8.05%

	Magnitud teórica	θ teórico	Magnitud experimental	θ experimental
Vc	0.599	-32.14	0.598	-30.6
Vr	0.376	57.86	0.374	53.02

2) Circuito RL

Reemplace el capacitor con el inductor de 10 mH (es decir, Figura 6A.2) y repita los pasos 1 a 6 del mismo modo. De manera, utilizando las Tablas 6.3 y 6.4.



Primero vamos a calcular la reactancia inductiva X_L , de la siguiente manera:

$$X_L = \omega L$$

$$X_L = (2\pi)(f)(L)$$

$$X_L = (2\pi) * (1000\text{Hz}) * (10 \times 10^{-3})$$

$$X_L = (6.2832) * (1000) * (0.1)$$

$$X_L = 628.32\Omega$$

Entonces tenemos el resultado siguiente:

$$1000 + j628.32$$

Ahora vamos a convertir de manera rectangular a manera polar, calculando primero la magnitud y luego el ángulo.

$$Z = \sqrt{(1000)^2 + (628.32)^2}$$

$$Z = \sqrt{1000000 + 394786.0224}$$

$$Z = \sqrt{1394786.0224}$$

$$Z = 1181.01$$

Con la magnitud encontrada vamos a calcular el Angulo, de la siguiente manera:

$$\emptyset = \text{Tan}^{-1} \left(\frac{628.32}{1000} \right)$$

$$\emptyset = \text{Tan}^{-1} (0.62832)$$

$$\emptyset = 32.14^\circ$$

La forma polar es la siguiente:

$$1181.01 \angle 32.14^\circ$$

Por último, vamos a calcular las tensiones en el resistor y el condensador.

$$V_{Z1} = \frac{V \times Z1}{Z1 + Z2}$$

$$V_{Z1} = \frac{0.707 \angle 0^\circ \times 1000 \angle 0^\circ}{1181.01 \angle 32.14^\circ}$$

$$V_{Z1} = 0.5984 \angle -32.14^\circ$$

$$V_{Z2} = \frac{V \times Z2}{Z1 + Z2}$$

$$V_{Z2} = \frac{0.707 \angle 0^\circ \times 628.32 \angle 90^\circ}{1181.01 \angle 32.14^\circ}$$

$$V_{Z2} = 0.376 \angle 57.86^\circ$$

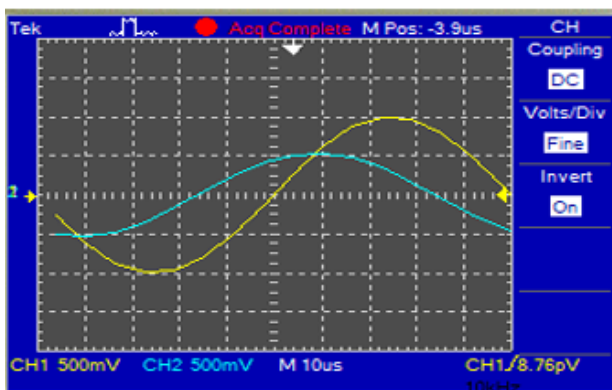


Fig. Circuito 6.2 simulado en el osciloscopio de multisim.

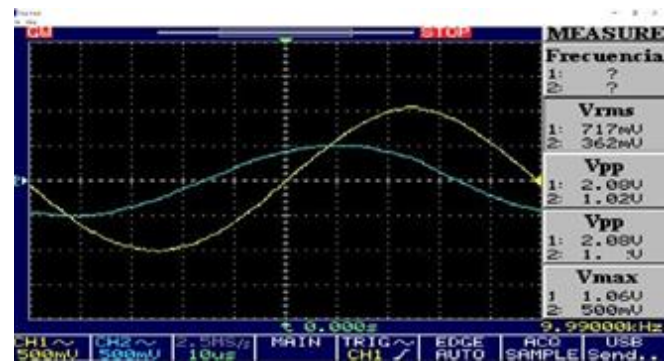


Fig. Circuito 6.2 simulado en el osciloscopio físico

Para encontrar el voltaje de la bobina que nos da el osciloscopio, cogemos la cantidad de cuadros en vertical de la segunda onda y la multiplicamos por el volt/división en que se encuentra el osciloscopio y por último dividimos entre la raíz de dos para obtener nuestro valor Vrms. Calculemos.

$$V_I = n \times \text{vol/div}$$

$$V_I = 1.03 \times 500\text{mV}$$

$$V_I = 515 / \sqrt{2}$$

$$V_I = 0.364\text{V}$$

Tablas de resultado como lo exige el mandato.

	Calculo teóricos	Calculo experimental	Desviación %
XI	628.32	614.5	2.20%
Magnitud (Z)	1181.01	1147.62	2.82%
Z Ø	32.14	29.54	8.05%

	Magnitud teórica	θ teórico	Magnitud experimental	θ experimental
V_I	0.376	57.86	0.361	53.68
V_r	0.5984	-32.14	0.5984	-29.78

% de desviación de la magnitud	% de desviación del θ
3.70%	7.28%
0.50%	7.34%

3) RLC Circuit

Usando la Figura 6.3 con el capacitor de 10 nF y el inductor de 10 mH, repita los pasos 1 a 6 en manera similar, utilizando las Tablas 6.5 y 6.6. Usando un osciloscopio de cuatro canales: Para obtener la adecuada lectura, coloque la primera sonda en la entrada, la segunda sonda entre la resistencia y el inductor, y la Tercera sonda entre el inductor y el condensador. La sonda tres produce VC. Usando la función matemática, sonda dos menos la sonda tres produce VL y, finalmente, la sonda uno menos la sonda dos produce VR. Asignar Las formas de onda de referencia pueden resultar útiles para ver todas las señales juntas. Usando dos canales Osciloscopio: Desafortunadamente, será imposible ver el voltaje de los tres componentes. simultáneamente con el voltaje de la fuente usando un osciloscopio de dos canales. Para obtener lecturas adecuadas, Coloque la primera sonda en la entrada y la segunda sonda a través del condensador para ver la fase. y magnitud de VC. Luego, intercambie C y L (colocando la segunda sonda a través del inductor) para ver VL, y finalmente, intercambie L y R (con la segunda sonda a través de R) para ver VR

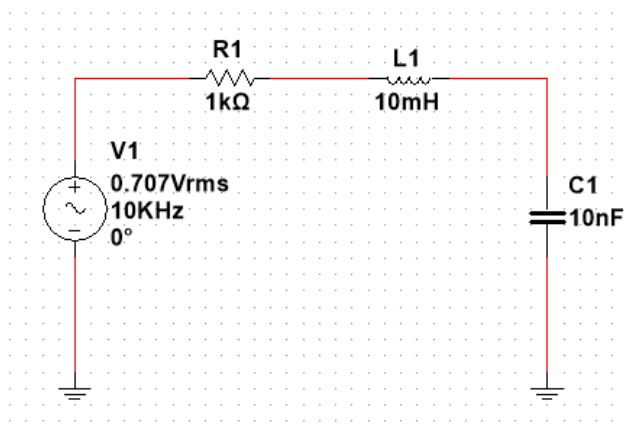


Fig. Circuito 6.3 simulado en multisim.

Primero vamos a calcular la reactancia del capacitor “Xc”, de la siguiente manera:

$$X_c = \frac{1}{\omega} = \frac{1}{2\pi f c}$$

$$X_c = \frac{1}{2\pi \times 1000 \times 10^{-9} f c}$$

$$X_c = \frac{1}{0.000000062832}$$

$$X_c = 1591.55$$

Ya obtenido la reactancia capacitiva, vamos a calcular la reactancia inductiva.

$$X_L = 2\pi f L$$

$$X_L = 2(3.1416) \times (1000) \times (10 \times 10^{-3})$$

$$X_L = (6,283.2) \times (10 \times 10^{-3})$$

$$X_L = J 628.32\Omega$$

Ahora con los resultados obtenidos, vamos a calcular la impedancia del circuito, de la siguiente manera:

$$Z = 1000 + J 628.32 - J 1591.55$$

$$Z = 1000 - J 963.23$$

Ya obtenida la impedancia lo llevamos a forma polar:

$$Z = \sqrt{(1000)^2 + (963.23)^2}$$

$$Z = \sqrt{1000000 + 927812.0329}$$

$$Z = \sqrt{1927812.0329}$$

$$Z = 1388.46$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{963.23}{1000} \right)$$

$$\theta = \tan^{-1} (0.96323)$$

$$\theta = 43.93^\circ$$

La forma polar es la siguiente:

$$1388.46 \angle -43.93$$

Por último, vamos a calcular el voltaje de la resistencia, de la bobina y del capacitor

Resistencia:

$$V_{Z1} = \frac{V \times Z1}{Z1 + Z2}$$

$$V_{Z1} = \frac{0.707 \angle 0^\circ \times 1000 \angle 0^\circ}{1388.46 \angle -43.93}$$

$$V_{Z1} = 0.509 \angle 43.93^\circ$$

Bobina:

$$V_{Z2} = \frac{V \times Z2}{Z1 + Z2}$$

$$V_{Z2} = \frac{0.707 \angle 0^\circ \times 628.32 \angle 90^\circ}{1388.46 \angle -43.93^\circ}$$

$$V_{Z2} = 0.320 \angle 133.93^\circ$$

Capacitor:

$$V_{Z3} = \frac{V \times Z3}{Z1 + Z2}$$

$$V_{Z2} = \frac{0.707 \angle 0^\circ \times 1591.55 \angle -90^\circ}{1388.46 \angle -43.93^\circ}$$

$$V_{Z2} = 0.8104 \angle -46.07^\circ$$

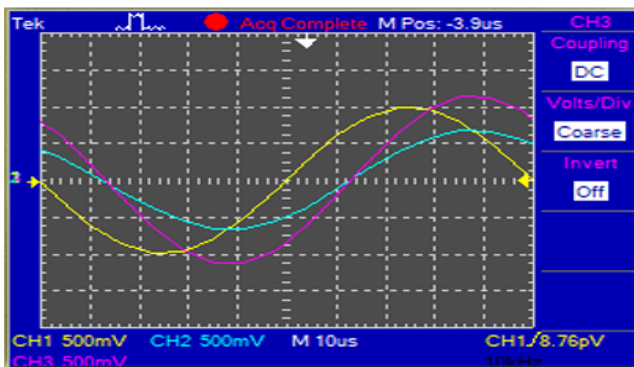


Fig. Circuito 6.3 simulado en el osciloscopio de multisim.



Fig. Simulación con osciloscopio físico del capacitor.

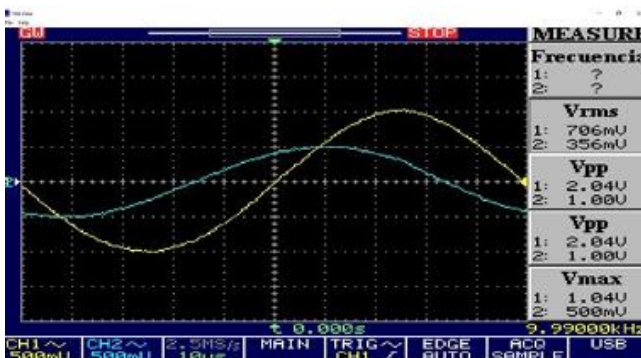


Fig. Simulación con osciloscopio físico de la bobina.

Tablas de resultado como lo exige el mandato.

	Calculo teóricos	Calculo experimental	Desviación %
Xc	1591.55	1587.84	0.23
Xl	628.32	613.21	2.40
Magnitud (Z)	1388.46	1321.75	4.80
Z Ø	-43.93	-40.23	8.42

	Magnitud teórica	Ø teórico	Magnitud experimental	Ø experimental
Vc	0.81	-46.07	0.8	-46.0
Vl	0.32	133.93	0.36	129.8
Vr	0.509	43.93	0.498	42.6

% de desviación de la magnitud	% de desviación del Ø
3.55	10.20
11.25	3.11
2.36	3.25

Preguntas del capítulo 6.

1. ¿Cuál es la relación de fase entre los componentes R, L y C en un circuito de CA en serie?

En los circuitos en paralelo de corriente alterna “CA”, la relación de fase entre la corriente y el voltaje de cada componente depende de la naturaleza del componente (resistencia, inductancia o capacitancia) y sigue siendo la misma que las fases consideradas en un circuito en serie.

2. Según las mediciones, ¿se aplica la ley de voltaje de Kirchhoff a los tres circuitos probados (muestre trabajar)?

Totalmente, podemos confirmar que la Ley de Corrientes de Kirchhoff es aplicable a los tres circuitos que hemos realizado. Esto se evidencia al observar que la suma algebraica de todas las corrientes que fluyen hacia y desde los nodos es igual a la corriente total del circuito.

3. En general, ¿cómo cambiaría el diagrama fasorial de la figura 6.1 si se aumentara la frecuencia?

Mientras va disminuyendo la frecuencia la corriente aumenta, en un circuito en paralelo con bobina.

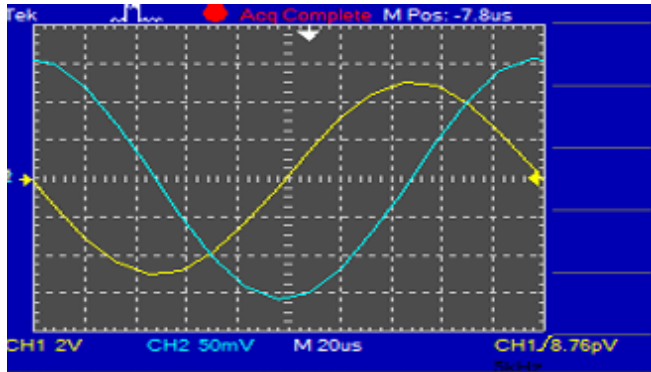
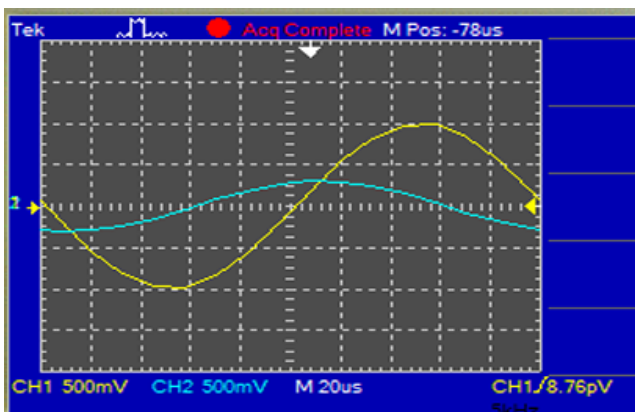


Fig. Diagrama de cambio

4. En general, ¿cómo cambiaría el diagrama fasorial de la figura 6.2 si se redujera la frecuencia?



Capítulo 7. Parallel R, L, C Circuits

RC Circuit Parallel

1) RC Circuit

Utilizando la Figura 7.1 con una fuente de 10 V p-p a 10 kHz, $R=1\text{ k}\Omega$ y $C=10\text{ nF}$, determina la reactancia capacitiva teórica e impedancia del circuito, y registra los resultados en la Tabla 7.1 (la parte experimental de esta tabla se completará en el paso 6). Utilizando la regla del divisor de corriente, calcula las corrientes en el resistor y el condensador, y regístralas en la Tabla 7.2.

Primero vamos a calcular el V_{rms} mediante los valores que proporciona el mandado.

$$V_{pp} = 10V$$

$$V_p = V_{pp} / 2$$

$$V_p = 10V / 2$$

$$V_p = 5V$$

$$V_{rms} = V_p / \sqrt{2}$$

$$V_{rms} = 5V / \sqrt{2}$$

$$V_{rms} = 3.5V$$

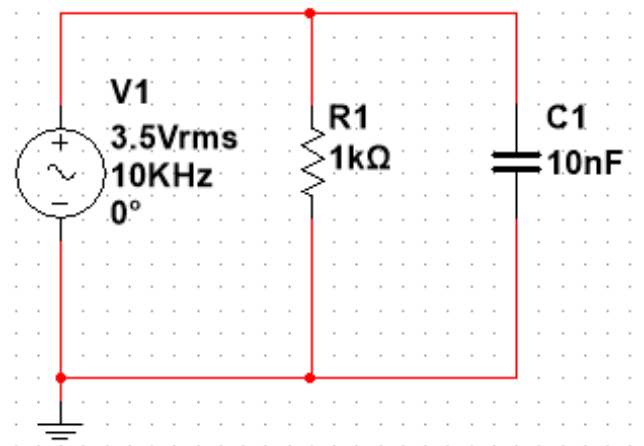


Fig. Circuito 7.1 simulado en multisim.

Vamos a comenzar calculando la reactancia capacitiva.

$$X_C = \frac{-1}{2\pi \times 1000 \times 10^{-9} fc}$$

$$X_C = -j 1591.55\Omega$$

Con la reactancia capacitiva obtenida vamos a calcular la impedancia del circuito.

$$Z_T = \frac{Z_1 \times Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

$$Z_T = \frac{1000 \angle 0^\circ \times 1591.55 \angle -90^\circ}{1000 + 1591.55 \angle -90^\circ}$$

$$Z_T = 846.73 \angle -32.142^\circ$$

Ahora podemos calcular la corriente que tiene el circuito con la ley de ohm.

$$I = V / Z$$

$$I = \frac{3.5 \angle 0}{846.73 \angle -32.142}$$

$$I = 4.18 \angle 32.14 \text{mA}$$

Ahora vamos a calcular la corriente del capacitor.

$$I_C = V / Z_2$$

$$I_C = \frac{3.5 \angle 0}{1591.55 \angle -90}$$

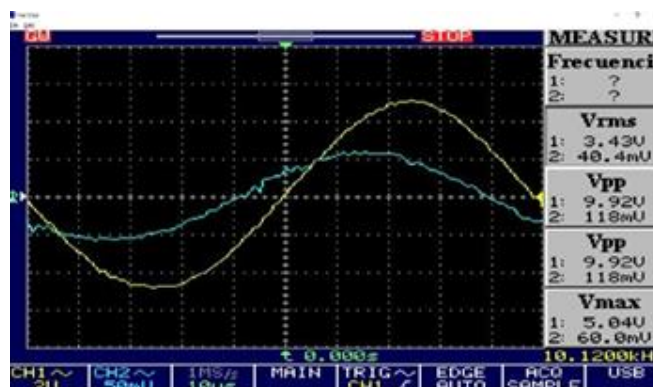
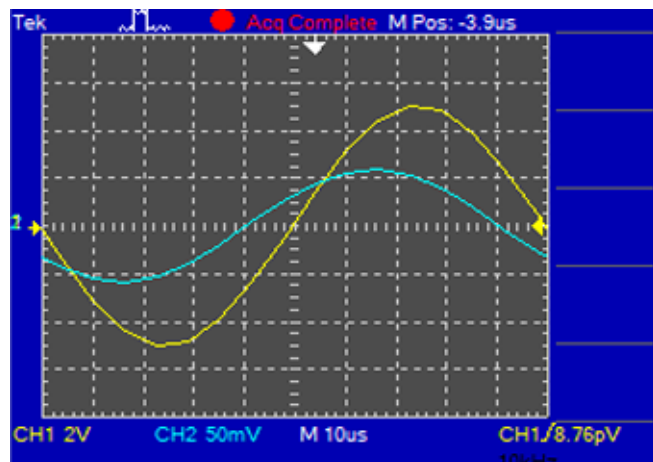
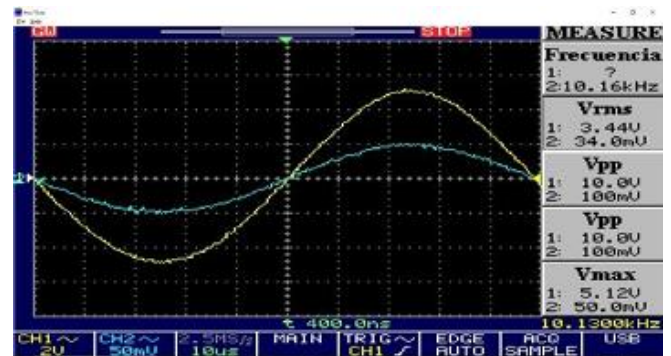
$$I_C = 2.22 \angle 90 \text{mA}$$

Y por último vamos a calcular la corriente de la resistencia.

$$I_R = V / Z_1$$

$$I_R = \frac{3.5 \angle 0}{1000 \angle 0}$$

$$I_R = 3.5 \angle 0 \text{mA}$$



Tablas de resultado como lo exige el mandato.

	Calculo teóricos	Calculo experimental	Desviación %
Xc	1591.55	1587.84	0.23
Magnitud (Z)	846.75	824.	.61
Z Ø	-32.14	-29.5	8.21

	Magnitud teórica	θ teórico	Magnitud experimental	θ experimental
Ic	2.22mA	90	2.33mA	87.37
Ir	3.5mA	0	3.4mA	0
Iin	4.18mA	32.14	4.04mA	30.71

% de desviación de la magnitud	% de desviación del θ
4.51	2.91
3.95	0
3.35	4.45

2) RL Circuit

Sustituye el condensador con la bobina de 10 mH (es decir, Figura 7A.2), y repite los pasos 1 a 7 de manera similar, utilizando las Tablas 7.3 y 7.4.

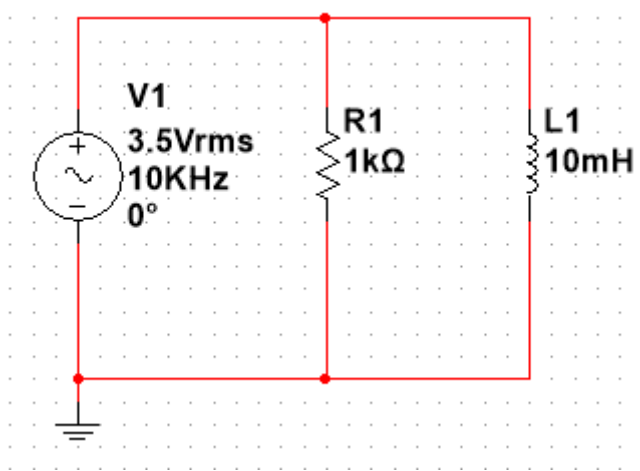


Fig. Circuito 7.2 simulado en multisim.

Primero a comenzar calculando la reactancia inductiva. “ X_L ”.

$$X_L = 2\pi fL$$

$$X_L = 2(3.1416) \times (1000) \times (10 \times 10^{-3})$$

$$X_L = (6,283.2) \times (10 \times 10^{-3})$$

$$X_L = j 628.32\Omega$$

Ya con la reactancia inductiva obtenido podemos calcular la impedancia del circuito.

$$Z_T = \frac{Z_1 \times Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

$$Z_T = \frac{1000 \angle 0^\circ \times 628.32 \angle 90^\circ}{1000 + 628.32 \angle 32.14^\circ}$$

$$Z_T = 532.02 \angle 57.86^\circ$$

Ahora podemos calcular la corriente que tiene el circuito con la ley de ohm y la de cada uno de sus elementos.

$$I = V / Z$$

$$I = \frac{3.5 \angle 0^\circ}{532.02 \angle 57.86^\circ}$$

$$I = 6.5 \angle -57.86^\circ \text{ mA}$$

Ahora vamos a calcular la corriente de la bobina.

$$I_C = V / Z_2$$

$$I_C = \frac{3.5 \angle 0^\circ}{628.32 \angle 90^\circ}$$

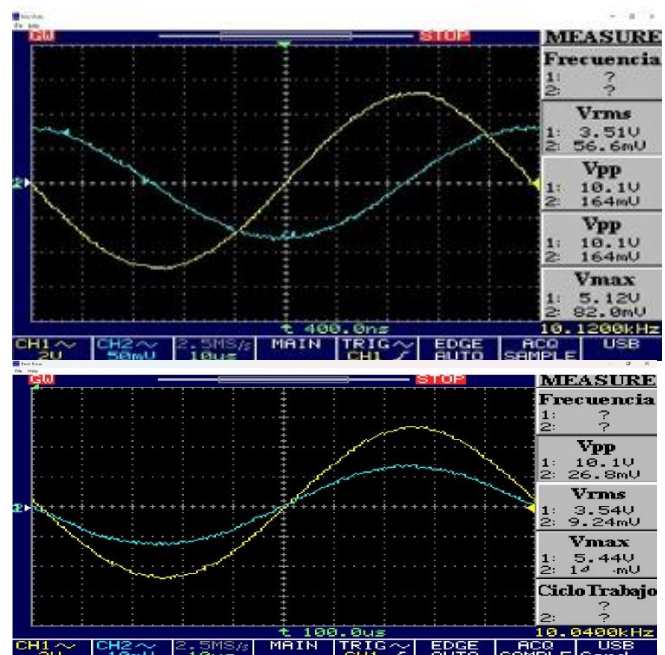
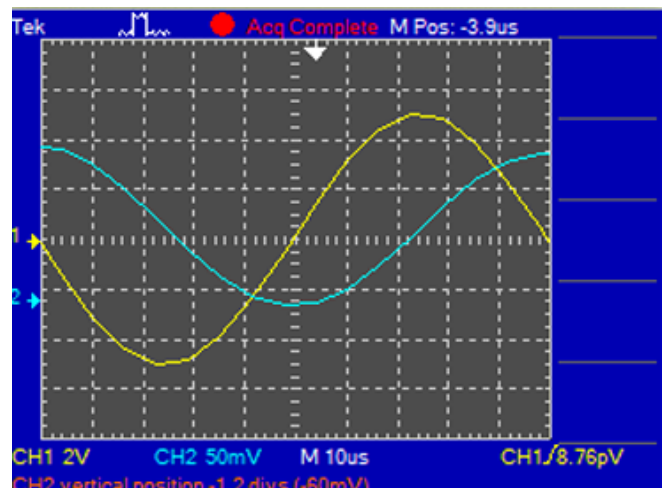
$$I_C = 5.63 \angle -90^\circ \text{ mA}$$

Y por último vamos a calcular la corriente de la resistencia.

$$I_R = V / Z_1$$

$$I_R = \frac{3.5 \angle 0^\circ}{1000 \angle 0^\circ}$$

$$I_R = 3.5 \angle 0^\circ \text{ mA}$$



Tablas de resultado como lo exige el mandato.

	Calculo teóricos	Calculo experimental	Desviación %
Xl	628.32	612.85	2.46
Magnitud (Z)	532.02	526.76	0.99
Z Ø	57.86	55.3	4.5

	Magnitud teórica	Ø teórico	Magnitud experimen tal	Ø experimental
Ic	5.63mA	-90	5.66mA	-87.60
Ir	532.02mA	0	3.45mA	0
Iin	57.86mA	-57.86	6.62mA	-53.92

% de desviación de la magnitud	% de desviación del Ø
0.53	2.66
2.25	0
0.31	6.80

3) RLC Circuit

Utilizando la Figura 7.3 con tanto el condensador de 10 nF como la bobina de 10 mH (y una tercera resistencia de medición), repite los pasos 1 a 7 de manera similar, utilizando las Tablas 7.5 y 7.6. Nota que no será posible ver todas las formas de onda simultáneamente en el paso 5 si se utiliza un osciloscopio de dos canales. Para un osciloscopio de cuatro canales, coloca una sonda a través de cada una de las tres resistencias de medición.

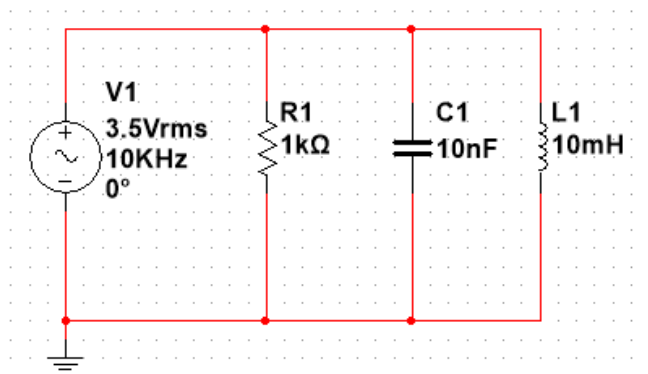


Fig. Circuito 7.3 simulado en multisim.

Los cálculos para este circuito son los siguientes:

$$Y = \frac{1}{Z} =$$

$$Y = \frac{1}{1000} = \frac{1}{-j1591.55} + \frac{1}{j628.32}$$

$$Y = 10 \times 10^{-3} - j 6.28 \times 10^{-4} + j 1.59 \times 10^{-3}$$

$$Y = 10 \times 10^{-3} + 9.62 \times 10^{-4}$$

$$Y = 1.39 \times 10^{-3} \angle 43.89$$

Ahora vamos a calcular la corriente:

$$I = V \times Y$$

$$I = 3.5 \angle 0 (1.39 \times 10^{-3} \angle 43.89)$$

$$I = 4.92 \angle 43.89$$

Corriente del capacitor:

$$I_C = V / Z_2$$

$$I_C = \frac{3.5 \angle 0}{1591.55 \angle -90}$$

$$I_C = 2.22 \angle 90\text{mA}$$

Corriente de la bobina:

Ahora vamos a calcular la corriente de la bobina.

$$I_C = V / Z_2$$

$$I_C = \frac{3.5 \angle 0}{628.32 \angle 90}$$

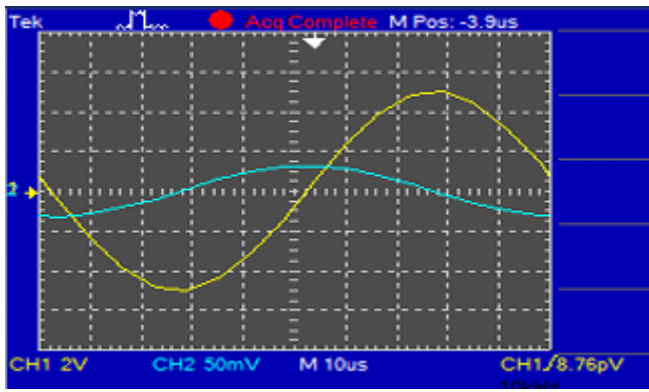
$$I_C = 5.63 \angle -90\text{mA}$$

Corriente de la Resistencia:

$$I_R = V / Z_1$$

$$I_R = \frac{3.5 \angle 0}{1000 \angle 0}$$

$$I_R = 3.5 \angle 0\text{mA}$$

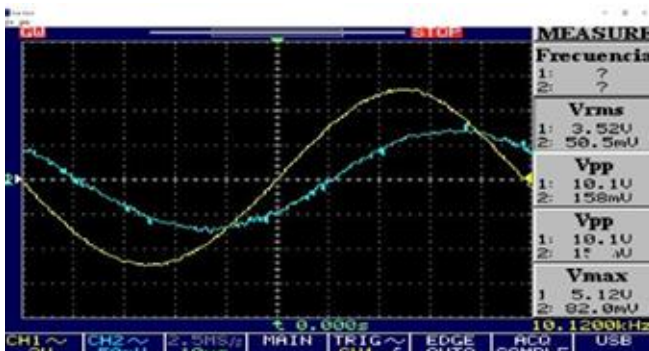


Magnitud (Z)	1442.41	1441.75	0.5
Z Ø	46.11	46.2	0.19

	Magnitud teórica	θ teórico	Magnitud experimental	θ experimental
Ic	2.22mA	90	2.01mA	87.65
Il	5.63mA	-90	5.71mA	-91.13
Ir	3.54mA	0	3.47mA	0
Iin	4.92mA	43.89	5.05mA	41.87



% de desviación de la magnitud	% de desviación del θ
9.46%	2.61%
1.42%	1.26%
1.98%	0%
2.64%	4.60%



Tablas de resultado como lo exige el mandato.

	Calculo teóricos	Calculo experimental	Desviación %
Xc	1591.55	1586.26	0.33
Xl	628.32	612.85	2.05

Conclusión.

En esta asignación aprendimos a medir el voltaje y la corriente en circuitos en serie y paralelo usando un osciloscopio. También vimos cómo calcular la impedancia en ambas configuraciones, tanto en forma polar como rectangular, y cómo determinar el desfase de una onda. Además, reconocimos los diferentes tipos de ondas que se forman al conectar componentes en serie o en paralelo. Este conocimiento nos permite analizar y comprender mejor el comportamiento de los circuitos eléctricos que sirven para nuestra preparación académica.

Referencia.

<https://distrion.es/impedancia-definicion/>

<https://lucera.es/glosario-energetico/bobina#:~:text=Una%20bobina%2C%20ta mbi%20conocida%20como,tiene%20un%20hilo%20de%20cobre.>

<https://www.seas.es/blog/automatizacion/que-es-un-condensador-electrolitico-y-que-ventajas-tiene/#:~:text=Un%20condensador%20electrol%20C3%ADtico%20es%20un,a%20una%20fuente%20de%20te nsi%20C3%B3n.>

