Experimentally determine the reactance of the coil and capacitor using the Unitrain experimental module.

Determinar experimentalmente la reactancia de la bobina y del condensador utilizando el módulo experimentador Unitrain

Anthony Pilamunga Oyos[1] Daniel Suárez López[2] Israel Molina Santillán[3]

[1] *Universidad Tecnológica Israel, Quito, Ecuador*
E-mail: e1726418658@uisrael.edu.ec
[2] *Universidad Tecnológica Israel, Quito, Ecuador*
E-mail: e1712930617@uisrael.edu.ec
[3] *Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito, Ecuador*
E-mail: imolina@istct.edu.ec

RESUMEN

En el presente documento se analizó la importancia de determinar a través del método experimental la reactancia capacitiva e inductiva que se presenta en un condensador y bobina, este proceso se realizó mediante el presente proyecto de investigación en el Módulo Experimentador Unitrain. Esto, junto a la interfaz con instrumentos virtuales Labsoft, que permite la generación y control de distintas frecuencias que se aplicarán a los montajes realizados. Además, permitirá visualizar medidas de voltaje (valor eficaz) y corriente, mismos que ayudarán a realizar los cálculos matemáticos para determinar los valores de reactancia capacitiva e inductiva en cada una de las formas que se encuentren ubicados estos elementos pasivos en un circuito electrónico de corriente alterna, determinando su aumento o disminución de acuerdo a la corriente que se produce en ellos al aplicar dichas frecuencias

***Palabras clave*— Condensador; Bobina; Capacitancia; Inductancia; Reactancia; Experimentador Unitrain**

ABSTRACT

In this paper we analyzed the importance of determining through the experimental method the capacitive and inductive reactance that occurs in a capacitor and coil, this process was performed through this research project in the Unitrain Experimenter Module. This, together with the interface with Labsoft virtual instruments, which allows the generation and control of different frequencies to be applied to the assemblies made. In addition, it will allow visualizing voltage (rms value) and current measurements, which will help to perform calculations to determine capacitive and inductive reactance values in each way that these passive elements are located in an AC electronic circuit, determining their increase or decrease according to the current that is produced in them when applying those frequencies.

***Keywords*-- Capacitor; Coil; Capacitance; Inductance; Reactance; Unitrain Experimenter**

Experimentally determine the reactance of the coil and capacitor using the Unitrain experimental module.
Determinar experimentalmente la reactancia de la bobina y del condensador utilizando el módulo experimentador Unitrain

1. INTRODUCCIÓN

El tema objeto de estudio del presente proyecto de investigación, se contextualiza en la comprobación experimental de la reactancia que presenta una bobina y un condensador en circuitos de corriente alterna, ya que en la actualidad existen operaciones industriales que requieren utilizar la reactancia que estos elementos producen. Por lo cual es fundamental comprender el efecto que posee la frecuencia de la corriente alterna en la generación de la reactancia inductiva y capacitiva, las cuales dependen directamente de la frecuencia; por esto se deduce que la reactancia inductiva es directamente proporcional y la reactancia capacitiva es inversamente proporcional a la misma.

La importancia de los resultados obtenidos en las prácticas realizadas sobre el tema, indicado en el párrafo anterior, radica en que se ha demostrado de manera experimental la reactancia capacitiva e inductiva que presentan los elementos pasivos al aplicarles corriente alterna. Conocimientos que servirán de fuente de información teórica y práctica tanto para estudiantes y profesionales de la especialidad que demuestren interés sobre el tema, ya que estos datos verificados mediante prácticas de laboratorio son necesarios para la aplicación de procesos industriales vigentes y acorde a los requerimientos de la tecnología actual globalizada.

Con la ejecución de este proyecto, se ha obtenido resultados favorables al comprobar que se puede contar con nuevas herramientas didácticas como el Módulo Experimentador Unitrain, mismo que cumplen el propósito de compilar conocimientos teóricos y prácticos concluyentes sobre el tema.

Además, ha permitido lograr los objetivos planteados en el presente trabajo investigativo.

1.1. Condensador

Los condensadores o capacitores son elementos electrónicos pasivos capaces de almacenar cargas eléctricas. (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, n.d.)

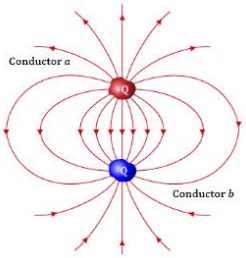


Figura 1: Esquema fundamental de un condensador
Fuente: (UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSC, 2019)

Estos elementos se encuentran constituidos de dos placas metálicas (electrodos) sobre las cuales se distribuyen cargas iguales y opuestas, dichas placas se encuentran separadas por un medio aislante polarizable (dieléctrico) que pueden ser el vacío, papel, cerámica, mica, plásticos, entre otros.

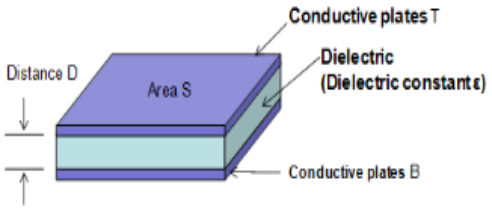


Figura 2: Esquema estructural de un capacitor
Fuente: (UNAM-FQ & AZPILCUETA RAZZIEL, 2018)

La capacidad que presenta un condensador para almacenar cargas eléctricas viene dada por la separación entre las placas conductoras del mismo, lo cual genera una diferencia de potencial entre ellas que es directamente proporcional a la carga que es sometido.

Esta magnitud de carga del capacitor al relacionarse con la diferencia de potencial que existe entre los electrodos genera la capacitancia.

1.1.1. Capacitancia del condensador

La capacitancia de un condensador se define

como: "La capacidad del componente para recoger y almacenar energía en forma de carga eléctrica" (Universidad Catolica del Norte, 2016)

La capacitancia relaciona la magnitud de la carga de uno de los conductores y la diferencia de potencial entre ellos:

$$C = \frac{Q}{V} \quad (1)$$

Donde:

C= Capacitancia (medida en faradios)
Q= Carga en uno de los conductores
V= Diferencia de potencial entre conductores

La diferencia de potencial entre los materiales conductores se puede calcular mediante la Ley de Gauss de campo eléctrico, que depende directamente de la geometría del condensador.

La capacidad que presentan los condensadores para almacenar cargas, para posteriormente liberarla, dependen de las características físicas y químicas con las cuales se encuentran elaborados.

- Características Físicas: Se encuentra definida directamente sobre las placas conductoras del condensador, de esta manera se puede determinar que la capacitancia de un condensador aumenta si el área de los conductores es grande, a su vez que la misma disminuye si la separación entre elementos conductores aumenta.
- Características Químicas: Se presenta puesto que el material con el que se encuentra compuesto el dieléctrico, genera grados de permitividad (capacidad para la generación de campo eléctrico). Los materiales comúnmente usados son:

Tabla 1: Permitividad del dieléctrico

MATERIAL	PERMITIVIDAD
Vacío	1
Aire	1.0059
Polietileno	2.5
Porcelana	De 5 a 6
Mica	7
Pentóxido Tántalo	26
Cerámica	De 10 a 50000

Fuente: (Electronica Lugo, n.d.)

La capacitancia en un circuito conformado por condensadores puede sumarse de acuerdo con la posición que posean en el mismo.

De esta manera, se deduce que cuando los condensadores se ubican en serie, la capacitancia del número de condensadores ubicados en el circuito será el reciproco de la suma de los recíprocos de cada una de las capacitancias parciales (2).

$$C_T = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots C_n \quad (2)$$

La capacitancia de los condensadores que se encuentran en paralelo en un circuito, es igual a la suma de las capacitancias parciales de los mismos (3):

$$C_T = C_1 + C_2 + \cdots C_n \quad (3)$$

1.1.2. Reactancia Capacitiva

Se denomina reactancia capacitiva a la impedancia compleja de un condensador cuyo valor cambia con respecto a la frecuencia aplicada.

Esta reactancia viene dada por el cociente del valor eficaz de tensión U_E y el valor de la corriente I (4):

$$X_C = \frac{U_E}{I} \quad (4)$$

Donde:

X_C = Reactancia capacitiva (medida en ohmios)
U_E = Tensión

I = Corriente

La reactancia capacitiva tiene directa relación con la frecuencia y la capacitancia, pues esta se vuelve menor mientras más elevada sea la frecuencia y mayor la capacitancia (5):

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} \quad (5)$$

Donde:

X_C = Reactancia capacitiva (medida en ohmios)
f = Frecuencia (medida en Hertz)
C = Capacitancia (medida en Faradios)

1.2. Bobina

Pérez Porto y Merino definen a la bobina como "Un elemento pasivo que puede almacenar energía en su campo magnético". (Automatizacion, n.d.)

Una bobina generalmente se encuentra constituida por un conductor o cable enrollado alrededor de un núcleo, el mismo que puede ser de aire o algún material ferroso. (Ingeniería Mecafenix, 2017)

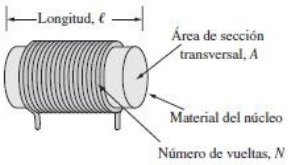


Figura 3: Esquema estructural de una bobina
Fuente: (Ingeniería Mecafenix, 2017)

Las bobinas a su vez se clasifican en 2 grupos, los cuales son:

- Bobinas Fijas
- Bobinas Variables

Bobinas fijas

Las bobinas fijas se caracterizan por tener un valor fijo de medida, este tipo de bobinas pueden poseer su núcleo de aire y/o sólido. (Ingeniería Mecafenix, 2017)

Aquellas bobinas que poseen núcleo sólido por lo general se componen de ferrita o hierro.

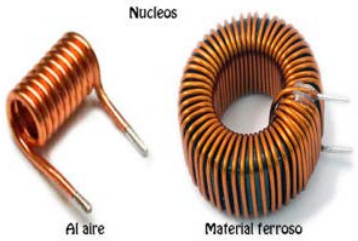


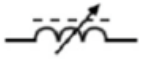
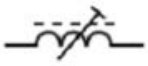
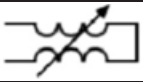
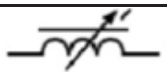
Figura 4: Tipos de bobinas fijas
Fuente: (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, n.d.)

Bobinas Variables

Las bobinas variables son aquellas cuyo valor puede variar en inductancia, lo cual viene determinado por el número de espiras que la componen o la posición en la que se encuentra el núcleo. (Area Tecnologica, 2019)

Este tipo de bobinas se pueden representar de distintas maneras, según sus características y del núcleo del cual se encuentran compuestas.

Tabla 2: Símbolos de una bobina variable

Símbolo	Nombre
	Bobina Variable
	Bobina variable con núcleo de ferroxxcube
	Bobina variable con núcleo de ferroxxcube
	Bobina ajustable
	Varió metro
	Bobina variable por pasos
	Bobina variable por escalones
	Bobina variable con núcleo de Fe Si
	Bobina ajustable

Fuente: (Ingeniería Mecafenix, 2017)

1.2.1. Inductancia de la bobina

La inductancia en la bobina se define como "La

capacidad para almacenar la energía en forma de campo magnético ocasionado por el flujo de corriente". (Automatizate, 2019)

La inductancia es la relación entre el flujo magnético del elemento (circuito, bobina eléctrica, espira, etc.), y la corriente eléctrica que circula a través del elemento (6).

$$L = \frac{\emptyset * N}{I} \quad (6)$$

Donde:

L = Inductancia (medida en Henrios)
Ø = Flujo magnético (medida en webers)
N = Número de devanados
I = Intensidad de corriente eléctrica

La inductancia de una bobina depende de las características físicas que presenta, es decir de la geometría y de los materiales de los que está construida (conductor y núcleo).

Si la bobina posee más espiras, tendrá mayor inductancia, además si esta tiene un núcleo solido la inductancia aumentará considerablemente. (VEGA BACULIMA, 2009)

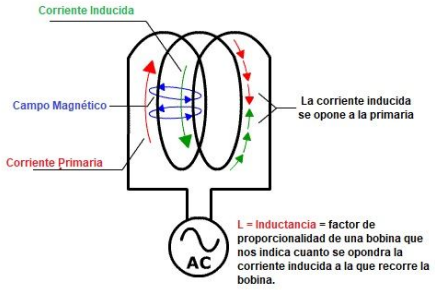


Figura 5: Inductancia de la bobina
Fuente: (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, n.d.)

La energía que genera el campo magnético de la bobina, es posible determinarla aplicando la siguiente fórmula (7): (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, n.d.)

$$W = I^2 \frac{L}{2} \quad (7)$$

Donde:

L = Inductancia
W = Energía
I = Corriente

La inductancia se puede calcular (8), tomando en cuenta la permeabilidad del núcleo que compone la bobina, así como una sección del mismo (Circuitos LR, Inductancia-Resistencia):

$$L = \frac{N^2 * \mu * S}{l} \quad (8)$$

Donde:

L= Inductancia (H)
N= número de espiras de la bobina sin unidad
μ= Permeabilidad del núcleo $^{W_b}/_{A*m}$
S= Sección del núcleo (m^2)
l= Longitud de líneas de flujo (m)

Si la bobina posee núcleo de aire o una longitud igual o mayor a 0.4 veces el diámetro de la misma, la inductancia se calcula aplicando la siguiente fórmula (8): (Moreno & TECSUP, n.d.)

$$L\ (\mu H) = \left(\frac{d^2 * n^2}{18 * d + 40 * l}\right) \quad (9)$$

Donde:

L = Inductancia
d = Diámetro de la bobina (Pulgadas)
l = Longitud de la bobina (Pulgadas)
n =número de espiras o vueltas

1.2.2. Reactancia Inductiva de la bobina

La reactancia inductiva en una bobina se define como "La capacidad que posee para reducir la corriente en un circuito AC". (Automatizate, 2019)

La reactancia inductiva es directamente proporcional a la frecuencia, es decir, depende del voltaje que aplicamos en la bobina.

La reactancia inductiva es representada con la variable X_L y su valor es medido en ohmios, cuyo valor se determina (10):

$$X_L = \frac{V_L}{I_L} = \omega L \ (\Omega) \quad (10)$$

Dónde:

X_L = Reactancia inductiva (medida en ohmios)
V_L = Fase del voltaje
I_L = Fase de la corriente
ω = Velocidad angular (medida en $^{rad}/_{s}$)
L = Inductancia (medida en henrios)

Mientras mayor sea la inductancia L de la bobina, mayor será también la contra tensión y, con ella, la reactancia.

Además, la tensión de inducción es mayor mientras más rápidamente varíe la corriente; es decir, mientras más elevada sea la frecuencia (11):

$$X_L = 2\pi * f * L \ (11)$$

Donde:

X_L = Reactancia inductiva
f = Frecuencia
L = Inductancia de la bobina

Por lo expuesto, se puede deducir que La reactancia inductiva es más elevada mientras más elevada sea la frecuencia y mayor la inductancia. (Automatizate, 2019)

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del proyecto se aplicó el Método Experimental, ya que los investigadores manejaron a su criterio elementos como la placa SO4203-6J del kit de corriente alterna y otros componentes; para demostrar de manera práctica la reactancia de la bobina y del condensador.

2.1. Experimentador Unitrain

El experimentador Unitrain es un equipo que sirve principalmente para el acoplamiento de tarjetas de experimentación con distintos circuitos de resistencias, condensadores y bobinas, divisores de tensión.

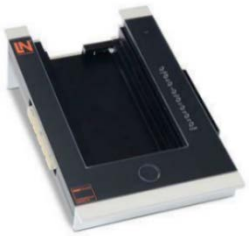


Figura 6: Experimentador Unitrain
Fuente: Axxis, 2020

2.2. Interfaz Unitrain con Instrumentos Virtuales

La interfaz Unitrain es la unidad central del sistema. Esta interfaz provee las entradas y salidas, los conmutadores, las fuentes de alimentación y la tecnología de medición que son necesarios para cada una de las experimentaciones que se realizan con las tarjetas mediante el experimentador del mismo nombre.

El control de la interfaz se realiza por medio del PC conectado a ella.

Figura 7: Interfaz Unitrain con Instrumentos Virtuales
Fuente: Axxis, 2020

Esta interfaz del experimentador presenta varios instrumentos virtuales (fuentes de alimentación e instrumentos de medición), mismos que sirven para el desarrollo de los experimentos realizados.

2.3. Accesorios De Medición Unitrain, Shunts Y Cables De Medición

Estos dispositivos complementan el equipo de experimentación, los cuales son:

1. 6 shunts: 2 de 1 ohmio, 2 de 10 ohmios, 2 de 100 ohmios.

2. Impresión serigráfica para identificación de las resistencias, de las tomas de tensión y de las entradas de corriente.
3. 24 casquillos de 2 mm
4. Cables de medición (28 unidades)

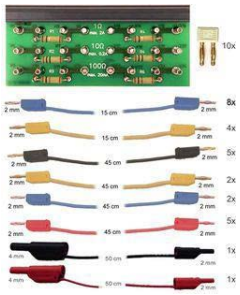


Figura 8: Accesorios de Medición Unitrain
Fuente: Axxis, 2020

3. DESARROLLO

3.1. Conexión Módulo Experimentador Unitrain

Para el desarrollo de la presente investigación se realizó la conexión de los módulos Unitrain como se muestra en la figura 9:

Figura 9: Montaje Módulos Experimentador Unitrain
Fuente: Elaboración Propia

Mediante esta conexión se acoplan los módulos del experimentador Unitrain junto a la placa SO4203-6J del kit de corriente alterna, que sirvieron para la experimentación y comprobación de las reactancias capacitiva e inductiva.

3.2. Desarrollo de la Práctica: Medición de la reactancia capacitiva e inductiva

3.2.1. Reactancia Capacitiva

Para la ejecución del presente proyecto de investigación se utilizó el circuito indicado en la Figura 11, con el cual se procedió a realizar las mediciones de la reactancia capacitiva del condensador.

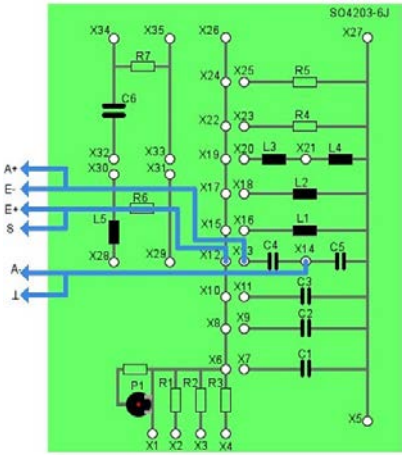


Figura 11: Circuito Reactancia Capacitiva
Fuente: Axxis, 2020

Se procedió a la implementación del circuito indicado en la Figura 12 con la ayuda de los cables de medición en el módulo experimentador Unitrain, comprobando que las mismas se encuentren realizadas de manera correcta, evitando de esta manera que el experimentador muestre un fallo de conexión en el led indicador del mismo, cuyo reconocimiento deberá ser conocido previo a la elaboración y manipulación de la práctica.

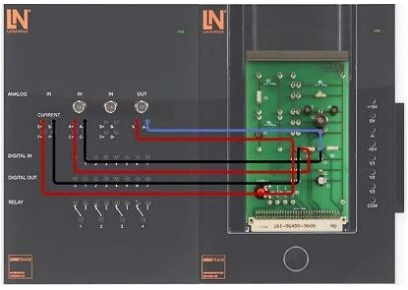


Figura 12: Implementación Circuito Reactancia Capacitiva
Fuente: Axxis, 2020

Implementado el circuito en el experimentador, a través del software Labsoft, se abrió el generador de funciones a través de la opción de menú Instrumentos / Fuentes de tensión o pulsando sobre la imagen que se muestra en su interfaz

Experimentally determine the reactance of the coil and capacitor using the Unitrain experimental module.
Determinar experimentalmente la reactancia de la bobina y del condensador utilizando el módulo experimentador Unitrain

gráfica, en la sección correspondiente al proyecto investigativo que se desarrolla.

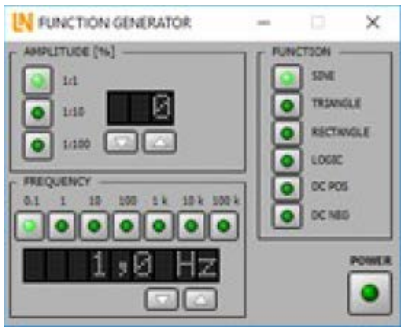


Figura 12: Generador de Funciones
Fuente: Axxis, 2020

En el generador de funciones indicado en la Figura 12, se seleccionó los ajustes que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 3: Valores Generador de funciones

NOMBRE	VALOR
Amplitud	100%
Atenuación	1:1
Frecuencia	100 Hz
Función	Sine

Fuente: Axxis, 2020

Se procedió abrir el instrumento Voltímetro en el menú Instrumentos/Instrumentos de medición, colocando su rango en 20V y en modo RMS AC, como se muestra en la Figura 13:

Figura 13: Voltímetro
Fuente: Axxis, 2020

A través del menú Instrumentos / Instrumento de medición, se abrió el instrumento virtual Amperímetro doble

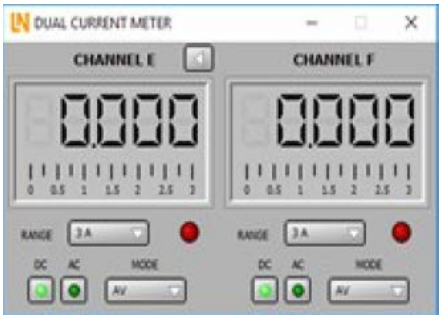


Figura 14: Amperímetro Doble
Fuente: Axxis, 2020

Se seleccionó el Canal E, ajustando el rango a 300mA y su modo RMS AC como lo indica la figura 14.

3.2.2. Reactancia Inductiva

Para la implementación de la practica correspondiente a este tema, se utilizó el circuito mostrado

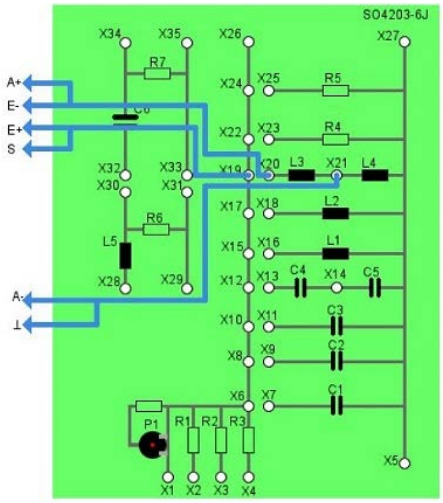


Figura 15: Circuito Reactancia Inductiva
Fuente: Axxis, 2020

Basado en el circuito mostrado en la Figura 15, se procedió a la implementación, utilizando la placa SO4203-6J del kit de corriente alterna

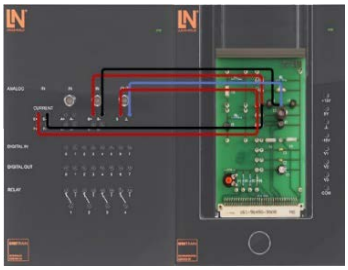


Figura 16: Implementación Circuito Reactancia Inductiva
Fuente: Axxis, 2020

Realizado el ensamble del circuito en los módulos del experimentador Unitrain como se indica en la Figura 16, se determinan los ajustes utilizados en cada uno de los instrumentos de medición.

Los parámetros utilizados en el voltímetro y amperímetro doble serán los mismos que los usados en la implementación de la reactancia capacitiva, mientras que los valores utilizados en el generador serán los indicados en la siguiente tabla:

Tabla 4: Valores Generador de funciones

NOMBRE	VALOR
Amplitud	100%
Atenuación	1:1
Frecuencia	20 kHz
Función	Sine

Fuente: Axxis, 2020

3.4. Pruebas

Las pruebas para este proyecto se realizan mediante la variación de la frecuencia a través del generador de funciones, aumentando la misma de manera proporcional. De esta manera se obtiene valores de voltaje (valor eficaz) y corriente, mismos que servirán para obtener los valores de reactancia capacitiva e inductiva mediante una división.

Para determinar la reactancia capacitiva en el presente proyecto, se han tomado 8 medidas aleatorias de frecuencia las cuales proporcionaron valores de voltaje (valor eficaz) y corriente en un condensador de 1µF, valores registrados en la tabla virtual del experimentador e indicados en el Anexo 1, mismos que sirvieron para determinar el valor de la reactancia capacitiva de este elemento mostrado en la tabla 5:

Tabla 5: Reactancia Capacitiva

F [Hz]	1/F [s]	U [V]	I [mA]	X_C=U/I [Ohm]
100	0,0100	7.10	4.20	1690.47
200	0,0050	7.10	8.30	855.42
250	0,0040	7.10	10.30	689.32
400	0,0025	7.10	16.60	443.75
500	0,0020	7.10	20.80	341.34
1000	0,0010	7.10	41.70	170.26
2000	0,0005	7.10	83.00	85.54
5000	0,0002	7.10	193.30	33.78

Fuente: Módulo experimentador Unitrain, 2020

Además, se procedió a realizar la simulación del circuito implementado en el experimentador Unitrain con la ayuda del software Proteus como se indica en el Anexo 2, utilizando los mismos valores de frecuencia se obtuvo los valores de reactancia que se indican en la tabla 6:

Tabla 6: Reactancia Capacitiva

F [Hz]	1/F [s]	U [V]	I [mA]	X_C=U/I [Ohm]
100	0,0100	7.00	4.46	1569.50
200	0,0050	7.00	8.58	815.85
250	0,0040	7.00	10.49	667.30
400	0,0025	7.00	16.82	416.17
500	0,0020	7.00	21.20	330.18
1000	0,0010	7.00	41.91	167.02
2000	0,0005	7.00	83.42	83.91
5000	0,0002	7.00	193.51	36.17

Fuente: Elaboración propia

Para la reactancia inductiva, se tomaron 7 valores proporcionales crecientes de frecuencia, los cuales determinaron medidas de voltaje y corriente en una bobina de 1mH, indicados en el Anexo 3. Estos valores sirvieron para el cálculo matemático de la reactancia inductiva. Los valores se muestran en la tabla 7.

Tabla 7: Reactancia Inductiva

F [kHz]	U [V]	I [mA]	X_L=U/I [Ohm]
10	0.06	91.30	0.60
20	0.06	32.70	1.87
40	0.06	7.70	7.79
60	0.06	3.10	19.35
80	0.06	1.50	40.00

100	0.06	1.20	50.00
150	0.06	1.10	60.00

Fuente: Módulo experimentador Unitrain, 2020

Para la reactancia inductiva, se realizó de igual manera la simulación mediante el software Proteus del circuito implementado en el experimentador Unitrain como se indica en la Anexo 3, utilizando los valores de frecuencia establecidos y con ello se procedió a realizar los cálculos que se registran en la tabla 8:

Tabla 8: Reactancia Inductiva

F [kHz]	U [V]	I [mA]	X_L=U/I [Ohm]
10	0.08	93.20	0.85
20	0.08	33.10	2.41
40	0.08	8.20	9.75
60	0.08	3.92	20.40
80	0.08	2.10	38.09
100	0.08	1.86	43.01
150	0.08	1.56	51.28

Fuente: Elaboración propia

3.5. Discusión

Para determinar si los valores obtenidos en los circuitos implementados en el proyecto de reactancia inductiva y capacitiva fueron obtenidos de manera correcta, se procedió a un estudio estadístico determinando el error absoluto y relativo. El error absoluto se muestra en la ecuación (12) es la diferencia entre cada una de las medidas.

$$E_{Absoluto} = |V_{Real} - V_{Aproximado}| \quad (12)$$

El error relativo se muestra en la ecuación (13) será el error absoluto de cada valor dividido por el valor tomado como real multiplicado por 100 y se expresa en porcentaje.

$$E_{Relativo} = \frac{|V_{Real} - V_{Aproximado}|}{V_{Real}} * 100 \quad (13)$$

El error debe ser más grande a medida que se aumenta el número de frecuencias aplicadas, este error se presenta porque la corriente que se muestra en el simulador Proteus es un valor diferente al valor del obtenido en el módulo experimentador Unitrain.

3.6. Resultados

En la tabla 9 se muestra el error obtenido en circuito de reactancia capacitiva al aplicar frecuencias como muestra de 100 y 200 Hz.

Tabla 9: Tabla de Errores Reactancia Capacitiva

Muestras	Error [%] Relativo	Error [Ω] Absoluto
100	0.07	120.97
200	0.04	39.57

Fuente: Elaboración Propia

Para la determinación del error de la reactancia inductiva, se tomó como valores muestra las frecuencias de 10 y 20 kHz., determinando los valores mostrados en la tabla 10:

Tabla 10: Tabla de Errores Reactancia Inductiva

Muestras	Error [%] Relativo	Error [Ω] Absoluto
10	0.04	0.25
20	0.28	0.54

Fuente: Elaboración Propia

De los datos conseguidos con la ejecución del presente proyecto, se obtiene que el condensador y la bobina poseen un comportamiento distinto ante la aplicación de distintas frecuencias.

En el condensador al aumentar la frecuencia, su voltaje (valor eficaz) permanece de manera constante, mientras que la corriente que circula en el aumenta. Este aumento de frecuencia produce que la reactancia generada en el condensador disminuya.

El comportamiento de la bobina ante el aumento de frecuencia denota un voltaje (valor eficaz) estable y una disminución de corriente sobre el elemento. Este comportamiento da como resultado el aumento de la reactancia inductiva de la bobina.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De La ejecución del presente proyecto, se concluye que la reactancia capacitiva e inductiva tienen directa relación con la frecuencia que se aplica a un capacitor o bobina en un circuito de corriente alterna según lo que se evidencia en las tablas 5 y 7 obtenidas a través de la implementación del presente proyecto, pues la misma modifica su comportamiento y la oposición que presentan al paso de la corriente.

También se obtuvo como resultado de la experimentación realizada, que las medidas obtenidas en la implementación del presente proyecto difieren con la implementada en un software de simulación como se puede reflejar en las tablas 6 y 8, esta variación se presenta ya que en el experimentador se cuenta con los elementos físicos, mismos que pueden tener algún tipo de pérdida o ganancia de voltaje y corriente (defecto de fabrica), mientras que en el simulador los mismos son considerados de valor ideal.

Se pudo observar además que, en los valores de error relativo y porcentual registrados en las tablas de reactancia capacitiva e inductiva indicados, los mismos no presentan una alteración significativa por lo que se puede concluir que los datos obtenidos en el desarrollo del presente proyecto fueron determinados de manera correcta.

Se recomienda desarrollar procesos de experimentación más profundos de reactancia capacitiva e inductiva en las prácticas de laboratorio, para la mejor comprensión del comportamiento de los condensadores y bobinas ante la frecuencia producida por un circuito de corriente alterna.

Se recomienda la utilización óptima del módulo experimentador Unitrain para las prácticas estudiantiles, ya que estos recursos permitirán desarrollar experimentaciones relevantes y diversas del tema de condensadores y bobinas en los laboratorios del área de electrónica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Area Tecnologica. (2019). *Inductancia*. https://www.areatecnologia.com/electricidad/inductancia.html

Automatizacion. (n.d.). *REACTANCIA CAPACITIVA*. https://sites.google.com/site/automatizacionnrc12354/motores/reactancia/reactancia-capacitiva

Automatizate. (2019). *REACTANCIA INDUCTIVA Y CAPACITIVA*. https://sites.google.com/site/automatizate15543/reactancia-1

Electronica Lugo. (n.d.). CONCEPTOS BÁSICOS DEL INDUCTOR. *PROYECTOS Y CIRCUITOS DE ELECTRONICA*. https://electronicalugo.com/conceptos-basicos-del-inductor/

Ingeniería Mecafenix. (2017). *Que son las bobinas y sus tipos*.

Moreno, O., & TECSUP. (n.d.). Reactancia Capacitiva Reactancia Capacitiva y potencia en un condensador Potencia Reactiva. *Corriente Alterna*. https://www.academia.edu/11096973/Reactancia_Capacitiva_Reactancia_Capacitiva_y_potencia_en_un_condensador_Potencia_Reactiva_Ejemplo

UNAM-FQ, & AZPILCUETA RAZZIEL, N. C. (2018). *Capacitores*. 1–2. http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Antologia-Edo-Sol_32006.pdf

Universidad Catolica del Norte. (2016). *CAPACITANCIA. CONDENSADOR DE PLACAS PARALELAS*. 1–3. http://www.fisica.ucn.cl/wp-content/uploads/2016/03/DAFI219-03-Capacitancia.pdf

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSC. (2019). *Tutorial Inductores*. *1*. http://www.ing.unp.edu.ar/electronica/asignaturas/ee016/tutoriales/inductores/inductores.htm#:~:text=Los inductores o bobinas son,fenómenos relacionados con campos magnéticos.&text=Básicamente%2C todo inductor consiste en un arrollamiento de hilo conducto

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. (n.d.). Inductancia y Resistencia. *Circutios*. http://cidecame.uaeh.edu.mx/lcc/mapa/PROYECTO/libro16/38_circuitos_lr_inductanciaresistencia.html

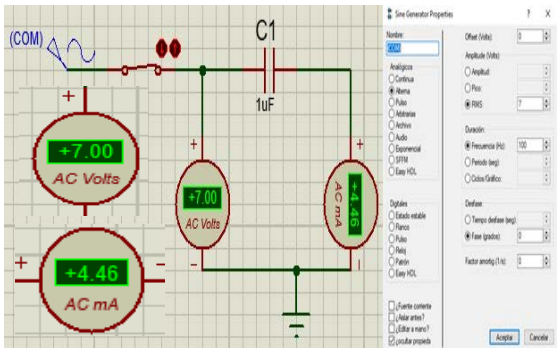
Experimentally determine the reactance of the coil and capacitor using the Unitrain experimental module.
Determinar experimentalmente la reactancia de la bobina y del condensador utilizando el módulo experimentador Unitrain

VEGA BACULIMA, S. F. (2009). *CONSTRUCCION DE UN TABLERO DIDACTICO PARA MEDICION DE POTENCIAS EN CIRCUITOS MONOFASICOS DE CORRIENTE ALTERNA.* https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18138/1/Vega Baculima%2C Santiago Fernando.pdf

ANEXOS

f [Hz]	1/f [s]	U [V]	I [mA]	XC=U/I [Ohm]
100	0,0100	7.10	4.20	
200	0,0050	7.10	8.30	
250	0,0040	7.10	10.30	
400	0,0025	7.10	16.60	
500	0,0020	7.10	20.80	
1000	0,0010	7.10	41.70	
2000	0,0005	7.10	83.00	
5000	0,0002	7.10	193.30	

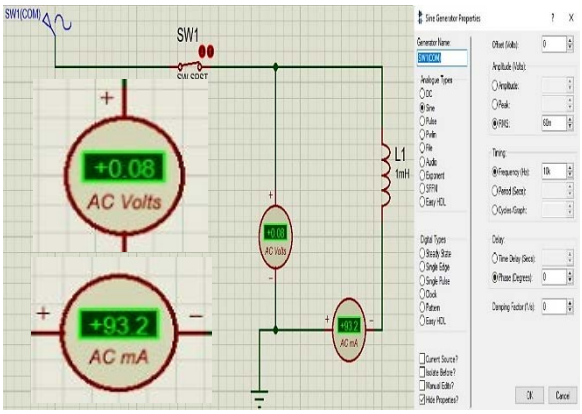
Anexo 1: Tabla reactancia Capacitiva
Fuente: Módulo Experimentador Unitrain, 2020



Anexo 2: Montaje Reactancia Capacitiva Proteus
Fuente: Elaboración propia

f [kHz]	U [V]	I [mA]	XL=U/I [Ohm]
10	0.06	91.30	
20	0.06	32.70	
40	0.06	7.70	
60	0.06	3.10	
80	0.06	1.50	
100	0.06	1.20	
150	0.06	1.10	

Anexo 3: Tabla reactancia Inductiva
Fuente: Módulo Experimentador Unitrain, 2020



Anexo 4: Montaje Reactancia Inductiva Proteus
Fuente: Elaboración propia