

**12.4%**

PlagScan by Original Resultados del Análisis de los plagios del 16/10/2021 17:18

**Análisis De La Corriente En Un Circuito Estrella Con Cargas Simétricas, Asimétricas Y Capacitivas.docx**

Fecha: 16/10/2021 17:16

\* Todas las fuentes 29 | Fuentes de internet 29

- ✓ [0] [docplayer.es/83972188-Universidad-nacional-de-ingenieria.html](https://docplayer.es/83972188-Universidad-nacional-de-ingenieria.html)  
3.4% 14 resultados

---

- ✓ [1] [www.fceia.unr.edu.ar/tci/utiles/Apuntes/Cap\\_10-TRIF.pdf](https://www.fceia.unr.edu.ar/tci/utiles/Apuntes/Cap_10-TRIF.pdf)  
2.2% 12 resultados

---

- ✓ [2] [electric-in-home.com/es/connection-of-a-threephase-circuit-symmetrical-and-asymmetric-threephase-circuits/](https://electric-in-home.com/es/connection-of-a-threephase-circuit-symmetrical-and-asymmetric-threephase-circuits/)  
2.0% 8 resultados

---

- ✓ [3] [docplayer.es/19920182-Trabajo-fin-de-master-desarrollo-de-un-controlador-de-presion-de-combustible-basado-en-bombas-trifasicas-sin-](https://docplayer.es/19920182-Trabajo-fin-de-master-desarrollo-de-un-controlador-de-presion-de-combustible-basado-en-bombas-trifasicas-sin-)  
1.9% 8 resultados

---

- ✓ [4] [dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/3181/George Enrique Medina Rivero.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/3181/George%20Enrique%20Medina%20Rivero.pdf?sequence=1&isAllowed=y)  
1.8% 8 resultados

---

- ✓ [5] [dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/12489/Análisis Circuitos Trifásicos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/12489/Análisis%20Circuitos%20Trifásicos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)  
2.0% 9 resultados  
1 documento con coincidencias exactas

---

- ✓ [7] [www.uco.es/grupos/giie/cirweb/practicas/circuitos/tc-pe0201.pdf](https://www.uco.es/grupos/giie/cirweb/practicas/circuitos/tc-pe0201.pdf)  
1.2% 5 resultados

---

- ✓ [8] [idoc.pub/documents/idocpub-546grj85own8](https://idoc.pub/documents/idocpub-546grj85own8)  
1.0% 3 resultados

---

- ✓ [9] [istr052.blogspot.com/2012/](https://istr052.blogspot.com/2012/)  
0.9% 2 resultados

---

- ✓ [10] [docplayer.es/64905850-Centrales-de-generacion-y-subestaciones-electricas.html](https://docplayer.es/64905850-Centrales-de-generacion-y-subestaciones-electricas.html)  
0.9% 4 resultados

---

- ✓ [11] [www.coursehero.com/file/75073263/GUIA-3-SEM-LABS-VIRTUALES-docx/](https://www.coursehero.com/file/75073263/GUIA-3-SEM-LABS-VIRTUALES-docx/)  
1.3% 2 resultados

---

- ✓ [12] [circuitoselectricos2ea.blogspot.com/](https://circuitoselectricos2ea.blogspot.com/)  
0.9% 3 resultados

---

- ✓ [13] [zdocs.com.br/doc/circuito-trifasico-docx-3plggy38vg69](https://zdocs.com.br/doc/circuito-trifasico-docx-3plggy38vg69)  
0.7% 1 resultados

---

- ✓ [14] [istr052.blogspot.com/2012/05/conceptos-para-comprender-como.html](https://istr052.blogspot.com/2012/05/conceptos-para-comprender-como.html)  
0.6% 1 resultados

---

- ✓ [15] [rocykp.wordpress.com/2008/06/25/circuito-electricos-trifasicos/](https://rocykp.wordpress.com/2008/06/25/circuito-electricos-trifasicos/)  
0.6% 1 resultados  
1 documento con coincidencias exactas

---

- ✓ [17] [circuitoselectricos2ea.blogspot.com/2009/11/conceptos-necesarios-para-comprender.html](https://circuitoselectricos2ea.blogspot.com/2009/11/conceptos-necesarios-para-comprender.html)  
0.6% 1 resultados

---

- ✓ [18] [www.uco.es/grupos/giie/cirweb/practicas/circuitos/tc-pe0301.pdf](https://www.uco.es/grupos/giie/cirweb/practicas/circuitos/tc-pe0301.pdf)  
0.6% 3 resultados

---

- ✓ [19] [docplayer.es/52427499-Conceptos-basicos-sistemas-trifasicos-balanceados.html](https://docplayer.es/52427499-Conceptos-basicos-sistemas-trifasicos-balanceados.html)  
0.6% 3 resultados

---

- ✓ [20] [depa.fquim.unam.mx/labcorr/libro/Manual-EIS-IMP-UNAM.PDF](https://depa.fquim.unam.mx/labcorr/libro/Manual-EIS-IMP-UNAM.PDF)  
0.4% 3 resultados

---

- ✓ [21] [pdfslide.net/documents/curso-de-electricidad-texto7.html](https://pdfslide.net/documents/curso-de-electricidad-texto7.html)  
0.4% 2 resultados  
1 documento con coincidencias exactas

---

- ✓ [23] [fr.scribd.com/document/143669836/Tecnologia-de-corriente-trifasica](https://fr.scribd.com/document/143669836/Tecnologia-de-corriente-trifasica)  
0.5% 1 resultados

- [24] [qdoc.tips/sistemas-trifasicos-balanceados-y-desbalanceados-pdf-free.html](#)  
0.5% 3 resultados

---

- [25] [livrosdeamor.com.br/documents/sistemas-trifasicos-desbalanceados-5bf4d94ce22b4](#)  
0.4% 2 resultados

---

- [26] [www.arresterworks.com/arresterfacts/pdf\\_files/ArresterFacts\\_027 - Arrester Reference Voltage - SP.pdf](#)  
0.3% 2 resultados

---

- [27] [pdfcoffee.com/download/informe-de-circuitos-trifasicos-desbalanceados-3-pdf-free.html](#)  
0.3% 2 resultados

---

- [28] [electric-in-home.com/es/symmetrical-active-load-symmetrical-load/](#)  
0.3% 2 resultados

---

- [29] [repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/20460/CONTROL\\_INTERNO\\_MAYGUA\\_FLORES\\_JULIETA .pdf?sequence=1](#)  
0.4% 2 resultados

---

- [30] [bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1968/1/CD-0467.pdf](#)  
0.2% 2 resultados

---

- [31] [www.linguee.com/english-spanish/translation/usb+cable+connection.html](#)  
0.2% 1 resultados

13 páginas, 3864 palabras

Nivel del plagio: 12.4% seleccionado / 12.4% en total

50 resultados de 32 fuentes, de ellos 32 fuentes son en línea.

#### Configuración

Directiva de data: *Comparar con fuentes de internet, Comparar con documentos propios*

Sensibilidad: *Medía*

Bibliografía: *Considerar Texto*

Detección de citas: *Reducir PlagLevel*

Lista blanca: --

# Analysis Of The Current In A Star Circuit With Symmetric, Asymmetric And Capacitive Loads

## Análisis De La Corriente En Un Circuito Estrella Con Cargas Simétricas, Asimétricas Y Capacitivas

Jonathan Omar Flores Martinez<sup>1</sup> Wilson Josue Velastegui Rosero<sup>2</sup> Wilson Sebastián Lozada Calle<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jonathan Omar Flores Martínez ISU "Central Técnico", Quito, Ecuador  
E-mail: omarct90@hotmail.com

<sup>2</sup>Wilson Josue Velastegui Rosero ISU "Central Técnico", Quito, Ecuador  
E-mail: wilsonvelastegui09@gmail.com

<sup>3</sup> Wilson Sebastián Lozada Calle ISU Central Técnico, Quito, Ecuador  
E-mail: wlozada@istct.edu.ec<sup>[29]</sup>

### RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo analizar el comportamiento de un circuito trifásico estrella con carga simétrica, asimétrica y capacitiva. La investigación se realizó mediante el uso del módulo electrónico experimental Uni Tr@in-l Lucas-Nülle y el software LabSoft. Realizando mediciones en un circuito estrella e implementando distintas cargas para observar los resultados de las corrientes y comparar estadísticamente los resultados obtenidos mediante la tarjeta electrónica y el simulador Multisim. Con estos resultados se efectuó un análisis del comportamiento de la corriente dando una alta eficiencia en las tarjetas ubicadas en los laboratorios de Electrónica del ISU "Central Técnico" con las mediciones y los resultados teóricos. Existieron factores que se tomaron en cuenta para que las medidas fueran exactas, como las tolerancias de las resistencias existentes en las tarjetas y los cables que son utilizados para las conexiones de los circuitos.

**Palabras clave:** corriente; electrónica; estrella; tarjetas; potencia.

### ABSTRACT

The present research work aims to analyze the behavior of a three-phase star circuit with symmetric, asymmetric and capacitive load. The research was carried out using the experimental electronic module Uni Tr @ in-l Lucas-Nülle and the LabSoft software. Carrying out measurements in a star circuit and implementing different loads to observe the results of the currents and statistically compare the results obtained using the electronic card and the Multisim simulator. With these results, an analysis of the behavior of the current was carried out, giving high efficiency to the laboratories on the cards located in the Electronics of the ISU "Technical Central" with the measurements and the theoretical results. There were factors that were taken into account for the measurements to be exact, such as the tolerances of the resistances existing in the cards and the cables that are used for the circuit connections.

**Keywords:** stream; star; electronics; cards; power.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Generador Trifásico

Un generador trifásico está combinado por tres bobinados de inducción colocadas a 120 grados entre sí, encima del estator como se indica en la Figura 1.

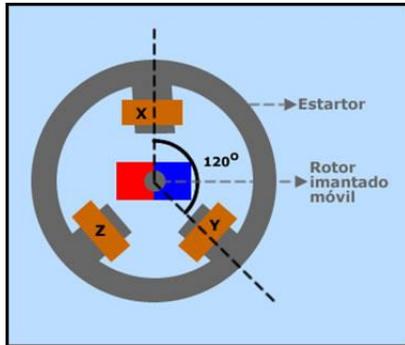


Figura 1: Generador trifásico  
Fuente: (Montó, 1987)

Los tres bobinados poseen un número similar de vueltas y giran con la misma velocidad angular, el voltaje inducido en cada una obtendrá los valores iguales de voltaje pico y frecuencia.

Cuando el rotor del generador gira por la acción de algún medio externo, los voltajes inducidos serán generados simultáneamente, como se indica en la Figura 2, se observa el desplazamiento de fase de 120 grados. La sumatoria fasorial de los tres voltajes de fase en un generador trifásico es cero. (Sadiku & Alexander, 2004)

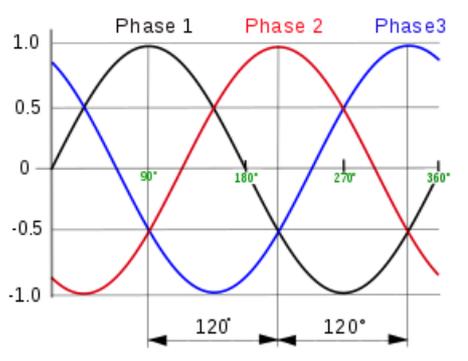


Figura 2: Gráfica de tensiones del generador trifásico  
Fuente: (Moreno & Curbelo, 2019)

Si las tres corrientes trifásicas de una frecuencia dada son de similar magnitud y diferente uno del otro en el mismo ángulo de fase, se indica que las tensiones y corrientes forman un sistema equilibrado. (Ferro, 2016)

## 1.2 Conexiones Básicas de las Cargas

Las cargas trifásicas poseen dos tipos de conexiones: conexión en triángulo “ $\Delta$ ” y la **conexión en estrella “Y”**. Además, las cargas más distantes de la conexión pueden ser: simétricas o balanceada cuando las tres impedancias que la componen son similares y desbalanceada o asimétricas cuando no se efectúa la condición.

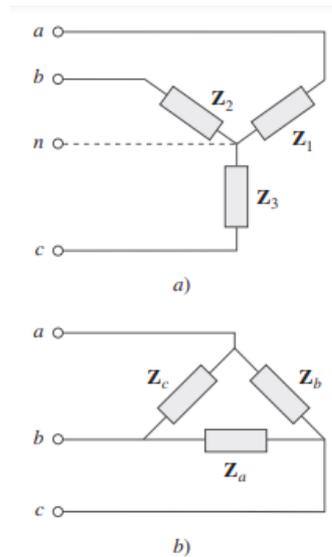


Figura 3: Cargas Trifásicas: a) conectada en Y, b) conectada en delta.

Fuente: (Sadiku & Alexander, 2004)

## 1.3 Secuencia de Fase

La denominada **secuencia de fase es el orden en el que suceden los valores máximos de las tensiones de cada una de las fases que componen un generador trifásico.**

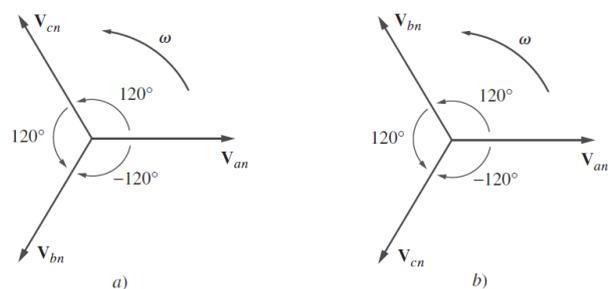


Figura 4: Secuencia de fases.  
Fuente: (Sadiku & Alexander, 2004)

En la Figura 4 (a), mientras los fasores giran en dirección contraria a las manecillas del reloj con la frecuencia, pasan por el eje horizontal en una secuencia; ABC, BCA o CAB. De igual manera, en

cuanto a los fasores de la Figura 4 (b), al girar en dirección contraria a las manecillas del reloj pasan por el eje horizontal en una secuencia ACB, CBA o BAC.<sup>[8]</sup> La secuencia de fases es importante en la distribución de potencia trifásica. Determina la dirección de la rotación de un motor conectado a la fuente de potencia. (Sadiku & Alexander, 2004)

### <sup>[30]</sup> 1.4 Sistemas Trifásicos Balanceados

En una carga balanceada o simétrica, conectada en estrella, como se observa en la Figura 3 a):

<sup>[30]</sup>

$$Z_1 = Z_2 = Z_3 = Z_Y$$

Donde  $Z_Y$  es la impedancia de carga por fase como se puede visualizar en la figura 5.

Una carga simétrica conectada en delta es más común que una carga simétrica conectada en estrella.<sup>[0]</sup> Esto se debe a la facilidad con la que pueden añadirse o retirarse cargas de cada fase de una carga conectada en delta. Esto es muy difícil con una carga acoplada en estrella, porque la línea neutra podría no estar accesible.<sup>[0]</sup> (Sadiku & Alexander, 2004)

Los sistemas trifásicos balanceados tienen un desfase de  $120^\circ$  entre sí y las tensiones de cada una son iguales. Un sistema trifásico se puede representar como tres generadores monofásicos conectados en delta o Y.

Al aplicar la ley de ohm en el circuito reducido de la Figura 5, se obtiene la ecuación 2.<sup>[4]</sup> Esta fórmula se puede aplicar si el sistema es balanceado o tiene una carga simétrica.

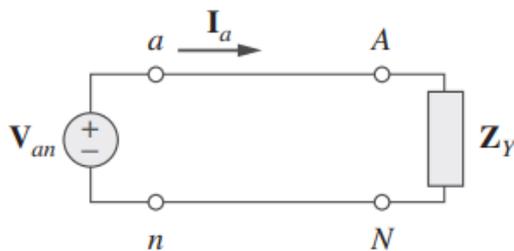


Figura 5: Circuito monofásico equivalente. Fuente: (Sadiku & Alexander, 2004)

$$\overline{V}_L = \overline{Z} \times \overline{I} \quad (2)$$

Las tensiones de línea se pueden obtener de acuerdo a la ecuación 3:

$$\overline{V}_L = \sqrt{3} \overline{V}_P \quad (3)$$

Por lo que la magnitud de las tensiones obtenidas de línea es  $\sqrt{3}$  veces las tensiones de la magnitud de las tensiones de fases de  $V_p$ .

Ya que las tensiones con referencia a la Figura 3 son igual a:

$$\overline{V}_{an} = \overline{V}_{bn} = \overline{V}_{cn} \quad (4)$$

$$\overline{V}_L = \overline{V}_{ab} = \overline{V}_{bc} = \overline{V}_{ca} \quad (5)$$

Para encontrar la corriente del circuito trifásico balanceado, se utiliza la fórmula:

$$\overline{I}_a = \frac{\overline{V}_{an}}{\overline{Z}_Y} \quad (6)$$

Donde:  $\overline{I}_a$  es la intensidad,  $\overline{V}$  la tensión de fase en el circuito y  $\overline{Z}_Y$  la impedancia total de la carga.

Conociendo el valor de uno de los voltajes de fase, se obtiene el valor de los 2 restantes.

$$\overline{V}_a = V_m \angle 0^\circ \quad (13)$$

$$\overline{V}_b = V_m \angle -120^\circ$$

$$\overline{V}_c = V_m \angle +120^\circ \quad (7)$$

En una conexión en estrella donde  $V_m$  es la magnitud del voltaje de la fase, en la secuencia de fase negativa el voltaje de fase  $\overline{V}_b$  está adelantada  $120^\circ$  al de fase  $\overline{V}_a$ , y el voltaje de fase está atrasado  $120^\circ$  al de fase  $\overline{V}_a$ .

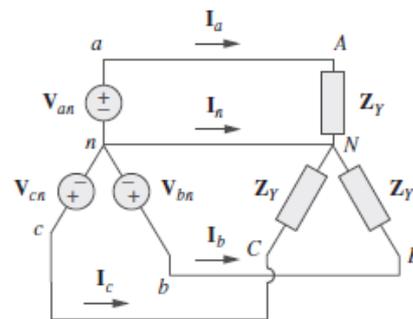


Figura 6: Carga balanceada conectada en Y. Fuente: (Sadiku & Alexander, 2004)

### 1.5 Sistemas Trifásicos Desbalanceados

En los sistemas trifásicos que son desbalanceados; las tensiones pueden ser las mismas, pero no están desfasadas 120° entre sí. (Durbin, 2017)

Mientras que, en los sistemas trifásicos balanceados conectados en estrella, la corriente del conductor neutro siempre es nula, así que en los sistemas trifásicos desbalanceados si circula corriente.

<sup>[4]</sup>▶ Por lo tanto, los voltajes entre las líneas no son  $\sqrt{3}$  veces mayor que los de la fase ni tampoco existe entre ellos un desfase de 30°.

<sup>[25]</sup>▶ El conjunto de corrientes de línea desbalanceadas produce una corriente en el conductor neutro, la cual no es nula. Como observamos en la Figura 7, las cargas son distintas y para poder calcular las corrientes de línea, se procede hacer un análisis fasorial de las cargas no resistivas.

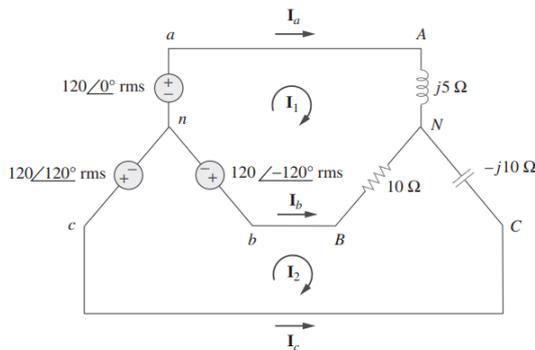


Figura 7: Circuito Trifásico desbalanceado.  
Fuente: (Sadiku & Alexander, 2004)

### 1.6 Sistemas trifásicos con Cargas Capacitivas

Se puede realizar las pruebas teóricas y simuladas y tener un resultado teórico que se puede experimentar en un caso práctico donde se puede comparar dicho resultado.

<sup>[27]</sup>▶ Hay que tener en cuenta que la impedancia tiene una parte imaginaria empezando con la ecuación 8.

$$Z = R + jX \tag{8}$$

$$X = X_L - X_C \tag{9}$$

$$X_L = \omega L \tag{10}$$

$$\omega = 2\pi f \tag{11}$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \tag{12}$$

donde:

R = resistencia [Ω]

X = reactancia [Ω]

$X_L$  = reactancia inductiva [Ω]

$X_C$  = reactancia capacitiva [Ω]

f = frecuencia [Hz]

La ecuación 12 se utiliza para cargas capacitivas en este sistema trifásico.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

En la investigación se utilizaron los siguientes materiales:

### 2.1 HARDWARE

#### 2.1.1 TARJETA ELECTRÓNICA SO4201-6P CORRIENTE TRIFÁSICA

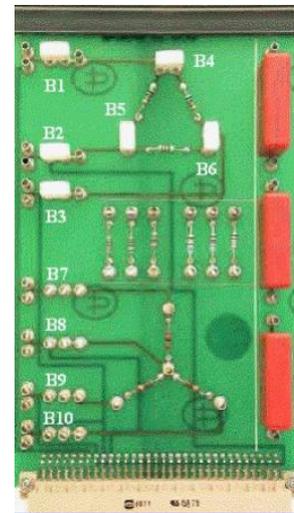


Figura 8: Tarjeta electrónica so4201-6p corriente trifásica

Fuente: LUCAS-NÜLLE LabSoft.

La tarjeta está compuesta por dos grupos de circuitos.

### 2.1.2<sup>[11]</sup> MODULO UNITRAIN

En este experimento se emplea al generador trifásico del sistema UniTr@in-I, el cual simula a los generadores trifásicos y suministra tensiones similares a las de éstos. El nivel de la tensión es regulable, sin embargo, sólo se suministran niveles de tensión en el rango de "baja tensión", por tanto, las tensiones no son peligrosas, y por ello son especialmente adecuadas para experimentos introductorios. A diferencia de la tensión fija de la red disponible en un tomacorriente, con el generador trifásico se puede ajustar la frecuencia de las tensiones trifásicas suministradas.

#### 2.1.2.1 CIRCUITO EN DELTA

Tres resistencias montadas en forma de triángulo. El circuito en delta como muestra la Figura 8, se configura mediante los puentes de conexión.<sup>[2]</sup> Intercambiando los puentes por amperímetros se pueden medir tanto cada una de las corrientes de línea como cada una de las corrientes en los ramales de la carga.

#### 2.1.2.2 CIRCUITO EN ESTRELLA

Tres resistencias están conectadas en estrella y pueden conectarse a las tres fases del sistema trifásico UniTr@in-I, como muestra la Figura 8, mediante los puentes.<sup>[4]</sup> También el punto común de circuito en estrella se puede conectar con el punto medio del sistema de red trifásico.<sup>[4]</sup> Intercambiando los puentes por amperímetros, se pueden medir tanto cada una de las corrientes de línea como la corriente en el conductor neutro.

Adicional la tarjeta cuenta con:

Tres resistencias de carga de 1,2 k $\Omega$  para circuitos en estrella o en delta o para generar cargas asimétricas.

Tres resistencias de carga de 680 $\Omega$  para circuitos en estrella o en delta o para generar cargas asimétricas.

Tres condensadores de carga de 10 $\mu$ F para generar cargas capacitivas simétricas o asimétricas.

### 2.1.3 COMPUTADORA

Es muy importante el uso de un computador, ya que contiene el software necesario para conectarse a la tarjeta electrónica.

### 2.1.4<sup>[31]</sup> MATERIAL EXTRA

Juego de cables de conexión

Cable USB para la conexión del módulo UniTr@in-I.

Disco de instalación del software LabSoft.

## 2.2 SOFTWARE

### 2.2.1 LABSOFT LUCAS-NÜLLE

Es una plataforma que tiene como finalidad el aprendizaje, con diferentes tipos de tarjetas experimentales las cuales son versátiles y dinámicas.

En el software "LabSoft"<sup>[2]</sup> se encuentra un listado de contenidos como se muestra en la Figura 9, que desglosa varias prácticas y teoría acerca de cada uno de los circuitos trifásicos para la presente investigación.

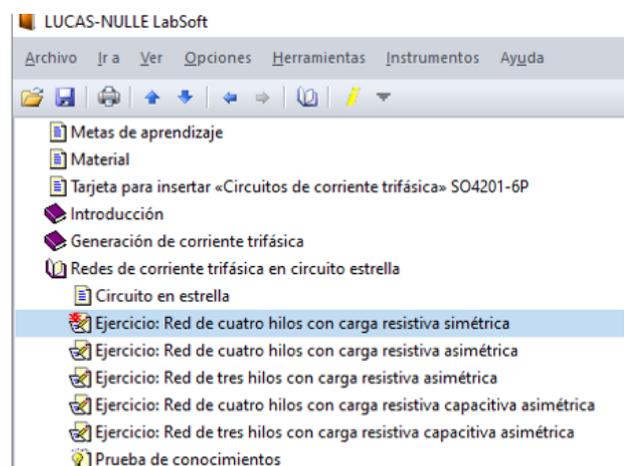


Figura 9: Contenido en el software "LabSoft" sobre circuitos trifásicos

Fuente: LUCAS-NÜLLE LabSoft

En el mismo programa se tiene varias herramientas virtuales que ayudan al momento de la toma de información como: osciloscopio, generador de funciones y voltímetro.

### 3. DESARROLLO

#### 3.1 CARGA RESISTIVA SIMÉTRICA

Para realizar las pruebas de experimentación para la investigación se inserta la tarjeta SO4201-6P, al interfaz UniTr@in-I, luego de verificar que las tarjetas estén correctamente conectadas, se establece las conexiones adicionales como se muestra en la Figura 10, de ese modo se configura una carga simétrica. Después se energiza al módulo mediante el cable de poder y el cable USB hacia el computador, se ejecuta el programa LabSoft, se enciende el módulo y automáticamente el programa lo detecta. En la barra de herramientas del programa existe la opción instrumentos que permite el uso de elementos virtuales como son el generador de funciones y el osciloscopio, de esta manera permite la recolección de información por medio de su bus de datos el cual está incorporado en las tarjetas, con ello se observa el comportamiento a tiempo real en la computadora.

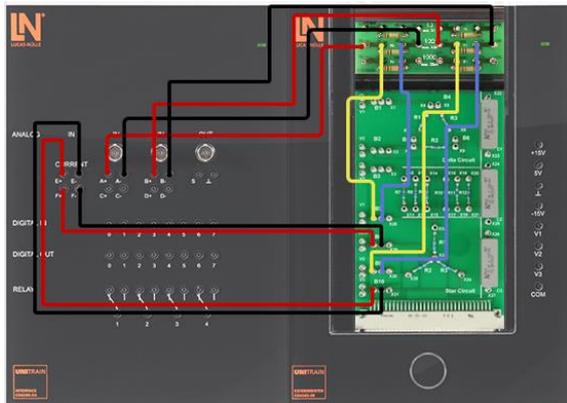


Figura 10: Diagrama gráfico del circuito trifásico con carga simétrica

Fuente: LUCAS-NÜLLE LabSoft.<sup>[3]</sup>

Mediante el software se usa el amperímetro configurando adecuadamente los rangos en 300mA, shunt de 10 Ω, rango de 1V y tipo de corriente en AC, como se muestra en la Figura 11. Una vez conectado adecuadamente con la herramienta virtual se alimenta el circuito con 7,5 voltios y con una frecuencia de 50Hz como se muestra en la Figura 12, este valor mostrado en el instrumento corresponde a la tensión entre una fase y un punto neutro de la red.<sup>[5]</sup> Una vez encendida la fuente, se mide las corrientes de línea

y corrientes de neutro.

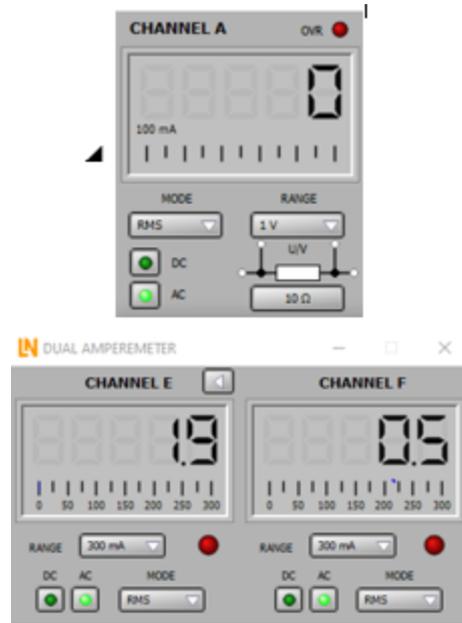


Figura 11: Configuración de voltímetros en el software.

Fuente: LUCAS-NÜLLE LabSoft.

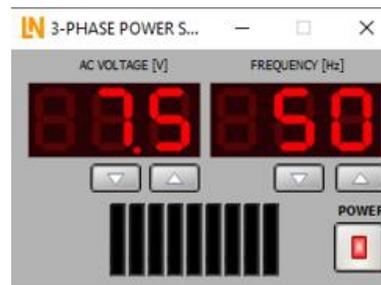


Figura 12: Valor de tensión en la fuente de alimentación Fuente: LUCAS-NÜLLE LabSoft.<sup>[3]</sup>

Los resultados que se obtienen son los siguientes:

[1]►

Tabla 1

Corrientes de línea de la carga simétrica

Corrientes de	Valores medidos.
L1	30.00
L2	31.00
L3	31.00
neutro	1.00

Fuente: Propia.

[7]►

A continuación, se mide las tensiones de fase y de línea del circuito con la herramienta del voltímetro

configurando en un rango de 20 voltios, en modo RMS en AC, obteniendo los siguientes resultados:

[7] ▶ Tabla 2

Tensiones de fase y de línea de la carga simétrica

Tensiones de fase [V]	Tensiones de línea[V]
$U_{1N}=7.30$	$U_{12}=12.80$
$U_{1N}=7.40$	$U_{23}=12.80$
$U_{1N}=7.40$	$U_{31}=12.80$

Fuente: Propia.

Al desconectar el conductor neutro se comprueba que no se tiene ningún efecto en los resultados de las tensiones.

Al utilizar la herramienta del osciloscopio en el menú de instrumentos, se configuran todos los canales en un rango de 5 voltios, con tiempo de 2ms/div, en modo X/T y el disparador en el canal A en nivel 0.

[0] ▶ Se observa en la Figura 13, el desfase de  $120^\circ$  entre las tensiones de fase de la señal A con respecto a la señal C, y el desfase de  $120^\circ$  de las tensiones de línea entre las señales B y D.

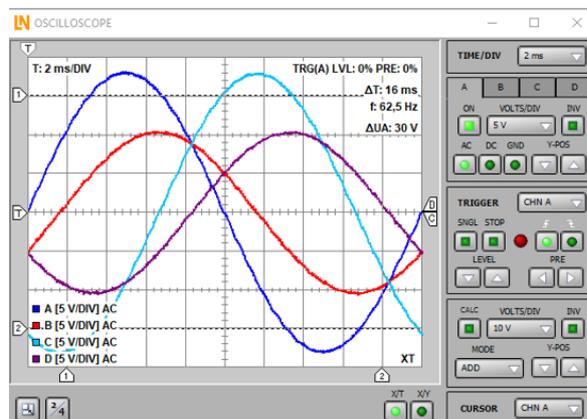


Figura 13: Gráfica de tensiones de línea con un desfase de  $120^\circ$ .

Fuente: LUCAS-NÜLLE LabSoft.

### [2] ▶ 3.2 CARGA RESISTIVA ASIMÉTRICA

Se establece la conexión como se muestra en la Figura 14, y la misma configuración en los instrumentos de medida de amperaje y voltaje, como muestra la Figura 11.

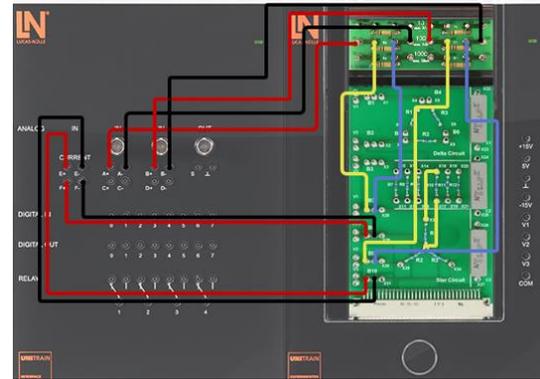


Figura 14: Diagrama gráfico de un circuito trifásico con carga asimétrica.

Fuente: LUCAS-NÜLLE LabSoft. [29] ▶

Desbalanceando la carga al conectar una resistencia de  $680\Omega$  en paralelo a la R1, se procede a medir las corrientes obteniendo los siguientes resultados mostrados en la Tabla 3. Se observa que la corriente L1 es mayor que las demás corrientes y las tensiones como se muestran en la Tabla 4 y que las tensiones de línea y de fase tienen el mismo valor

Tabla 3

Corrientes de línea de la carga asimétrica

Corrientes de línea	Valores medidos. [mA]
L1	40.00
L2	31.00
L3	31.00
neutro	9.00

Fuente: Propia.

Tabla 4

Tensiones de fase y de línea de la carga simétrica

Tensiones de fase [V]	Tensiones de línea[V]
$U_{1N}=7.02$	$U_{12}=12.80$
$U_{1N}=7.40$	$U_{23}=12.80$
$U_{1N}=7.40$	$U_{31}=12.80$

Fuente: Propia.

[0] ▶

Utilizando el osciloscopio con las mismas configuraciones como se muestra en la Figura 15, se observa el desfase de  $120^\circ$  entre las tensiones de línea.

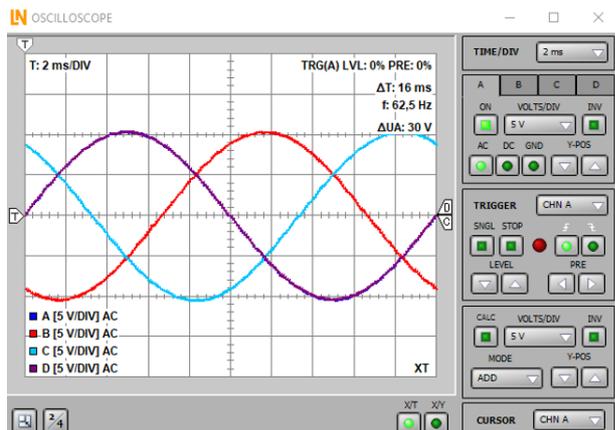


Figura 15: Gráfica del osciloscopio digital de las tensiones de línea en el circuito trifásico asimétrico. Fuente: LUCAS-NÜLLE LabSoft.

### 3.3 CARGA RESISTIVA CAPACITIVA ASIMÉTRICA

Se establece la conexión como se muestra en la Figura 16, con las mismas configuraciones en los instrumentos de medida de amperaje y voltaje, como muestra la Figura 11.

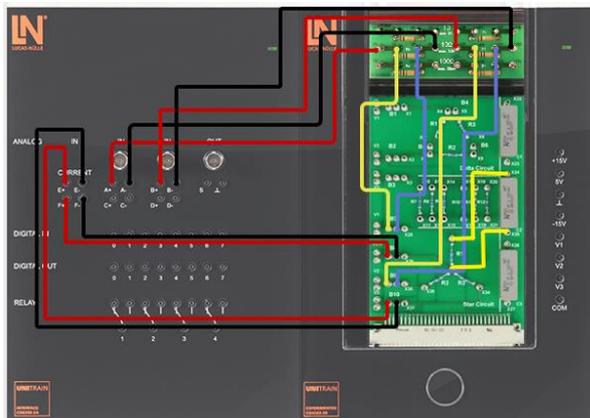


Figura 16: Diagrama gráfico de un circuito trifásico asimétrico con carga resistiva capacitiva. Fuente: LUCAS-NÜLLE LabSoft.

Desbalanceando la carga al conectar un capacitor de 10uF en paralelo a la R1, se mide las corrientes obteniendo los siguientes resultados mostrados en la Tabla 5. Nuevamente se puede observar que la corriente L1 es mayor que las demás corrientes y que la corriente que circula en por el conductor neutro es esencialmente mayor a la presente en el

caso de que la carga asimétrica sea puramente óhmica. Las tensiones como se muestran en la Tabla 6, comprobando que entre las tensiones de línea y de fase tienen el mismo valor.

[1]▶

Tabla 5  
Corrientes de línea de la carga resistiva capacitiva asimétrica

Corrientes de línea	Valores medidos. [mA]
L1	38.00
L2	30.00
L3	30.90
neutro	21.50

Fuente: Propia.

[1]▶

Tabla 6  
Tensiones de fase y de línea de la carga resistiva capacitiva asimétrica

Tensiones de fase [V]	Tensiones de línea[V]
U1N=7.2	U12=12.60
U1N=7.40	U23=12.60
U1N=7.40	U31=12.60

Fuente: Propia.

[0]▶

Al usar el osciloscopio con las mismas configuraciones como se muestra en la Figura 17, se observa el desfase de 120° entre las tensiones de línea.

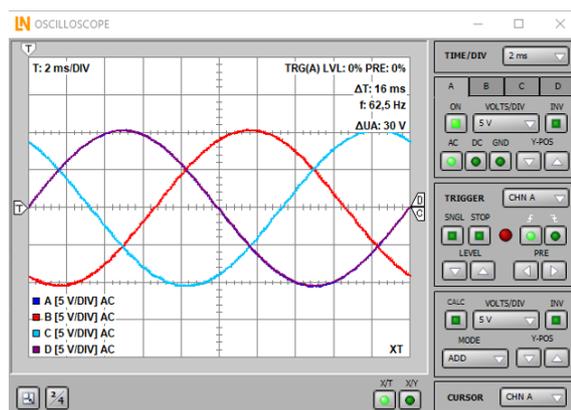


Figura 17: Gráfica en osciloscopio digital de las tensiones de línea en un circuito trifásico asimétrico con carga resistiva capacitiva. Fuente: LUCAS-NÜLLE LabSoft.

## 4. SIMULACIÓN

### 4.1 SIMULACIÓN CON CARGA SIMÉTRICA

Para poder realizar la comparación de los resultados se utiliza el software Multisim, que simularán las conexiones y configuraciones realizadas en la práctica como se muestra en la Figura 18, y el desfase de  $120^\circ$  en la simulación como lo muestra la Figura 19.

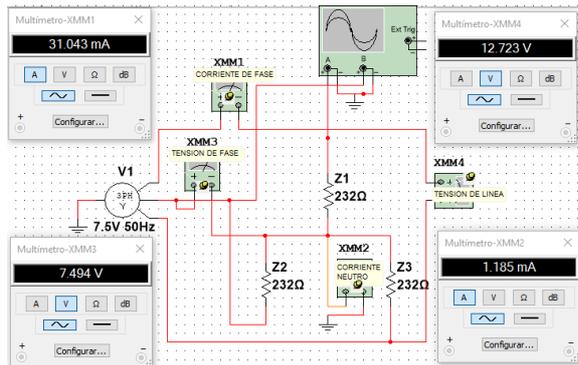


Figura 18: Simulación de un circuito trifásico estrella con carga simétrica.  
Fuente: Multisim.

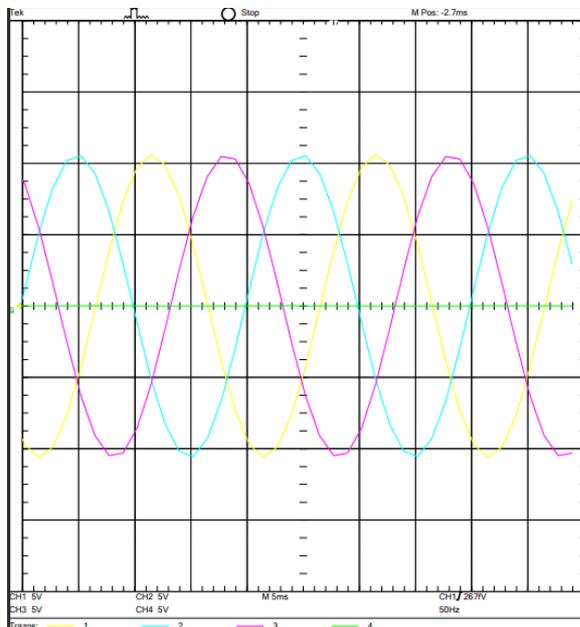


Figura 19: Gráfica de osciloscopio digital de la simulación de un circuito trifásico estrella con carga simétrica.  
Fuente: Multisim.

### 4.2 SIMULACIÓN CON CARGA ASIMÉTRICA

Se procede a realizar la conexión de un circuito asimétrico como muestra la Figura 20, con la conexión en paralelo de una resistencia de  $680\Omega$  a una de las cargas, se observa las mediciones y Gráficas en la Figura 21.

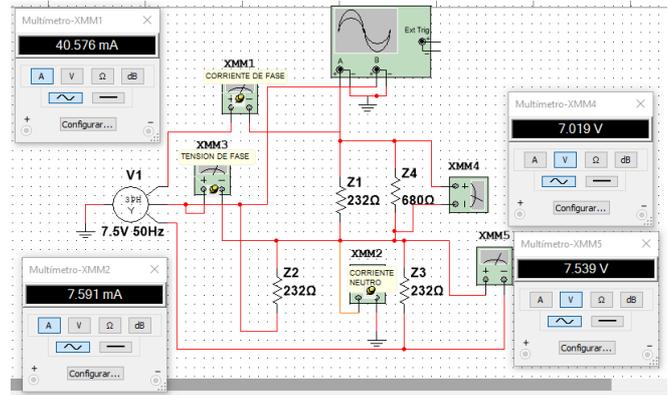


Figura 20: Simulación de un circuito trifásico estrella con carga asimétrica.  
Fuente: Multisim.

Para observar el comportamiento de los voltajes procedemos a conectar el osciloscopio como muestra la Figura 21, sin conectar el neutro y el resultado como muestra la Figura 22. Después de esta demostración se conecta el neutro y se observa el resultado como muestra la Figura 23.

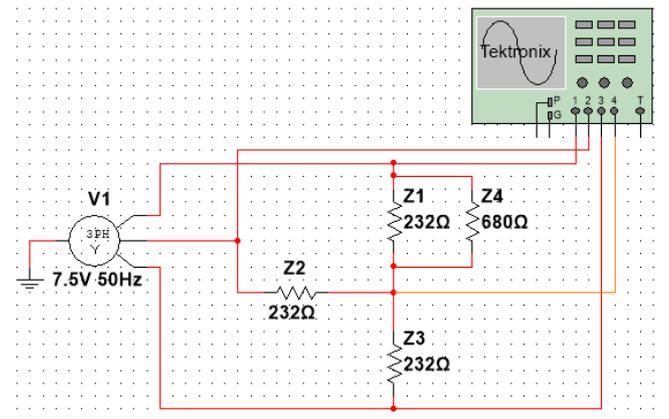


Figura 21: Simulación de un circuito trifásico estrella con carga asimétrica sin tierra, conectado a un osciloscopio.  
Fuente: Multisim.

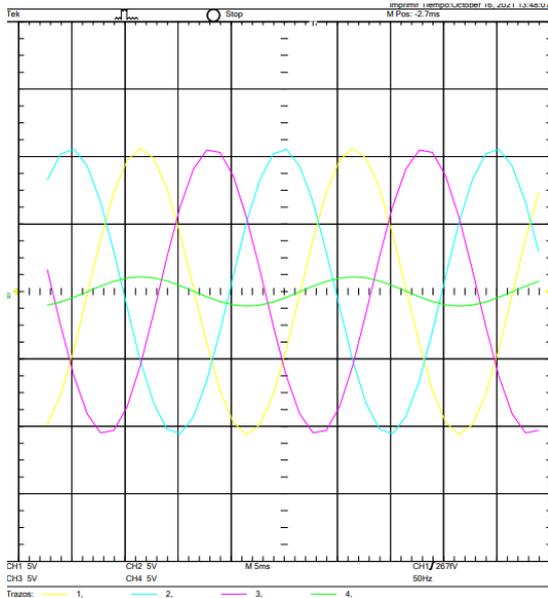


Figura 22: Gráfica de osciloscopio digital de la simulación de un circuito trifásico estrella con carga asimétrica sin tierra.  
Fuente: Multisim.

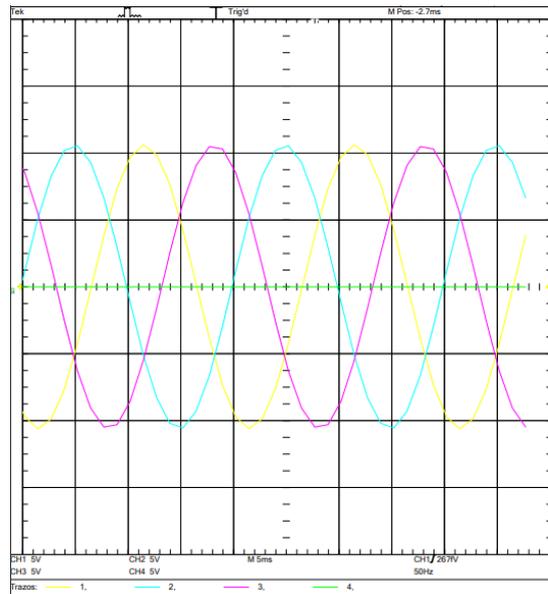


Figura 23: Gráfica de osciloscopio digital de la simulación de un circuito trifásico estrella con carga asimétrica sin tierra.  
Fuente: Multisim.

### 4.3 SIMULACIÓN CON CARGA RESISTIVA CAPACITIVA ASIMÉTRICA

Este circuito simula una carga asimétrica conectada en paralelo a una de las cargas un

capacitor de 10uF se obtienen los resultados mostrados en la Figura 24 y gráfica de las tensiones en la Figura 27.

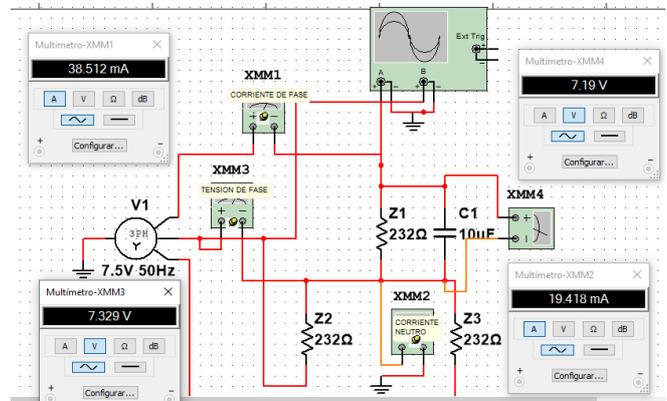


Figura 24: Simulación de un circuito trifásico estrella con carga resistiva capacitiva asimétrica.  
Fuente: Multisim

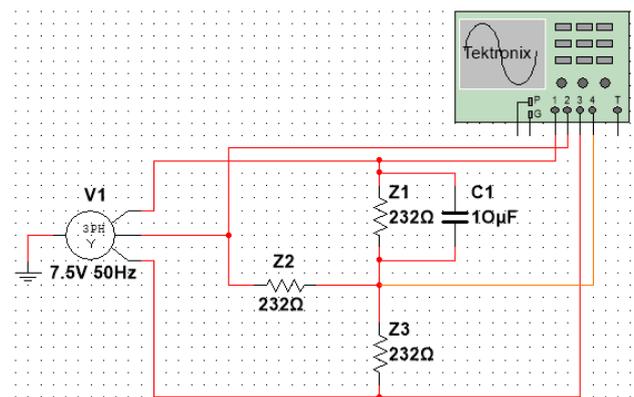


Figura 25: Simulación de un circuito trifásico estrella con carga resistiva capacitiva asimétrica sin tierra, conectado a un osciloscopio  
Fuente: Multisim

Para observar el comportamiento de los voltajes procedemos a conectar el osciloscopio como muestra la Figura 25, sin conectar el neutro y el resultado como muestra la Figura 26. Después de esta demostración se conecta el neutro y se observa el resultado como muestra la Figura 27.

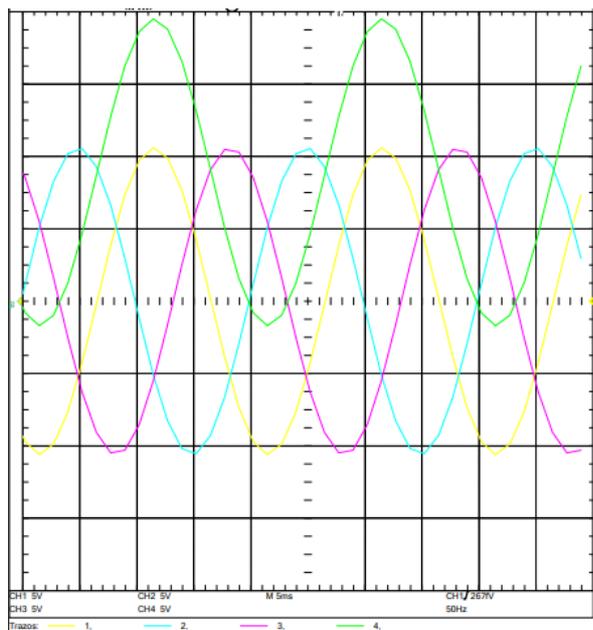


Figura 26: Gráfica de osciloscopio digital de la simulación de un circuito trifásico estrella con carga resistiva capacitiva asimétrica, sin tierra.  
Fuente: Multisim.

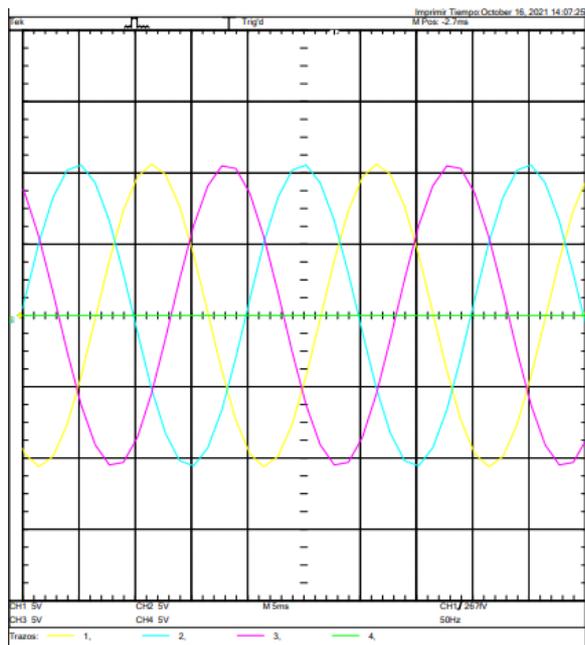


Figura 27: Gráfica de osciloscopio digital de la simulación de un circuito trifásico estrella con carga resistiva capacitiva asimétrica, conectado a tierra.  
Fuente: Multisim.

## 5. RESULTADOS

Con los resultados obtenidos mediante la tarjeta Lucas Nülle y simulaciones de los circuitos con distintas cargas, se realizó una comparación

estadística de los resultados obtenidos del circuito con carga simétrica como muestran las Tablas 7 y 8. El circuito con carga asimétrica como muestran las Tablas 9 y 10. El circuito con carga resistiva capacitiva asimétrica en las Tablas 11 Y 12.

[1]►

Tabla 7  
Comparación de corrientes de línea de la carga simétrica

	Valores medidos [mA]	Valores simulados [mA]	Error [%]
<b>L1</b>	30.00	38.00	3.36
<b>L2</b>	31.00	30.00	0.13
<b>L3</b>	31.00	30.90	0.14
<b>neutro</b>	1.00	21.50	7.83

Fuente: Propia.  
[1]►

Tabla 8  
Comparación de tensiones de fase y de línea de la carga simétrica

	Valores medidos [V]	Valores simulados [V]	Error [%]
<b>U1N</b>	7.30	7.49	2.64
<b>U2N</b>	7.40	7.49	1.20
<b>U3N</b>	7.40	7.49	1.20
<b>U12</b>	12.80	12.72	0.61
<b>U23</b>	12.80	12.72	0.61
<b>U31</b>	12.80	12.72	0.61

Fuente: Propia.

Tabla 9  
Comparación de corrientes de línea de la carga asimétrica

	Valores medidos [mA]	Valores simulados [mA]	Error [%]
<b>L1</b>	40.0	40.0	0
<b>L2</b>	31.0	30.0	0.13
<b>L3</b>	31.0	30.9	0.14
<b>neutro</b>	9.0	7.59	18.58

Fuente: Propia.  
[1]►

Tabla 10

Comparación de tensiones de fase y de línea de la carga asimétrica

	Valores medidos [V]	Valores simulados [V]	Error [%]
U1N	7.02	7.019	1.42
U2N	7.40	7.49	1.20
U3N	7.40	7.49	1.20
U12	12.80	12.72	0.61
U23	12.80	12.72	0.61
U31	12.80	12.72	0.61

Fuente: Propia.

Tabla 11

Comparación de corrientes de línea de la carga resistiva capacitiva asimétrica

	Valores medidos [mA]	Valores simulados [mA]	Error [%]
L1	38.00	38.52	1.35
L2	30.00	30.00	0.13
L3	30.90	30.90	0.14
neutro	21.50	19.42	10.71

Fuente: Propia.

Tabla 12

Comparación de tensiones de fase y de línea de la carga resistiva capacitiva asimétrica

	Valores medidos [V]	Valores simulados [V]	Error [%]
U1N	7.2	7.19	0.13
U2N	7.4	7.33	0.95
U3N	7.5	7.44	0.95
U12	12.8	12.72	0.61
U23	12.8	12.72	0.61
U31	12.8	12.72	0.61

Fuente: Propia.

## 6. CONCLUSIONES

Se observó que los resultados obtenidos mediante el módulo UniTr@in-I y las tarjetas electrónicas de potencia, son muy similares a los resultados obtenidos por simulación. Mostrando que los equipos del laboratorio de electrónica tienen un nivel de precisión adecuado.

<sup>[1]</sup> Se observó que un circuito trifásico resistivo simétrico conectado en estrella, las corrientes de línea, las tensiones de fase y de línea son iguales en magnitud, con distintos ángulos.<sup>[5]</sup> En el conductor neutro no circula corriente, y por eso no tiene ningún efecto en el circuito si no está conectado.<sup>[0]</sup> Existe un desfase de 120° entre las tensiones de línea contiguas.

<sup>[7]</sup> En un circuito trifásico resistivo asimétrico conectado en estrella, al no tener cargas iguales presenta distintas corrientes en cada una, generando una corriente en la línea de neutro, las tensiones de línea son iguales y las tensiones de fase son distintas con un desfase de 120° entre sí.

<sup>[0]</sup> En el circuito trifásico con carga resistiva capacitiva asimétrica conectada en estrella, se observó que las tensiones de línea son iguales con un desfase de 120°. Las corrientes de línea y voltaje de fase son distintas, tiene una corriente mayor en donde se encuentra conectada el capacitor en paralelo a la carga. La corriente que circula por la línea de neutro es esencialmente mayor, que la presente en los anteriores casos.

## 7. REFERENCIAS

Durbin, J. E. (2017).<sup>[5]</sup> *Análisis de Circuitos en Ingeniería*. Mexico: McGraw-Hill Interamerica.

Escobar Velandia, A., & Torres Payoma, F. (2021). *Análisis geométrico de los sistemas eléctricos simétricos y asimétricos para N - Fases*. Retrieved 26 July 2021, from <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/2112>

Ferro, G. (2016). *Circuitos trifásicos*. Argentina: Universidad Nacional e Mar de Plata.

Lleana Moreno Campdsuñer (2019) *Análisis de circuitos trifásicos*. Recuperado de: [http://www.sase.com.ar/2011/files/2010/11/SASE2011-Aplicacion\\_de\\_StateCharts.pdf](http://www.sase.com.ar/2011/files/2010/11/SASE2011-Aplicacion_de_StateCharts.pdf)

Montó, E. A. (1987).<sup>[5]</sup> *Fundamentos Teóricos de Circuitos Eléctricos II*. Cuba: Pueblo y Educación: La Habana. Obtenido de <http://wwwprof.uniandes.edu.co/~ant-sala/descargas/LibroFDC.pdf>

Moreno, I., & Curbelo, J. (2019). *Análisis de*

*circuitos trifasicos*. España.

Ramírez, D. (2008, septiembre 1). Revista. *Electro componentes* S.A. Agosto, 23, 2017. [http://www.sase.com.ar/2011/files/2010/11/SASE2011-Aplicacion\\_de\\_StateCharts.pdf](http://www.sase.com.ar/2011/files/2010/11/SASE2011-Aplicacion_de_StateCharts.pdf)

Sadiku, M., & Alexander, C. (2004). *Fundamentos de circuitos electricos* (3 ed.). (R. A. Alayón, Ed., & A. V. Bermúdez, Trad.) Mexico, Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.