



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA**



LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

PRÁCTICA 2:

**Análisis sinusoidal permanente de circuitos trifásicos
balanceados y desbalanceados**

Alumnos

Murrieta Villegas Alfonso

Valdespino Mendieta Joaquín

Brigada:

1

Profesora:

Martha Isela Torres Hernández

Grupo de Laboratorio:

14

PRÁCTICA 2:

Análisis sinusoidal permanente de circuitos trifásicos balanceados y desbalanceados

Introducción

Como se vio en la práctica anterior, un sistema trifásico es un sistema formado por tres corrientes alternas monofásicas de igual frecuencia y amplitud, además de que dentro del sistema trifásico se dice que es *equilibrado o balanceado* cuando sus corrientes tienen magnitudes iguales y están desfasadas simétricamente.

Por otro lado, un simulador trifásico balanceado, es un dispositivo electrónico constituido por un oscilador y un banco de filtros pasa todo, con los cuales se generan tres voltajes desfasados 120° tal (Como lo haría un generador trifásico), sin embargo, es necesario destacar que algo diferente entre el simulador.

Además, existen dos tipos principales de conexión dentro de este tipo de sistemas, es el caso de conexiones en *delta* y en *estrella*.

En un generador en configuración estrella, las intensidades de fase coinciden con las correspondientes de línea mientras que en configuración delta, la intensidad de fase y la intensidad de línea se relacionan por $\sqrt{3}I_F = I_L$

Objetivos

- Verificar experimentalmente, para un sistema de tres fases o trifásico
- La relación entre los voltajes de línea y los voltajes de fase.
- La relación entre las corrientes eléctricas de línea y las corrientes eléctricas de fase.
- Llevar a cabo el análisis de circuitos trifásicos balanceados y desbalanceados.
- Para lograr estos objetivos, se emplea un dispositivo electrónico denominado Simulador Trifásico Balanceado (STB). El STB genera tres señales sinusoidales desfasadas 120° entre ellas. La amplitud de tales señales es de pocos volts y una frecuencia sensiblemente mayor a 60 [Hz].

Desarrollo

Actividad 1

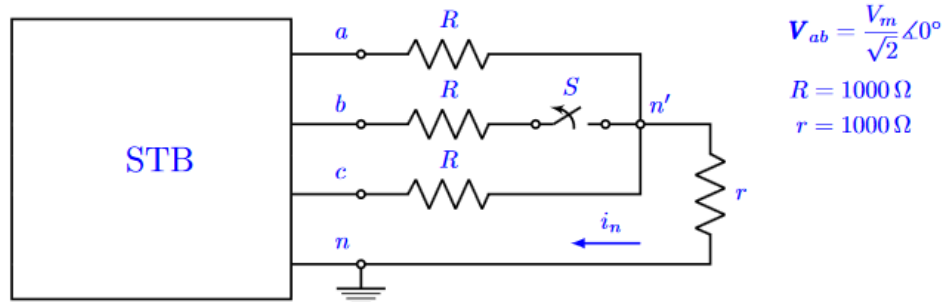


Figura 3.6. Circuito trifásico balanceado conectado en estrella.

Datos obtenidos del STB

$$V_{pp} = 17 V$$

Dada la cantidad de cuadros del osciloscopio de cresta a cresta en **a** (360°) es de 4.8 se observaron y calcularon los desfases

- Señal **a** con respecto a **c** = 120° - 1.6 cuadros
- Señal **a** con respecto a **b** = 240° - 3.2 cuadros

Con estos datos podemos dar un conjunto de Fasores donde a es la referencia

Fasor **a**: 17 (0°)

Fasor **b**: 17 (240°)

Fasor **c**: 17 (120°)

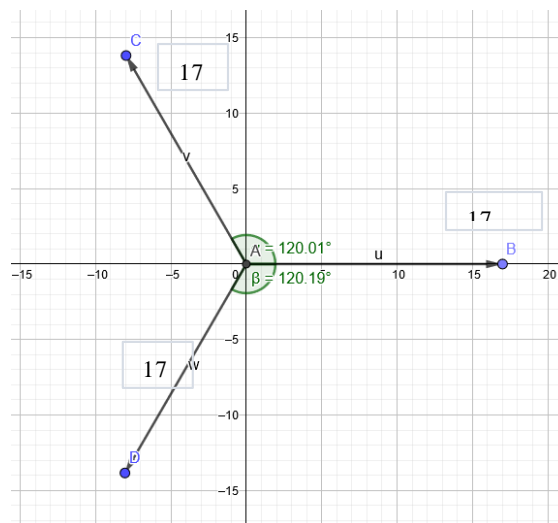


Ilustración 1: Fasores del STB

NOTA: los diagramas de fasores hechos en GeoGebra pueden tener una ligera variación en los ángulos,

a) Con el interruptor S cerrado, observe el voltaje correspondiente al resistor r.

El voltaje obtenido en la carga o resistor r es muy bajo, teniendo en cuenta que es RMS

$$V_{\text{cerrado}} = .30V$$

$$i_{\text{cerrado}} = \frac{V}{r} = \frac{.30}{1000} = .3 \times 10^{-3} A$$

b) Con el interruptor S abierto, observe el voltaje correspondiente al resistor r.

Con la parte del circuito abierto se obtuvo un voltaje superior respecto al anterior.

$$V_{\text{abierto}} = 1.86 V;$$

$$i_{\text{abierto}} = \frac{V}{r} = \frac{1.86}{1000} = 1.86 \times 10^{-3} A$$

c) ¿Qué concluye de los incisos a) y b) anteriores, con relación a la corriente in en el resistor r?.

Con la generación de señales del STB aplicadas en el circuito estrella en este experimento podemos concluir que estas se compensan, la corriente en “n” tiende a 0 por el desfase que cada una de las 3 señales tiene, ya que se suman, en cuanto se abre el circuito, la diferencia hace que aumente la corriente por lo tanto también el voltaje.

d) Con el interruptor S cerrado, observe las formas de onda correspondientes a los voltajes V_{ab} y $V_{n'b}$. Para realizar esta observación, conecte la tierra del osciloscopio en la terminal b del STB y los canales A y B del osciloscopio en las terminales a y n' respectivamente. Desconecte la tierra del osciloscopio de la tierra del circuito eléctrico. Dibuje y acote los fasores correspondientes a V_{ab} y $V_{bn'}$

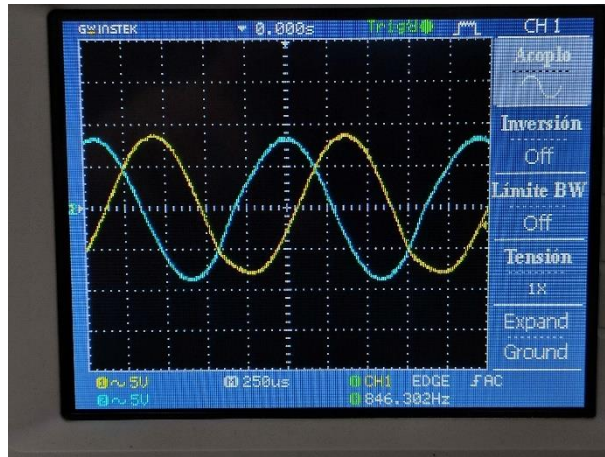


Imagen 1: Señales de entrada y salida obtenidas en el circuito 1, actividad D

Valores obtenidos

$$V_{ab} = V_{an} + V_{nb}$$

$$V_{ab} = 28V$$

$$V_{n'b} = 16V$$

$$\text{Desfase} = 30^\circ$$

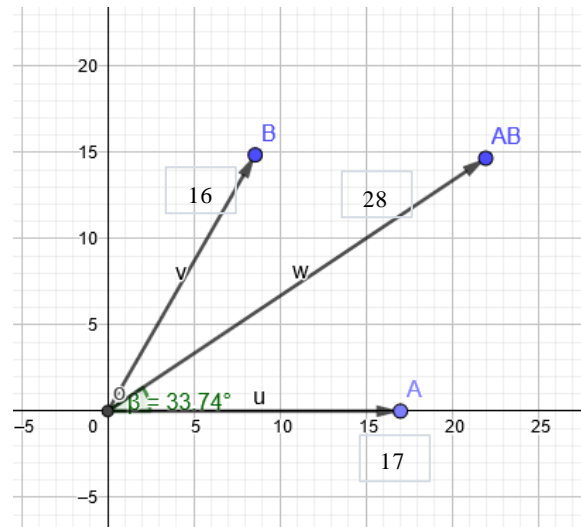


Ilustración 2: Fasores del ejercicio D

e) ¿Cuál es la razón de $\frac{|V_{ab}|}{|V_{bn'}|}$?

$$\frac{|V_{ab}|}{|V_{bn'}|} = \frac{28V}{16V} = 1.75 \approx \sqrt{3}$$

Actividad 2

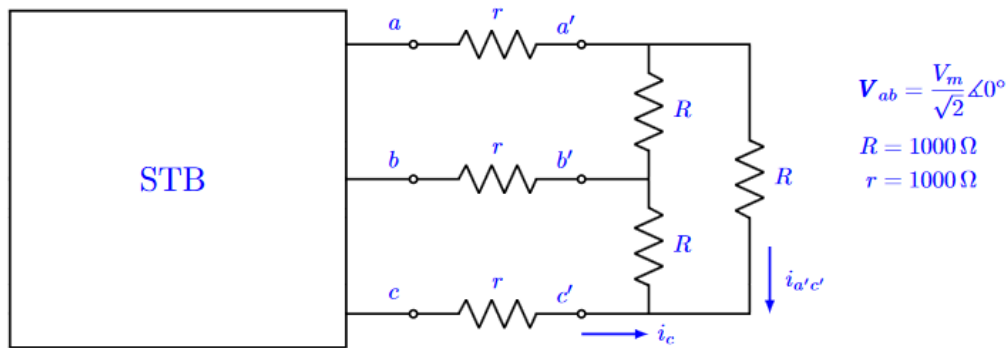


Figura 3.7. Circuito trifásico balanceado conectado en delta.

- a) Conecte la tierra del osciloscopio al nodo c' y los canales A y B a la terminal c y al nodo a' respectivamente. Las formas de onda que se observan serán proporcionales a las corrientes eléctricas i_c e $i_{a'c'}$.

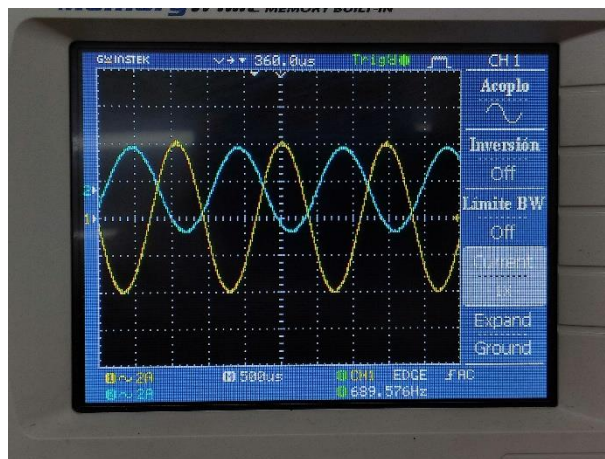


Imagen 2: Oscilograma del circuito 2, señales de entrada y salida obtenidas

Valores Obtenidos

$$V_{a'c'} = 4.8V; \quad I_{a'c'} = \frac{V}{r} = \frac{4.8}{1000} = 4.8 \times 10^{-3} A$$

$$V_c = 8V; \quad I_c = \frac{8}{1000} = 8 \times 10^{-3} A$$

$$\frac{360^\circ}{x} = \frac{3 \text{ cuadros}}{1.6 \text{ cuadros}}; \quad x = \frac{1.6 * 360^\circ}{3} = 192^\circ$$

b) Conocidos los valores de los resistores R y r, calcule la razón de $\frac{|I_c|}{|I_{c'a'}|}$

$$\frac{|I_c|}{|I_{c'a'}|} = \frac{8 \times 10^{-3}}{4.8 \times 10^{-3}} = 1.666 \approx \sqrt{3}$$

c) Dibuje y acote los fasores asociados v_{ab} , i_c , $i_{c'a'}$

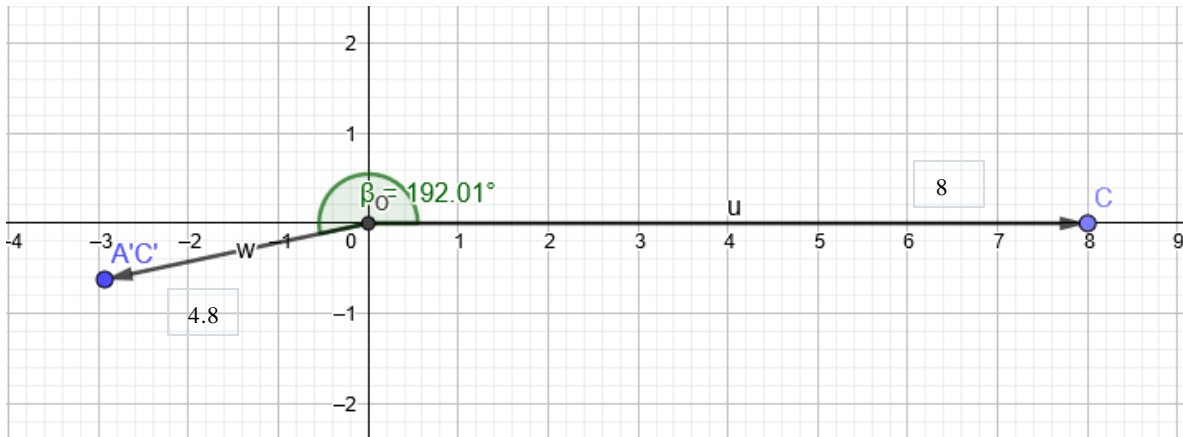


Ilustración 3: Fasores del ejercicio 2

Actividad 3

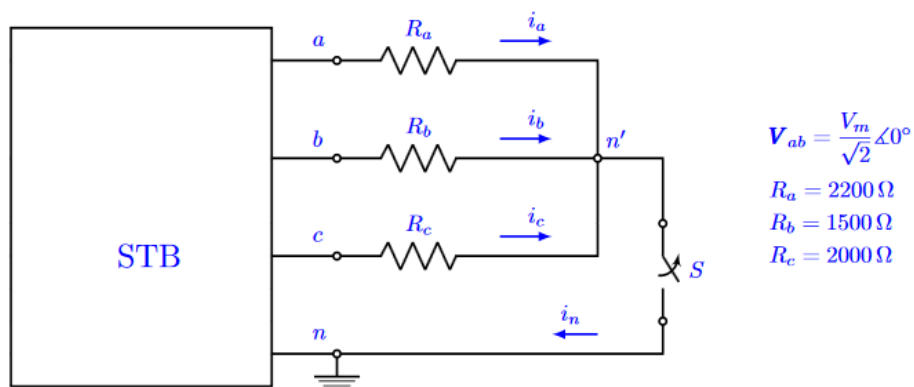


Figura 3.8. Circuito trifásico desbalanceado conectado en estrella.

Con el interruptor S cerrado, realice lo siguiente:

Observe en el osciloscopio los voltajes v_{an} , v_{bn} , v_{cn} y $v_{n'n}$. A partir de las observaciones anteriores, determine los siguientes fasores: V_{an} , V_{bn} , V_{cn} , $V_{n'n}$, I_a , I_b e I_c .

Valores Obtenidos:

$$V_a = 10.8V$$

$$V_b = 10.8V$$

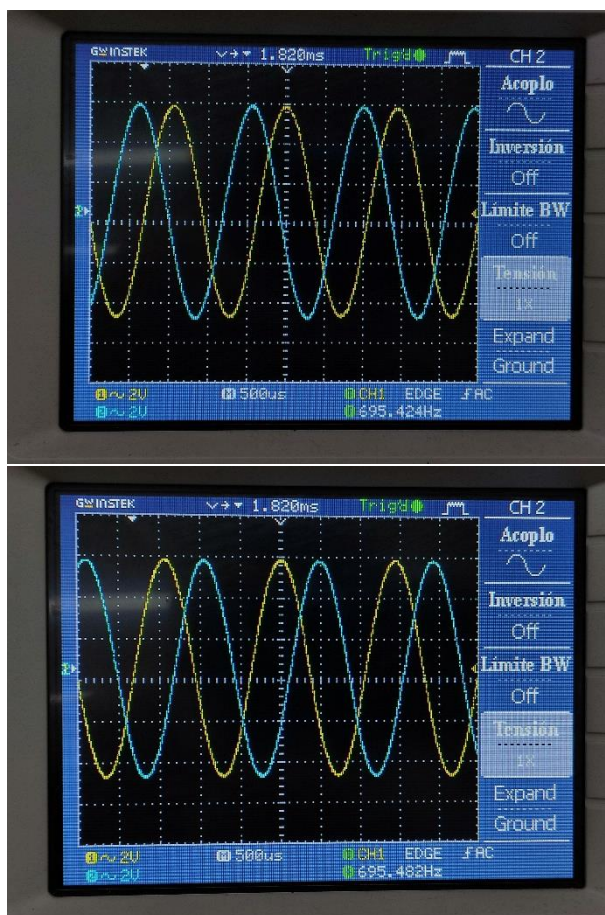
$$V_c = 10.8V$$

$$V_n = \text{No es medible, ya que no hay diferencia de potencial}$$

- Desfase entre a y b = 240°
- Desfase entre a y c = 120°

Fasores

- $V_{an} = 10.8 (0^\circ) V$
- $V_{bn} = 10.8 (240^\circ) V$
- $V_{cn} = 10.8 (120^\circ) V$
- $I_a = \frac{V_a}{R_a} = \frac{10.8}{2200} = 4.9090 \times 10^{-3} (0^\circ) A$
- $I_b = \frac{V_b}{R_b} = \frac{10.8}{1500} = 7.2 \times 10^{-3} (240^\circ) A$
- $I_c = \frac{V_c}{R_c} = \frac{10.8}{2000} = 5.4 \times 10^{-3} (120^\circ) A$



Imágenes 3.1 y 3.2: Oscilogramas obtenidos del circuito con el interruptor cerrado

Fasores asociados a: **v_{ab} , v_{an} , v_{bn} , v_{cn} , $v_{n'n}$, i_a , i_b e i_c**

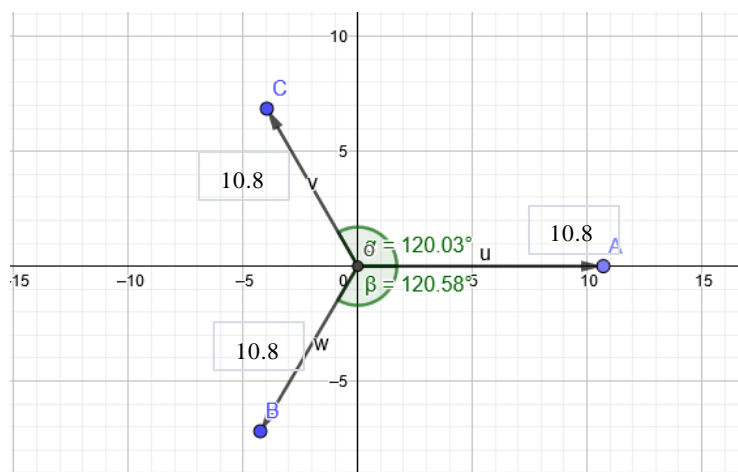


Ilustración 4: Fasores de los voltajes

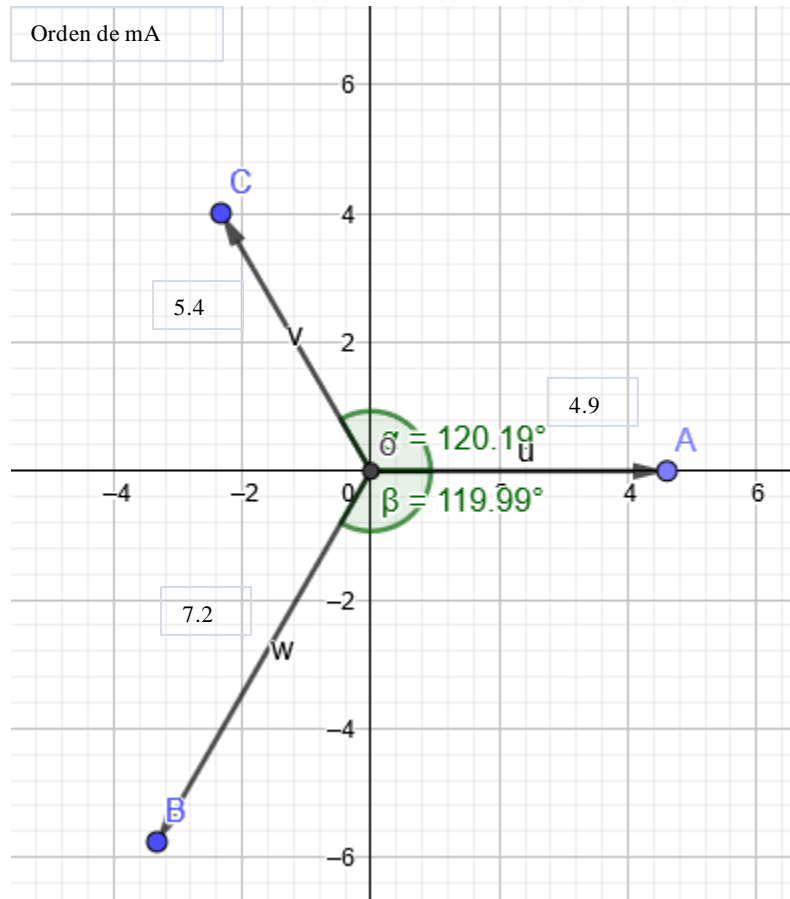


Ilustración 5: Fasores de las corrientes

a) ¿Compare sus resultados experimentales con sus cálculos teóricos? ¿Qué concluye?

Hay un margen de error, sin embargo, es muy pequeño, esto debido a las mediciones realizadas con la resolución elegida del equipo, por otro lado, podemos observar la relación entre los fasores y voltajes en este sistema trifásico al ser balanceado

Con el interruptor S abierto, realice lo siguiente

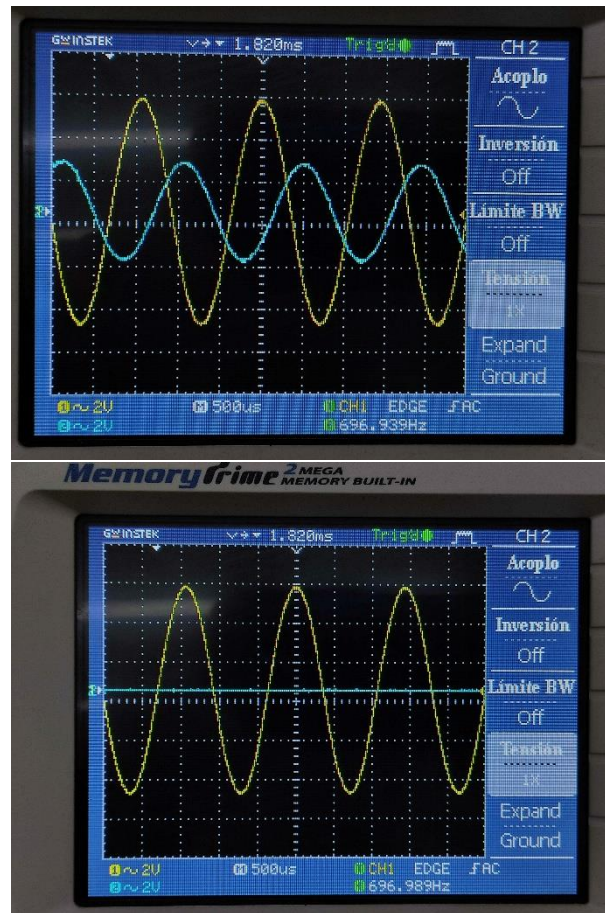
b) Observe en el osciloscopio los voltajes v_{an} y $v_{n'n}$, a continuación, v_{bn} y $v_{n'n}$ y finalmente v_{cn} y $v_{n'n}$. A partir de las observaciones anteriores, determine V_{an} , V_{bn} , V_{cn} , $V_{n'n}$, I_a , I_b e I_c

Lo anterior se puede realizar con la ayuda de las siguientes expresiones

$$I_a = \frac{V_{an} - V_{n'n}}{R_a}$$

$$I_b = \frac{V_{bn} - V_{n'n}}{R_b}$$

$$I_c = \frac{V_{cn} - V_{n'n}}{R_c}$$



Imágenes 3.3 y 3.4: Oscilogramas obtenidos del circuito con el interruptor abierto

Valores obtenidos:

$$\begin{aligned}
 V_{an} &= 10.8 \text{ V}; & V_{n'n} &= 4.8 \text{ V}; & \text{Desfase} &= 240^\circ \\
 V_{bn} &= 10.8 \text{ V}; & V_{n'n} &= 4.8 \text{ V}; & \text{Desfase} &= 128.57^\circ \\
 V_{cn} &= 10.8 \text{ V}; & V_{n'n} &= 4.8 \text{ V}; & \text{Desfase} &= 12.41^\circ
 \end{aligned}$$

NOTA: el desfase se tomo con respecto a n' como referencia.

c) Dibuje y acote los fasores asociados a v_{ab} , v_{an} , v_{bn} , v_{cn} , i_a , i_b e i_c .

Fasores:

$$V_{an} = 10.8 (240^\circ) \text{ V}$$

$$V_{bn} = 10.8 (128.57^\circ) \text{ V}$$

$$V_{cn} = 10.8 (12.41^\circ) \text{ V}$$

$$I_a = \frac{10.8 - 4.8}{2200} = 2.7272 \times 10^{-3} A$$

$$I_b = \frac{10.8 - 4.8}{1500} = 4 \times 10^{-3} A$$

$$I_c = \frac{10.8 - 4.8}{2000} = 3 \times 10^{-3} A$$

$$I_a = 2.7272 \times 10^{-3} (240^\circ) A$$

$$I_b = 4 \times 10^{-3} (128.57^\circ) A$$

$$I_c = 3 \times 10^{-3} (12.41^\circ) A$$

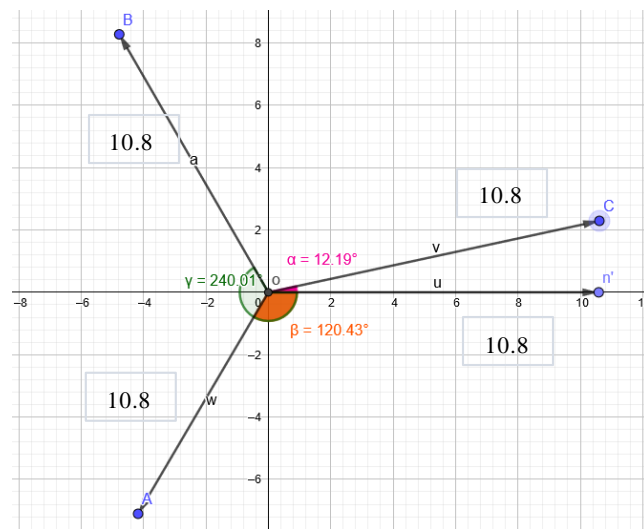


Ilustración 8: Fasores de los voltajes

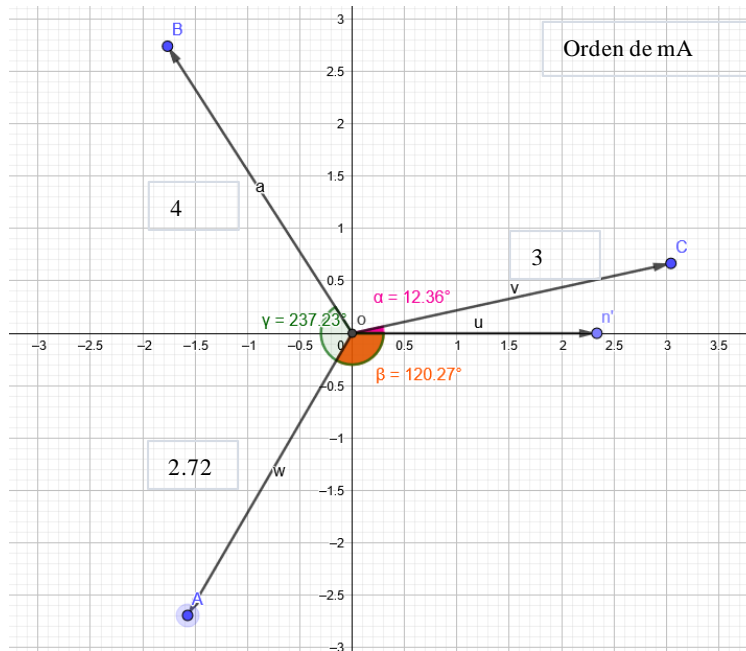


Ilustración 9: Fasores de las corrientes

- d) ¿Compare sus resultados experimentales con sus cálculos teóricos? ¿Qué concluye?
 Hay una ligera diferencia, puede ser resultado de las mediciones, se puede concluir que la diferencia hace que el circuito se comporte como un trifásico desbalanceado, ya que los ángulos obtenidos de desfase varían de 120° uno respecto del otro.

Conclusiones

Murrieta Villegas Alfonso

En la presente práctica a través de un simulador trifásico balanceado se generó 3 señales sinusoidales para que a partir de 3 actividades distintas se analizara tanto el voltaje como corriente de línea y fase de distintos circuitos. Lo primero que pudimos observar es que al ser un sistema balanceado los fasores de cada uno de nuestros circuitos estaban distanciados por 120° lo cual además nos mostraba el comportamiento correcto del simulador y de lo bien que estuvo nuestro circuito.

De esta forma pudimos concluir que si el voltaje de fase que se encuentran entre las líneas a, b y c y la línea neutra n y además las fuentes cuentan con la misma amplitud, la misma frecuencia w y están desfasadas 120° , sabemos que el circuito está balanceado.

NOTA: Para el último circuito, debido a que era totalmente resistivo no tuvo muchísimo interés el comportamiento obtenido al dejar el interruptor abierto, sin embargo, en caso de que hubiera tenido al menos un elemento ya sea capacitivo o inductivo hubiera cambiado totalmente el comportamiento debido a que alguno de estos hubiera almacenado algo de carga.

Valdespino Mendieta Joaquin

En la presente práctica se comprendió y trabajo con un simulador trifásico balanceado conocido como STB, el cuál como menciona su nombre simula el comportamiento de un generador trifásico, a partir de este es como mediante algunos experimentos se observaron los comportamientos tanto de corriente como de voltaje en algunos circuitos.

Específicamente a través de circuitos delta y estrella fue como se observó el comportamiento trifásico en dichos tipos de conexiones además de analizar mediante fasores sus respectivas diferencias.

Referencias

Análisis de Circuitos teoría y práctica. Cengage Learning. Recuperado el 4 de marzo de 2020, de http://prof.usb.ve/mirodriguez/circuito_electrico_i/libro.pdf

Práctica 2: Análisis sinusoidal permanente de circuitos trifásicos balanceados y desbalanceados. Recuperado el 4 de marzo de 2020, de http://prof.usb.ve/mirodriguez/circuito_electrico_i/libro.pdf