



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MAR DEL PLATA

Departamento de Ingeniería Eléctrica

Área Electrotecnia



FACULTAD
DE INGENIERIA

Electrotecnia (341)

(para la carrera de Ingeniería Mecánica)

Práctica de Laboratorio N° 2

**Tema: “Circuitos Trifásicos equilibrados y
desequilibrados”**

Profesor Adjunto: Prof. Ing. Gustavo Belliski

Jefe de Trabajos Prácticos: Prof. Dr. Justo José Roberts

Ayudante de Trabajos Prácticos: Prof. Ing. Rodrigo Martínez

Ayudante de Trabajos Prácticos: Prof. Ing. Leonardo Nicolini

1. Objetivos

- Identificar y medir las tensiones simples y compuestas entregadas por una fuente trifásica perfecta.
- Identificar y medir las magnitudes (tensiones y corrientes) en circuitos trifásicos con carga equilibrada.
- Identificar y medir las magnitudes (tensiones y corrientes) en circuitos trifásicos con carga desequilibrada.
- Estudiar el comportamiento de los circuitos trifásicos con relación a la conexión del conductor neutro.

2. Introducción

Los circuitos de corriente alternada estudiado hasta el momento en la materia Electrotecnia (341) son del tipo **monofásicos**, porque están constituidos por una sola corriente alternada. Pero en la práctica la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica se efectúa a través de **sistemas trifásicos** de corriente alterna.

Entre las ventajas que se obtienen en los sistemas trifásicos con respecto a los monofásicos son:

- 1) Pueden utilizarse conductores más delgados para transmitir los mismos kVA en el mismo voltaje, lo cual reduce la cantidad de cobre requerido (alrededor de 25% menos) y a su vez reduce los costos de construcción y mantenimiento.
- 2) Siendo las líneas más livianas, su instalación resulta más sencilla y las estructuras de soporte menos voluminosas, pudiendo haber mayor separación entre ellas.
- 3) En general, la mayoría de los motores grandes son trifásicos porque son de autoarranque y no requieren un diseño especial o circuitos de arranque adicionales.
- 4) La potencia instantánea de un sistema trifásico es constante, independiente del tiempo, por ello los motores trifásicos tienen un par absolutamente uniforme, lo que evita vibraciones y esfuerzos en el rotor.

En la presente práctica de laboratorio se pretende que el alumno se familiarice con la terminología empleada al estudiar la teoría de los sistemas eléctricos trifásicos. Para esto se utilizará una fuente de energía trifásica perfecta (equilibrada y simétrica), disponible en el laboratorio de electrotecnia, y cargas trifásicas (cargas estáticas) para simular el funcionamiento de un sistema eléctricos trifásico real.

3. Consideraciones teóricas

En la Figura 1 podemos ver un esquema clásico de un sistema eléctrico trifásico donde se representan:

- Los tres extremos de las bobinas del generador (XYZ) están unidos formando lo que se llama "**punto neutro**" y que generalmente se conecta a tierra por razones de seguridad (neutro puesto a tierra).
- Los terminales del generador son cuatro (4), los tres extremos de las bobinas (UVW) y el neutro, por lo que hablaremos de **red tetrafilar**.
- Los tres conductores conectados desde los bornes UVW del generador hasta la carga son llamados "**líneas**" (**RST**), son los **conductores activos o vivos**. El cuarto conductor conectado desde el neutro del generador se denomina "**neutro**" (**N**).
- En algunos generadores no se usa el **conductor neutro (N)** y la red tiene tres (3) conductores (**RST**) constituyendo una **red trifilar**.
- El conductor neutro (N) transporta la suma de las tres corrientes de los conductores activos (RST).

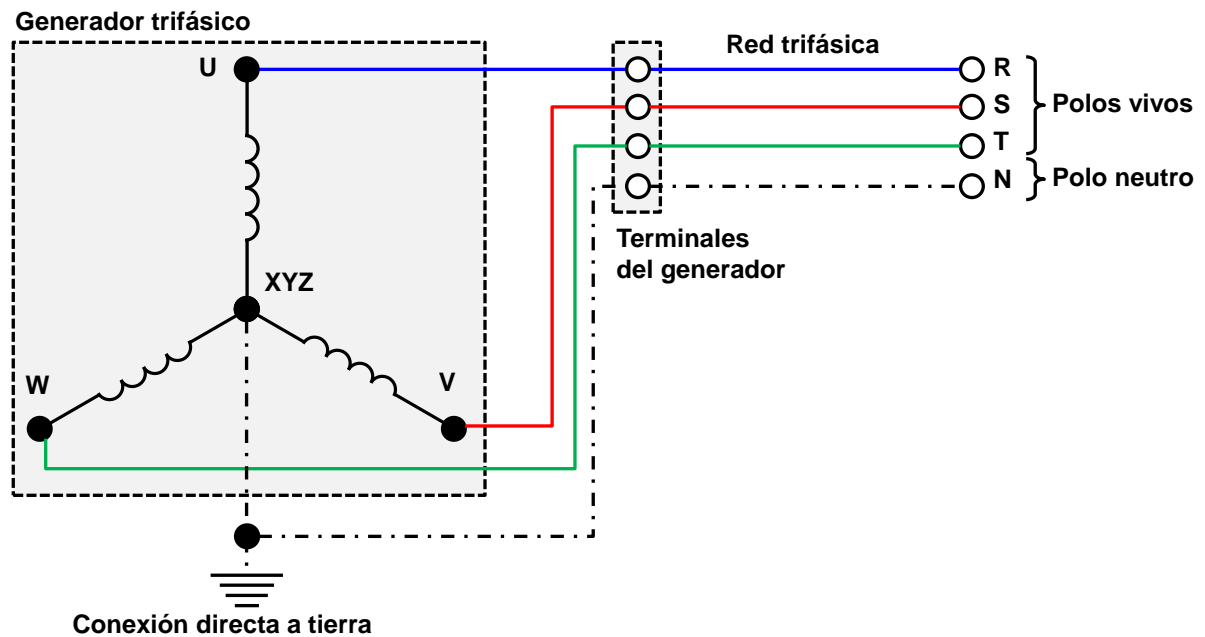


Figura 1. Sistema eléctrico trifásico.

3.1. Sistemas trifásicos perfectos

Denominase sistema **simétrico en fase** o también **sistema propio** cuando todas sus componentes están desfasadas el mismo ángulo, o sea:

$$\alpha = \beta = \gamma = 120^\circ$$

Denominase sistema **simétrico en módulo** o también **sistema regular** cuando el módulo correspondiente a todas las fases son iguales entre sí:

$$|U_{RN}| = |U_{SN}| = |U_{TN}|$$

A un **sistema propio y regular** se lo llama **sistema perfecto**. O sea:

Propio + Regular = Perfecto = Equilibrado (simétrico)

Debe advertirse aquí que todos los sistemas trifásicos de tensiones que producen las máquinas generadoras son perfectos y por lo tanto equilibrados.

En los sistemas trifásicos tenemos que definir también el orden de sucesión de fases que denominaremos "**secuencia**" (ver Figura 2).

Si el máximo de la tensión de la fase R, es seguido por el máximo de la fase S, y a su vez por el máximo de la fase T, se dice que el orden de fases es **directo** o "**RST**".

Por el contrario, si el máximo de la tensión de la fase R es seguido por el máximo de la fase T y luego por la fase S, se dice que el orden de fases es **inverso** o "**RTS**".

En el presente trabajo se usará el orden de fases RST como normal a menos que se especifique lo contrario.

El sentido de rotación de los fasores giratorios en función del tiempo es en todo caso el contrario a las agujas de un reloj. Este sentido se ha definido como normal internacionalmente.

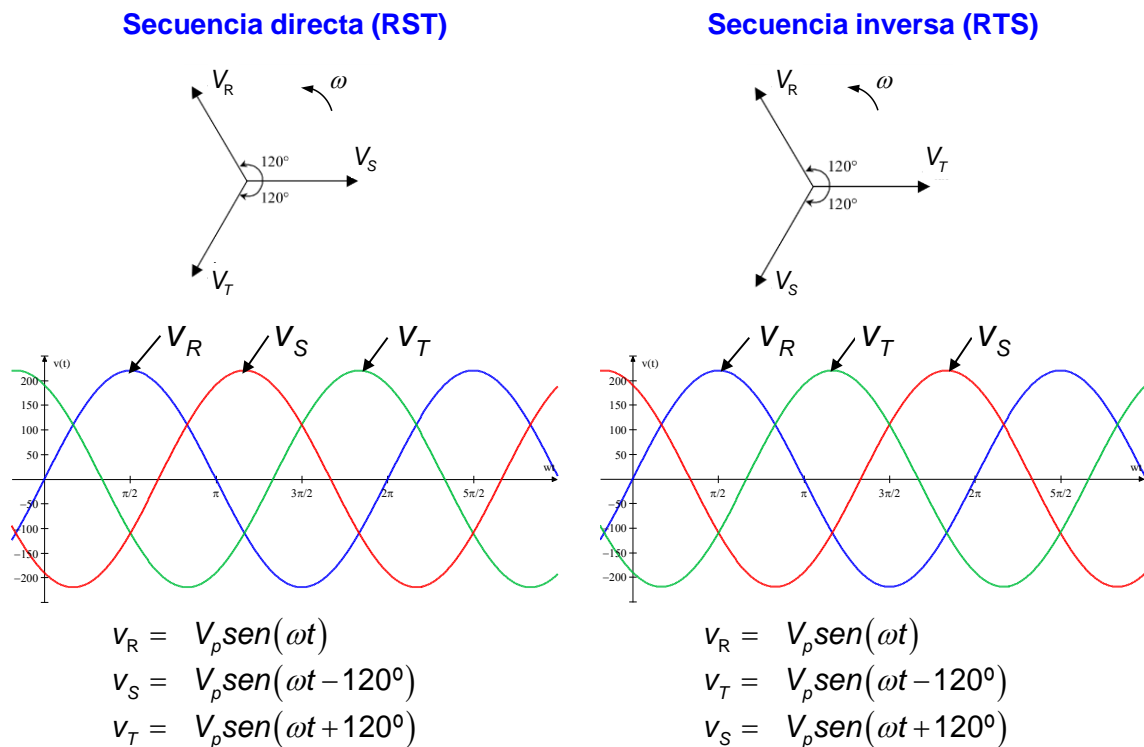


Figura 2. Sistema eléctrico trifásico de secuencia directa RST e inversa RTS.

4. Desarrollo de la práctica

4.1. Medición de tensiones de línea y de fase sin carga

Utilizando la fuente trifásica disponible en el laboratorio de electrotecnia se identificarán los conductores activos, el neutro y se procederán a medir las **tensiones simples o de fase** (entre un conductor activo y el neutro) y **compuestas o de línea** (entre dos conductores activos). La medición se efectuará con un instrumento denominado “tester” en la función de voltímetro, según el esquema de la Figura 3. Se verificarán las relaciones demostradas en la teoría:

$$V_{\text{línea}} = \sqrt{3} \cdot V_{\text{fase}}$$

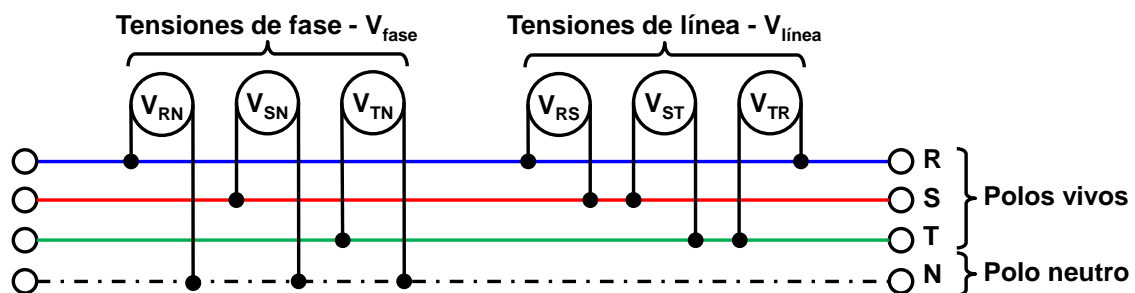


Figura 3. Medición de tensiones de línea y de fase en sistema trifásico.

4.2. Medición de tensiones de línea y de fase con carga equilibrada

Se conectará a la fuente trifásica disponible, una carga trifásica equilibrada conectada en estrella (Figura 4) y en triángulo (Figura 5).

Mediante un instrumento denominado “pinza amperométrica” se medirán las corrientes de línea y de fase, para cada conexión, verificando las relaciones demostradas en la teoría.

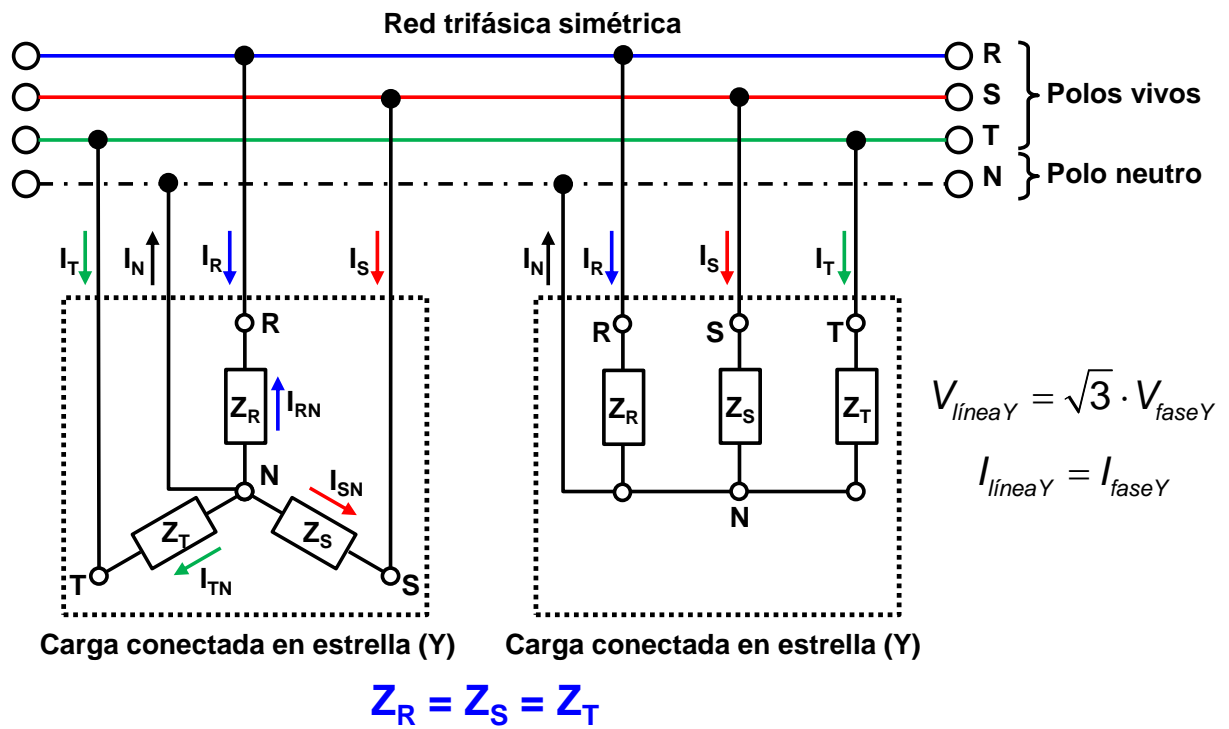


Figura 4. Carga trifásica equilibrada conectada en estrella (Y).

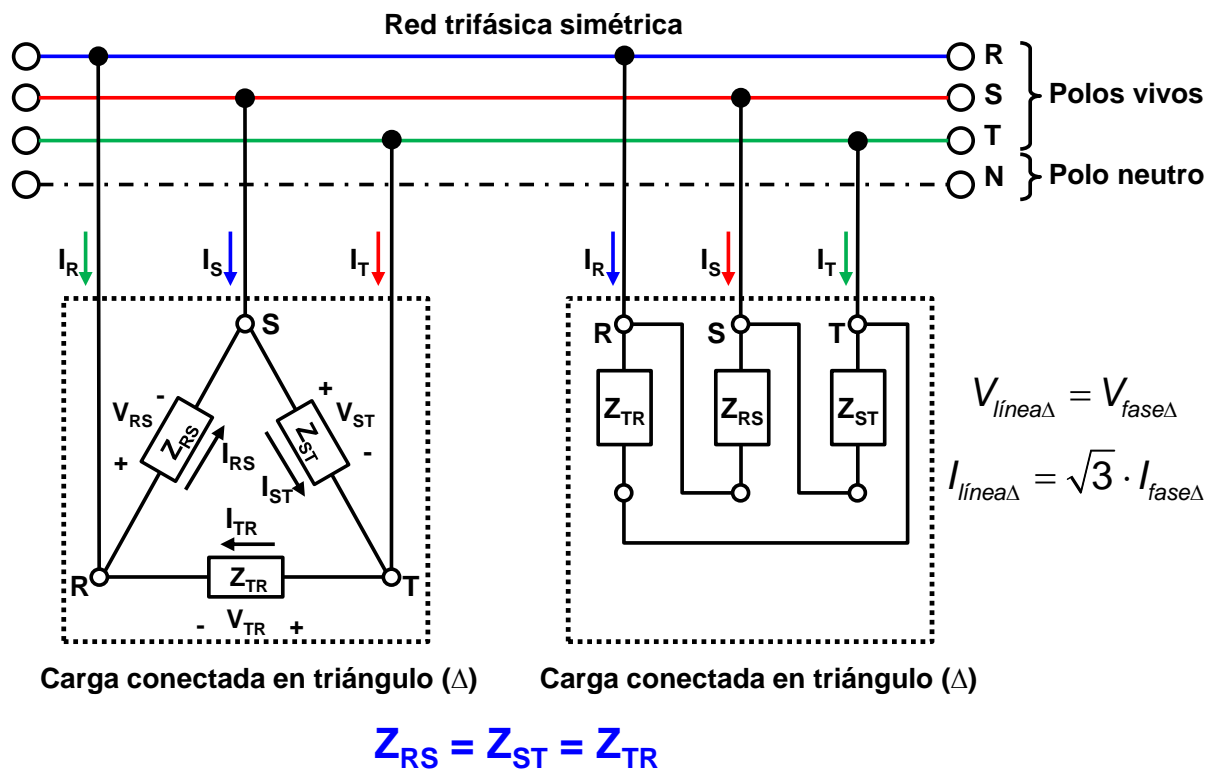


Figura 5. Carga trifásica equilibrada conectada en triángulo (Δ).

4.3. Medición de tensiones de línea y de fase con carga desequilibrada

Se conectará a la fuente trifásica disponible, una carga trifásica desequilibrada conectada en estrella, para dos casos: con neutro conectado (Figura 6) y sin neutro conectado (Figura 7). Luego se conectarán una carga desequilibrada en triángulo (Figura 8). En todos los casos, se medirá con la pinza amperométrica la intensidad de corriente que circula por las fases y el neutro (cuando corresponda).

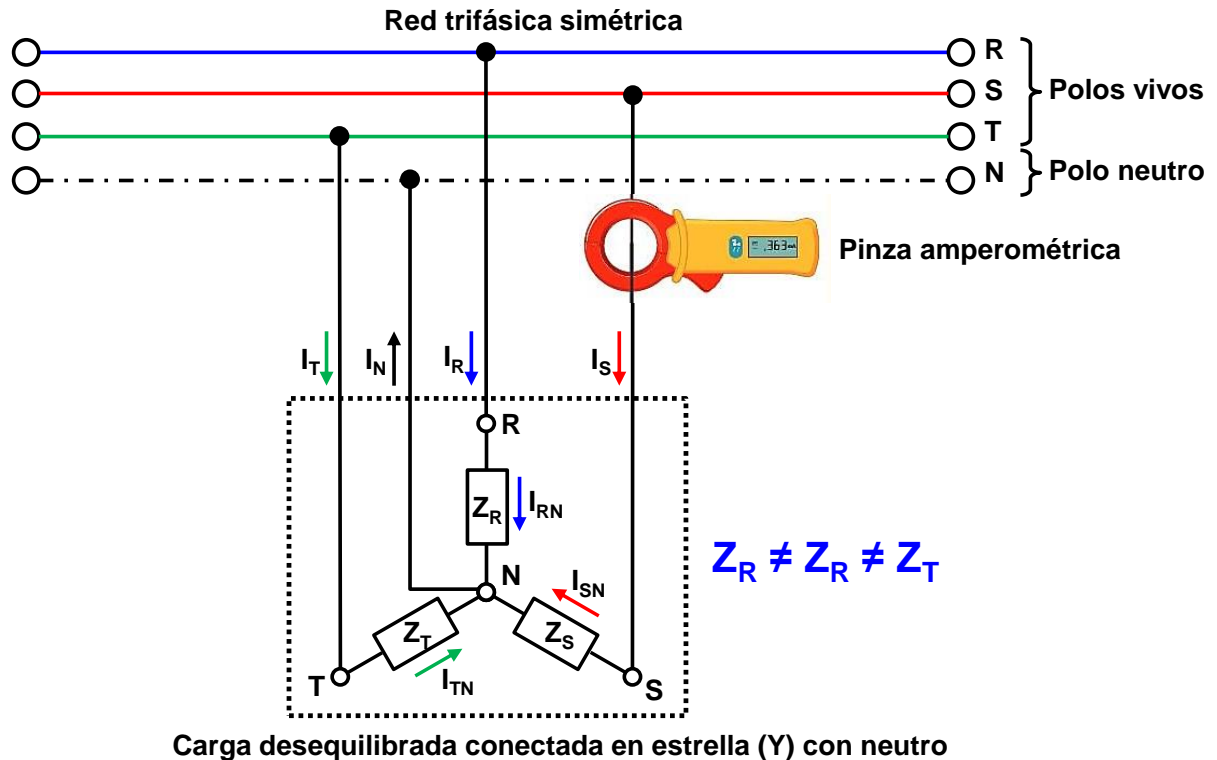


Figura 6. Medición de corrientes en una carga trifásica desequilibrada conectada en estrella (Y) con neutro.

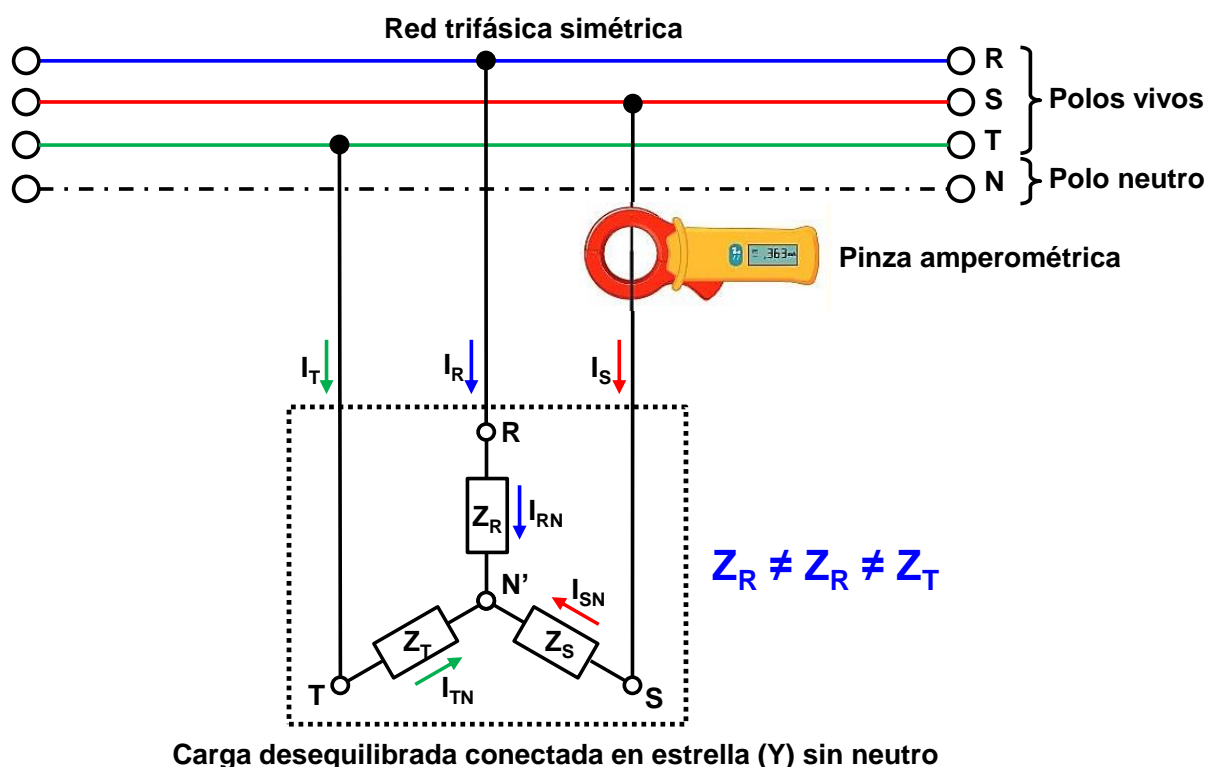


Figura 7. Medición de corrientes en una carga desequilibrada conectada en estrella (Y) sin neutro.

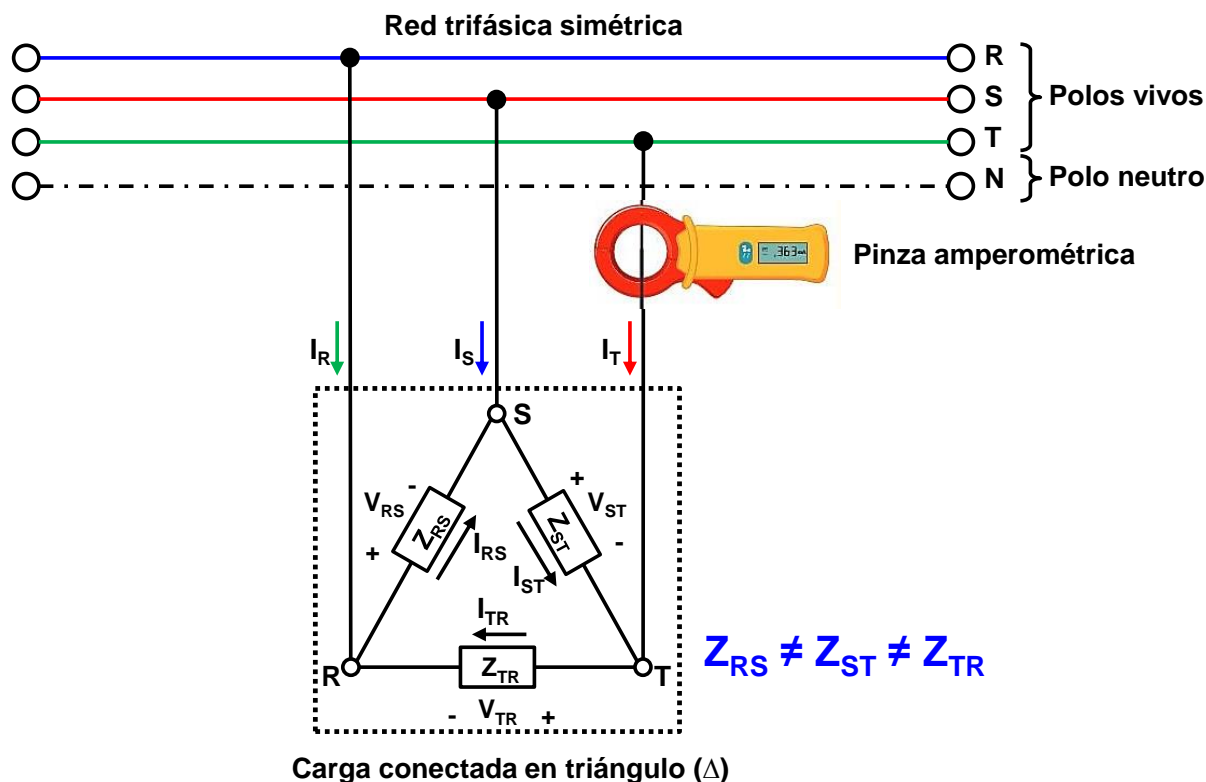


Figura 8. Medición de corrientes en una carga trifásica desequilibrada conectada en triángulo (Δ).

4.4. Medición de tensión de desplazamiento de neutro

Se conectará a la fuente trifásica disponible, una carga desequilibrada conectada en estrella, procediendo a efectuar las mediciones de la tensión en la carga para los casos en que: a) el neutro esté conectado y b) en caso de que el neutro esté desconectado, procediendo a determinar en este caso la denominada **tensión de desplazamiento de neutro** ($V_{NN'}$), ver Figura 9.

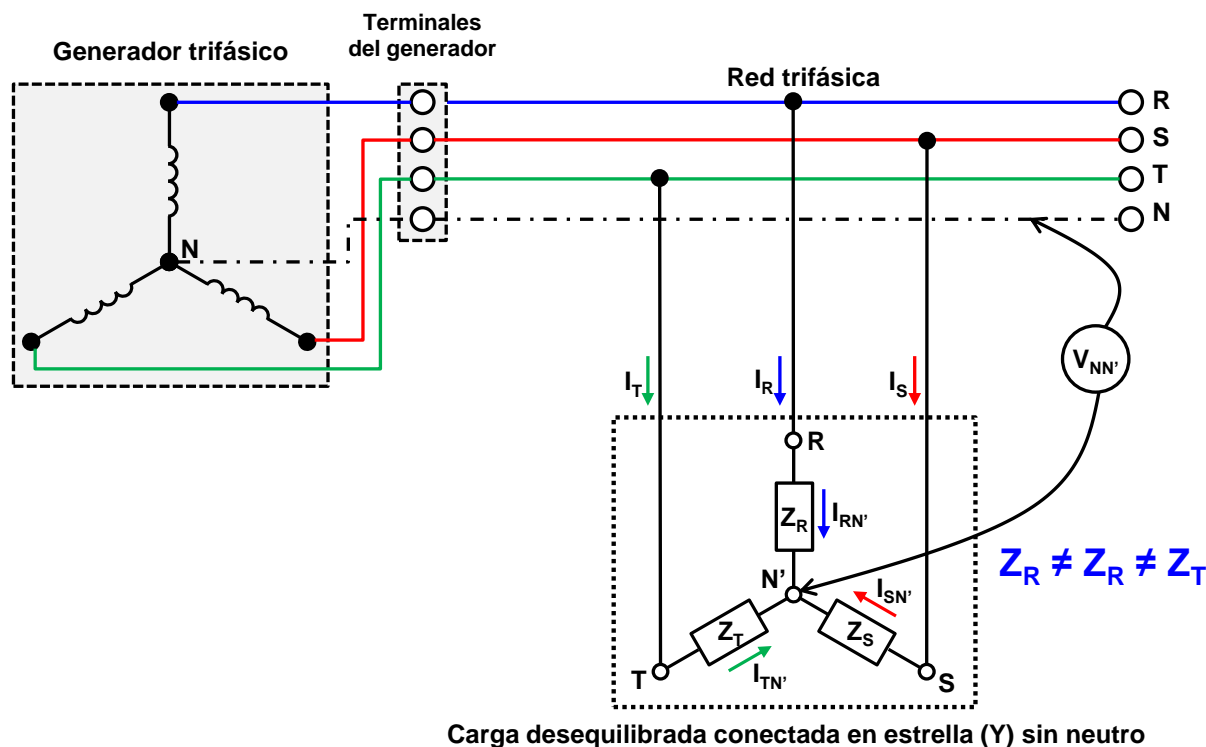


Figura 9. Medición de tensión de desplazamiento de neutro en un carga trifásica desequilibrada conectada en estrella (Y).

5. Conclusiones

Se confeccionará un informe en el que se volcarán las mediciones efectuadas y se efectuarán las comprobaciones que se entiendan corresponden.

6. Referencias

1. Marcelo A. Sobrevila. Circuitos Eléctricos y Magnéticos. Buenos Aires: Marymar, 1985.
2. Circuitos en ingeniería eléctrica. H. H. Skilling.

Electrotecnia (341)
Informe de Laboratorio N° 2
“Circuitos Trifásicos equilibrados y desequilibrados”

ALUMNO: _____ MAT: _____ Fecha: ___/___/___

1) MEDICIÓN DE TENSIONES DE LÍNEA Y DE FASE SIN CARGA

1.a) Medición de tensiones de LÍNEA:

$V_{RS} =$ _____ Volts $V_{ST} =$ _____ Volts $V_{TR} =$ _____ Volts

1.b) Medición de tensiones de FASE:

$V_{RN} =$ _____ Volts $V_{SN} =$ _____ Volts $V_{TN} =$ _____ Volts

Comentarios:

2) MEDICIÓN DE CORRIENTES DE LÍNEA Y DE FASE EN CARGA EQUILIBRADA

2.a) Corrientes de LÍNEA en estrella (Y) equilibrada

Con resistencia de _____ Ohms

$I_R =$ _____ Amperes $I_S =$ _____ Amperes $I_T =$ _____ Amperes

2.b) Corrientes de FASE en estrella (Y) equilibrada

Con resistencia de _____ Ohms

$I_R =$ _____ Amperes $I_S =$ _____ Amperes $I_T =$ _____ Amperes

2.c) Corrientes de LÍNEA en triángulo (Δ) equilibrado

Con resistencia de _____ Ohms

$I_R =$ _____ Amperes $I_S =$ _____ Amperes $I_T =$ _____ Amperes

2.d) Corrientes de FASE en triángulo (Δ) equilibrado

Con resistencia de _____ Ohms

$I_{RS} =$ _____ Amperes $I_{ST} =$ _____ Amperes $I_{TR} =$ _____ Amperes

Comentarios:

3) MEDICIÓN DE CORRIENTES DE LÍNEA Y DE FASE CON CARGA DESEQUILIBRADA**3.a) Corrientes de línea en estrella (Y) desequilibrada SIN NEUTRO conectado**

Con resistencias de _____ Ohms _____ Ohms _____ Ohms

 $I_R =$ _____ Amperes $I_S =$ _____ Amperes $I_T =$ _____ Amperes**3.b) Corrientes de línea en estrella (Y) desequilibrada CON NEUTRO conectado**

Con resistencias de _____ Ohms _____ Ohms _____ Ohms

 $I_R =$ _____ Amperes $I_S =$ _____ Amperes $I_T =$ _____ Amperes $I_N =$ _____ Amperes**3.c) Corrientes de línea en triángulo (Δ) desequilibrado**

Con resistencias de _____ Ohms _____ Ohms _____ Ohms

 $I_R =$ _____ Amperes $I_S =$ _____ Amperes $I_T =$ _____ Amperes

Comentarios:

4) MEDICIÓN DE LA TENSIÓN DE DESPLAZAMIENTO DE NEUTRO (V_{00}) (NEUTRO DESCONECTADO) Y DE LA CORRIENTE DE NEUTRO (NEUTRO CONECTADO) EN ESTRELLA DESEQUILIBRADA

Con resistencias de _____ Ohms _____ Ohms _____ Ohms

 $V_{NN'}$ = _____ Volts (con neutro desconectado) I_N = _____ Amperes (con neutro conectado)

Comentarios:

CALIFICACIÓN (tachar lo que no corresponda):

APROBADO	DESAPROBADO
-----------------	--------------------

Corrigió: _____