

IX. Cargas balanceadas y desbalanceadas.

Sistemas trifásicos balanceados.

Sistemas trifásicos balanceados para comprender como funcionan los circuitos trifásicos es necesarios primero conocer cómo se denominan las partes que lo compone, así como todos los conceptos relacionados. Sin un claro entendimiento de todo esto se pueden ocasionar confusiones a la hora de resolver un problema con circuitos trifásicos. Voltajes trifásicos balanceados Para que los tres voltajes de un sistema trifásico estén balanceados deberán tener amplitudes y frecuencias idénticas y estar fuera de fase entre sí exactamente 120° . Importante: En un sistema trifásico balanceado la suma de los voltajes es igual a cero:

$$V_a + V_b + V_c = 0$$

En cambio, si colocamos tres bobinas separadas por ángulos de 120° se estarán produciendo tres voltajes con una diferencia de fase de 120° cada uno. Un sistema de voltajes trifásico balanceado se compone de tres voltajes monofásicos que tienen la misma amplitud y la misma frecuencia de variación, pero están desfasados en el tiempo 120° cada uno con respecto a los otros dos. Se da una representación esquemática de tal sistema en una configuración Y.

Puede verse el diagrama fasorial del sistema, el valor máximo positivo ocurre primero en la fase A y luego sucesivamente en las fases B y C(figura1.11). Por esta razón se describe el voltaje trifásico. Indicando que tiene una secuencia de fases ABC. (Figuras 1.12)



Figura 1.11

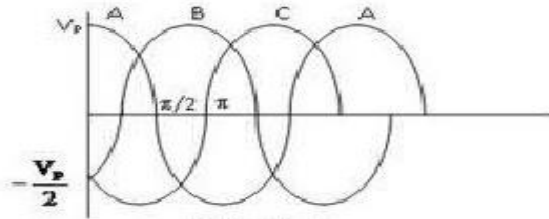
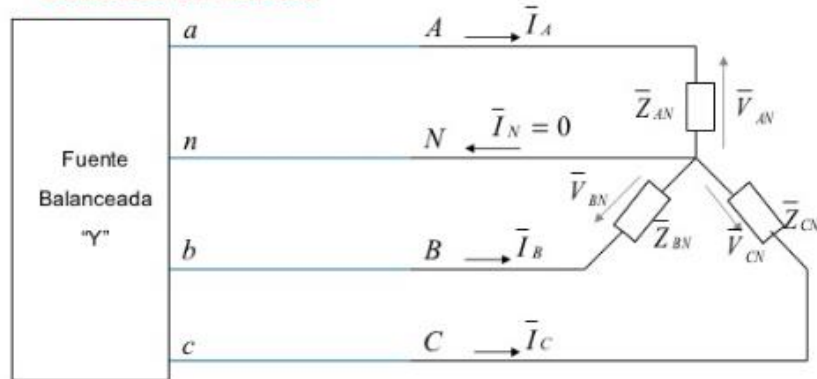


Figura 1.12

Cargas Trifásicas Balanceadas

•Conexión en Estrella



Balanceado porque:

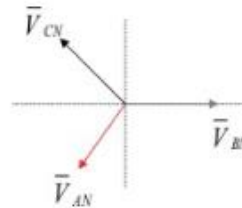
$$\bar{Z}_{AN} = \bar{Z}_{BN} = \bar{Z}_{CN} \Rightarrow \bar{I}_N = 0$$

$$|\bar{V}_{AN}| = |\bar{V}_{BN}| = |\bar{V}_{CN}| \quad \bar{I}_A = \frac{\bar{V}_{AN}}{\bar{Z}_{AN}} \quad \bar{I}_B = \frac{\bar{V}_{BN}}{\bar{Z}_{BN}} \quad \bar{I}_C = \frac{\bar{V}_{CN}}{\bar{Z}_{CN}}$$

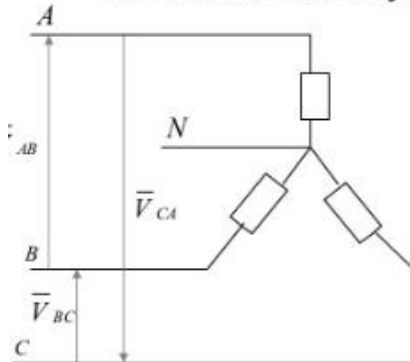
desfasados 120° entre sí.

Si: $|\bar{V}_F| = 120$; Secuencia(-)

Ref → $\bar{V}_{CN} = 120 \angle 120^\circ V_{RMS}$
 $\bar{V}_{BN} = 120 \angle 0^\circ V_{RMS}$
 $\bar{V}_{AN} = 120 \angle -120^\circ V_{RMS}$



En cuanto a los Voltajes de línea:



$$\bar{V}_{AB} = \bar{V}_{BC} = \bar{V}_{CA}$$

desfasados 120° entre sí.

En secuencia +: V_F atrasa 30° a su V_{LL}

En secuencia -: V_F adelanta 30° a su V_{LL}

Circuito trifásico desbalanceado.

El cálculo de un circuito trifásico desbalanceado se lleva a cabo mediante un análisis de nodos o de mallas, porque la simetría espacial, que permite reemplazar un problema trifásico equilibrado por otro monofásico representativo, ya no existe. También es evidente que las ventajas del trifásico sobre el monofásico desaparecen si el circuito está muy desequilibrado.

También es posible calcular este tipo de circuitos usando el método de las componentes trifásicas.

Conexión en delta (D) abierta: la cual es una carga en conexión delta desbalanceada, ya que la tercera impedancia que cierra el triángulo se omite. La tercera impedancia se puede considerar como si fuera demasiado grande (infinita): se trata como un circuito abierto. (Figura 1.13)

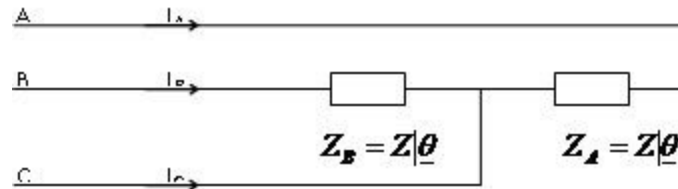


Figura 1.13

Cargas en Y desbalanceadas.

Los sistemas Y de cuatro alambres desbalanceados sin impedancia de línea se manejan fácilmente con la ley de Ohm. Sin embargo, para los sistemas de tres alambres, o los sistemas de cuatro alambres con impedancia de línea y neutro, por lo general se tienen que usar las ecuaciones de malla o métodos por computadora.

Cargas en delta desbalanceadas.

Los sistemas sin impedancia de línea se manejan con facilidad porque el voltaje de la fuente se aplica directamente a la carga. Sin embargo, para los sistemas con impedancia de línea, se usan las ecuaciones de malla.

Sistema trifásico balanceado.

Un sistema trifásico balanceado es aquel cuyas fuentes se encuentran desfasadas 120 grados entre sí, tienen la misma magnitud y operan a la misma frecuencia angular. Además, sus impedancias de carga y línea son las mismas para todas las fases.

Secuencia de fases.

Dado que las fases están desfasadas entre sí 120°, existen combinaciones según el orden en que estas cruzan por cero, a este hecho se le conoce como secuencia de fases. Para entender este concepto, coincidimos que la fase a tiene una tensión descrita como:

$$V_{an} < \theta^\circ$$

Así, las fases b y c estarían descritas por:

$$V_{bn} < -120^\circ \quad V_{cn} < -240^\circ$$

A este sentido de rotación se le conoce como secuencia positiva de fases, secuencia abc (figura 1.14) o secuencia directa. Si de lo contrario el orden de las fases es acb (figura 1.15), la secuencia recibe el nombre de secuencia negativa. A continuación, se muestra un diagrama fasorial que ilustra esta situación.

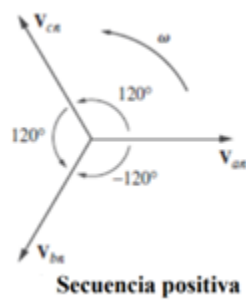


Figura 1.14

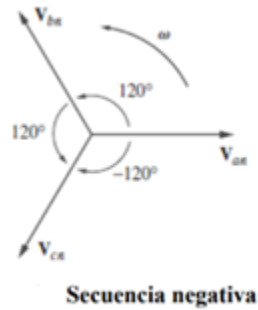


Figura 1.15

Sistemas polifásicos.

Los circuitos o sistemas en los que las fuentes de ca (corriente alterna) operan a la misma frecuencia, pero en diferentes fases se conocen como polifásicos

Circuito bifásico de tres conductores, (figura 1.16)

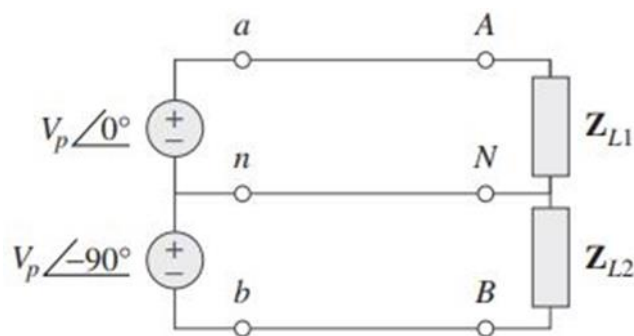


Figura 1.16

Circuito trifásico de 4 conductores (figura 1.17)

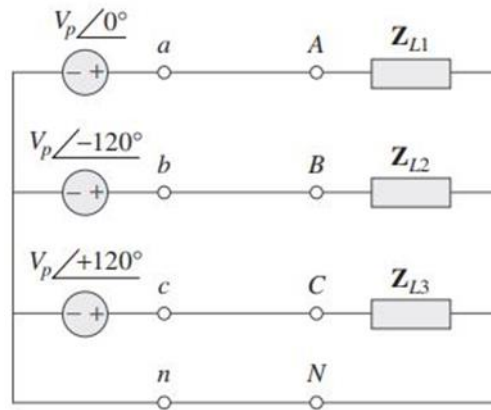


Figura 1.17

A diferencia de un sistema monofásico, uno bifásico se produce con un generador que consta de dos bobinas dispuestas en forma perpendicular entre sí a fin de que la tensión generada por una se atrase 90° de la otra. Por la misma razón, un sistema trifásico se produce con un generador que consta de tres fuentes con la misma amplitud y frecuencia, pero desfasadas 120° entre sí.

Los sistemas trifásicos son importantes por al menos tres razones. Primero, casi toda la potencia eléctrica se genera y distribuye en forma trifásica, a una frecuencia de utilización de 60 Hz (o 377 rad/s) en Estados Unidos o de 50 Hz (o 314 rad/s) en otras partes del mundo. Cuando se requieren entradas monofásicas o bifásicas, se les toma del sistema trifásico en vez de generarlas en forma independiente. Y aun si se necesitan más de tres fases, como en la industria del aluminio, donde se requieren 48 fases para efectos de fundición, es posible obtenerlas manipulando las tres fases provistas.