

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

Roger Armas, Israel Portero, y Bryan Torres

SISTEMAS TRIFÁSICOS EN APLICACIONES DE POTENCIAS.

I. RESUMEN.

Los sistemas trifásicos son los que con más frecuencia se utilizan en la reproducción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Las instalaciones domésticas o de pequeña potencia son monofásicas, pero esto no supone más que una derivación del sistema trifásico. Existen también sistemas bifásicos que se emplean en servomecanismos, en aviones y barcos, para detectar y corregir señales de rumbo.

II. INTRODUCCIÓN.

A. El Generador.

Un generador es una máquina eléctrica rotativa que transforma energía mecánica en energía eléctrica. Lo consigue gracias a la interacción de sus componentes principales: el rotor (parte giratoria) y el estátor (parte estática).

B. El Motor.

El tipo más común de motor de ca es el motor trifásico de inducción. Básicamente, consiste en un estator con devanados de estator y un ensamblado de rotor construido conforme a un marco cilíndrico de barras metálicas integradas en una configuración tipo jaula de ardilla.

C. El Generador conectado en Y.

Un sistema conectado en Y puede ser un sistema de tres hilos o, cuando se utiliza el neutro, de cuatro hilos, conectado a una carga generalizada, la cual se indica mediante el bloque sombreado. Recuerde que cuando las cargas están perfectamente balanceadas, la corriente neutra es de cero; por tanto, el conducto neutro es innecesario. Sin embargo, para casos en que las cargas no son iguales (están desbalanceadas), un hilo neutro resulta esencial para proporcionar una trayectoria para el retorno de la corriente porque el valor de la corriente neutra no es cero.

D. El Generador conectado en Δ .

En el generador conectado en Y, dos magnitudes de voltaje están disponibles en las terminales del sistema de cuatro hilos: el voltaje de fase y el voltaje de línea. Asimismo, en el generador conectado en Y, la corriente de línea es igual a la corriente de fase. Tenga en cuenta estas características conforme examinemos el generador conectado en Δ . Los devanados de un generador trifásico pueden ser reacomodados para formar un generador conectado en Δ , al examinar este diagrama, puede advertirse que las magnitudes de los voltajes de línea y de fase son iguales, pero las corrientes de línea no son iguales a las corrientes de fase.

E. El Sistema Y-Y.

Una característica importante de una fuente conectada en Y es que están disponibles dos valores diferentes de voltaje trifásico: el voltaje de fase y el voltaje de línea. Por ejemplo, en el sistema de distribución de potencia estándar, se puede considerar un transformador trifásico como una fuente de voltaje trifásico que suministra 120 V y 208 V. Para utilizar un voltaje de fase de 120 V, las cargas se conectan en la configuración Y. Se utiliza una carga conectada en Δ para los voltajes de línea de 208 V.

F. El Sistema Y- Δ .

Una importante característica de esta configuración es que cada fase de la carga tiene el voltaje de línea completo a través de ella.

$$V_Z = V_L$$

Las corrientes de línea son iguales a las corrientes de fase correspondientes, y cada corriente de línea se divide en dos corrientes de carga, como se indica. Para una carga balanceada ($Z_a = Z_b = Z_c$), la expresión para la corriente en cada carga es

$$I_L = \sqrt{3} I_Z$$

G. El Sistema Δ -Y.

Una fuente conectada en Δ que alimenta una carga balanceada conectada en Y. Al examinar la figura se puede advertir que los voltajes de línea son iguales a los voltajes de fase correspondientes de la fuente. Además, cada voltaje de fase es igual a la diferencia de los voltajes de carga correspondientes, como puede observarse a partir de las polaridades.

H. El sistema Δ - Δ .

Una fuente conectada en Δ que alimenta una carga conectada en Δ . Observe que el voltaje de carga, el voltaje de línea, y el voltaje de fase de la fuente son iguales para una fase dada.

$$V_{uc} = V_{L3} = V_{Zc}$$

$$V_{ub} = V_{L2} = V_{Zb}$$

$$V_{ua} = V_{L1} = V_{Za}$$

Desde luego, cuando la carga está balanceada, todos los voltajes son iguales, y se puede escribir una expresión general

$$V_u = V_L = V_Z$$

Para una carga balanceada y voltajes de fase de fuente iguales, se puede demostrar que

$$I_L = \sqrt{3} I_Z$$

III. IMÁGENES.

Coefficiente de acoplamiento.

Formulas:

$$k = \frac{\phi_{1-2}}{\phi_1}$$

Figura1.

Fórmula para inductancia mutua.

Formulas:

$$L_M = k \sqrt{L_1 L_2}$$

Figura2.

Fórmula para relación de vueltas.

Formulas:

$$n = \frac{N_{sec}}{N_{pri}}$$

Figura3.

Fórmula para inductancia mutua.

Formulas:

$$\frac{V_{sec}}{V_{pri}} = \frac{N_{sec}}{N_{pri}}$$

Figura4.

IV. INDICACIONES ÚTILES

I. Ecuaciones

Ley de Ohm.

$$I = \frac{V}{R} \quad (1)$$

Divisor de corriente para dos ramas.

$$I_X = \frac{R_T}{R_X + R_T} I_T \quad (2)$$

Divisor de voltaje.

$$V_{OUT} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{IN} \quad (3)$$

V. OTRAS RECOMENDACIONES

Los sistemas trifásicos son preferibles a los monofásicos por una serie de razones: La potencia de un motor trifásico es superior en un 150% a la de uno monofásico. Las componentes en un circuito trifásico pueden ser de un menor tamaño, lo cual reduce los costos.

VI. DESARROLLO

Problema1.-

Problema 1. Un transformador monofásico de 100 Kva. 3000/220 v, 50 Hz, tiene 100 espiras en el devanado secundario. Supuesto que el transformador es ideal, calcular:

- Corrientes primaria y secundaria a plena carga?
- Flujo máximo
- Numero de espiras del arrollamiento primario?

a) Los valores de la corriente primaria y secundaria a plena carga son:

$$S = 100 \text{ Kva} = 100000 \text{ va}$$

$$E1 = 3000 \text{ v}$$

$$E2 = 220 \text{ V}$$

$I1$ = Corriente del primario en amperios

$I2$ = Corriente del secundario en amperios

$$S = V1 * A1$$

$$\text{Amp. } 33,33 \text{ v} 3000 \text{ va} 100000 \text{ V1 S A1} == =$$

$$S = V2 * A2 \text{ Amp.}$$

$$454,54 \text{ v} 220 \text{ va} 100000 \text{ V2 S A2} == =$$

Flujo máximo, como el transformador es ideal

$$N2 = 100 \text{ espiras en el secundario}$$

$$F = 50 \text{ Hz } E2 = 220 \text{ V}$$

$$E2 = 4,44 \text{ f} * N2 * \phi_{\text{max}}$$

$$\text{Weber } 3-10 * 9,9 \text{ 22200 } 220 \text{ 50} * 100 * 4,44 \text{ 220 N} * 4,44 \text{ 2 f} * E2 \phi_{\text{max}} == =$$

Numero de espiras del arrollamiento primario?

$$N2 = 100 \text{ espiras en el secundario } E1 = 3000 \text{ v } E2 = 220 \text{ V}$$

$$N2 N1 E2 E1 = \text{esp } 100 N1 \text{ v} 220 \text{ v} 3000 = \text{esp } 100 N1 = 13,63$$

$$N1 = 13,63 * 100 = 1364 \text{ espiras}$$

Problema 2.-

Un transformador que trabaja a una frecuencia de 50 Hz. Con unas chapa magnética de una inducción de 1,2 Tesla (12000 Gauss), conectado a una red de 50 Hz. De frecuencia. El peso del núcleo del transformador es de 3 kg. ¿Cuáles serán las pérdidas por histéresis del núcleo magnético?

Formula de Steinmetz

$$Kh = \text{Coeficiente de cada material} = 0,002$$

F = frecuencia en Hz.

β_{max} = Inducción máxima en Tesla

Ph = pérdidas por histéresis en Watios/Kg.

$n = 1,6$ si $B_{\text{max}} < 1$ Tesla (10000 Gauss)

$n = 2$ si $B_{\text{max}} > 1$ Tesla (10000 Gauss)

$$Ph = Kh * f * (\beta_{\text{max}})^n$$

$$Ph = 0,002 * 50 * 1,22$$

$$Ph = 0,144 \text{ watios/kg } 0,144 \text{ watios } 1 \text{ kg } \times 3 \text{ kg}$$

$$X = 3 * 0,144 \text{ watios}$$

$$X = 0,432 \text{ watios}$$

Algunos Errores Comunes

Cuando existe un devanado primario abierto, no hay corriente primaria y, por tanto, no se induce voltaje o corriente en el secundario.

Cuando hay un devanado secundario abierto, no existe corriente en el circuito secundario y, por tanto, no hay voltaje en la carga. Asimismo, un secundario abierto propicia que la corriente primaria sea muy pequeña (sólo hay una pequeña corriente magnetizante). De hecho, la corriente primaria puede ser prácticamente cero.

Los devanados en cortocircuito son muy raros y si ocurren resultan muy difíciles de localizar, a menos que exista un indicación visual o que un gran número de devanados esté en cortocircuito.

VIII. CONCLUSIÓN

En los circuitos trifásicos se puede entender que en las conexiones de estrella las bobinas se comportan monofásicamente de esta forma la potencia de este sistema será la suma de cada bobina o sistema monofásico, y cada una de las tensiones van a estar adelantadas 30° con respecto a la tensión de fase a diferencia de la conexión en delta la tensión estará más desfasada. Por otro lado cuando las cargas de las fases son iguales podemos decir que es un sistema trifásico equilibrado por lo cual los circuitos trifásicos se conectan mayormente en estrella, siendo de otra forma (Delta) las tensiones de fase no estarían balanceadas.

APÉNDICE

Es más importante entender lo que estas leyes significan que aprenderse las formulas en sí.

A nivel práctico no es necesario conocer profundamente todas estas leyes, pero sí lo básico para entenderlas y poder aplicarlas.

Por último, aprender todo lo que seas capaz, no te conformes con lo básico.

REFERENCES

- [1] Funcionamiento de los transformadores eléctricos. (2021). Retrieved 24 March 2021, from <https://www.fundacionendesa.org/es/recursos/a201908-corrientes-alternas-con-un-transformador-electrico>
- [2] Ley de Kirchhoff: Análisis de mallas. - HETPRO/TUTORIALES. (2021). Retrieved 5 January 2021, from <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/ley-de-kirchhoff-analisis-de-mallas/>
- [3] 3 puntos básicos para entender circuitos electrónicos - Zaragoza MakerSpace. (2021). Retrieved 5 January 2021, from <https://zaragozmakerspace.com/index.php/3-puntos-basicos-para-entender-circuitos-electronicos/>
- [4] H. Poor, *An Introduction to Signal Detection and Estimation*. New York: Springer-Verlag, 1985, ch. 4.
- [5] Veloso, C. (2021). ▷ LEY DE KIRCHHOFF - PRIMERA Y SEGUNDA LEY (Ejercicios). Retrieved 5 January 2021, from <https://www.electrontools.com/Home/WP/ley-de-kirchhoff/>
- [6] Conversión Estrella a Delta - TOMi.digital. (2021). Retrieved 5 January 2021, from <https://tomi.digital/es/32086/conversion-estrella-a-delta>