
 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE
Código: FOR020GIB	Versión: 01
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 4

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Análisis geométrico de los sistemas eléctricos simétricos y asimétricos para n-Fases
Autor(es)	Adriana Escobar Velandia; Freddy Alexander Torres Payoma.
Director	Yesid Javier Cruz Bonilla
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2015. 122 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	Sistemas eléctricos, análisis geométrico, simétricos, asimétricos

2. Descripción
<p>En los circuitos eléctricos polifásicos de corriente alterna las señales senoidales de voltaje y corriente son analizadas mediante el uso de diagramas fasoriales que representan el comportamiento de un sistema en el dominio de la frecuencia, y se desarrollan a través de las leyes fundamentales de la teoría de los circuitos eléctricos, sin embargo, el estudio se limita a circuitos polifásicos de tres fases simétricos, es decir, sus fasores presentan una misma magnitud y ángulo de desfase uno respecto al otro. Para el caso contrario, donde los sistemas eléctricos trifásicos no son simétricos, se emplea el teorema de Fortescue o de componentes simétricas, el cual es utilizado para relacionar sistemas eléctricos asimétricos mediante la superposición de tres sistemas simétricos. Por otra parte, la teoría generalizada de la potencia instantánea desarrollada por los profesores Ustariz-Farfan & Cano-Plata de la Universidad Nacional de Colombia, establece que el tensor de potencia instantánea en un sistema eléctrico polifásico se obtiene mediante el producto diádico entre el tensor de voltaje y el tensor de corriente. Sin embargo, el análisis actual de la potencia compleja se limita a sistemas eléctricos monofásicos lineales o trifásicos simétricos y asimétricos. A partir de lo anterior, la presente investigación desarrolla un análisis geométrico de manera tensorial de los sistemas eléctricos polifásicos de corriente alterna, relacionando el teorema de Fortescue con la teoría del tensor de potencia instantánea, permitiendo así, generalizar y ampliar la teoría ya existente de los sistemas eléctricos en torno al análisis complejo de los circuitos de corriente alterna deduciendo los elementos activos, pasivos y la generalización de la potencia aplicadas a ejemplos prácticos.</p>

3. Fuentes
<p>Cruz, Y. J. <i>Notas de geometría y Física</i>, Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, 2010.</p> <p>Dzafic I., Neisius H., Gilles H., Henselmeyer S. & Landerberger V. <i>Three-Phase Power Flow in Distribution Networks Using Fortescue Transformation</i>, IEEE TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS, VOL.28, NO.2, MAY 2013.</p> <p>Dzafic I., Donlagic, T. & Henselmeyer S. <i>Fortescue Transformations for Three-Phase Power Flow Analysis in Distribution Networks I</i>, 978-1-4673-2729-9/12/\$31.00 ©2012 IEEE</p> <p>Fortescue, C. L. <i>Method of Symmetrical co-ordinates applied to the solution of polyphase networks.</i>, 34 th Annual Convention of the American Institute of Electrical Engineers, 1027 – 1140, 1918</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE
Código: FOR020GIB	Versión: 01
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 2 de 4

Herrera R. S., Salmerón P., Vázquez J. R., Litrán S. P. & Pérez A. *Generalized instantaneous reactive power theory in polu-phase power systems*, Department of Electrical Engineering, Ctra/ Palos de la Frontera s/n, Palos de la Frontera, Huelva, Spain, article, available <http://www.uhu.es/eps>.

Jabr, R. A & Dzafic. *A Fortescue Approach for Real-Time Short Circuit Computation in Multiphase Distribution Networks*, Scopus journal, paginas 3276-3285, 2015.

Sanchez, M. *Conceptos Errados en Circuitos Eléctricos: "Dificultades relacionadas con la corriente electrica en un circuito de corriente continua"*, Ciencia ahora n°24, 1 -15, 2009.

Téllez, A., Galarza, D.C. & Ortiz Matos, L. *Analysis of power losses in the asymmetric construction of electric distribution systems*, Scopus journal, paginas 2190-2194, 2015

Ustariz-Farfan, A. J., & Cano-Plata, E. A. (2012). *Teoría generalizada de la potencia instantánea aplicada a la compensación de cargas polifásicas*, Revista Chilena de Ingeniería, 148-159.

4. Contenidos

Este proyecto tiene como objetivo ser un aporte teórico de novedad científica al promover el estudio y análisis de circuitos de corriente alterna en el Departamento de Física y en la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional. Adicional a ello, existen varios enfoques donde se intenta llegar a una integración de varias disciplinas, uno de ellos, es el transdisciplinar, el cual propone resolver un problema desde diferentes perspectivas disciplinarias; este tipo de actividades en el departamento y en la facultad permitirán dar diversas soluciones a un problema en común, en torno a las nuevas tendencias en la enseñanza de la física y, para el caso particular, la enseñanza de los circuitos eléctricos promoviendo un desarrollo conceptual más avanzado que pueda ser implementado en cursos de teoría de circuitos eléctricos avanzados de nivel profesional y en la construcción de algoritmos computacionales.


Por otra parte, la generalización de modelos geométricos adoptados a conceptos generales de la física, han hecho que cada vez sea más importante su análisis. El teorema de Fortescue o de componentes simétricas, es usado, con frecuencia, para relacionar sistemas eléctricos desbalanceados mediante la superposición de tres balanceados y así se puede reducir el análisis matemático para estos sistemas. La teoría generalizada de la potencia instantánea, establece que el producto tensorial entre el tensor de voltaje y el tensor de corriente determina el tensor de potencia instantánea para un sistema eléctrico de n-fases.

Sin embargo, el análisis actual de la potencia compleja se ha estudiado sobre todo a sistemas eléctricos monofásicos lineales o trifásicos, por ello, se desarrolla una conceptualización teórica geométrica de los sistemas eléctricos n-fásicos, generalizando la teoría de los sistemas eléctricos polifásicos junto con el método de coordenadas simétricas generalizadas para dar una simetría a las componentes de los fasores de corriente, voltaje e impedancia.

5. Metodología

La Metodología que se trabajó en este proyecto, fue enfocada directamente desde un contexto problema en donde se formuló una pregunta que guíe la investigación de manera lógica y coherente, a través de un análisis descriptivo y explicativo, con el fin de obtener una mayor riqueza en la información.

La investigación se desarrolló a través de cuatro etapas, descritas a continuación:

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE
Código: FOR020GIB	Versión: 01
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 3 de 4

Etapa 1: Recopilación de la Información

En esta etapa se recopiló la información más relevante acerca de la teoría de circuitos eléctricos de n-fases, el teorema de Fortescue y la teoría generalizada del tensor de potencia instantánea, con el fin de sustentar el marco teórico relevante a la investigación.

Etapa 2: Interpretación geométrica del Teorema de Fortescue

Para esta etapa de la investigación, se determinaron las estructuras y elementos físicos y matemáticos que definen e interpretan geoméricamente el teorema de Fortescue, teniendo en cuenta la relación geométrica, y la relación entre la cantidad de fases y las tensiones de los sistemas eléctricos de n-fases.

Etapa 3: Comparación entre la teoría del tensor de potencia y el análisis de la potencia compleja

En esta fase, se realizó una comparación entre el tensor de potencia instantánea y las definiciones de la potencia compleja en sistemas eléctricos de corriente alterna, con el fin de relacionar las componentes esenciales que establecen las distintas demostraciones y relaciones físicas de los conceptos.

Etapa 4: Desarrollo geométrico y análisis conceptual

Finalmente, se desarrolla un análisis generalizado sobre los principios que definen la teoría de los circuitos eléctricos de n-fases haciendo uso del álgebra tensorial.

6. Conclusiones


El desarrollo tensorial de los sistemas eléctricos a partir del análisis de la potencia instantánea y compleja, posibilita una nueva alternativa para evaluar sistemas n-fásicos independientes de su naturaleza, es decir, si son sistemas simétricos o asimétricos, aportando a la investigación en física, enseñanza de la física, ingeniería y telecomunicaciones, en los nuevos planteamientos teóricos de fallas simétricas y asimétricas en sistemas polifásicos y máquinas rotativas, a su vez. El análisis geométrico a partir del tensor de potencia instantánea y el teorema de Fortescue-Stokvis propone un nuevo estudio generalizado de una nueva metodología que puede ser usada como estrategia de enseñanza-aprendizaje en los cursos de circuitos eléctricos y aplicaciones a cursos de cálculo tensorial con aplicaciones.

El objetivo general de la investigación se logró alcanzar luego de solucionar los aspectos recurrentes en torno a los objetivos específicos:

Se demostró física, experimental y matemáticamente el teorema de Fortescue de forma tensorial para un sistema de n-fases luego de desarrollar un análisis geométrico sobre las distintas características de los circuitos eléctricos polifásicos a partir de las concepciones clásicas de los circuitos eléctricos y del análisis geométrico relacionado con las teorías de los números complejos.

Se logró relacionar y generalizar el tensor de potencia instantánea con el teorema de Fortescue en forma tensorial basándose en un tensor de potencia compleja desarrolladas mediante transformaciones fasoriales, donde se desengloban todas las formas complejas de la potencia, tales demostraciones parten desde las relaciones existentes al definir los elementos matriciales del tensor de potencia compleja y del teorema de Fortescue generalizado.

Se Desarrolló un análisis tensorial sobre los conceptos fundamentales de potencia, voltaje, corriente e impedancia eléctrica en los sistemas eléctricos de n-fases, determinando los elementos geométricos en el análisis de sistemas de potencia en circuitos de corriente alterna de n-fases, desarrollando geoméricamente cada uno de los conceptos

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 4 de 4	

definidos por las leyes de Kirchhoff, ley de Ohm y el análisis de nodos y mallas en sistemas eléctricos en el dominio de la frecuencia.

También, se desarrollaron dos trabajos presentados en eventos científicos, en el primero se trabaja sobre *la enseñanza de los circuitos eléctricos de n-fases a partir del teorema de Fortescue-Stokvis y el tensor de potencia instantánea*, donde se participó activamente en categoría de ponente contando con el resumen aprobado en el capítulo de memoria del congreso. También, el trabajo relacionado al *análisis geométrico de los sistemas eléctricos a partir del tensor de potencia instantánea*, presentados en el XXVI Congreso Nacional de Física en Manizales Colombia (Anexo Resúmenes).

Finalmente, este trabajo presenta una perspectiva interdisciplinar para el departamento de Física, la facultad de Ciencia y Tecnología y con instituciones universitarias logrando suplir uno de los propósitos propuestos en el Plan de Desarrollo Institucional de la Universidad Pedagógica Nacional, abriendo las miras de que puede ser trabajado a posterior al retomar los conceptos y seguir reforzando los conceptos propuestos en dicho trabajo.

Elaborado por:	Freddy Alexander Torres Payoma, Adriana Escobar Velandia
Revisado por:	Yesid Javier Cruz Bonilla

Fecha de elaboración del Resumen:	12	11	2015
------------------------------------------	----	----	------